

- Алмаз – это уголь, который перетерпел большое давление!

Лекція 5

Проблеми агрегування плугів

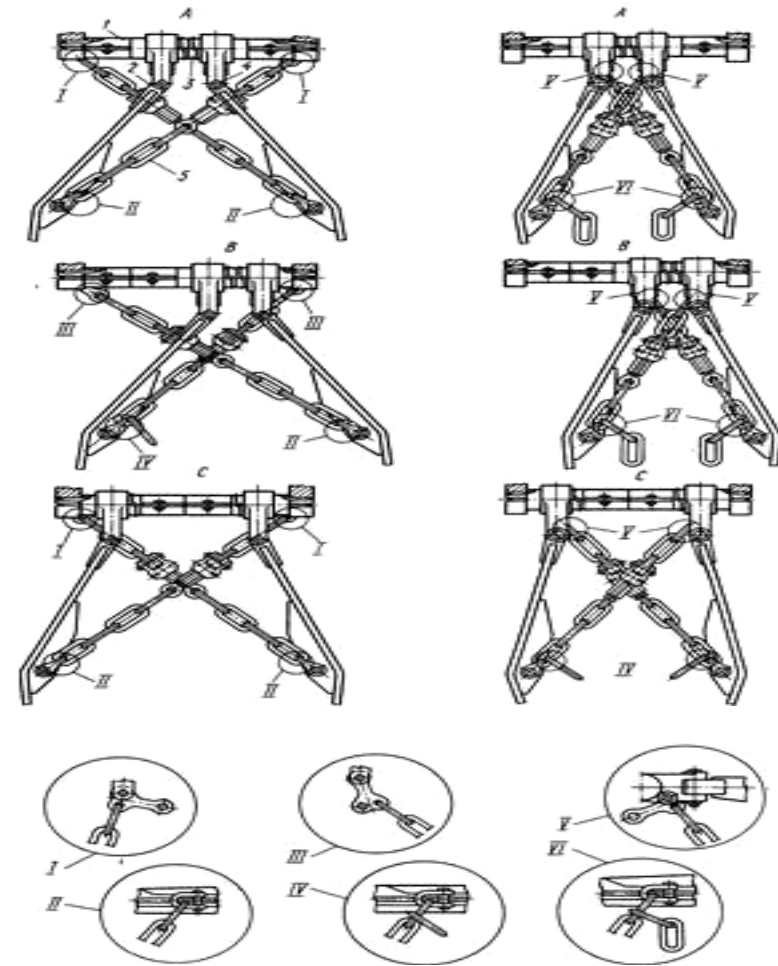
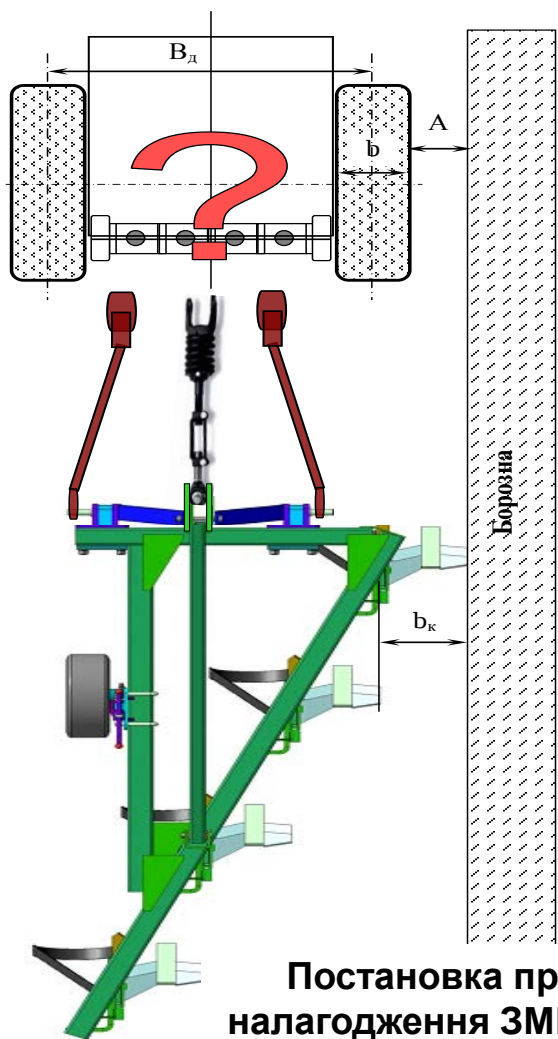
- 5.1 Взаємозв'язок конструктивних параметрів мобільного енергетичного засобу з конструктивними параметрами плуга. Вибір схеми приєднання плуга до енергетичного засобу [1-3].
- 5.2 Шляхи зменшення енергетичних витрат на оранці [1].
- 5.3 Перспективи агрегування оборотних плугів [4, 5].

Література

- 1. Булгаков В.М. Агрегування плугів / В.М.Булгаков, В.І.Кравчук, В.Т. Надикто. – К.: Аграрна наука. – 2008. – 152 с. [С. 5-43].
- 2. Выбор рациональной схемы агрегатирования мобильного энергетического средства с плугом / Г.М.Кутьков, Е.В.Габай, В.И.Калиновский и др.// Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1990, №3.
- 3. Кочев В.И. Рациональное агрегатирование плугов с энергетическими средствами / В.И. Кочев, В.Т. Надикто // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- К: Урожай, 1988.- Вып.68.
- 4. Надикто В.Т. Щодо доцільності використання оборотного плуга / В.Т. Надикто // Вісник аграрної науки, 2014. – С. 51-54.
- 5. Посібник. Машини для обробітку ґрунту та сівби / За ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2009. – 288 с. [С. 18-32].

5.1 Взаємозв'язок конструктивних параметрів мобільного енергетичного засобу з конструктивними параметрами плуга. Вибір схеми приєднання плуга до енергетичного засобу.

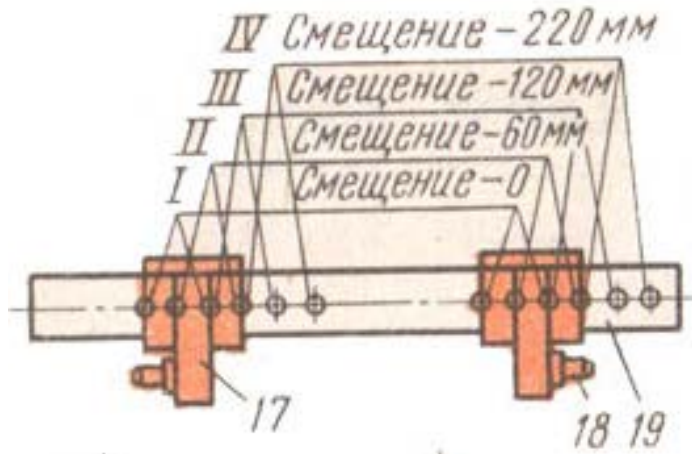
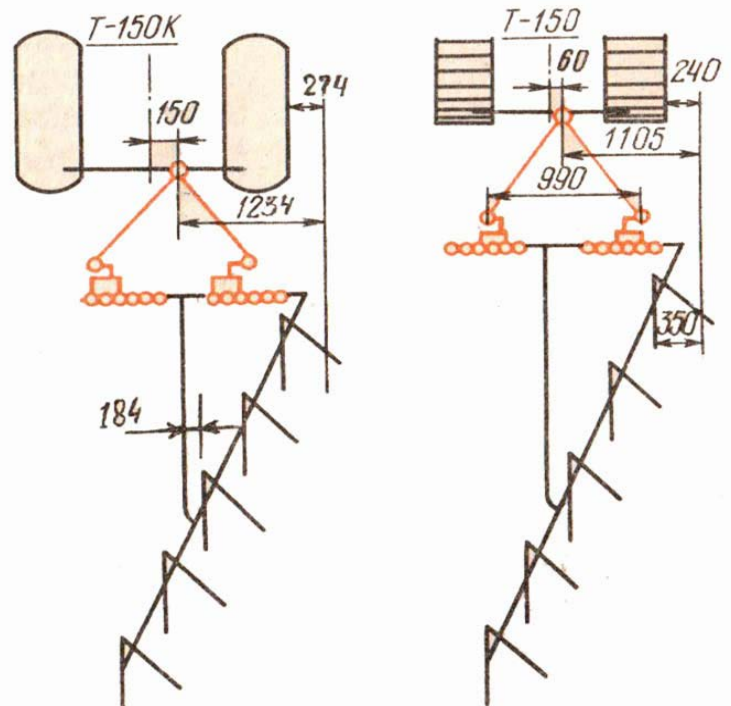
Можливі схеми налагодження ЗНМ трактора



Постановка практичного завдання щодо вибору схеми налагодження ЗНМ трактора при його агрегуванні з плугом

Використання техніки в АПК

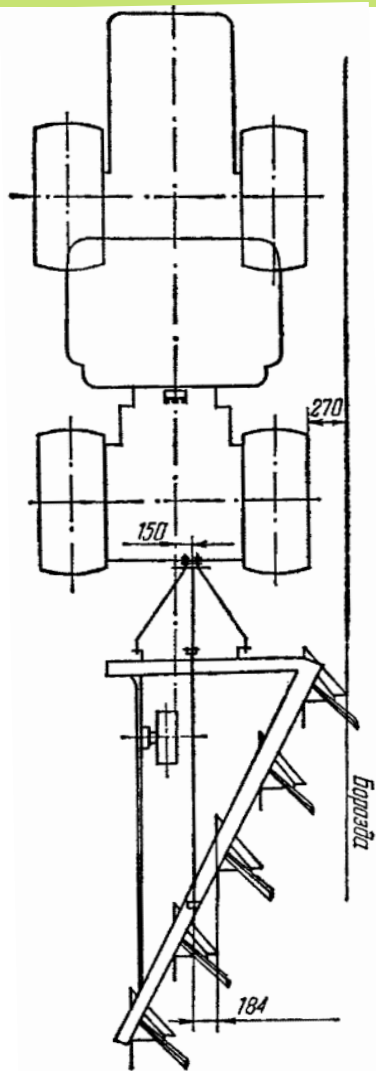
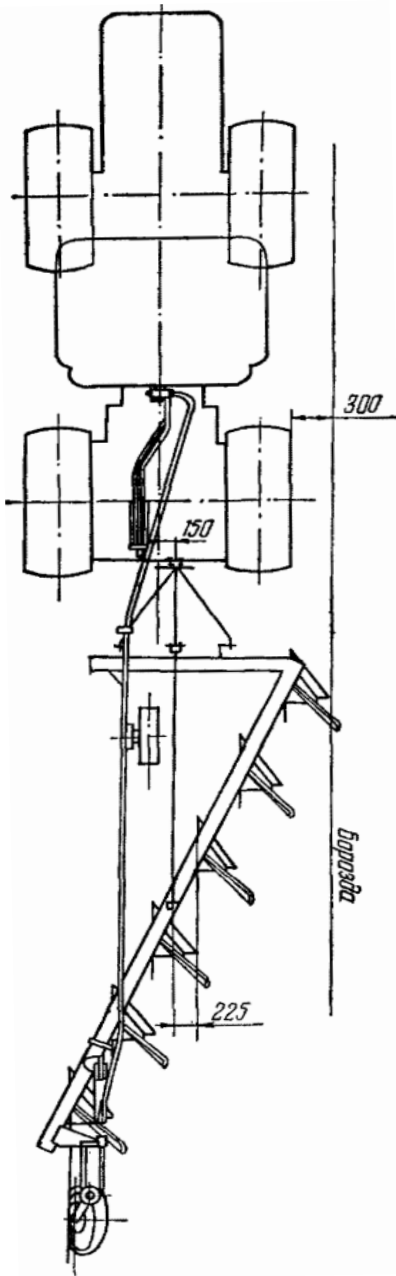
Під правильним агрегуванням трактора з плугом розуміють таке, яке за стійкого руху останнього у горизонтальній площині забезпечує йому якомога менший тяговий опір.



Приклади рекомендацій щодо агрегування орних МТА на базі серійних тракторів

Трактор	Число корпусов	Смещение механизма навески трактора, мм	Положение кронштейнов-понижителей и догружателя плуга	Расстояние от стенки борозды до движителей, мм
T-150	6	—	III	240
	5	60	II	240
T-150K*	6	150	IV	300
	5	150	IV	300

* При колесе 1680 мм.



Марка трактора	Ширина колеи трактора, мм	Смещение механизма навески на тракторе, мм	Положение подвески плуга	Количество корпусов	Расстояние от края гусеницы или колеса до стенки борозды, мм
Т-150	1435	0	III	6	240
		60	II	5	240
		120	I	4	240
Т-150К	1680	120	IV	6	300
Т-4	1384	150	IV	5	300
		20	II	6	230
		140	I	5	290
ДТ-75 ДТ-75М	1330	140	I	4	290
		0	II	6	230
		60	I	5	230
ДТ-74 ДТ-54А	1435	80	I	4	250
		0	III	6	240
		60	II	5	240
		80	I	4	20

Приклади рекомендацій щодо агрегування орних МТА на базі серійних тракторів

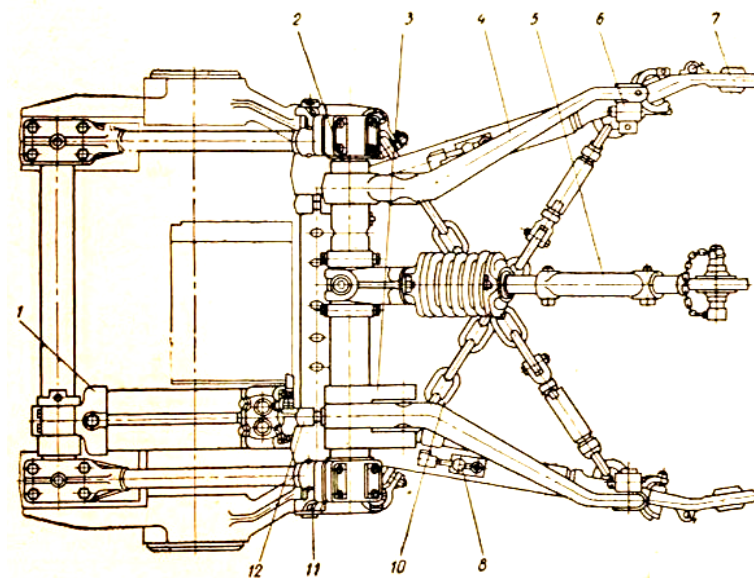
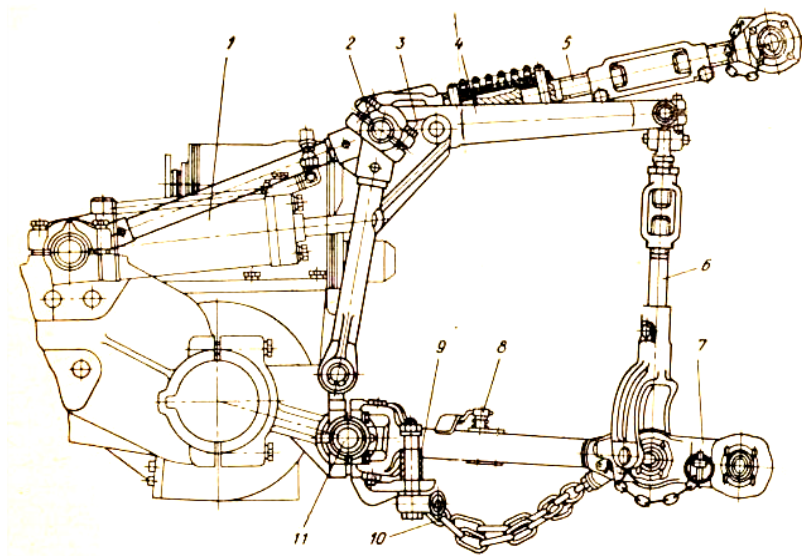
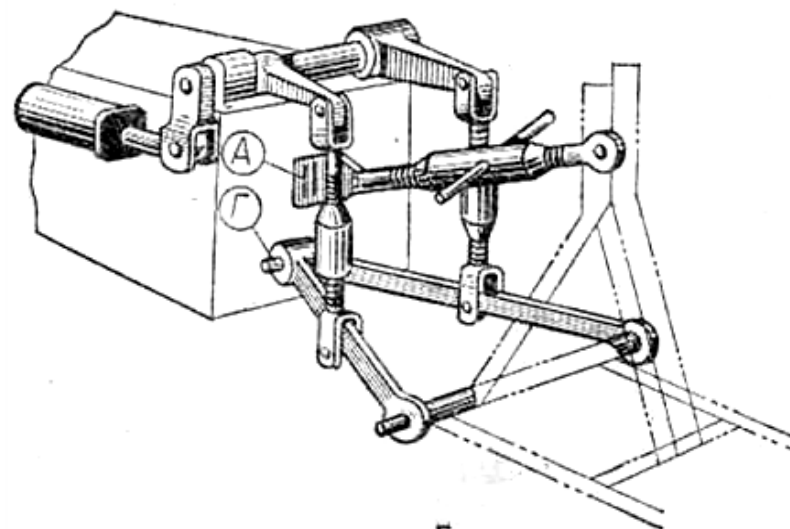
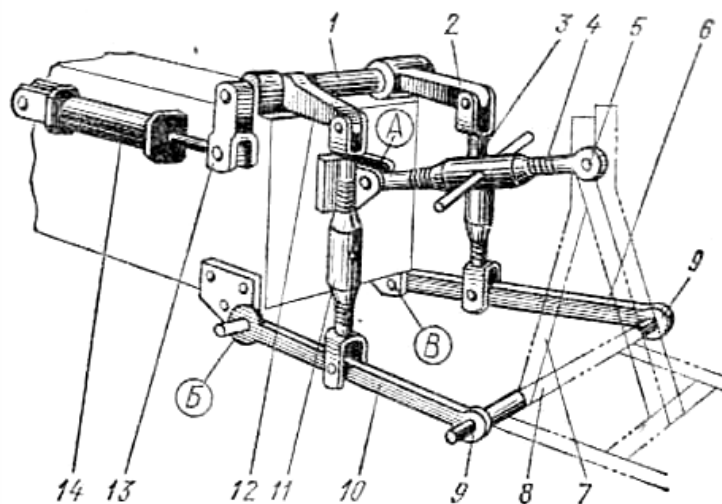
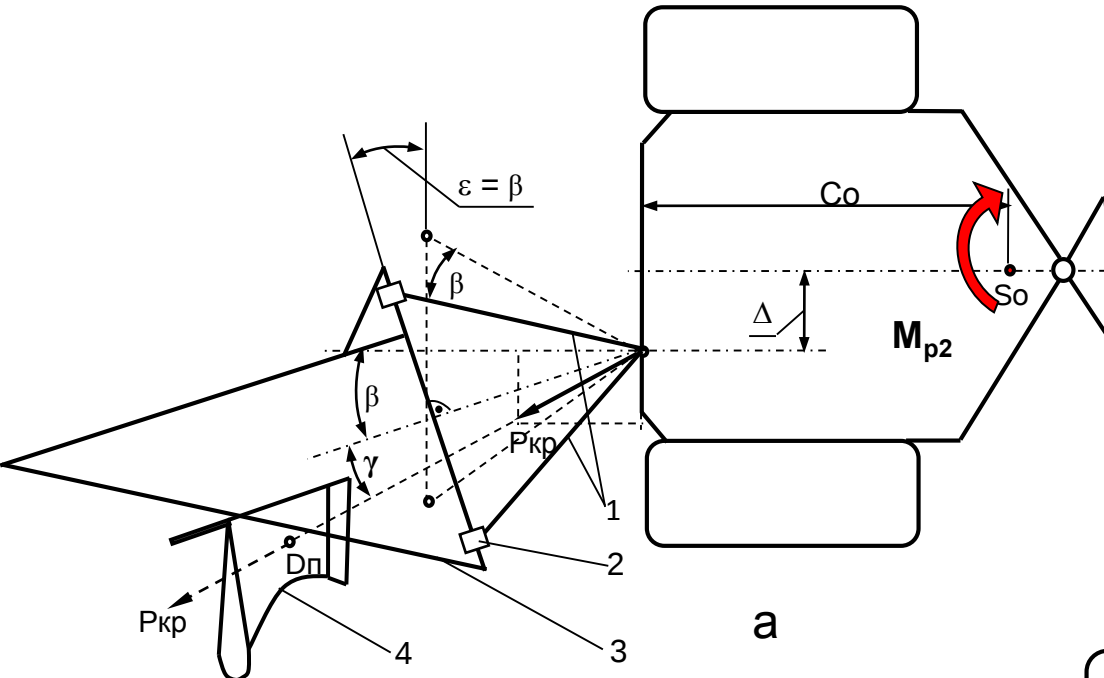


Рис.1 – Задній навісний механізм трактора



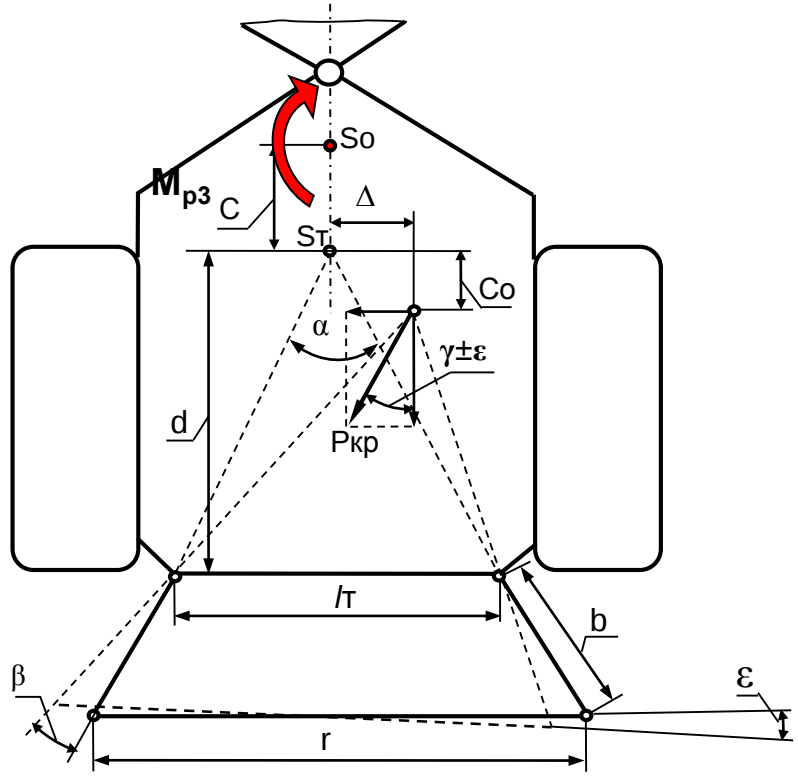
**Рис.2 – Триточкова (а) і доточкова (б) схеми механізму навіски:
А – точки приєднання верхньої тяги; Б, В, Г – точки приєднання нижніх тяг**



Двоточкова (а) і триточкова (б) схеми приєднання навісного плуга до трактора: 1 - нижні тяги ЗНМ трактора; 2 - бугель плуга; 3 - рама плуга; 4 - «еквівалентний» корпус

Вибір схеми налаштування ЗНМ трактора обумовлюють наступні умови:

- 1) Достатня кутова рухомість плуга відносно трактора.
- 2) Мінімальна величина розворотного моменту M_r .
- 3) Величина та напрямок необхідного поперечного зміщення плуга відносно поздовжньої вісі трактора.



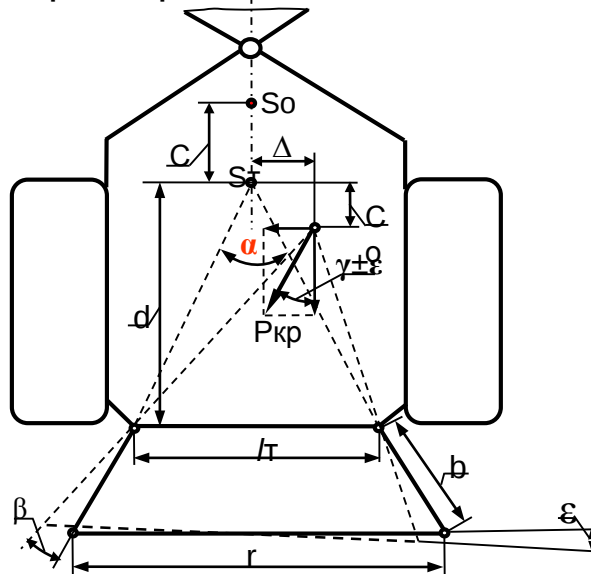
1) Достатня кутова рухомість плуга відносно трактора.

Двоточкова схема взагалі забезпечує більшу кутову рухомість плуга відносно трактора.

Однак, і за триточної схеми можна забезпечити таку взаємну кутову поворотність, коли повороти остову енергетичного засобу, які виникають під впливом дії механізатора, не будуть порушувати стійкий рух орного знаряддя у горизонтальній площині. Для цього необхідно, щоб кут збігання нижніх тяг ЗНМ трактора відповідав наступній вимозі:

$$\alpha = 2 \cdot \arccos [d \cdot (r - l_T) / (l_T \cdot b)] \geq 22^\circ$$

де d – відстань від осі, яка проходить через точки кріплення нижніх тяг до миттєвого «центру повороту» (т. S_T) ЗНМ трактора; b – довжина нижніх тяг ЗНМ енергетичного засобу.



2) Мінімальна величина розворотного моменту M_p .

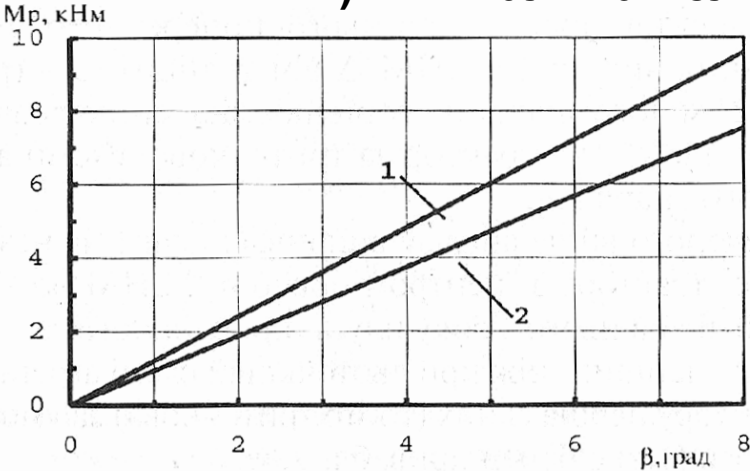


Рис. 1 – Залежність розворотного моменту M_p від кута β при двоточкової (1) і триточнової (2) схем налагодження ЗНМ трактора

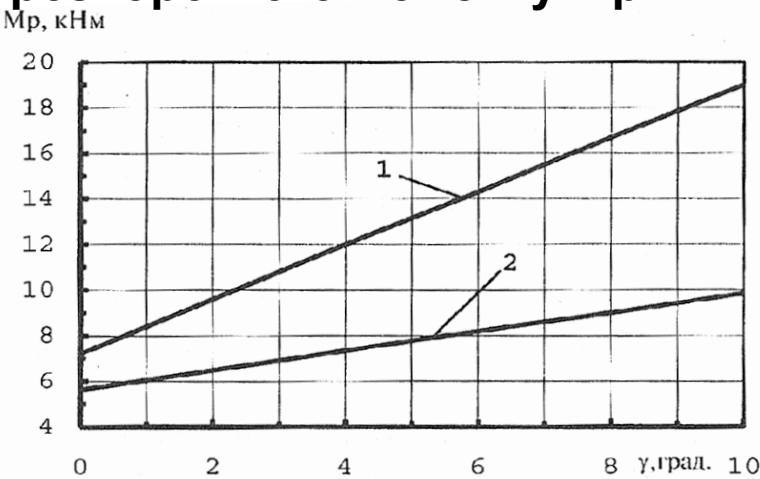


Рис. 6 – Залежність розворотного моменту M_p від кута γ за двоточкової (1) і триточнової (2) схем налагодження ЗНМ трактора

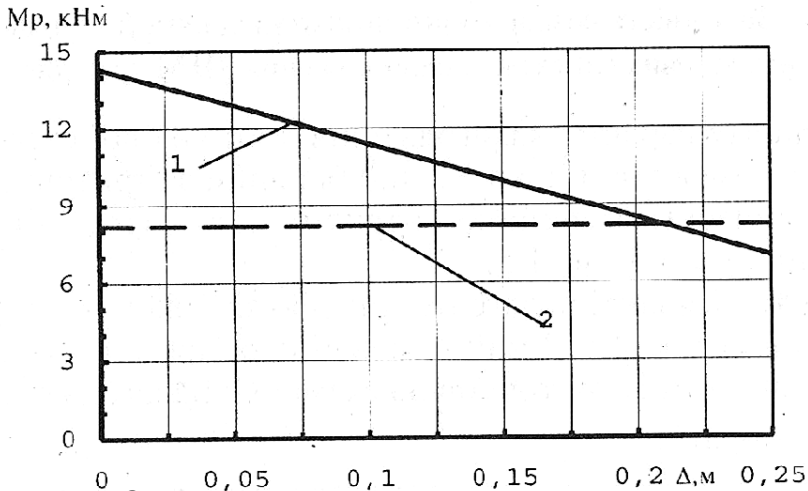


Рис. 7 – Залежність розворотного моменту M_p від величини Δ при двоточкової (1) і триточнової (2) схем налагодження ЗНМ трактора

Із приведенного вище аналізу випливає: навіть за незбіжності "центра мас" трактора з "центром повороту" ЗНМ розворотний момент, що діє на нього з боку плуга, приєднаного за триточновою схемою, менший, ніж при двоточковій схемі агрегаткування. З цієї точки зору перша із них (тобто триточкова) є більш привабливою.

Видомо, що коли дійсна значина колії енергетичного засобу (V_d) більша за бажану (V_t), то плуг приєднують не симетрично, а з певним правостороннім поперечним зміщенням (e). І воно тим більше, чим більшою є різниця між значинами цих колій:

$$e = (V_d - V_t)/2$$

тут

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

$$V'_t = b_k \cdot (n + 1) + b,$$

де V_t , V'_t - колія енергетичного засобу при переміщенні рушіїв його правого борту поза борозною і в борозні відповідно; b_k - конструктивна ширина захвату корпуса плуга; n - число корпусів знаряддя; A - відстань від борозни до зовнішньої крайки рушія; b - ширина рушія трактора.

Залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту і стійкості руху того або іншого енергетичного засобу у складі орного МТА відстань A може змінюватися в межах 10...29 см. За більшого значення, як показує практика, ускладнюється процес відтягування механізатором крайчика борозни попереднього проходу агрегату, що призводить до зростання нерівномірності його ширини захвату. За меншого значення A виникає небезпека сповзання енергетичного засобу правими рушіями у борозну, що негативно відбивається на якісних показниках роботи орного МТА.

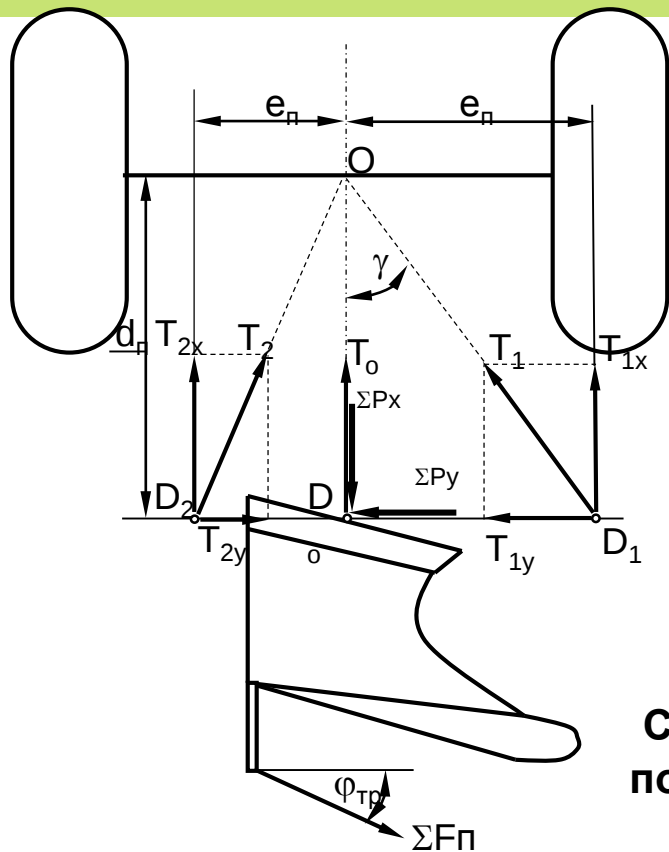


Схема сил, які діють на плуг при його різних поперечних зміщеннях

За триточкової схеми налагодження ЗНМ трактора правостороннє зміщення плуга призводить до появи бокової складової сили T' (T_{1y}). Під час роботи плуга сила T_{1y} є додатковим навантаженням на польові дошки, що призводить до зростання сили їх тертя об стінку борозни і, врешті-решт, до збільшення тягового опору орного знаряддя.

При симетричному приєднанні плуга його «центр опору» (т. Do) знаходиться в площині симетрії енергетичного засобу. Сила T_{1y} в даному випадку хоч і не зникає, проте її вплив зводиться до мінімуму. У разі розташування «центру опору» знаряддя зліва від поздовжньої осі симетрії енергетичного засобу (D_2) бокова складова T_{2y} сили тяги T_2 сприяє зменшенню навантаження на польові дошки. В результаті це приводить до зменшення тягового опору плуга.

Правила налаштування ЗНМ трактора.

Якщо за умов співставлення Вд і Вт параметри ходової системи трактора допускають симетричне агрегування плуга, енергетичний засіб може мати лише одну схему налагодження заднього навісного механізму — треточкову.

Якщо за умов співставлення Вд і Вт параметри ходової системи трактора не дають можливості приєднати до нього плуг симетрично, краще використовувати двоточкову схему налагодження ЗНМ енергетичного засобу. При цьому правостороннє поперечне зміщення орного знаряддя в першу чергу слід здійснювати переміщенням нижніх тяг навісного механізму трактора. І лише коли цього зміщення виявиться недостатньо, можна переміщувати раму орного знаряддя відносно його власних приєднувальних бугелів.

Лівостороннє поперечне зміщення плуга доцільно здійснювати саме шляхом переміщення його відносно власних приєднувальних бугелів. Адже, як уже відомо, тяговий опір знаряддя при цьому зменшується. Причому до такої міри, що з'являється можливість зняття усіх польових дощок, крім останньої.

Ще один важливий висновок полягає в тому що, при агрегуванні трактора Т-150К з колією Вд = 1680 мм з 5-ти або 6-ти корпусними плугами потрібне небажане правостороннє поперечне зміщення плуга. А це означає, що цей трактор бажано налагоджувати за доточковою схемою! У гусеничного трактора Т-150 з більш вузькою колією Вд = 1470 мм – навпаки орне знаряддя приєднується або симетрично, або з бажаним лівостороннім зміщенням. А це означає, що цей трактор може мати лише треточковий задній навісний механізм!

В якості практичного прикладу розглянемо трактор ХТЗ-17221, який агрегатується з плугом ПЛП-6-35. Колія трактора $B_d = 1860$ мм. Типорозмір шин: 23,1R26.

Визначити:

- спосіб руху МТА (в борозні чи поза борозною);
- спосіб агрегування плуга (симетричний, асиметричний);
- напрям і величину поперечного зміщення плуга (для асиметричного МТА).
- схему налагодження ЗНМ (дво- чи три точкова).

3. Визначаємо напрям і величину поперечного зміщення плуга. Оскільки дійсна колія трактора ($B_d = 1860$ мм) більша за розрахункову, то плуг приєднують до трактора із правостороннім поперечним зміщенням, яке становить:

$$e_{п1} = (B_d - B_T)/2 = (1860 - 1664)/2 = 98 \text{ мм}$$

$$e_{п2} = (B_d - B_T)/2 = (1860 - 1284)/2 = 288 \text{ мм.}$$

У другому варіанті значно більшої відстані між зовнішнім крайчиком рушія і стінкою борозни $A=290$ мм необхідне велике небажане правостороннє зміщення орного знаряддя. Яке, за вищеописаним аналізом, суттєво збільшить тяговий опір трактора. Тому, з позиції мінімальних енерговитрат на оранці, чим менша буде відстань A , тим значно кращим буде варіант агрегування орного знаряддя.

4. Визначаємо схему налагодження ЗНМ. Переміщення плуга ПЛП-6-35 на величину 98 мм відносно його власних бугелів здійснити проблематично (пояснити чому!). Тому слід відмовитися від триточкової схеми на користь доточкової.

Для налагодження останньої слід зведені до купи нижні тяги ЗНМ трактора змістити вправо на 98 мм і закріпити упорами. Потім відповідним чином встановити центральну тягу та розкоси.

5.2 Шляхи зменшення енергетичних витрат на оранці.

1. З аналізу рівняння для визначення величини поперечного зміщення плуга при його агрегуванні із трактором

$$e_n = [B_d + 2A + b - b_k(n+1)]/2$$

впливає, що енергетичний засіб, який агрегується з плугом, бажано щоб мав:

1) вузьку колію;

2) рухався на мінімально можливій відстані від стінки борозни.

Для практичної реалізації останньої вимоги необхідна достатньо висока стійкість ходу орного МТА. Інакше можливе "сповзання" енергетичного засобу в борозну.

2. Якщо з тих або інших причин відсутня можливість приєднати плуг до енергетичного засобу симетрично, правостороннє його зміщення слід проводити в першу чергу шляхом зсуву по ЗНМ трактора, разом із зчіпним пристроєм (двоточкова система налаштування ЗНМ), і лише потому (коли першого переміщення недостатньо) - щодо власного зчіпного пристрою.

3. Симетричне приєднання плуга можливе шляхом постановки рушіїв правого борту енергетичного засобу в борозну.
За кордоном така схема орного агрегату використовується досить часто, хоча і має ряд серйозних недоліків.
Одним із недоліків руху орного МТА в борозні є збільшення коефіцієнта буксування трактора.

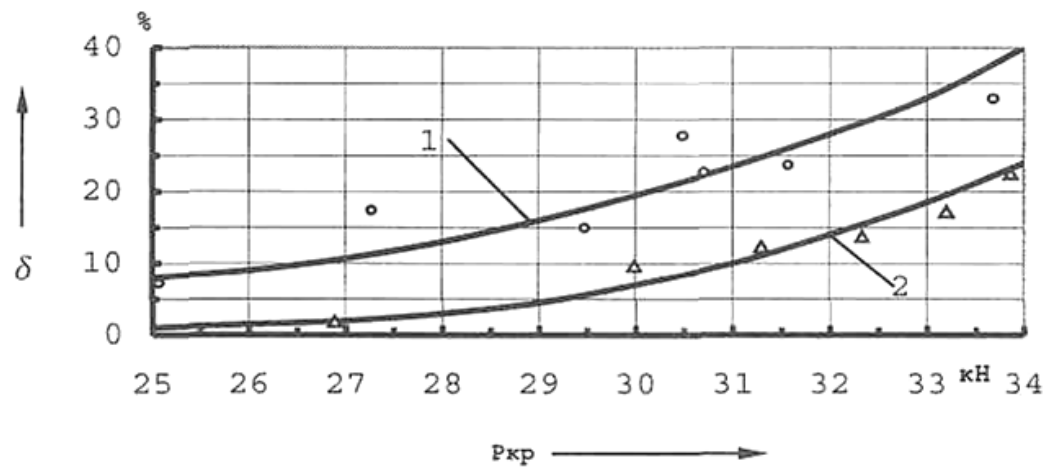


Рис.— Криві буксування МЕЗ при його роботі з плугом у борозні (1) і поза нею (2)
Іншими з недоліків руху орного МТА в борозні є збільшення погодинних витрат палива (на 4,5... 10,4%). Крім того, в процесі руху трактора в борозні дно останньої ущільнюється і борозна стає ширшою. А відтак це призводить до поганого стикування суміжних проходів орного агрегату.

4. З позиції зменшення енергетичних витрат на оранці бажане лівостороннє зміщення плуга при його агрегуванні із трактором.

За експериментальними даними встановлено, що порівняно з симетричним ($\epsilon_p=0$) приєднанням поперечний лівосторонній зсув шестикорпусного плуга на 100 мм і зняття п'яти польових дощок у сумі дало змогу понизити тяговий опір знаряддя на 14,0%, а погодинні витрати палива — на 9,8%.

5. Використання модульних енергетичних засобів (МЕЗ) на оранці вирізняються значно меншими енерговитратами, ніж агрегати на базі серійних тракторів.

Параметри агрегування енергетичних засобів класу 3 з плугом ПЛП-6-35

Показник	Енергетичний засіб					
	Т-150		Т-150К		МЭС-200	
Поздовжня база, мм	1800		2860		5300	
Колія, мм	1435		1680		1400	
Ширина рушія, мм	420		540		430	
Рекомендована відстань від стінки борозни до зовнішньої кромки рушія (А), мм	240		300		100	
Число корпусів плуга	6	5	6	5	6	5
Зсув “центра опору” плуга за А, мм	-57	117	185	360	-210	-35
Відстань від стінки борозни до зовнішньої кромки рушія за симетричного приєднання плуга, мм	300	120	115	-	310	135

Параметри агрегування енергетичних засобів класу 5 з плугом ПТК-9-35

Показник	МЭС-300		К-701	
Поздовжня база, мм	5870		3200	
Колія, мм	1680		2115	
Ширина рушія, мм	540		660	
Рекомендована відстань від стінки борозни до зовнішньої кромки рушія (А), мм	150		300	
Число корпусів плуга	9	8	9	8
Зсув “центра опору” плуга за А, мм	-490	-315	-62	112
Відстань від стінки борозни до зовнішньої кромки колеса при симетричному приєднанні плуга, мм	640	465	360	190

5.3 Перспективи агрегування оборотних плугів

Оборотний плуг крім правообертальних має ще і лівообертальні корпуси. Рухаючись човниковим способом він обертає шари ґрунту увесь час убік обробленого поля. Розбивка поля на загони при цьому не потрібна. В остаточному підсумку продуктивність праці збільшується і підвищується якість оранки не тільки через відсутність згінних гребенів та розгінних борозен, але через те, що в цьому випадку не потрібна доробка клинів, які неминучі при неякісній розбивці поля на загони.

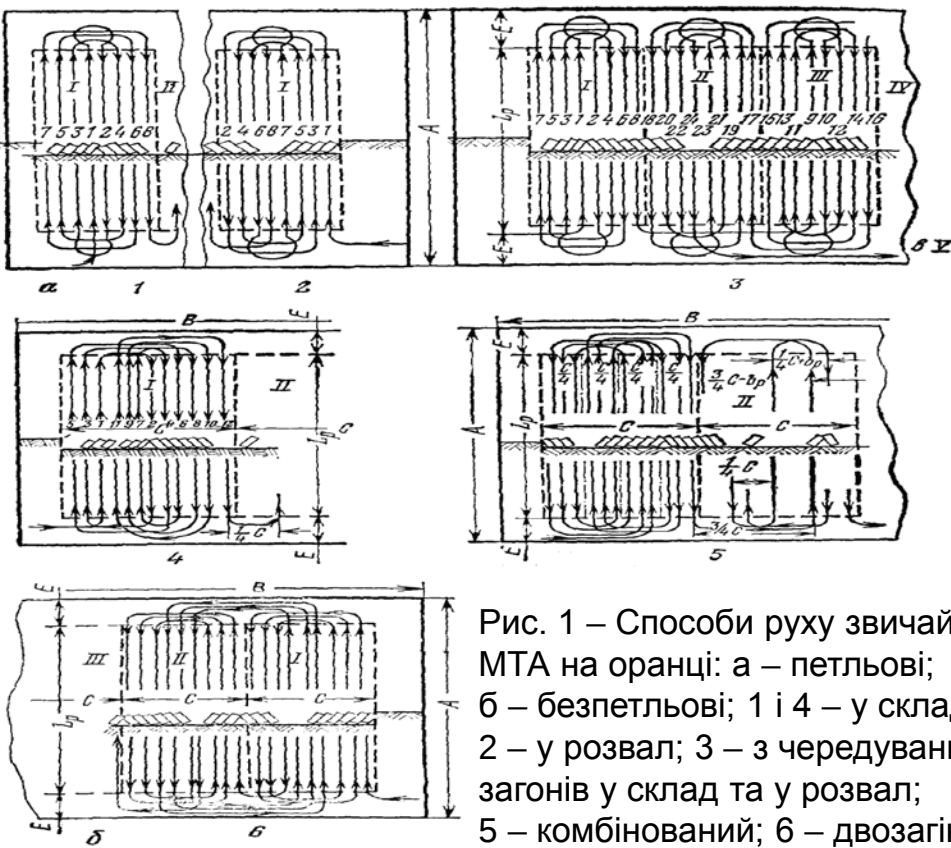


Рис. 1 – Способи руху звичайного МТА на оранці: а – петльові; б – безпетльові; 1 і 4 – у склад; 2 – у розвал; 3 – з чередуванням загонів у склад та у розвал; 5 – комбінований; 6 – двозагінний

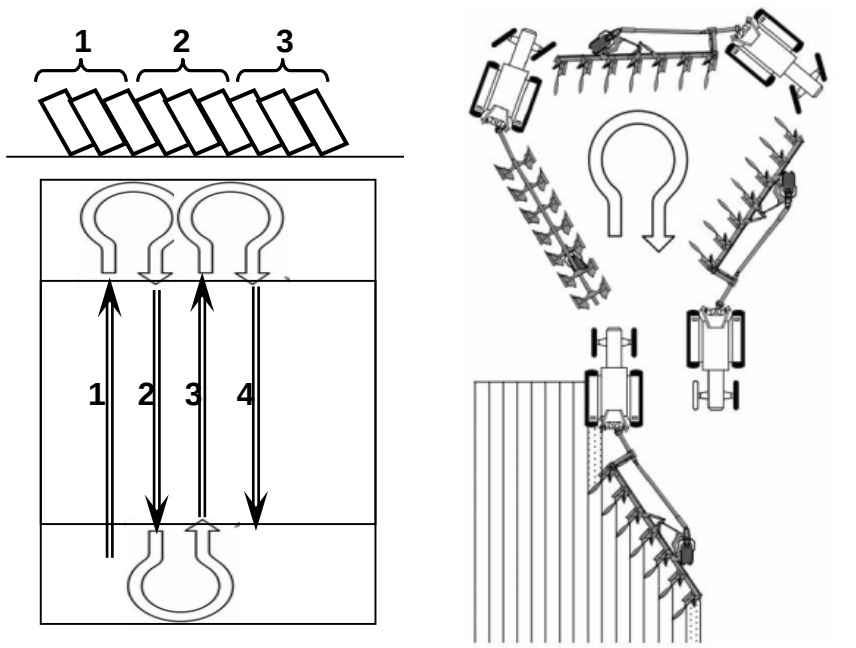


Рис. 2 – Човниковий спосіб руху МТА в складі оборотного плуга: а) – схема руху; б) – схема повороту; 1; 3 – працюють лівообертальні корпуси; 2; 4 – працюють правообертальні корпуси

1.4.1.1 Плуги обертові навісні

Навісні обертові плуги
MULTI-MASTER 122 5 T 75/90

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Навісний обертовий плуг призначений для виконання гладкої оранки без звальних гребенів та розвальних борозен під посів зернових та технічних культур.

Плуг складається з: рами; механізму для приєднання плуга до трактора й обертання рами; робочих органів; опорного колеса.

Рама виготовлена з труби квадратного перерізу, підсилена привареною трикутною секцією. Частина рами з кількістю корпусів обумовлених замовленням за необхідності може відслюдуватись.

Механізм для присіднання плуга до трактора й обертання рами складається із причіпної осі, що встановлюється в нижні тяги навісної системи трактора, кронштейнів із спеціальними гніздами для фіксації причіпної осі, а також поперечної балки та стояка (башти) у верхній частині якої кріпиться центральна гвинтова тяга навіски трактора. В середній частині поперечної балки розміщена втулка, в якій монтується вал з системою механізмів, що забезпечують обертання рами плуга з корпусами відносно їх поздовжньої осі. Обертання рами плуга здійснюється за допомогою гідроциліндра, який одним кінцем приєднаний до верхньої частини башти, а другим до важеля, закріпленого на рамі. Плуг повертається з кабіни трактора за допомогою гідросистеми.

Робочими органами плуга є корпус, передплужник і дисковий ніж.

Країна-походження Франція

Виробник KUHN-HUARD S.A.

Адреса: буд. 16, вул. Мечникова, м. Київ

info@kuhn.ua, www.kuhn.ua

Тел.: (044) 239-37-97, (044) 239-36-23

Дилер: КУН-Україна

Корпус складається з лемеша, полиці і польової дошки. Всі ці деталі прикріплені до башмака, а башмак – до стійки.

Передплужник. Всі передплужники (ліві і праві) мають повністю незалежне кріплення, регулюються в трьох напрямках: по довжині, висоті і в бік.

Дисковий ніж. Диск діаметром 500 мм з гладким або зубчастим лезом.

Плуг має ступінчасте регулювання ширини захвату шляхом комбінованого налагодження штока змінними кільцями та перестановкою грядків.

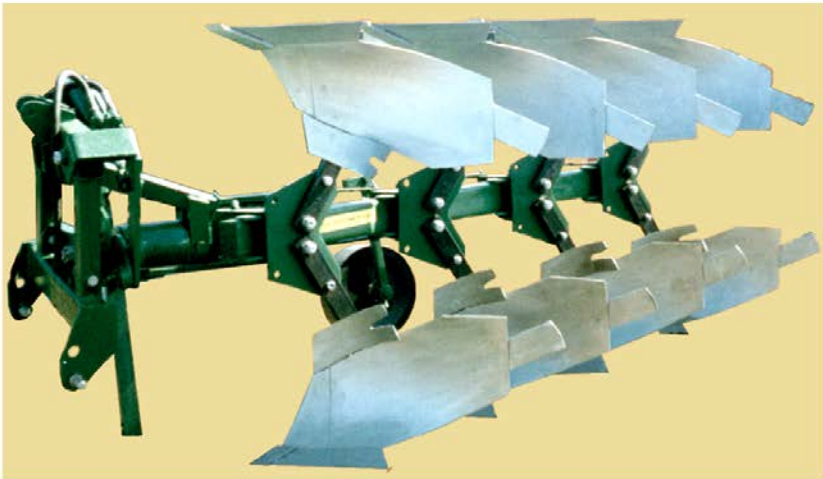
Опорне колесо підтримує плуг у робочому положенні, забезпечуючи стійкість його ходу. Зміною положення колеса по висоті, регулюють глибину оранки.

Технічна характеристика

Кількість корпусів	3-6
Максимальна потужність на корпус, кВт/к.с.	22/30
Ширина захвату корпусу (регулюється ступінчато), см	35, 40 і 45
Висота під рамою, см	75
Відстань між корпусами, см	90 або 102
Переріз рами, мм	120х120

Плуг ПО-4-40

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Плуг чотирьокорпусний обертовий навісний призначений для гладкої оранки ґрунту (під зернові та технічні культури, на глибину до 30 см), не засміченого камінням, плитняком та іншими перепонами, з питомим опором до 0,09 МПа і твердістю до 3,5 МПа.

Плуг агрегується з тракторами Т-150К, ХТЗ-17021.

Технічна характеристика

Продуктивність за 1 годину основного часу, га/год	0,98-1,8
Ширина захвату, м	1,4-1,8
Ширина захвату корпусу, см	35-45
Глибина оранки, см	18-30
Маса плуга, кг	1310

Країна-походження Україна

Виробник ВАТ "Одеськімаш"

Адреса: м. Одеса, вул. Чорноморського

козацтва, 72

Тел.: (0482) 23-52-49, 23-40-29, 23-54-44

Плуг обертовий ПНО-4+ "Велес"

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Плуг обертовий навісний ПНО-4+ "Велес" призначений для оранки усіх видів ґрунтів.

Рама. Зварна, просторової конструкції, виготовлена з основного поєздовжнього та поперечного брусів, які зварені між собою за допомогою косинок. До оснвного бруса рами приварено п'ять тримачів кріплення стійок корпусів.

Причіпний пристрій є башта – зварний вузол з балки та пластин. До бокових пластин приварені кронштейни для закріплення вала навіски. Верхні паралельні пластини мають отвір для приєднання центрального гвинта енергозасобу.

Корпус. Плуг має чотири пари корпусів. До стійок корпусів, за допомогою болтових з'єднань закріплені штампово-зварний башмак. До башмака за допомогою болтових з'єднань закріплено леміш з долотом, груднини полиці, полиці, боковини з польовою дошкою, кутознім. Полиця – напівгвинтового типу.

Механізми регулювання:

- глибини оранки – за допомогою опорно-копіювального колеса з регулювальним гвинтом;
- ширини захвату корпусу – виконується механічно на три положення: 36 см, 42 см та 48 см;
- ширини захвату першого корпусу за допомогою гвинта пересувної рамки;
- осі тяги агрегату – за допомогою бокового циліндра.

Технічна характеристика

Глибина обробітку, см	15-32
Робоча швидкість, км/год	6-8
Робоча ширина захвату, м, не більше	1,92
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти:	
- надійності технологічного процесу	0,95
- використання змінного часу, не менше	0,80
- використання експлуатаційного часу, не менше	0,90
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1
Габаритні розміри в робочому положенні, мм:	
- довжина	3900
- ширина	2140
- висота	1640
Відстань від опорної поверхні до нижньої площини рами, мм	750
Відстань між носками корпусів, мм	900

Результати випробувань

Агрегування з тракторами: класу 3 (потужність двигуна 110 кВт/150 к. с.)

Показники призначення.
Робоча швидкість, км/год 7,4-8,3
Робоча ширина захвату, м 1,92
Глибина обробітку, см 25,5-28,6
Продуктивність за годину основного часу, га/год 1,41-1,55

Показники надійності.
Наробіток на відмову, год 28,6
Щомінна оперативна тривалість ТО, год 0,19
Коефіцієнт готовності 0,95

Показники технологічності.
Загальна маса, кг 1500
Трудомісткість переведення агрегату з робочого положення в транспортне та навпаки, люд-год 0,03

Показники транспортабельності.
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:
- довжина 3880
- ширина 1620
- висота 1640
Дорожній просвіт, мм 400

Енергетичні показники.
Питомі витрати пального за годину змінного часу, кг/га 17,2-22,5
Коефіцієнт використання потужності:
- двигуна, % 72,7-94,7
- буксування, % 7,4-11,1
Тяговий опір, кН/м 29,1-41,8

Показники якості роботи.
Глибина обробітку по ходу, см 25,5; 28,6
Підірбіння суглинистого шару ґрунту, %, вміст грудок за фракціями 0 - 50 мм 72,7-78,6
Загортання поживних решток, % 98,5 - 100
Глибина загортання поживних решток, см 13,6-15,3
Гребеністість поверхні поля, см 2,3 - 3,9

Коментарі до результатів випробувань

Агрегування: 0
Конструкція плуга важка для агрегування з рекомендованими тракторами.

Рама: +
Жорстка, забезпечує надійне кріплення робочих органів.

Робочі органи: 0
Конструкція корпусів надійна, але в комплекті необхідно передбачити зрізи та основні болти для кріплення корпусів до рами.

Механізм регулювання технологічного процесу: +
Регулювання глибини обробітку проводити зручно і безпечно.

Якість роботи: +
Плуг виконує технологічний процес з показниками якості, що задовольняють вимоги технічної документації.

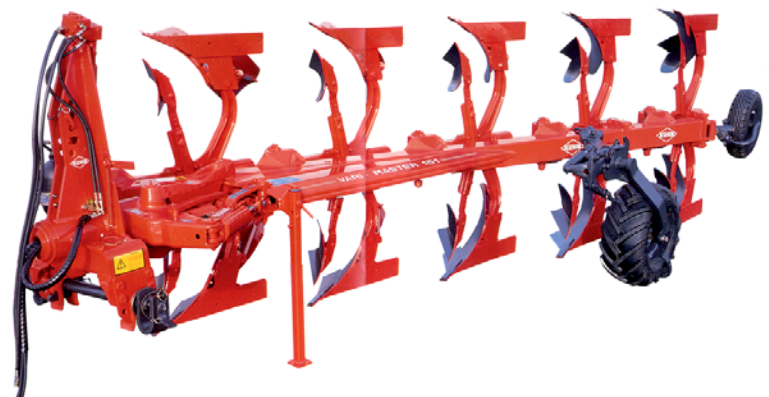
Експлуатаційні показники: +
Технологічне та технічне обслуговування плуга проводити зручно. Експлуатаційні показники виконання технологічного процесу відповідають вимогам НТД.

Рівень оцінок:
++ – дуже добре
+ – добре
0 – середньо
-- – не дуже добре
-- – погано

Країна-походження Україна
Виробник АК "Укрпрокомсільмаш"
Адреса: м. Київ, Соломянська площа, 2

Навісний плуг серії VARI-MASTER 151

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Призначений для виконання гладкої оранки без звальних гребенів та розвальних борозен під посів зернових та технічних культур

Плуг складається з: рами; механізму для приєднання плуга до трактора й обертання рами; робочих органів; опорного колеса; транспортного колеса.

Рама виготовлена з труби квадратного перерізу, підсилена привареною трикутною секцією. Частина рами з однією парою корпусів за необхідності може від'єднуватись.

Механізм для приєднання плуга до трактора й обертання рами складається із причіпної осі, що вставляється в нижній тяги навісної системи трактора, кронштейнів із спеціальними гніздами для фіксації причіпної осі, а також поперечної балки та стояка (башти) у верхній частині якої кріпиться центральна гвинтова тяга навісного трактора. У середній частині поперечної балки розміщена втулка, в якій монтується вал з системою механізмів, що забезпечують обертання рами плуга з корпусами відносно їх поздовжньої осі. Обертання рами плуга здійснюється за допомогою гідроциліндра, який однією стороною приєднаний до верхньої частини башти, а другою до важеля, закріпленого на рамі. Плуг повертається з кабіни трактора за допомогою гідросистеми.

Плуг має безступінчасте регулювання ширини захвату плуга, а також оснащений гідрозапобіжниками NSH.

Робочими органами плуга є корпус, передплужник і дисковий ніж.

Корпус складається з лемеша, полиці і польової дошки. Всі ці деталі прикріплені до башмака, а башмак – до стійки.

Передплужник. Всі передплужники (ліві і праві) мають повністю незалежне кріплення, регулюються в трьох напрямках: по довжині висоті і в бік.

Дисковий ніж. Диск діаметром 500 мм з гладким або зубчастим лезом.

Опорне колесо на шарнірі з амортизатором підтримує плуг у робочому положенні, забезпечуючи стійкість його ходу. Амортизатор пом'якшує удар і сприяє правильності досягнення положення колеса під час обертут плуга.

Транспортне колесо. Закріплене на підвісі, в задній частині рами.

Технічна характеристика

Кількість корпусів	3-5
Максимальна потужність на корпус, кВт/к.с.	26/35
Ширина захвату (регулюється плавно), см:	
- при відстані між корпусами 90 см	30-45
- при відстані між корпусами 102 см	30-50
Висота під рамою, см	80
Переріз рами, мм	150x150
Маса, кг	1400-2220

Країна-походження Франція
Виробник KUHN - HUARD S.A.
Адреса: e-mail: info@kuhnsa.com,
www.kuhnsa.com
Тел.: 0240557700, 0240557710

Плуг ПОН-5-40

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Плуг п'ятикорпусний обертотий напівнавісний з регульованою шириною захвату. Призначений для гладкої оранки ґрунту (під зернові та технічні культури, на глибину до 35 см), не засміченого камінням, плитняком та іншими перепонами, з питомим опором до 0,09 МПа і твердістю до 4,0 МПа.

Плуг агрегується з тракторами ХТЗ-161, Т-150К, ХТЗ-17021.

Технічна характеристика

Продуктивність за 1 годину основного часу, га/год	1,4-1,9
Ширина захвату, м	1,75-2,4
Ширина захвату корпусів, мм	350-480
Глибина оранки, см	18-35
Просвіт під рамою, мм	830
Відстань між корпусами, мм	950
Маса плуга, кг	2700

Країна-походження Україна
Виробник ВАТ "Одеськімаш"
Адреса: м. Одеса, вул. Чорноморського козацтва, 72
Тел.: (0482) 23-52-49, 23-40-29, 23-54-44

1.4.1.2 Плуги обертові напівнавісні

Напівнавісний обертовий плуг серії CHALLENGER T

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Призначений для виконання гладкої оранки без звальних гребенів та розвальних борозен під посів зернових та технічних культур. Складається з: рами; механізму для приєднання плуга до трактора; механізму обертання рами; робочих органів; опорних коліс; транспортної підвіски.

Рама складається з двох окремих рам – передньої і задньої, які виготовлені з труб квадратного перерізу. Для жорсткості конструкції передня рама підсилена поперечною і поздовжньою балками. В конструкції рам передбачено вставки, заєдками яким можливе присиднання або від'єднання додаткових пар корпусів.

Механізм для приєднання плуга до трактора шарнірно з'єднаний з поздовжньою балкою передньої рами і складається із причіпної осі, що вставляється в нижні тяги навісної системи трактора, кронштейнів із спеціальними гніздами для фіксації причіпної осі, а також поперечної балки та стояка (башти), у верхній частині якої кріпиться центральна гвинтова тяга навіски трактора, а в задній – шарнір для приєднання з поздовжньою балкою передньої рами.

Механізм обертання рами виконано на основі гідроциліндрів. Плуг повертається з кабіни трактора за допомогою гідросистеми.

Робочими органами плуга є корпус, передплужник і дисковий ніж.

Корпус складається з лемеша, полиці і польової дошки. Всі ці деталі прикріплені до башмака, а башмак – до стійки.

Передплужники мають повністю незалежне кріплення, регулюються в трьох напрямках: по довжині, висоті і в бік.

Дисковий ніж – діаметром 600 мм з гладким або зубчастим лезом.

Опорні колеса. Заднє опорне колесо розміщене в кінці плуга на шарнірі з амортизатором, підтримує плуг у робочому положенні, забезпечуючи стійкість його ходу. Зміною положення колеса по висоті регулюють глибину оранки.

Транспортна підвіска складається з двох коліс, до неї кріпиться задня частина передньої рами і задня рама, забезпечені амортизаторами, які захищають раму плуга від можливих ударів під час транспортування.

Плуг має ступінчасте регулювання ширини захвату, а також оснащений болтовими запобіжниками.

Регулювання ширини захвату ступінчасте виконується зняттям болта фіксації і відведенням стійки корпусу на необхідну ширину з подальшою болтовою фіксацією.

Технічна характеристика

Кількість корпусів	Від 7 до 12
Максимальна потужність на корпус, кВт/к.с.	27/42
Максимальна потужність трактора, кВт/к.с.	180/424
Ширина захвату, см	30, 40 і 45
Висота підрамою, см	80
Відстань між корпусами, см	102
Переріз рами, мм	220x220
Маса, кг	3760-5220

Напівнавісний плуг LEMKEN серії Вари Титан

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Плуг обертовий, призначений для виконання гладкої оранки без звальних гребенів та розвальних борозен під посів зернових та технічних культур.

Плуг складається з рами, механізму для приєднання плуга до трактора й обертання рами, робочих органів, опорного колеса, транспортних коліс.

Рама виготовлена з легированої сталі прямокутного профілю з дрібнозернистою структурою металу і товщиною стінки 10 мм. Така конструкція забезпечує високу міцність і довготривалий строк служби.

Механізм для приєднання плуга до трактора й обертання рами складається з вала і поворотної осі башти плуга. Вал виготовлений із пружинної сталі і здатен гасити значні удари навантаження. Це забезпечує надійний захист від поломки трактора і башти плуга. Поворотна вісь башти плуга виготовлена із легированої сталі. Вісь опирається на конічні роликові підшипники, легкодоступні для змащування. Обертання рами плуга на 180° здійснюється двома телескопічними циліндрами, які одним кінцем приєднані до верхньої частини башти, а другим – до важеля, закріпленого на рамі. Плуг повертається з кабіни трактора за допомогою гідросистеми.

Робочими органами плуга є корпус, передплужник і дисковий ніж.

Корпус складається з лемеша, полиці і польової дошки. Всі ці деталі прикріплені до башмака, а башмак – до стійки.

Передплужник. Спеціальні передплужники різних типів: D1, M3, і M2 забезпечують чисту поверхню поля після оранки, навіть за наявності великої кількості органічних залишків. Глибина обробки встановлюється за допомогою стопорного кільця.

Дисковий ніж. Гладенький дисковий ніж діаметром 500 мм має вигнуті канавки радіального напрямку для легкого обертання за наявності на поверхні поля великої кількості рослинних залишків. Встановлення робочої глибини виконується зубастою парюю, а потім фіксується стопорним гвинтом. Підшипниковий вузол дискового ножа не виступає в сторону оранки, а сам підшипник має подвійний захист від забруднення.

Опорне колесо на шарнірі з амортизатором підтримує плуг у робочому положенні, забезпечуючи стійкість його ходу.

Технічна характеристика

Кількість корпусів	12
Максимальна потужність на корпус, кВт/к.с.	283/385
Ширина захвату (регулюється плавню), см	363-550
Відстань між корпусами, см	100
Висота рами, см	80
Маса, кг	5027

Країна-походження Німеччина
Виробник LEMKEN GmbH & Co. KG
Адреса: e-mail: lemken@lemken.com, www.lemken.com
Тел.: 49 28002811183
Дилер: ДП "Лемкен" (044) 254 50 47

Країна-походження Франція
Виробник KUHN-HUARD S.A.
Адреса: буд. 16, вул. Мечникова, м. Київ
info@kuhn.ua, www.kuhn.ua
Тел.: (044) 239-37-97, (044) 239-36-23
Липень, КУН-Україна

Плуг обертовий напівнавісний ПО-3

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Призначений для обробки усіх видів ґрунтів, крім болотних, на глибину 18-35 см з перевертанням пласта та повним загортання наявних на поверхні поля бур'янів та рослинних решток. На плугах встановлені напівгвинтові корпуси із ступеневим регулюванням ширини захвату корпусу від 35 см до 47 см.

Рама. Балка прямокутного перерізу, в передній частині якої закріплено подовжувач, який за допомогою осі приєднується безпосередньо до причіпного пристрою.

Причіпний пристрій. Балка Т-подібної форми, складається з причіпної осі, що встановлюється в нижні тяги навісної системи трактора, кронштейнів із спеціальними гніздами для фіксації причіпної осі, а також безпосередньо балки у верхній частині якої кріпиться центральний гвинт навіски трактора. На осі причіпного пристрою встановлений спеціальний сектор із затискачем фіксації механізму обертання у транспортному положенні.

Корпус. Стійка зі штампозварним башмаком, до якого кріпиться леміш, полиця, польова дошка.

Механізм регулювання глибини оранки виконується зміною положення стояків, на яких кріпляться опорні колеса. Відповідне положення фіксується підпружиненим упором.

Технічна характеристика

Склад агрегату	80к.с. + ПО-3
Робоча швидкість, км/год	До 12
Робоча ширина захвату, м	0,9-1,2
Продуктивність за годину часу, га, не менше	
- основного	0,84
Габаритні розміри в робочому положенні, мм, не більше:	
- довжина	3500
- ширина	1800
- висота	1800
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти, не менше:	
- надійності технологічного процесу	0,99
- використання змінного часу	0,78
- використання експлуатаційного часу	0,75

Результати випробувань

Показники призначення.	
Агрегується з тракторами класу	1,4-2,0
Конструкційна ширина захвату, м	0,96; 1,08; 1,20; 1,32
Ширина захвату корпусу, мм	320, 360, 400, 440
Показники технологічності.	
Конструкційна маса, кг	760
Оперативна трудомісткість агрегування, люд-год	0,10
Показники транспортабельності.	
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:	
- довжина	3300
- ширина	1740
- висота	2050
Дорожній просвіт, мм	310

Коментарі до результатів випробувань

Агрегування: +
Рама: + Жорстка, забезпечує надійне кріплення робочих органів.
Робочі органи: + Конструкція корпусів надійна, робочі органи зносостійкі
Механізм регулювання технологічного процесу: + Регулювання глибини обробки проводити зручно і безпечно.
Експлуатаційні показники: + Технологічне та технічне обслуговування плуга проводити зручно.
Рівень оцінок: ++ – дуже добре + – добре 0 – середньо - – не дуже добре -- – погано

Країна-походження Україна
Виробник ЗАТ "Інтерагротек"
Адреса: вул. Новопирогівська, 66, м. Київ,
www.iat.com.ua
Тел.: (044) 206-80-94

Плуг обертовий напівнавісний ПО-5

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Призначений для обробки усіх видів ґрунтів, крім болотних, на глибину 18-35 см з перевертанням пласта та повним загортанням наявних на поверхні поля бур'янів та рослинних решток. На плугах встановлені напівгвинтові корпуси із ступеневим регулюванням ширини захвату корпусу від 35 см до 47 см.

Рама. Балка прямокутного перерізу, в передній частині якої закріплено подовжувач, який за допомогою осі приєднується безпосередньо до причіпного пристрою.

Причіпний пристрій. Балка Т-подібної форми, складається із причіпної осі, що вставляється в нижні тяги навісної системи трактора, кронштейнів із спеціальними гніздами для фіксації причіпної осі, а також безпосередньо балки, у верхній частині якої кріпиться центральний гвинт навіски трактора. На причіпному пристрої шарнірно закріплено гідроциліндр двосторонньої дії для переведення плуга з правої борозни в ліву і навпаки. На причіпному пристрої встановлено спеціальний підпружинений фіксатор, за допомогою якого проводиться фіксація механізму оберт у транспортному положенні.

Корпус. Стька штамповзварним башмаком, до якого кріпиться леміш, полиця, польова дошка.

Механізм регулювання глибини оранки виконується на перекидному опорному колесі шляхом зміни положення регулювальних гвинтів окремо на обох сторонах. Відповідне положення фіксується контргайкою.

Технічна характеристика

Агрегатування, к.с.	150
Робоча швидкість, км/год	До 12
Робоча ширина захвату, м	1,75-2,35
Продуктивність за годину часу, га, не менше:	
- основного	1,75
Габаритні розміри в робочому положенні, мм, не більше:	
- довжина	6000
- ширина	3100
- висота	1600
Кількість обслуговуючого персоналу, чел.	1
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти, не менше:	
- надійності технологічного процесу	0,99
- використання змінного часу	0,78
- використання експлуатаційного часу	0,75

Результати випробувань

Показники призначення.	
Агрегується з тракторами класу 3.	
Робоча швидкість, км/год	6,8
Робоча ширина захвату, м	1,75
Глибина обробки, см	28,2
Продуктивність за годину основного часу, га/год	1,20
Показники надійності.	
Середній наробіток на відмову, год	66,7
Щозмінна оперативна тривалість ТО, год	0,09
Коефіцієнт готовності	0,98
Показники технологічності.	
Конструкційна маса, кг	1720
Показники транспортабельності.	
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:	
- довжина	5350
- ширина	1780
- висота	2450
Дорожній просвіт, мм	320
Показники використання пального.	
Питома витрата пального за годину змінного часу, кг/га	14,0
Показники якості роботи.	
Глибина обробки по ходу, см:	
- середня глибина	21,0
- середньоквадратичне відхилення	1,7
Подрібнення розпушеного шару ґрунту (вміст грудок за фракціями 0-50 мм), %	65,9
Глибина загортання поживних решток, см	12,0
Гребенистість, см	4,1

Коментарі до результатів випробувань

Агрегатування: +
Рама: + Жорстка, забезпечує надійне кріплення робочих органів.
Робочі органи: + Конструкція корпусів надійна, робочі органи зносостійкі
Механізм регулювання технологічного процесу: + Регулювання глибини обробки проводити зручно і безпечно.
Якість роботи: + Плуг якісно виконує технологічний процес
Експлуатаційні показники: + Технологічне та технічне обслуговування плуга проводити зручно.
Рівень оцінок: + + – дуже добре + – добре 0 – середньо - – не дуже добре - - – погано

Країна-походження Україна
Виробник ЗАТ "Інтерагротек"
Адреса: вул. Новопирівська, 66, м. Київ,
www.iat.com.ua
Тел.: (044) 206-80-94

Плуг поворотний ППН-7-45

Код ДКПП 29.32.11.300



Призначення і технічний опис

Плуг поворотний навісний призначений для рівної оранки ґрунту під посів зернових та технічних культур

- Плуг складається з:
- рами основної;
 - рами додаткової;
 - робочих органів;
 - опорних коліс;
 - гідравлічної системи
 - навісного пристрою.

Рама основна складається з двох зварених між собою балок. Балки – прямокутного перетину розміром (100 х 200) мм. До основної рами за допомогою зварних з’єднань приєднані кронштейни для кріплення на них корпусів та заднього опорного колеса, а також встановлена поворотна вісь, за допомогою якої кріпиться додаткова рама. Спереду на основній рамі встановлені дві втулки.

Додаткова рама являє собою зварну конструкцію прямокутного перетину розміром (100х200) мм. На ній закріплена поворотна спрямовувальна дуга, по якій переміщуються втулки основної рами, чим забезпечується робоче положення корпусів плуга. За допомогою зварних з’єднань закріплені кронштейни для приєднання гідроциліндра і передніх опорних коліс. Передні колеса і заднє опорне колесо – на пневматичному ході марки 6.50/88-16. Заднє опорне колесо обладнано гвинтовим механізмом регулювання глибини обробки ґрунту.

Гідравлічна система складається з гідроциліндра та рукавів високого тиску і слугує для переведення корпусів з транспортного положення в робоче і навпаки.

Робочі органи плуга – сім корпусів, які складаються із стояка, башмака, однієї полиці, двох груднин полиці та одного леміша.

Навісний пристрій являє собою три кронштейни, які приварені до додаткової рами. Два нижніх кронштейни за допомогою пальців приєднуються до нижніх тяг трактора, а верхній кронштейн – до центрального гвинта трактора.

Результати випробувань

Агрегування.
Агрегується з тракторами класу 5.

Показники призначення.
Продуктивність за годину часу, га/год

- основного	2,80
- змінного	2,10
- експлуатаційного	2,10
Робоча швидкість, км/год	8,5
Габаритні розміри агрегату в робочому положенні, мм:	
- довжина х ширина х висота	6270х3460х1900
Глибина обробки по ходу, см	26,5
Середнє квадратичне відхилення глибини, см	1,2
Ширина захвату, м	3,3
Подрибнення розпушеного шару ґрунту, %:	
грудки розміром:	
(0 - 50) мм	87,4
(51 - 100) мм	3,7
(101 - 200) мм	2,5
більше 200 мм	6,4
Загортання пожнивних решток, %	99,9
Глибина загортання пожнивних решток, см	15,9
Гребеністість поля, см	2,6

Показники надійності.
Середній наробіток на відмову, год –
Щозмінна оперативна трудомісткість технічного обслуговування, люд./год 0,33
Питома сумарна оперативна трудомісткість технічного обслуговування, люд.год/год 0
Питома сумарна трудомісткість усунення відмов, люд.год/год 0,036
Коефіцієнт готовності 1,00

Показники технологічності.
Питома матеріаломісткість, кг год/га 1142,9-1528,7
Конструкційна маса, кг 2400
Трудомісткість переведення плуга в транспортне положення або навпаки, люд.-год 0,020

Показники транспортабельності.
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:

- довжина	7100
- ширина	3490
- висота	2260
Дорожній просвіт, мм	340
Загальна маса	2450

Технічна характеристика

Продуктивність за годину часу, га/год	
- основного	1,90-3,20
- змінного	1,60-2,80
Габаритні розміри в робочому положенні, мм:	
- довжина	6570±100
- ширина	3575±100
- висота	1350±100
Кількість корпусів, шт.	7
Відстань між корпусами, мм	750±20
Колія, мм	1800
Дорожній просвіт, мм	300
Кількість коліс	2
Відстань від опорної поверхні до нижньої площини рами, мм	814

Коментарі до результатів випробувань

Агрегування: +
Сумісність елементів агрегування забезпечена. Складання агрегату виконувати зручно і безпечно.

Якість роботи: + +
Плуг якісно виконує технологічний процес.

Рівень оцінок:
+ + – дуже добре
+ – добре
0 – середньо
- - – не дуже добре
- - - погано

Розглянемо більш детально доцільність застосування оборотного плуга замість звичайного.
У якості фізичних об'єктів дослідження розглянемо два орних агрегати. Перший - у складі трактора із шарнірно-зчленованою рамою серії ХТЗ-170 і п'ятикорпусного плуга ПЛН-5-35. Другий – на основі того ж самого енергетичного засобу і оборотного плуга з такою ж конструктивною шириною захвату (1,75 м) типу ПО-5-35. Далі розрахуємо, який шлях на поворотній смузі проходить кожний із порівнюваних МТА при здійсненні ним оранки ділянки однієї і тієї ж площі. За умови однакової середньої швидкості руху орних агрегатів на поворотній смузі (що цілком реально) різниця між визначеними сумарними шляхами маневру буде репрезентувати ті невиробничі витрати часу зміни, які і будуть вказувати на користь одного із порівнюваних варіантів МТА.

Варіант 1

Звичайний орний МТА (ХТЗ-170+ПЛН-5-35)



Загальна довжина поворотів МТА із звичайним орним знаряддям:

$$\Sigma L_{хз} = (1,7 \cdot R_o + 2 \cdot E) \cdot [\text{Int}(C_{орт}/B_p) - \text{Int}(2 \cdot R_o/B_p)] \cdot B_p \cdot \sum_{i=0}^{n_{оп}} i$$

Оптимальна ширина заїнки

$$C_{орт} = (16 \cdot R_o^2 + 2 \cdot B_p \cdot L_p)^{0,5}$$

Варіант 2

Оборотний орний МТА (ХТЗ-170+ПО-5-35)



Загальна довжина петльових поворотів для орного МТА з оборотним плугом становитиме:

$$\Sigma L_{хп} = L_{хп} \cdot n_{п} = (7 \cdot R_o + 2 \cdot E) \cdot [\text{Int}(C_{орт}/B_p) - 1].$$

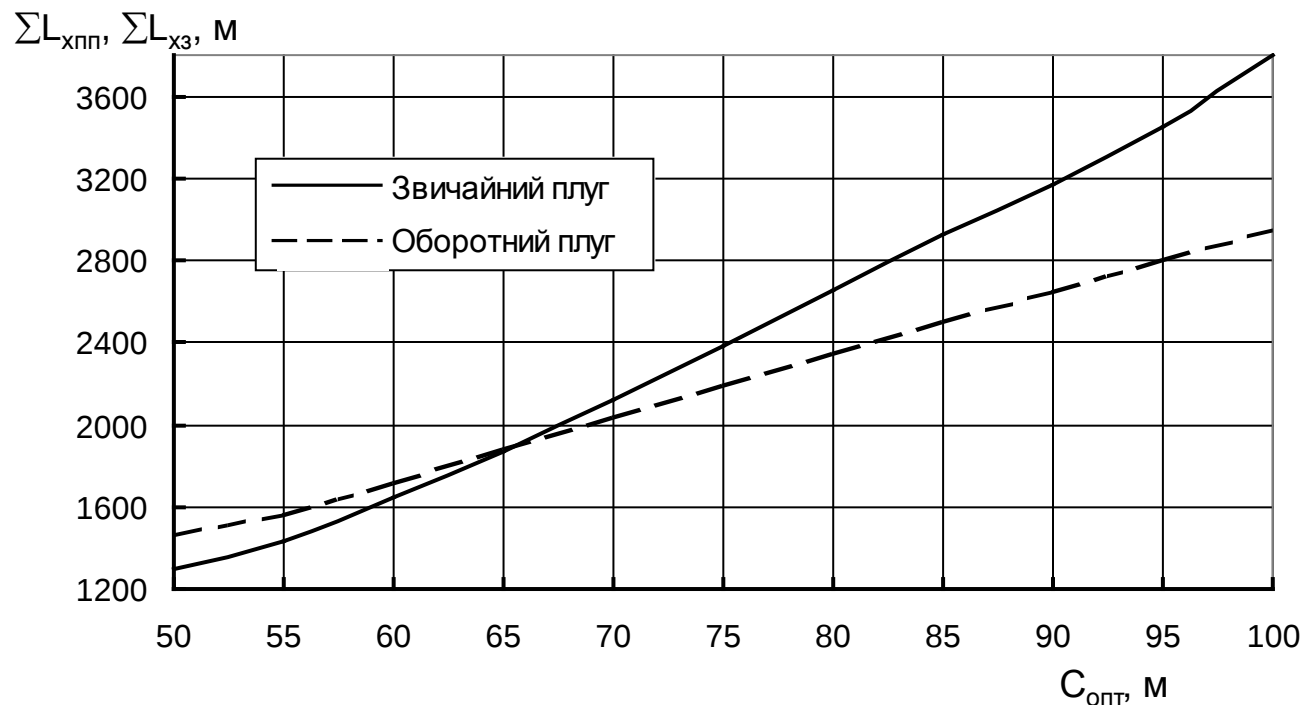


Рис. - Залежність сумарних довжин поворотів орних МТА від ширини оброблюваної ділянки:

де $R_0 = 5,3$ м – мінімальний радіус повороту МТА в складі ХТЗ-170;

$B_p = 1,75$ м – робоча ширина захвату агрегату;

$L_p = 1200$ м – довжина поля (дослідної ділянки);

$E = 7,5$ м – довжина виїзду агрегату;

$C_{опт} = 68,2$ м – оптимальна ширина загінки.

Результати досліджень щодо доцільності застосування оборотного плуга:

- 1) При ширині оброблюваного поля до 65 м сумарна довжина поворотів досліджуваних орних МТА менша при використанні звичайного плуга.
- 2) Подальше збільшення $C_{\text{опт}}$ дає зворотний результат. Так, при оранці ділянки шириною 68,2 м і площею 8,2 га сумарний шлях руху на поворотній смузі МТА з оборотним плугом становить 1980 м, а із звичайним – 2035 м. Тобто маємо збільшення оцінюваного показника. Проте лише на 55 м (2,7%). Якщо швидкість руху на поворотній смузі знаходиться в межах 1,5...2,0 м/с сумарні витрати часу на повороти агрегатом із звичайним орним знаряддям будуть більшими при цьому лише на 0,5 хв. В дійсності може не бути й цього, оскільки середня швидкість виконання «грушоподібного» повороту, як показує практика, менша за швидкість здійснення безпетльового маневру.
- 3) При збільшенні оброблюваної площі майже в 1,5 рази (12,0 га замість 8,2) ширина поля становитиме 100 м. В цьому випадку орний МТА зі звичайним плугом на поворотних смугах подолає шлях, більший на 850 м. Знову ж таки, за вказаної вище середньої швидкості маневру на поворотній смузі (1,75 м/с) зростання витрат часу на повороти цим орним агрегатом становитиме лише 8 хв. В балансі зміни – це несуттєво.

Висновок

Єдиною задекларованою перевагою оборотного плуга перед звичайним є можливість виконання оранки без згінних гребенів розгінних борозен. Водночас, за умови відповідної підготовленості механізатора вказана перевага орного знаряддя може бути нівельована. За практично однакової продуктивності праці порівнюваних орних агрегатів, несуттєвої різниці між невиробничими витратами ними часу зміни, а також з урахуванням здійснення оранки раз у кілька років і значно вищою (у рази) вартістю оборотного плуга придбання останнього є економічно недоцільним.

Контрольні питання до ПМК.

1. Суть, переваги та недоліки двоточної схеми приєднання плуга до енергетичного засобу.
2. Суть, переваги та недоліки триточної схеми приєднання плуга до енергетичного засобу.
3. У чому полягає природа виникнення розворотного моменту, який діє на енергетичний засіб з боку плуга? Чим різняться ці моменти при дво- та три точковій схемах приєднання орного знаряддя?
4. За яких умов розворотний момент, що діє на трактор з боку плуга, може бути зведений практично до нуля?
5. Як величина кута повороту плуга та його поперечного зміщення відносно поздовжньої осі симетрії енергетичного засобу впливає на характер зміни розворотного моменту?
6. Як обчислюється величина поперечного зміщення плуга при його агрегуванні з трактором?
7. За яких умов енергетичний засіб при його агрегуванні з плугом може мати лише одну схему налагодження заднього навісного механізму — триточкову?
8. За яких умов для енергетичного засобу при його агрегуванні з плугом краще використовувати двоточкову схему налагодження ЗНМ енергетичного засобу?
9. Які пріоритети в налаштуванні ЗНМ трактора за двоточною схемою та зчіпного пристрою плуга при правосторонньому поперечному зміщенні орного знаряддя?
10. В чому полягають переваги та недоліки правостороннього та лівостороннього поперечного зміщення плуга відносно поздовжньої осі симетрії трактора?
11. Які пріоритети в налаштуванні ЗНМ трактора за двоточною схемою та зчіпного пристрою плуга при лівосторонньому поперечному зміщенні орного знаряддя?
12. У якому випадку з'являється можливість зняття усіх польових дощок плуга, крім останньої при його агрегуванні з енергетичним засобом?
13. Які вимоги ставляться до регулювань обмежувальних ланцюгів ЗНМ енергетичного засобу при навішуванні на нього машин/знарядь?
14. За якими критеріями обґрунтовується спосіб руху орного МТА (в борозні чи поза борозною)?
15. За якою умовою обґрунтовується спосіб агрегування плуга (симетричний, асиметричний)?
16. За якими вхідними параметрами обчислюється величина поперечного зміщення плуга?
17. За якими критеріями обґрунтовується вибір схеми налагодження ЗНМ (дво- чи три точкова)?
18. Методика налагодження ЗНМ трактора за двох- та триточною схемою.
19. Які шляхи зменшення енергетичних витрат на оранці?
20. В чому полягає особливість використання оборотних плугів на оранці?
21. Який характер залежності сумарних довжин поворотів традиційного та оборотного орних МТА від ширини оброблюваної ділянки?
22. В чому полягає перспективність агрегування енергетичних засобів з оборотними плугами?