



Ефективність використання машин в землеробстві Efficiency of use machines in agriculture

УДК 631.372

Удосконалення технологічних властивостей сільськогосподарського агрегату

М.В. Брагінець¹, Б.А. Поляков², Г.В. Фесенко², А.М. Поляков²

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка (м. Харків, Україна)

²Луганський національний аграрний університет (м. Старобільськ, Україна)

В результаті аналізу конструкційно-технологічних показників сільськогосподарських агрегатів на базі серійних тракторів і знарядь, установлена недостатня їх стійкість під час маневрових рухів, що знижує показники роботи при виконанні ними різних технологічних операцій, особливо при міжрядному обробітку ґрунту начіпними агрегатами. Причиною цього, як виявилось, є те, що приєднані до остова трактора верхня і нижні тяги начіпки сприймають порушення прямолінійності його руху і передають їх на начіпне знаряддя. Внаслідок цього начіпне знаряддя змінює своє положення в горизонтальній площині відносно заданого, знижуючи тим самим стійкість руху агрегату. Крім того, повздовжні коливні рухи трактора, які виникають при роботі на полі з нерівним рельєфом, передаються на начіпне знаряддя, спричинюючи його відхилення у верхньому напрямку, що також знижує стійкість руху такого агрегату. При установленні передніх шарнірів тяг начіпки на кожусі вала коліс трактора таким чином, щоб горизонтальні осі їх симетрії були сполучені між собою, призупиняється передача повздовжніх коливних рухів трактора на начіпне знаряддя. При цьому, розташування кріплень передніх шарнірів за межами осі симетрії вала з кожухом при порушенні прямолінійного руху трактора спричинює зміщення начіпного знаряддя від заданого напрямку, що погіршує стійкість сільськогосподарського агрегату, а отже і показники його роботи. Підвищити стійкість руху сільськогосподарського агрегату можливо за умови жорсткого з'єднання кожного переднього кінця тяг начіпки з додатковим кронштейном, приєднаним рухомо своїми шипами до шарніра на кожусі вала коліс трактора з розташуванням осі симетрії шипів в одній площині з віссю симетрії вала з кожухом. Виходячи із цього запропоновано удосконалений сільськогосподарський агрегат з покращеними маневровими властивостями, а саме з підвищеною стійкістю руху за рахунок оптимізації умов приєднання начіпного знаряддя до трактора.

Ключові слова: агрегат, властивості, маневреність, стійкість руху, керованість, трактор, знаряддя, начіпка, ефективність

Актуальність проблеми. Ефективність діяльності підприємства в рослинницькій галузі тісно пов'язано з використанням сільськогосподарських агрегатів, основною вимогою до яких є якісне виконання технологічних операцій з дотриманням агротехнічних умов [1]. Для цього, сільськогосподарські агрегати повинні бути наділені такими маневровими властивостями, які б забезпечили стійке копіювання ходу трактора під час його переміщення по полю. При цьому за рахунок стійкого ходу агрегату створюються умови виконання сільськогосподарських робіт з максимальною ефективністю. Слід відмітити, що з пониженням стійкості руху сільськогосподарського агрегату

знижується його продуктивність і збільшується витрата енергії на виконану роботу.

Дослідженню стійкості руху сільськогосподарського агрегату під час руху в польових умовах присвячені роботи таких науковців як Василенко П.М., Пожидаєв С.П., Астаф'єв В.Л., Фортуна В.І., Чорна Т.С та інші [2 – 7]. Разом з цим питання, пов'язані із показниками маневреності сільськогосподарських агрегатів, які в значній мірі залежать від конструктивних особливостей механізму приєднання знаряддя до трактора, ще не повністю вирішені і потребують подальших досліджень. Виходячи із цього удосконалення сільськогосподарського агрегату з метою підвищення його манев-

рових властивостей, а саме стійкості при виконанні польових робіт, є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Відомо, що механізоване виконання ґрунтообробних, посівних та інших польових робіт тісно пов'язано з широким використанням сільськогосподарських агрегатів, маневрові властивості яких повинні створювати умови якісного виконання технологічних операцій, особливо тих, що потребують дотримання прямолінійності руху.

В результаті аналізу техніко-технологічних показників сільськогосподарських агрегатів на базі серійних тракторів і знарядь виявлено, що їх маневрові властивості по стійкості і керованості руху не забезпечують високий рівень виконання польових робіт [8]. До таких сільськогосподарських агрегатів відносяться агрегати із серійною начіпною системою, в яких при порушенні прямолінійності руху трактора під час роботи, відбувається значне відхилення начіпного знаряддя в бокові сторони від напрямку руху трактора [9]. При цьому знаряддя, змінюючи своє вихідне положення в поперечному напрямку відносно напрямку руху трактора, погіршує стійкість руху агрегату, а отже і показники його роботи, особливо при міжрядному обробітку ґрунту із-за переміщення його робочих органів в захисну зону рослин. Крім того, при роботі такого агрегату на полі з нерівним рельєфом повздовжні коливні рухи трактора передаються через його начіпну систему на знаряддя, спричинюючи йому коливні рухи, що також погіршує стійкість руху агрегату, а відповідно і агротехнічні показники його роботи.

Більш пристосованим до виконання польових робіт є сільськогосподарський агрегат з підвищеною маневреністю, яка обумовлена тим, що передні шарніри верхніх і нижніх тяг навески трактора установлені на кожусі вала його коліс, розташованих зі сторони сільськогосподарського знаряддя, при цьому горизонтальні осі симетрії передніх шарнірів верхніх і нижніх тяг навески та вісь симетрії вала з кожухом коліс трактора сполучені між собою, крім того, кожна тяга начіпки з'єднана віссю із кріпленням переднього шарніра, розташованого за горизонтальною віссю симетрії вала з кожухом [10]. Таке розташування передніх шарнірів тяг начіпки на кожусі вала коліс трактора призупиняє передачу його повздовжніх коливних рухів на начіпне знаряддя, що підвищує його маневреність. Вмісті з цим, розташування осі симетрії передніх тяг начіпки за межами осі симетрії вала з кожухом, спричинює під час роботи сільськогосподарського агрегату при кутовому відхиленні трактора від напрямку його руху відхилення вісей кріплень шарнірів в сторону, протилежну від напрямку його руху

[11]. Внаслідок цього відбувається бічне відхилення начіпного знаряддя агрегату від заданого напрямку, а вмісті з цим і його робочих органів, що знижує стійкість руху сільськогосподарського агрегату і погіршує показники його роботи.

Метою роботи є підвищення маневрових властивостей сільськогосподарського агрегату, а саме стійкості руху і тим самим покращення показників його роботи за рахунок оптимізації умов приєднання начіпного знаряддя до трактора. Удосконалений агрегат при роботі на культивуванні, просяпних культур повинен бути ефективним і відповідати наступній функції:

$$E_a = f(C_{np}, K_{па}, V_a)$$

де E_a – ефективність роботи агрегату на міжрядному обробітку ґрунту; C_{np} – коефіцієнт прямолінійності руху агрегату; $K_{па}$ – коефіцієнт, що враховує стійкість прямолінійного руху агрегату; V_a – швидкість руху агрегату на міжрядному обробітку ґрунту.

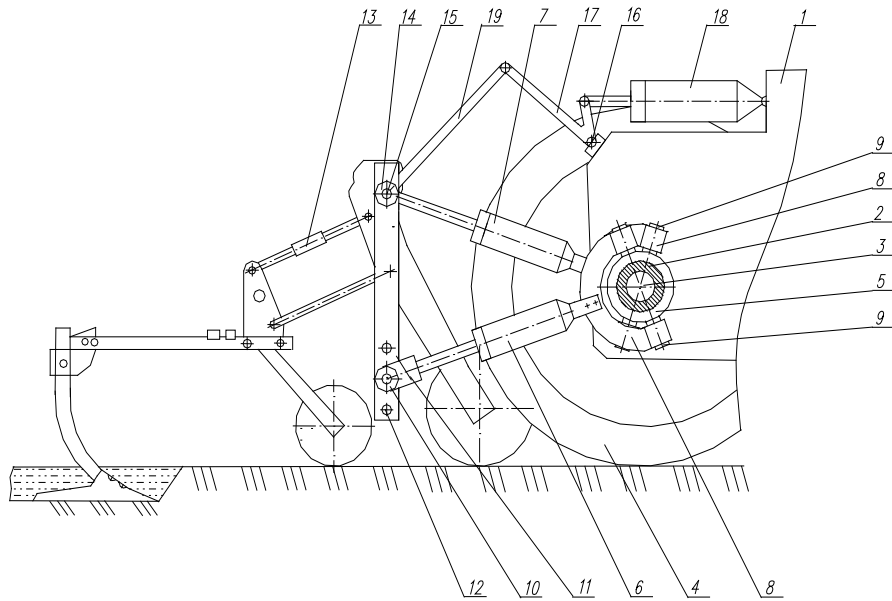
При цьому коефіцієнт $K_{па}$ можливо представити в вигляді вірогідної математичної залежності:

$$K_{па} = \lambda(t) = \frac{n_p(t) - n_p(t + \Delta t)}{\Delta t \cdot n_p(t)},$$

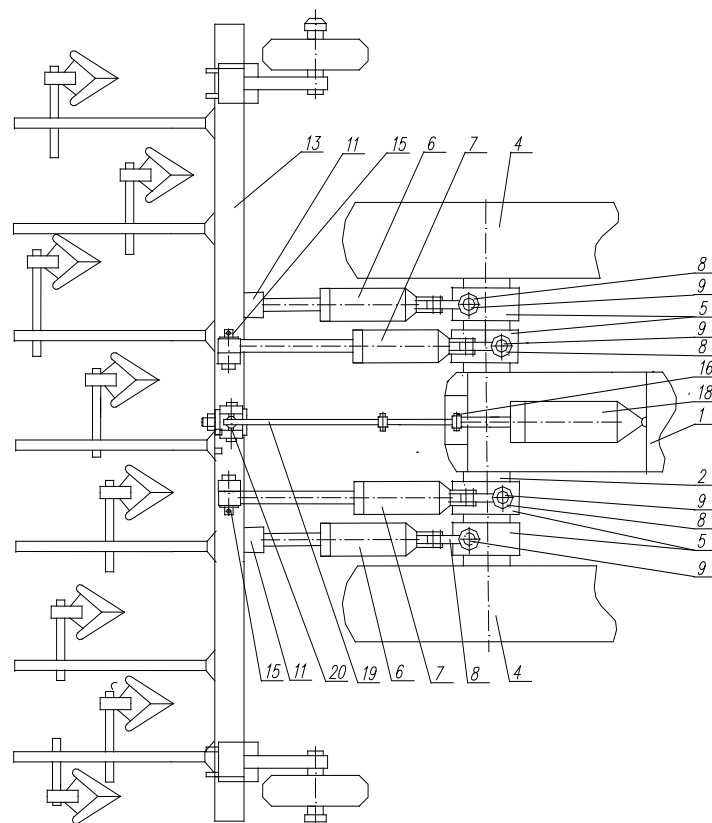
де $n_p(t)$ – число рослин при $t_1, t_2 \dots t_n$, які залишились неушкодженими до кінця наробітку (t) удосконаленим агрегатом; Δt – деякий, досить малий проміжок часу.

Таким чином, удосконалення технологічних властивостей сільськогосподарського агрегату дозволить збільшити коефіцієнт $K_{па}$.

У відповідності до мети, в роботі поставлена задача: на основі проведеного аналізу показників роботи сільськогосподарських агрегатів обґрунтувати агрегат з підвищеною стійкістю руху при виконанні польових робіт. Поставлена задача вирішується, якщо у відомому сільськогосподарському агрегаті, в якому передні шарніри механізму начіпки установлені на кожусі вала коліс трактора, розташованих зі сторони сільськогосподарського знаряддя, горизонтальні осі передніх шарнірів сполучено з віссю симетрії вала з кожухом, тяги начіпки виконані у вигляді гідроциліндрів, механізм регулювання нижніх тяг начіпки поєднаний із кріпленням задніх шарнірів і сільськогосподарським знаряддям, виконати наступне: передній шарнір кожної тяги навески жорсткого з'єднати з кронштейном, а його округлі шипи, рухомо приєднати до відповідного йому переднього шарніра з розташуванням сумісної осі симетрії шипів в одній площині з віссю вала коліс трактора, при цьому тяги начіпки своїми задніми частинами шарнірно закріпити до начіпного знаряддя [12].



Вид збоку



Вид зверху

Рис.1. Схема удосконаленого сільськогосподарського агрегату: 1 – остов трактора; 2 – кожух; 3 – привідний вал; 4 – колеса трактора; 5 – передні шарніри начіпки; 6, 7 – гідроциліндри тяг начіпки, відповідно нижні і верхні; 8 – кронштейни; 9 – шипи; 10 – задні нижні шарніри; 11 – механізм регулювання; 12 – отвори; 13 – культиватор; 14 – задні верхні шарніри; 15 – вісь культиватора; 16 – вісь остова; 17 – важіль; 18 – гідроциліндр; 19 – тяга; 20 – вісь.

Внаслідок того, що рухоме з'єднання із передніми шарнірами тяг навіски виконано за рахунок жорсткого з'єднання кожної з них своєю передньою частиною з додатково наділеним їй кронштейном, який своїми шипами приєднаний до відповідного йому переднього шарніра з розташуванням сумісної осі симетрії шипів в одній площині з віссю вала коліс трактора, унеможливує відхилення знаряддя від заданого напрямку руху агрегату при кутовому відхиленні трактора. Внаслідок цього підвищується стійкість прямолінійного руху сільськогосподарського агрегату, а відповідно покращуються показники його роботи при виконанні польових робіт, особливо при міжрядному обробітку ґрунту просапних культур. Такими властивостями наділений сільськогосподарський агрегат, схема якого показана на рис. 1.

На початку роботи гідравлічним пристроєм трактора приводяться в дію гідроциліндри 6 і 7 які, змінюючи довжину тяг начіпки, переміщують культиватор 13 на таку відстань від трактора, при якій лінія дії сили опору культиватора 13 проходить через вісь симетрії привідного вала 3 коліс 4 трактора. Після цього, механізмом регулювання 11 задні шарніри 10 переміщують в отворах 12 до такого положення нижніх гідроциліндрів 6, при якому сила тяги трактора розміщується на лінії дії сили опору культиватора 13.

Під час роботи такого сільськогосподарського агрегату при кутовому відхиленні трактора від напрямку руху, що має місце, наприклад, при поверхневому обробітку ґрунту, відхилення культиватора 13 від заданого напрямку агрегату майже не відбувається внаслідок того, що вісь симетрії шипів 9 розташована в одній площині з віссю симетрії передніх шарнірів 5 і вала 3 з кожухом 2. При цьому приєднані до шипів 9 кронштейнами 8 гідроциліндри 6 нижніх тяг начіпки через механізми регулювання 11 і задні шарніри 10, а гідроциліндри 7 верхніх тяг начіпки через задні шарніри 14 і вісь 15 спрямовують культиватор 13 в напрямку руху трактора, утримуючи тим самим його робочі органи від бокового зміщення відносно заданого напрямку. Крім того, під час руху трактора на нерівному полі повздовжні коливні його рухи не передаються навіскою на знаряддя внаслідок того, що горизонтальні осі симетрії передніх шарнірів верхніх і нижніх тяг навіски та вісь симетрії вала з кожухом коліс трактора сполучені між собою. В результаті цього підвищується стійкість спрямованого руху сільськогосподарського агрегату при обробітку ґрунту, що покращує агротехнічні показники його роботи.

Переведення культиватора 13 в транспортне положення відбувається приведенням в дію гідравлічним пристроєм трактора гідроциліндра 18, який своїм зусиллям повертає важіль 17 відносно вісі 16 остова 1, одночасно переміщуючи тягу 19,

а з нею через вісь 20 культиватор 13 у верхньому напрямку. При цьому культиватор 13 повертається відносно кожуха 2, займаючи верхнє транспортне положення.

Налагодження сільськогосподарського агрегату при зміні глибини обробітку ґрунту забезпечується зміною положення культиватора 13 гідроциліндрами 6 і 7 тяг начіпки відносно трактора, а також переміщенням механізмом регулювання 11 задніх шарнірів 10 в отворах 12.

Висновок. На основі аналізу технологічних властивостей агрегатів сільськогосподарського призначення, установлена їх недостатня маневреність, а саме стійкість в напрямку руху при виконанні польових робіт із-за значного бокового відхилення приєданого до трактора знаряддя під час відхилення трактора від напрямку руху, що знижує їх агротехнічні показники. В запропонованому сільськогосподарському агрегаті покращені маневрові властивості і внаслідок чого при відхиленні трактора від напрямку руху бокове зміщення начіпного знаряддя майже не відбувається. В результаті чого створюються умови підвищеної стійкості руху сільськогосподарського агрегату при виконанні польових робіт, що підвищує ефективність його застосування в технологічних процесах виробництва рослинницької продукції.

Література

1. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту [Текст]: навч. посібник / М.С. Чернілевський, Ю.А. Білявський, Р.Б. Кропивницький, Л.І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: Житомирський національний агроєкологічний університет, 2012. – 84 с.
2. Василенко П.М. Элементы теории устойчивости движения прицепных сельскохозяйственных машин и орудий [Текст]: / П.М. Василенко // Сборник трудов по земледельческой механике. – М., 1954. – Т.2. – С. 73-93.
3. Пожидаев С.П. Траекторні властивості навісного культиваторного агрегату з трактором Т-150К [Текст]: / С.П. Пожидаев, П.Г. Ляшенко, О.О. Юшин, С.Ф. Голубчик, М.С. Єфименко, А.Д. Левітанус // Вісник сільськогосподарської науки. – 1980. – №11. – С. 31-35.
4. Пожидаев С.П. До питання про вибір показника для оцінки на прямолінійності рядків просапних культур [Текст]: / С.П. Пожидаев // Вісник сільськогосподарської науки. – 1980. – №11. – С. 61-64.
5. Астафьев В.Л. Повышение точности обработки рядков пропашных культур [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.Л. Астафьев; [Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства]. – Челябинск, 1989. – 16 с.

6. Фортуна, В. И. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]: / В. И. Фортуна. – М.: Колос, 1979. – 375 с.

7. Чорна Т.С. Використання частотно-дисперсійного показника оцінки непрямої лінійності рядків просапних культур [Текст]: / Т.С. Чорна // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. – №12(2). – С. 108-113.

8. Сільськогосподарські та меліоративні машини [Текст]: підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін. За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

9. Синеоков Г.Н., Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст]: учеб. / Г.Н. Синеоков И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 174-180.

10. Сільськогосподарський агрегат [Текст]: пат. 52916 Україна: МПК А01В 63/112 / Пастухов В.І., Фесенко Г.В., Рувльов В.М., Прокопенко В.М., Качанов В.В. – № 2001117645; заявл. 08.11.01; опубл. 15.01.03, Бюл. №1. – 3 с.

11. Василенко П.М. Культиваторы [Текст]: учеб. / П.М. Василенко, П.Т. Бабий. – К.: УАСХН, 1961. – С. 176-180.

12. Сільськогосподарський агрегат [Текст]: пат. 117866 Україна: МПК А01В 63/02 / Брагінець М.В., Поляков Б.А., Фесенко Г.В., Поляков А.М. – № а 2016 12657; заявл. 12.12.2016; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19. – 6 с.

References

1. Agrotekhnichni vymogy ta otsinka yakosti obrobittu gruntu [Текст]: navch. posibnyk / M.S. Chernilevs'ky, Yu.A. Bilyavs'ky, R.B. Kropyvnyts'ky, L.I. Vorona. – vyd. 2-ge, dopov. – Zhytomyr: Vyd-vo Zhytomyr's'ky natsional'ny agroekologichny universytet, 2012. – 84 s.

2. Vasilenko P.M. Elementy teorii ustojchivosti dvizheniya pritsepnykh sel'skokhozyajstvennykh mashin I orudii [Текст]: / P.M. Vasilenko // Sbornik trudov po zemledel'cheskoy mekhanike. – М., 1954. – Т. 2. – С. 73-93.

3. Pozhidaev S.P. Traektoni vlastyvoosti navisnogo kul'tyvatornogo agregatu z traktorom T-150K [Текст]: / S.P. Pozhidaev, P.G. Lyashenko, O.O. Yushin, S.F. Golubchik, M.S. Yefimenko, A.D. Levitanus // Visnyk sil's'kogospodars'koyi nauky. – 1980. – № 11. – С. 31-35.

4. Pozhidaev S.P. Do pytannya pro vybir pokaznyka dlya otsinky na pryamolinijnosti ryadkiv prosapnykh kul'tur [Текст]: / S.P. Pozhidaev // Visnyk sil's'kogospodars'koyi nauky. – 1980. – № 11. – С. 61-64.

5. Astaf'ev V.L. Povysheniye tochnosti obrabotki ryadkov propashnykh kul'tur [Текст]: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / V.L. Astaf'ev; [Chelyabinskii institute mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo khozyajstva]. – Chelyabinsk, 1989. – 16 s.

6. Fortuna V.I. Eksploatatsiya mashinno-tractornogo parka [Текст]: / V.I. Fortuna. – М.: Kolos, 1979. – 375 s.

7. Chorna T.S. Vykorystannya chastotno-dyspersijnogo pokaznyka otsinky nepryamolinijnosti ryadkiv prosapnykh kul'tur [Текст]: / T.S. Chorna // Visnyk L'viv's'kogo natsional'noho agrarnogo universytetu. Agrozheneni doslidzhennya. – L'viv: L'viv. nats. agrar. un-t, 2008. – № 12 (2). – С. 108-113.

8. Sil's'kogospodars'ki ta melioratyvni mashyny [Текст]: pidruchnyk / D.G. Vojtyuk, V.O. Dubrovin, T.D. Ishchenko ta in. Za red. D.G. Vojtyuka. – К.: Vyshcha osvita, 2004. – 544 s.

9. Sineokov G.N. Teoriya I raschet pochvo-obrabatyvayushchikh mashin [Текст]: ucheb. / G.N. Sineokov, I.M. Pashkov. – М.: Mashinostrojenije, 1977. – С. 174-180.

10. Sil's'kogospodars'ky agregat [Текст]: пат. 52916 Ukrajina: МПК А01В 63/112/ Pastukhov V.I., Fesenko G.V., Rulyov V.M., Prokopenko V.M., Качанов В.В. – № 2001117645; заявл. 08.11.01; опубл. 15.01.03, Бюл. № 1. – 3 с.

11. Vasilenko P.M. Kul'tivatory [Текст]: ucheb. / P.M. Vasilenko, P.T. Babii. – К.: UASHN, 1961. – С. 176-180.

12. Sil's'kogospodars'ky agregat [Текст]: пат. 117866 Ukrajina: МПК А01В 63/02/ Braginets M.V., Polyakov B.A., Fesenko G.V., Polyakov A.M. – № а 2016 12657; заявл. 12.12.2016; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19. – 6 с.

Аннотация

Совершенствование технологических свойств навесного сельскохозяйственного агрегата

Н.В. Брагінець, Б.А. Поляков, Г.В. Фесенко, А.Н. Поляков

В результате анализа конструкционно-технологических показателей сельскохозяйственных агрегатов на базе серийных тракторов и орудий, установлена недостаточная их стойкость во время маневровых движений, что снижает показатели работы при выполнении ими различных технологических операций, особенно при междурядном возделывании почвы навесными агрегатами. Причиной этому, как оказалось, есть то, что присоединенные к остоу трактора верхняя и нижние тяги навески воспринимают нарушения прямолинейности его движения и передают их на навесное орудие. В результате

этого навесное орудие изменяет свое положение в горизонтальной плоскости относительно заданного, снижая тем самым стойкость движения агрегата. Кроме того, продольные колеблющиеся движения трактора, которые возникают при работе на поле с неровным рельефом, передаются на навесное орудие, вызывая его отклонение в верхнем направлении, которое также снижает стойкость движения такого агрегата. При установке передних шарниров тяг навески на кожухе вала колес трактора таким образом, чтобы горизонтальные оси их симметрии были соединены между собой, приостанавливается передача продольных колеблющихся движений трактора на навесное орудие. При этом, расположение креплений передних шарниров за пределами оси симметрии вала с кожухом нарушает прямолинейность движения трактора и вызывает смещение навесного орудия от заданного направления, что ухудшает стойкость сельскохозяйственного агрегата, а следовательно и показатели его работы. Повысить стойкость движения сельскохозяйственного агрегата возможно при условии жесткого соединения каждого переднего конца тяг навески с дополнительным кронштейном, присоединенным подвижно своими шипами к шарниру на кожухе вала колес трактора с расположением оси симметрии шипов в одной плоскости с осью симметрии вала с кожухом. Исходя из этого авторами предложен усовершенствованный сельскохозяйственный агрегат с улучшенными маневровыми свойствами, а именно с повышенной устойчивостью движения за счет оптимизации условий присоединения навесного орудия к трактору.

Ключевые слова: агрегат, свойства, маневренность, устойчивость движения, управляемость, трактор, орудие, навеска, эффективность..

Abstract

Improvement of technological properties of mounted agricultural unit

N.V. Braginets, B.A. Poliakov, G.V.Fesenko, A.N.Poliakov

As a result of the analysis of structural and technological indicators of agricultural aggregates on the basis of serial tractors and implements, their instability is insufficient during maneuvering movements, which reduces the performance of their various technological operations, especially at inter-row tillage of soil with mounted aggregates. The reason for this, as it turned out, is that the upper and lower traction bearings attached to the tractor's shaft perceive violations of the straightness of its movement and transmit them to the mounted unit. As a result, the mounted unit changes its position in the horizontal plane relative to the given one, reducing stability of the unit movement. In addition, longitudinal oscillating movements of the tractor, which arise when working on a field with an uneven relief, are transmitted to the mounted unit causing its deviation in the upward direction, which also reduces the stability of the movement of such an aggregate. When installing the front hinges, the tines on the shaft of the tractor wheels are adjusted so that the horizontal axis their symmetries were interconnected, the transmission of the longitudinal oscillating movements of the tractor to the mounted is suspended. With it, the location of the anchorages of the front hinges outside the axis of symmetry of the shaft with the housing at the violation of the straightforward motion of the tractor causes the displacement of the mounted unit from the specified direction, which worsens the stability of the agricultural unit, and therefore its performance indicators. Increasing the stability of the agricultural unit is possible, provided the rigid connection of each front end of the traction couplings with the additional supporting arm, attached by moving its thorns to the hinge on the shaft of the wheels of the tractor with the location of the axis of symmetry of the spikes in one plane with the axis of symmetry of the shaft with the casing. Proceeding from this, an improved agricultural unit with improved maneuvering properties has been proposed, namely, with increased stability of motion due to optimization of the conditions of attachment of the mounted unit to the tractor.

Keywords: aggregate, properties, manoeuvrability, stability of motion, dirigibility, tractor, instrument, hinge-plate, efficiency.

Представлено від редакції: В.І. Мельник / Presented on editorial: V.I. Melnyk

Рецензент: М.О. Циганенко / Reviewer: M.O. Syganenko

Подано до редакції / Received: 28.12.2018