

УДК 631.31

**А. Н. Панасюк<sup>1</sup>, Г. И. Орехов<sup>1</sup>, А. Н. Демко<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ГНУ Дальневосточный НИИМЭСХ Россельхозакадемии, Благовещенск<sup>2</sup> Дальневосточное высшее военное командное училище (военный институт), филиал ФГБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр сухопутных войск», Благовещенск

E-mail: dalniimesh@mail.com

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ХОДА МТА С РОТОРНЫМ ПЛУГОМ**

**Ключевые слова:** роторный плуг, курсовая устойчивость, почвоуглубители, стабилизация хода МТА, оптимальная скорость движения, тяговая характеристика.

*Предложен способ улучшения курсовой устойчивости МТА с роторным плугом методом установки почвоуглубителей по следам ведущих колес трактора. Представлено аналитическое выражения глубины установки почвоуглубителя, компенсирующего разворачивающие моменты от действия роторного плуга на почву. Приведены данные полевых исследований влияния глубины установки почвоуглубителей на величину угла курсовой устойчивости МТА и тяговых испытаний агрегата.*

**A. Panasuk<sup>1</sup>, G. Orehov<sup>1</sup>, A. Demco<sup>2</sup>**<sup>1</sup>SSI «Far Eastern Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of Russian Academy of Agricultural Sciences», Blagoveshensk<sup>2</sup>Far East Higher Military Command School (Military Institute), branch of FSMEI HPT «Military Science and Education Centre of ground troops», Blagoveshensk**STABILIZATION OF TRACTOR OPERATED MACHINERY WITH ROTARY PLOW**

**Key words:** rotor plow, course stability, corn pickers, stabilization of a course of MTA, optimum speed of movement, traction characteristic.

*The way of improvement of course stability of MTA with a rotor plow a method of installation of corn pickers in the wake of driving wheels of a tractor is offered. It is presented analytical expressions of depth of installation of the corn picker compensating developing moments from action of a rotor plow on the soil. Data of field researches of influence of depth of installation of corn pickers on size of a corner of course stability of MTA and traction tests of the unit are provided.*

**Введение.** История создания почвообрабатывающих агрегатов с активными рабочими органами охватывает более ста лет. С начала 90-х годов прошлого века ГНУ ДальНИИМЭСХ занимается разработкой ротационных почвообрабатывающих машин с активным приводом рабочих органов – роторных плугов. Многолетние испытания этих машин выявили их экономические и экологические преимущества перед машинами с пассивными рабочими органами.

Роторный плуг представляет собой навесное орудие с активными дисковыми рабочими органами, размещенными

на одной батарее (роторе) с приводом от вала отбора мощности трактора [1]. Обрабатывая почву на глубину  $h_p$  до 15 см, сферические диски ротора подрезают и отрывают корни сидеральных растений, освобождая их от почвы, частично измельчают, производят оборот и крошение почвы с заделкой в верхний слой зеленой массы или стерни, обеспечивая накопление органических веществ в её верхнем слое (рис. 1).

Так как реакции почвы от воздействия активных рабочих органов направлены в сторону движения агрегата, ротор выполняет еще и функции движите-



Рисунок 1 – Роторный плуг в работе  
ля. Вследствие этого обработка почвы роторным плугом требует значительно меньших затрат энергии, чем лемешным [2]. Возможность получения дополни-

тельного движителя в МТА весьма перспективна, что делает почвообрабатывающие машины с таким типом рабочих органов актуальными для исследований.

Однако, в силу особенностей орудий, рабочими органами которых являются сферические диски, установленные под углом к направлению движения МТА (дискаторы, дисковые бороны и лущильники), при работе роторного плуга возникают реакции почвы  $R_{px}$  и  $R_{py}$  (рис. 2). Так как ротор расположен несимметрично относительно оси МТА, суммарная реакция почвы  $R_p = R_{px} + R_{py}$  создает разворачивающий момент относительно кинематического центра агрегата (т. О):

$$M = R_p \cdot a.$$

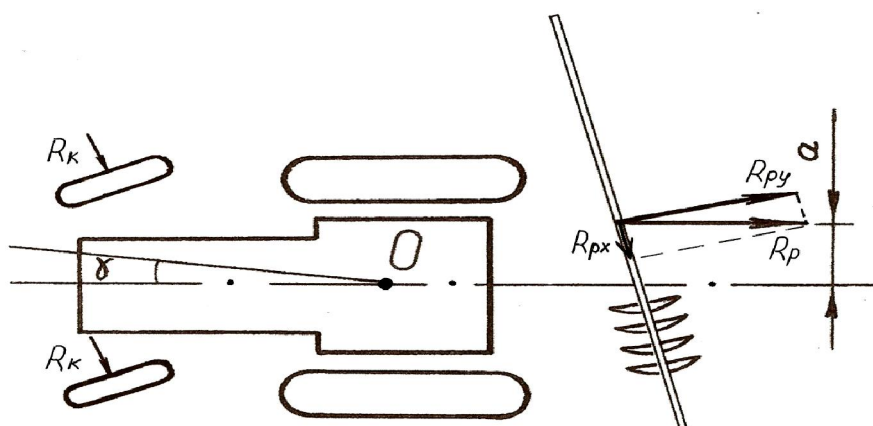


Рисунок 2 – Разворот трактора роторным плугом

Это обстоятельство негативно влияет на курсовую устойчивость, отклоняя агрегат от заданного направления движения, что, в свою очередь, ведет к изменению установленного угла атаки дисков ротора. Для компенсации разворачивающего момента тракторист вынужден выворачивать управляемые колеса трактора в сторону, противоположную развороту трактора. Возникающие при этом реакции  $R_k$  препятствуют развороту агрегата, однако создают дополнительную нагрузку на детали механизма поворота трактора и ведут к повышенному износу шин [3].

Целью исследования является стабилизация хода почвообрабатывающего агрегата путем компенсации разворачи-

вающего момента, создаваемого рабочими органами роторного плуга.

**Методы исследований.** При выполнении работы применялись теоретический и экспериментальный методы исследований.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для стабилизации хода МТА на роторный плуг устанавливаются почвоуглубители (рис. 3) по следам ведущих колес (колея трактора). Задавая величину заглубления правого почвоуглубителя ( $h_p$ ), определим заглубление левого почвоуглубителя ( $h_l$ ) из расчета создания момента, компенсирующего разворачивающие моменты от действия ротора и правого почвоуглубителя.

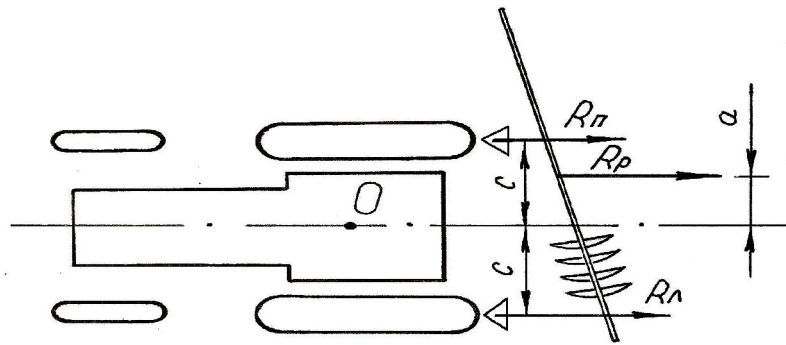


Рисунок 3 – Стабилизация хода МТА

Для устойчивого прямолинейного движения агрегата необходимо выполнение условия  $\Sigma M_{МТА} = 0$ , которое можно представить выражением:

$$R_{л}c - R_{п}a - R_{п}c = 0, \quad (1)$$

$$\text{или } R_{л}c = R_{п}a + R_{п}c \quad (2)$$

Тогда сопротивление левого почвоуглубителя

$$R_{л} = R_{п} + R_{п} \frac{a}{c}. \quad (3)$$

Сопротивление почвоуглубителя R можно представить в виде [4]:

$$R = \sigma_{сж}hb + \frac{\rho b V_p^2 \operatorname{tg} \varphi \cos \psi}{\sin(\varphi + \psi)} \quad (4)$$

где  $\sigma_{сж}$  - напряжение сжатия или смятия почвы в зоне действия почвоуглубителя;  $h$  - глубина хода почвоуглубителя;  $b$  - ширина почвоуглубителя;  $\rho$  - плотность почвы,  $V_D$  - рабочая скорость МТА,  $\varphi$  - угол внутреннего трения почвы;  $\psi$  - угол скалывания почвы.

Подставив выражение (4) в формулу (3), выразим величину глубины хода

левого почвоуглубителя  $h_{л}$ :

$$h_{л} = \frac{\sigma_{сж}h_{п}b + R_{п} \frac{a}{c}}{\sigma_{сж}b}, \quad (4)$$

или

$$h_{л} = h_{п} + \frac{R_{п}a}{\sigma_{сж}bc}. \quad (5)$$

Из анализа выражения (5) видно, что глубина установки левого почвоуглубителя  $h_{л}$  зависит от его конструктивных параметров ( $b$ ), места установки ( $c$ ), глубины обработки ( $h_{п} = h_p$ ), тягового сопротивления ротора ( $R_p$ ), и физико-механических свойств почвы ( $\sigma_{сж}$ ).

Экспериментальные исследования влияния глубины установки почвоуглубителя ( $h_{л}$ ) на величину угла курсовой устойчивости МТА ( $\gamma$ ) проводились на бурых лесных почвах при глубине обработки ротором  $h_p = 15$  см, рабочей скорости МТА  $V_D = 2,5 \dots 3,5$  м/с и разнице глубин правого и левого почвоуглубителей  $\Delta h = 0 \dots 12$  см. Результаты исследований представлены в виде графика (рис. 4).

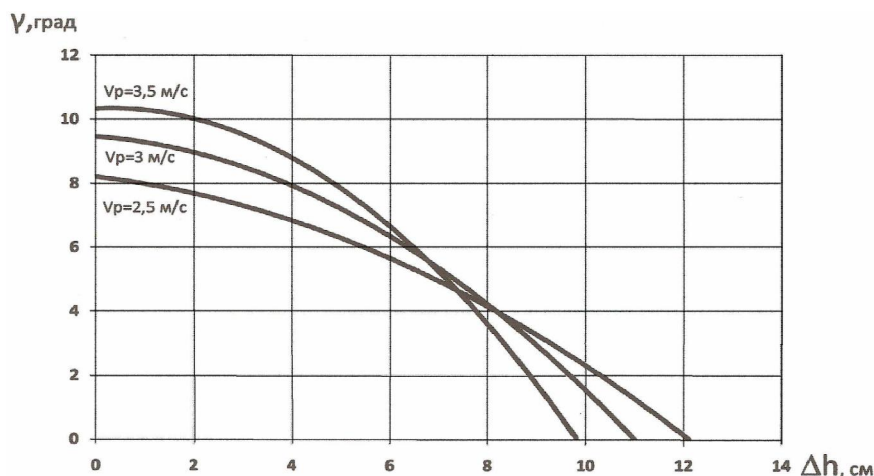


Рисунок 4 – График зависимости угла курсовой устойчивости от разницы глубин установки почвоуглубителей-разуплотнителей

Анализ графика показывает, что при установке почвоуглубителей на одинаковую глубину ( $\Delta h=0$ ), угол курсовой устойчивости МТА находится в пределах 8,2...10,3 град. Причем, чем меньше скорость агрегата, тем более устойчиво он движется. С увеличением разницы глубин обработки правого и левого почвоуглубителей, угол курсовой устойчивости снижается, и при  $\Delta h=9...12$  см, находится в пределах 0...2 градуса, т.е. аг-

регат движется практически прямолинейно во всем диапазоне скоростей.

Для определения оптимальной скорости движения, соответствующей агротехническим требованиям и максимальному тяговому КПД, проведены тяговые испытания агрегата. На всех режимах определено буксование трактора ( $\delta$ ) и построена тяговая характеристика по передачам трансмиссии трактора (рис. 5).

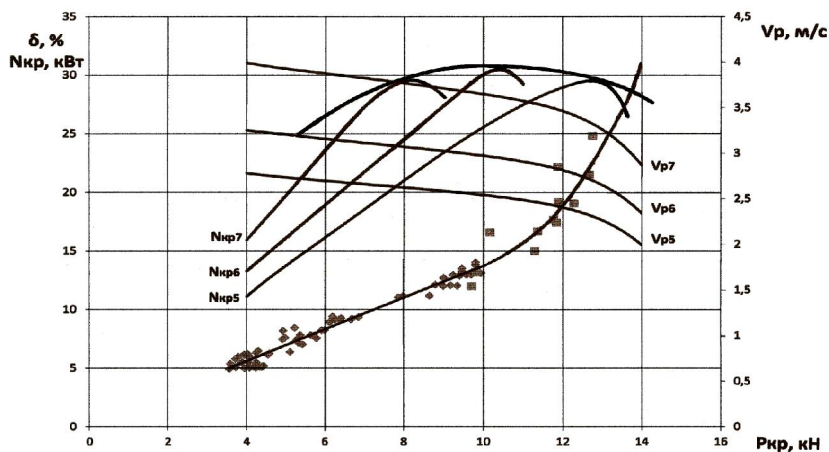


Рисунок 5 – Тяговая характеристика трактора

Максимальный тяговый КПД при коэффициенте загрузки двигателя в интервале  $0,85 \leq \xi \leq 1$  трактор развивает на VI передаче с рабочей скоростью  $2,8 \div 3,1$  м/с при буксовании движителя  $13 \div 16\%$ , что соответствует агротехническим требованиям к обработке почвы ротационными рабочими органами и допустимому буксованию колесного трактора 4К2.

**Вывод.** Установка почвоуглубителей-разуплотнителей по следу трактора в режиме рекомендуемых скоростей позволяет стабилизировать курсовую устойчивость агрегата и снизить последствия уплотняющего воздействия движителя на почву.

#### Библиографический список

1. Роторный плуг [Текст]: информационный листок. – Благовещенск, Амурский ЦНТИ. – № 2. – 92 с.

2. Соловейчик А.А. Определение параметров ротационной почвообрабатывающей машины, совмещающей функции движителя мобильного агрегата/ А.А. Соловейчик / Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции СЗНИИМЭСХ. – Том 1. – СПб, 2005. – С. 143-154.

3. Орехов Г.И. К разработке комбинированной почвообрабатывающей машины [Текст] /Г.И. Орехов, А.Н. Панасюк, В.П. Мухин, М.И. Татаринев, А.Н. Демко //Технологии и средства механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции АПК Дальнего Востока: сб. науч. тр. – Благовещенск: ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. – С. 277-282.

4. Васильковский С.М. Исследование сопротивления почвы движению культиваторной лапы [Текст] /С.М. Васильковский, В.В. Ключев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 4. – С. 37-39.