

## АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ АГРЕГАТУВАННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**Пастухов В.І., д.т.н., проф., Скофенко С.М., к.т.н., доц.,  
Фесенко Г.В. к.т.н., доц., Міленін А.М., к.т.н., доц.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

*Проведено аналіз існуючих конструктивних схем ґрунтообробних МТА, результатів теоретичних і експериментальних досліджень поздовжньої стійкості плуга при оранці з метою підвищення якості обробітку ґрунту.*

**Постановка проблеми.** В Україні оранка є найбільш поширеним способом основного обробітку ґрунту, близько 55% площ на сьогоднішній день обробляється орними агрегатами. Для основного обробітку ґрунту найчастіше застосовуються начіпні широкозахватні багатокорпусні плуги різноманітних конструкцій, які агрегуються з тракторами кл 30 та 50 кН, тобто у практиці ведення сільськогосподарського виробництва спостерігається стійка тенденція до використання для обробітку ґрунту широкозахватних начіпних машин у комплексі з енергонасиченими тракторами (Табл. 1).

*Таблиця 1 – Засоби для механізації основного обробітку ґрунту*

Операція з обробітку ґрунту	Тип робочого органу	Марки знарядь тракторів класу (кН)			
		6; 9	14; 20	30	50
Оранка на 25 – 30 см	Корпус плуга з різними полицями	ПН-1-35	ПН-4-40	ПЛН-5-35	ПН-8-40
		ПЛН-2-20	ПЛН-3-35	ПНИ-5-40	ПЛГ-8-40
			ПНИ-3-40	ППИ-6-40	ПНИ-8-40
			ПНО-3-35	ПЛН-4-35	ПНЯ-6-42
			ППО-4-40	ПНИ-4-40	ППН-4-40
				ПНЯ-4-42	ПЛН-8-40
				ПНП-5	ПП-8-35
				ППО-5-40	ППО-8-40

Кожного разу поява нового типу двигуна або зміна його потужності викликають докорінні зміни конструкції як самого трактора (ходова частина, трансмісія), так і комплексу сільськогосподарських машин, з якими агрегується трактор. Але при цьому структурні та конструктивні параметри начіпного пристрою майже не змінюються, тому тягові властивості трактора при використанні начіпних ґрунтообробних машин використовуються нерационально, що призводить до зменшення можливої максимальної глибини обробітку ґрунту. Збільшується нерівномірність глибини обробітку, особливо за умов присутності макронерівностей рельєфу поля. Якщо мікронерівності оброблюваної поверхні можна усунути попередньо додатковими

технологічними операціями, то рельєф поля змінити неможливо. Тому питання якості виконання технологічної операції орними МТА на базі сучасних потужних тракторів залишається досить актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізуючи системи приєднання плуга до трактора, засновник землеробської механіки В.П. Горячкін розділив їх за наступними ознаками:

- жорстка система з примусовим напрямком руху;
- система простого маятника з дією сили тяги трактора на його шарнір;
- система подвійного маятника.

Жорстка система характеризується тим, що енергетичний засіб і плуг можна розглядати як одне тіло. В зв'язку з цим при роботі по нерівній поверхні поля кутові переміщення остова трактора сільськогосподарського агрегату із жорсткою начіпкою повністю передаються на начіпний плуг, що негативно позначається на якісних показниках обробітку.

Система простого маятника має одну ступінь вільності і характеризується приєднанням до остова трактора сільськогосподарського знаряддя за допомогою одного шарніра. Під час роботи агрегату із начіпним пристроєм, у вигляді простого маятника, ступінь передачі поздовжніх кутових переміщень остова трактора на плуг суттєво знижується і залежить в значній мірі від її конструктивного виконання.

Система подвійного маятника являє собою замкнений шарнірний чотириланковик, розташований в поздовжньо-вертикальній площині. За такою схемою розроблені механізми начіпки, котрими обладнанні вітчизняні трактори сільськогосподарського призначення, зокрема трактори сімейства ХТЗ (рис. 1).

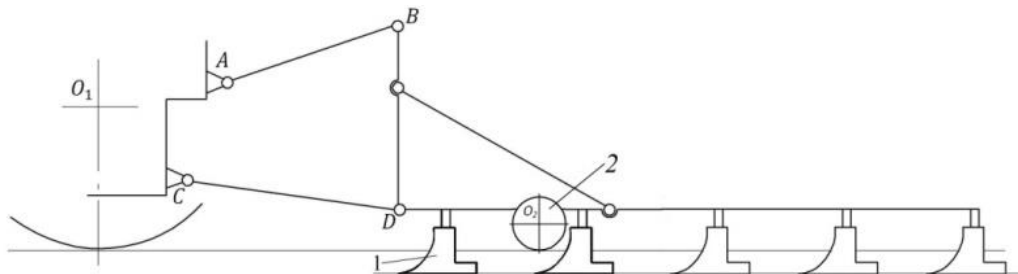


Рис. 1 – Структурна схема серійного начіпного пристрою у поздовжньо-вертикальній площині:  $AB$ ,  $CD$  – верхня та нижня поздовжні тяги начіпного пристрою;  $O_1$  – центр заднього колеса трактора;  $O_2$  – центр опорного колеса начіпного плуга

**Мета досліджень.** Використання начіпного пристрою серійної компоновки не дозволяє робочим органам ґрунтообробної машини копіювати макрорельєф поверхні поля в наслідок того, що кутові коливання остова трактора в поздовжньо-вертикальній площині, спричинені його рухом вздовж нерівної поверхні поля, передаються начіпній машині. Основним недоліком, що виникає за таких обставин є невиконання агротехнічних вимог щодо відхилень глибини обробітку ґрунту від заданої. Окрім того, внаслідок нерівномірності руху робочих органів за глибиною, наднормативних кутів атаки виконавчих поверхонь робочих органів ґрунтообробної машини, значних витрат енергії на

перекичування опорного колеса плуга, ґрунтообробний МТА отримує елементи нестійкого руху і, як наслідок, тягове зусилля трактора використовується нерационально.

**Результати досліджень.** З часу впровадження у виробництво начіпної сільськогосподарської техніки (1931р.) проводились науково-теоретичні дослідження та конструкторські розробки з вдосконалення існуючих та створення нових начіпних систем та механізмів.

Основи теорії начіпних сільськогосподарських агрегатів були закладені Чудаковим Д.А.. До нього теорія тракторів і теорія сільськогосподарських машин розвивались як два самостійних наукових напрямки. За умов застосування начіпних машинних агрегатів з'являється науковий напрямок, який враховує взаємодію між трактором та машиною. Д.А. Чудаков [1] досліджує «начіпний агрегат в цілому», тобто трактор, ґрунтообробна машина та начіпний пристрій поєднані в одну механічну систему. При дослідженнях роботи начіпних агрегатів приймалися до уваги агротехнічні умови, щодо якості обробітку ґрунту, конструктивні особливості начіпних машин та динамічна взаємодія між елементами таких механічних систем.

Теоретичні та експериментальні дослідження, проведені Г.М. Синєоковим [2] з визначення зусиль, які діють на робочі органи плугів та культиваторів, стали вхідними умовами до створення теоретичних основ начіпних агрегатів. Зокрема, розглянуто задачу силової взаємодії системи «трактор – ґрунтообробна машина» при використанні паралелограмної, чотириланкової та радіальної схем начіпного пристрою. Г.М. Синєоков зауважує, що незалежне пристосування до рельєфу поля машини та трактора можна отримати, якщо для їх сполучення використана одна шарнірно закріплена до остова трактора і рами ґрунтообробної машини ланка, а машина має два опорних колеса, що встановлені біля переднього та заднього робочих органів.

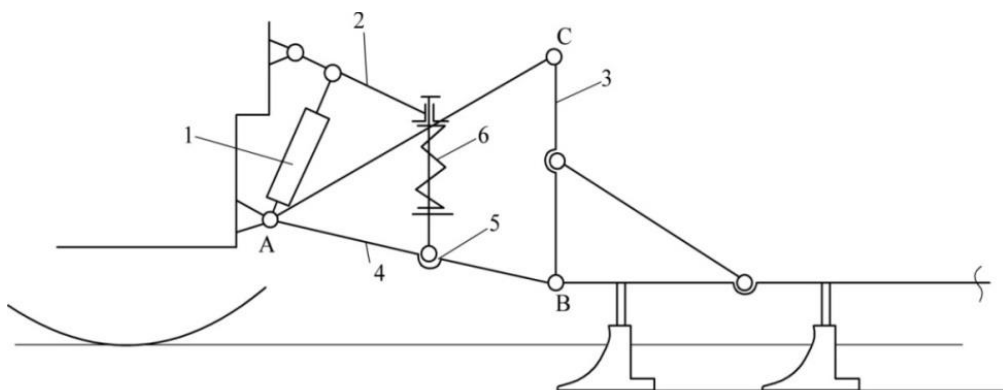


Рис. 2 – Структурна схема начіпного пристрою ННЦ ІМЕСГ: 1 – гідроциліндр; 2 – під'ємний важіль; 3 – стійка приєднувального трикутника; 4 – нижня поздовжня тяга; 5 – розкоси; 6 – пружні елементи

В деяких варіантах начіпних пристроїв з метою зменшення передачі поздовжніх коливань остова трактора змінювались розміри ланок механізму начіпки, зокрема, точка кріплення верхньої поздовжньої ланки на остові

переносилась ближче до нижнього тягового валу начіпного механізму (розробка ННЦ ІМЕСГ) [3].

При приєднанні плуга за такою схемою (рис. 2) ланки начіпного пристрою утворюють в повздовжньо-вертикальній площині замкнений трикутник  $ABC$  і плуг приєднується до трактора в одній точці  $A$ . Використання пружних елементів  $6$ , які встановлено у розкосах, спрямовано на примусове заглиблення плуга без поломок.

Лабораторією механізації обробітку ґрунту ВНДІМЕСГ було розроблено начіпний пристрій з модернізованою конструкцією верхньої поздовжньої ланки та змінено спосіб її кріплення до трактора. На рамі плуга змінено місце кріплення опорного колеса. Плуг приєднується до трактора за допомогою двох тягових ланок  $1$  (рис. 3), а стійка приєднувального трикутника з'єднується шарніром  $5$  з верхньою ланкою, що складається зі стержня  $2$ , сполученим різьбовим з'єднанням з основною трубою  $3$ .

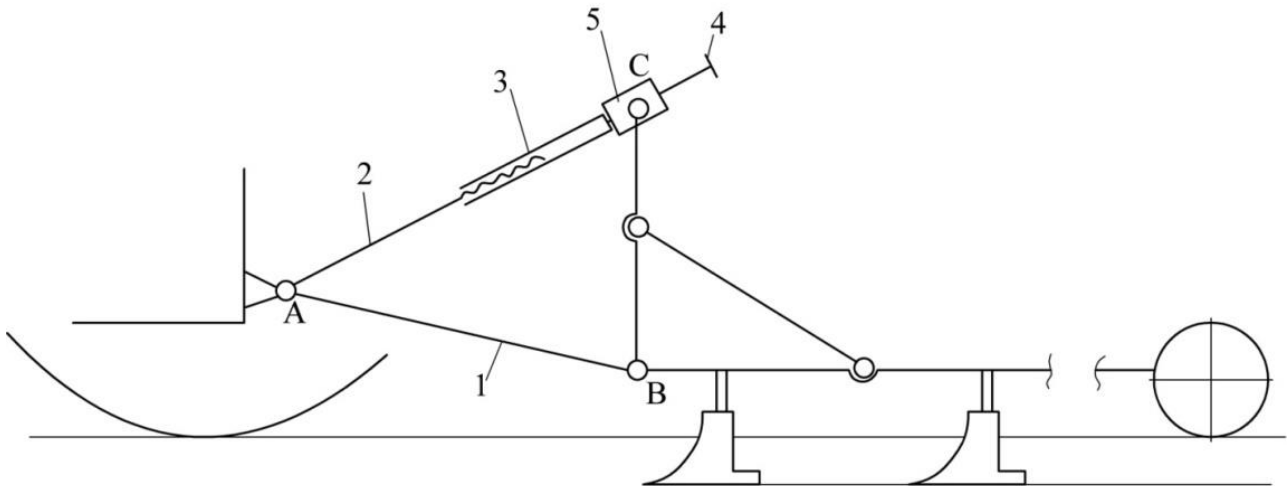


Рис. 3 – Структурна схема начіпного пристрою ВНДІМЕСГ: 1 – нижня поздовжня тяга; 2 – напіввісь верхньої поздовжньої тяги; 3 – регулююча напіввісь верхньої поздовжньої тяги; 4 – обмежувач; 5 – верхній шарнір приєднувального трикутника

Пристрій на верхній тязі дозволяє регулювати довжину ланки, забезпечуючи горизонтальне положення рами плуга. При оранці шарнір  $5$  стійки рами плуга реактивним моментом від тягового опору робочих органів притискується до трубчастої частини верхньої повздовжньої тяги. Отримуємо силове замикання просторової системи начіпки з рамою плуга, тобто в робочому положенні плуг з трактором з'єднані в одній точці.

Незалежне пристосування до рельєфу поля системи «трактор – плуг» забезпечує начіпна система, яка з'єднує трактор і плуг в робочому положенні подібно причіпному. Така схема реалізована на плузі для кам'янистих ґрунтів ПКС-4-35 (рис. 4).

Використання ланцюга  $3$  замість жорсткого розкосу рами плуга спрямовано на усунення впливу кутових переміщень остова трактора на раму плуга. Опора плуга реалізована наявністю двох плужних коліс.

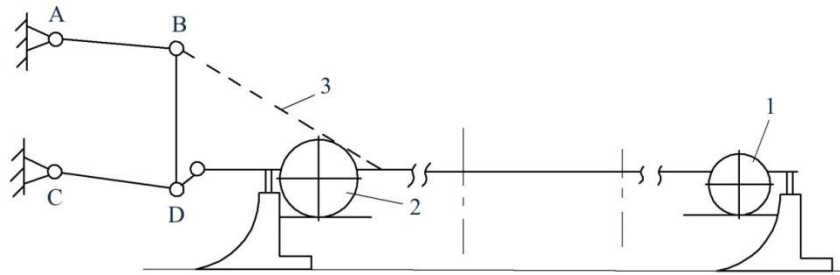


Рис. 4 – Структурна схема начіпного пристрою плуга ПКС-4-35: 1 – заднє опорне колесо плуга; 2 – переднє опорне колесо плуга; 3 – ланцюг

Подібну схему закладено в конструкцію механізму начіпки для плуга ПКС-4-35Б з тією різницею, що ланцюг замінено двома шарнірно з'єднаними ланками. Порівняльні випробування плугів ПН-4-35 та ПКС-4-35Б показали, що начіпні пристрої, виконані за такою схемою, забезпечують кращу пристосовуваність орного МТА до рельєфу поля. Глибина оранки, при необхідній 25 см, змінювалась у випадку використання серійного начіпного пристрою на ділянці з нахилом  $8^\circ$  від 12 см до 42 см, а при використанні модернізованих начіпних пристроїв від 24 см до 29 см.

В САІМЕ розроблено та відпрацьовано начіпний пристрій, який відрізняється від попередньо наведених тим, що верхня точка стійки плуга з'єднана ланцюгом 4 з точкою приєднання до трактора нижніх ланок АВ (рис. 5).

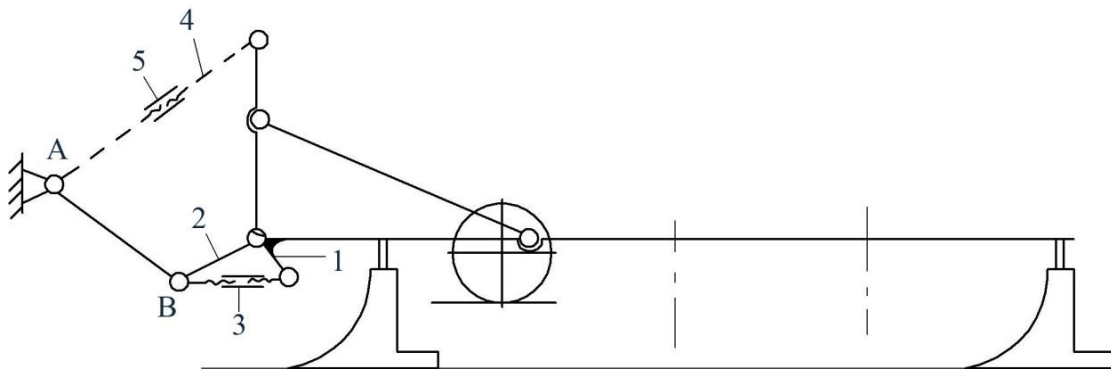


Рис. 5 – Структурна схема начіпного пристрою САІМЕ: 1 – кронштейн; 2 – шарнірні планки; 3, 5 – стяжні гайки; 4 – ланцюг

Необхідна величина провисання ланцюга регулюється стяжною гайкою 5. Для регулювання напрямку дії лінії тяги трактора на плуг встановлено спеціальний пристрій, що складається з приварених до рами плуга кронштейнів 1 та шарнірних планок 2, які з'єднані тяговими ланками АВ і далі за допомогою гвинтів з різносторонньою різьбою та стяжної гайки 3 з кронштейнами 1. Змінюючи відстань між нижніми кінцями кронштейнів 1 та шарнірних планок 2, змінюється нахил тягових ланок відносно горизонту.

Порівняльні дослідження показали, що плуг з розробленою начіпкою дає більш високу рівномірність глибини оранки, ніж плуг з серійною начіпною

системою. Величина середнього квадратичного відхилення відповідно становить  $\pm 1,17$  см і  $\pm 2,49$  см.

До начіпних пристроїв, що виконано за розімкненою схемою, відносять і конструкції клавішних плугів (рис.6). Рама плуга 1 з'єднується з ланкою 7 механізму начіпки ланцюгом 6. Для додаткової фіксації плуга відносно трактора в транспортному положенні слугує пристрій, що складається з шарнірної тяги 5 та фіксатора 2.

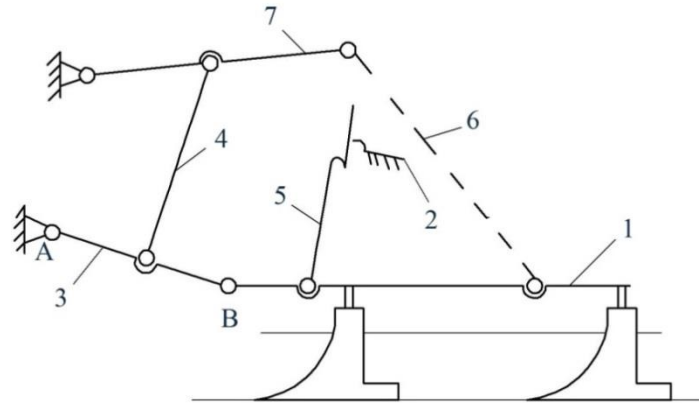


Рис. 6 – Структурна схема клавішного плуга (ФРН): 1 – рама плуга; 2 – фіксатор; 3 – нижня поздовжня тяга; 4 – розкіс; 5 – шарнірна тяга; 6 – ланцюг; 7 – підйомний важіль.

З метою зменшення питомого опору плуга в Азово – Чорноморському ІМСГ була розроблена начіпна система для одноточкового приєднання плуга до трактора з пристроєм для регулювання напрямку лінії дії тяги трактора (рис. 7).

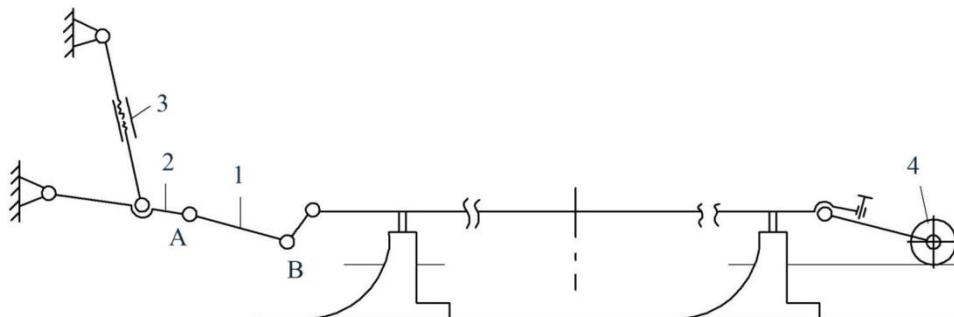


Рис. 7 – Структурна схема приєднання напівначіпного плуга до трактора (розробка Азово-Чорноморського ІМСГ): 1 – плаваюча ланка; 2 – нижня поздовжня тяга начіпки; 3 – регулювальний пристрій; 4 – заднє опорне колесо плуга

При глибині оранки 20 – 22 см і швидкості 1,6 м/с питомий опір експериментального МТА у порівнянні з серійним варіантом при використанні механічного довантажувача був менший на 21 – 27%. Стійкість руху плуга за глибиною була стабільнішою (коефіцієнт варіації глибини оранки 3,8%).

Оскільки однією з важливих характеристик будь-якого МТА є трудоемкість його складання, то для її зменшення, а також підвищення стійкості руху машинного агрегату при виконанні технологічної операції на

ВАТ «Харківський тракторний завод», відділ генерального конструктора, проводились науково-дослідні роботи з модернізації начіпної системи орно-просапних тракторів класу 30кН. Проміжним етапом цих досліджень була розробка начіпної системи, яка дозволяє виконувати приєднання сільгоспмашини безпосередньо з кабіни трактора (рис. 8).



Рис. 8 – Модернізована начіпна система трактора класу 30 кН (розробка ХТЗ, експериментальний варіант)

Відповідно до договору про творче співробітництво між ХНТУСГ ім. Петра Василенка з однієї сторони та ВАТ «Харківський тракторний завод», відділ генерального конструктора, була розроблена конструкція та виготовлена нова начіпна система (рис. 9) [4].

При використанні розробленого начіпного пристрою на тракторах серій Т-150К і ХТЗ-170 та при зміщенні опорного колеса начіпного плуга ПЛН-5-35 і ПУН-5-40 до п'ятого корпусу, якість обробітку ґрунту відповідає агротехнічним умовам: середнє квадратичне відхилення глибини оранки складає 0,52...0,94 см проти 3,2...4,29 см орного агрегату серійної компоновки.



Рис. 9 – Орний агрегат ХТЗ-17021 + ПУН-5-40 з розробленим начіпним пристроєм

Пошукові роботи в цьому напрямку проводились і за кордоном. Основні напрямки модернізації – це зменшення металоємності начіпної системи, автоматизація приєднання сільськогосподарської машини та можливість впливу на якісні показники обробітку безпосередньо під час виконання технологічної операції. Показовою в цьому напрямку досліджень є розробка триточкового швидкодіючого з'єднувального пристрою WKS фірми Walterscheid (рис. 9).



Рис. 10 – Триточковий швидкодіючий з'єднувальний пристрій WKS

**Висновок.** У більшості ґрунтообробних машинних агрегатів традиційно використовують начіпну систему, виконану у вигляді замкненого шарнірного чотирилановика. Як показав дослід, експлуатація МТА такої компоновки разом з відомими перевагами має ряд досить суттєвих недоліків, які призводять до погіршення якісних показників обробітку ґрунту, особливо щодо рівномірності обробітку.

#### Список використаних джерел

1. Чудаков Д.А. Основы теории сельскохозяйственных навесных агрегатов / Чудаков Д.А.–М.: МАШГИЗ, 1954.–175 с.
2. Синеоков Г.М., Панов И.М., Теория и расчетпочвообрабатывающих машин. – М.; Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Слободюк В.Я. Теоретическое и экспериментальное исследование продольной устойчивости движения плуга при навеске с упругими элементами в верхнем звене: дис. кандидататехнических наук:Слободюк В.Я. – Харьков, 1964.–197с.
4. Скофенко С.М. Підвищення ефективності експлуатації орного агрегату при нестійкому русі: дис. кандидататехнічних наук: Скофенко С.М. – Харків, 2010.- 163с.



## **Аннотация**

### **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ АГРЕГАТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

Пастухов В., Скофенко С., Фесенко Г., Миленин А.

*Проведен анализ существующих конструктивных схем пахотных МТА, результатов теоретических и экспериментальных исследований продольной устойчивости плуга при пахоте с целью повышения качества обработки почвы.*

## **Abstract**

### **ANALYSIS CONSTRUCTIVE SCHEME UNITIZED MEANS OF MECHANIZATION FOR BASIC SOIL**

V. Pastukhov, S. Skofenko, G. Fesenko, A. Milenin

*The analysis of existing design concepts arable tractor operated machinery, the results of theoretical and experimental studies of the longitudinal stability of the plow during plowing to improve soil quality.*