

## ЧЕТЫРЕХКОЛЕСНЫЙ ТРАКТОР С МИНИМАЛЬНЫМ РАДИУСОМ ПОВОРОТА

*Ахметов А.А.<sup>1</sup>, Камбаров Б.А.<sup>2</sup>, Камбарова Д.У.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ташкентский государственный технический университет им.И.Каримова  
г.Ташкент, Республика Узбекистан;*

<sup>2</sup>*Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства,  
г.Янгиюль, Республика Узбекистан*

**Ключевые слова:** трактор, поворот, радиус поворота, поворотливость, колесо, рулевой привод, рулевая трапеция, междурядья.

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты исследования процесса поворота четырехколесного трактора. Обосновывается возможности независимого изменения углов поворота каждого из управляемых колес за счет применения рулевого привода с изменяемой рулевой трапецией. Таким образом, применение такой конструкции рулевого привода создает условия для поворота четырехколесного трактора с минимальным радиусом вокруг одного из его задних колес.

## FFOUR-WHEEL TRACTOR WITH A MINIMUM TURNING RADIUS

*Axmetov A.A.<sup>1</sup>, Kambarov B.A.<sup>2</sup>, Kambarov D.U.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Tashkent State Technical University named after I.Karimov,  
Tashkent, Republic of Uzbekistan;*

<sup>2</sup>*Scientific-Research Institute for Mechanization of Agriculture,  
Yangiyul, Republic of Uzbekistan*

**Keywords:** tractor, turning, turning radius, steering, wheel, steering gear, steering trapezoid, row spacing.

**Abstract.** The article discusses the results of a study of the process of turning a four-wheeled tractor. It substantiates the possibility of independent changes in the rotation angles of each of the steered wheels due to the use of a steering gear with a variable steering trapezoid. Thus, the application of this design of the steering drive creates the conditions for turning a four-wheel tractor with a minimum radius around one of its rear wheels.

**Введение.** В хлопководстве применяется трехколесный универсально-пропашной трактор [1], разворот которого осуществляется путем поворота переднего управляемого колеса при заторможенном одном из задних колес трактора. Такой разворот вокруг одного из задних колес трактора имеет немаловажное значение при междурядных обработках посевов хлопчатника. Так как из-за попадания одного того же заднего колеса на тот же междурядья, где проходил это колесо при предыдущем проходе, обеспечивается обработка стыковых междурядий без разрыва и с минимальным радиусом поворота, в результате чего ширина поворотной полосы будет наименьшим, следовательно, происходит меньшее топтание растений на поворотных полосах. Все это в целом обеспечивают минимальные потери продуктивных площадей в зоне разворотных

полос на краях поливных участков с посевами хлопчатника и других сопутствующих ему культур.

Однако тракторы этого типа имеют существенные специфические недостатки, а именно: низкую поперечную устойчивость, исключающую применение их в составе транспортных агрегатов по условиям безопасной эксплуатации; ограниченные тягово-сцепные качества и малую суммарную грузоподъемность шин, особенно шин передних колес, исключающую агрегатирование их с широкозахватными орудиями; сложность создания достаточно эффективной полноприводной конструкции трактора; не востребованность в сельскохозяйственном производстве с ноября по март, т.е. в течение почти 4-5 месяцев; применение трехколесного трактора не позволяет полностью реализовать преимущества широкозахватных машинотракторных агрегатов, из-за дефицита тягово-сцепного потенциала трактора и существенного превышения допустимых норм экологического воздействия на почву.

Недостатки трехколесного трактора в определенной степени отсутствуют у четырехколесных тракторов. Поворот четырехколесного универсально-пропашного трактора осуществляется рулевым приводом, с рулевой трапецией переднего расположения, состоящий из неподвижной балки передней оси, двух одинаковых рычагов поворотных цапф управляемых колес связанных между собой передней разрезанной симметричной тягой, имеющей в месте разреза сошку [1, 2]. Хотя четырехколесный трактор по сравнению с трехколесным трактором имеет неоспоримое преимущество по устойчивости, по распределению масс по опорным колесам, по прямолинейности движения и по многим другим показателям, но он имеет большой радиус поворота. Так как у него минимальный радиус поворота ограничен углом поворота управляемых колес относительно неподвижной в горизонтальной плоскости балки передней оси, в результате чего оси вращения колес пересекаются за пределами точек пересечения осей симметрии правого или левого задних колес, следовательно, трактор поворачивается с большим радиусом.

Из-за большего радиуса поворота, следовательно, большой поворотной полосы площадь топтания растений у этих тракторов будет больше чем у трехколесных тракторов, а для попадания одного из задних колес на тот же междурядья трактор должен совершит грушевидный поворот и, тем самым, еще больше увеличивая площади топтания растений. Все это в целом приводит к значительной потере продуктивных площадей в зоне разворотных полос на краях поливных участков с посевами хлопчатника и других культур и тем самым ограничивает диапазон применения четырехколесных универсально-пропашных тракторов. По этой причине они в основном применяются на транспортных работах, а междурядные обработки посевов хлопчатника до сих пор обрабатываются трехколесными тракторами, несмотря на их вышеперечисленных ряд недостатков.

**Целью работы** является повышение поворотливости четырехколесного универсально-пропашного трактора, обеспечивающие минимальные потери продуктивных площадей в зоне разворотных полос на краях поливных участков с посевами хлопчатника и других культур.

**Материалы и методы.** В «Конструкторско-технологическом центре сельскохозяйственного машиностроения» исследуются различные концепции повышения поворотливости четырехколесных универсально-пропашных тракторов [3]. Среди них концепция достижения повышения поворотливости трактора за счет изменения конструкции рулевого привода занимает доминирующее место. При разработке новой конструкции рулевого привода особое внимание уделяется на обеспечение попадания одного того же заднего колеса на тот же междурядья, где проходил это колесо при предыдущем проходе трактора. Графоаналитические исследования процесса поворота четырехколесного трактора показала возможности достижения этой цели за счет применение рулевого привода с изменяющейся рулевой трапецией. В этом рулевом приводе возможность изменения параметров рулевой трапеции позволяет, за счет независимого увеличения углов поворота каждого из управляемых колес относительно неподвижной в горизонтальной плоскости балки передней оси, создать условия для достижения минимального радиуса поворота трактора [4], в результате которого появляется возможность обеспечение при развороте трактора попадания одного и того же заднего колеса на тот же междурядья, где он проходил при предыдущем проходе агрегата.

**Результаты и обсуждение.** Разрабатываемый универсально-пропашной трактор (рис. 1) содержит рулевой привод, с рулевой трапецией переднего расположения, состоящий из неподвижной балки 13 передней оси, двух одинаковых рычагов 2, 8 поворотных цапф 9, 18 правого 10 и левого 1 управляемых колес связанных между собой передней разрезанной симметричной тягой 7, имеющей в месте разреза сошку 5. К торцу каждой половины «а» и «б» передней разрезанной симметричной тяги 7 со стороны сошки 5 закреплен подпружиненный 3 торцевой диск 4, свободно помещенный внутри шарнирно закрепленной сошке обоймы 6.

При этом усилие сжатия пружины должна быть равной максимальной силе удара, возникающей при столкновении управляемого колеса с препятствием. При силе сжатия пружины меньше, чем сила удара торцевой диск 5 должен быть выполнен в виде (рис.2) поршня-клапана 6 с буртиком «Б», посаженного на конце передней разрезанной симметричной тяги 3 и упирающегося под давлением пружины 4 на седло «С» отверстия 7, нарезанное на дне обоймы. Сама обойма 5 выполнена в виде наполненной жидкостью и сообщающийся посредством двух отверстия 2, 7 и канавы 1 сосуд «А» и «В».

Максимальные углы поворота рычагов поворотных цапф (рис. 1) ограничивается с одной стороны ходом поршня 15 гидроцилиндра 16, связанного посредством центрального рычага 14 с сошкой 5, а с другой – упорами 12, 17 приваренной к передней оси. За максимальный угол поворота рычагов поворотных цапф принимается такой угол поворота, при котором оси вращения правого и левого управляемых колес пересекаются с точкой пересечения осей симметрии заторможенного заднего правого 11 – «Ц<sub>п</sub>» (при развороте «направо») или левого 19 – «Ц<sub>л</sub>» (при развороте «налево») колеса.



Для разворота трактора направо затормаживает заднее правое колесо 11 и поворачивает рулевое колесо направо при этом гидроцилиндр 15 посредством центрального рычага 14 перемещает сошку 5 в направлении  $N_n$  до тех пор, пока рычаг 2 поворотной цапфы 18 левого 1 управляемого колеса не упирается об упор 17. При этом ось вращения левого управляемого колеса 1 пересекается с точкой « $Ц_n$ » и в дальнейшем вращении рулевого колеса за счет взаимного перемещения обоймы 6 и половины «а» разрезанной симметричной тяги 7, из-за возможности сжатия пружины 3 торцевым диском 4, положение левого 1 управляемого колеса остается неизменным. Тогда как другая половина «б» разрезанной симметричной тяги 7 поворачивает рычаг 8 поворотной цапфы 9 правого 10 управляемого колеса до тех пор, пока ось вращения правого 10 управляемого колеса не пересекается с точкой « $Ц_n$ » и трактор не совершит крутой разворот с минимальным радиусом вокруг правого 11 заднего колеса.

Для разворота трактора налево затормаживает заднее левое колесо 19 и поворачивает рулевое колесо налево при этом гидроцилиндр 16 посредством центрального рычага 14 перемещает сошку 5 в направлении  $N_n$  до тех пор, пока рычаг 8 поворотной цапфы 9 правого 10 управляемого колеса не упирается об упор 12. При этом ось вращения правого 10 управляемого колеса пересекается с точкой « $Ц_n$ » и в дальнейшем вращении рулевого колеса за счет взаимного перемещения обоймы 6 и половины «б» разрезанной симметричной тяги 7, из-за возможности сжатия пружины 3 торцевым диском 4, положение правого 10 управляемого колеса остается неизменным. Тогда как другая половина «а» разрезанной симметричной тяги 7 поворачивает рычаг 2 поворотной цапфы 18 левого 1 управляемого колеса до тех пор, пока ось вращения левого 1 управляемого колеса не пересекается с точкой « $Ц_n$ » и трактор не совершит крутой разворот с минимальным радиусом вокруг левого 19 заднего колеса. При этом большое усилие сжатия пружины, за счет быстрого гашения ударных нагрузок и возможных колебаний колес после соударения их с препятствиями, обеспечивает надежности работы всей рулевой трапеции.

При усилии сжатия пружины меньшем, чем сила удара как уже было сказано выше, торцевой диск 4 выполняется в виде (рис. 2) поршня-клапана 6 с буртиком «Б», упирающегося под давлением пружины 4 на седло «С» отверстия 7, нарезанное на дне обоймы. Сама обойма 5 – в виде наполненной жидкостью и сообщающийся посредством канавы 1 и отверстия 2, 7 сосуд «А» и «В».

Как известно во время столкновения колеса с препятствием происходит удар, возникающая при этом сила удара посредством рычага поворотной цапфы управляемого колеса и разрезанной симметричной тягой воздействует на поршень-клапан с буртиком «Б», который в зависимости от направления силы удара давит на дно обоймы или же на жидкость находящееся внутри обоймы. Как дно обоймы, так и жидкость находящееся в обойме не сжимается и жидкость мгновенно не протекает через отверстия и канавы в другую полость обоймы, то сила удара гасится ими, тем самым предотвращается возможная колебания колес. В данном случае жидкость и пружина играет роль демпфера и, тем самым предотвращая возможности появления колебаний колес, обеспечивает надежности работы всей рулевой трапеции.

Например, во время разворота трактора налево, когда рычаг 8 (рис. 1) поворотной цапфы 9 правого 10 управляемого колеса упирается об упор 12, при дальнейшем повороте рулевого колеса поршень-клапан 6 (рис. 2) сжимая пружину 4, постепенно вытесняет жидкость через отверстия 2, 7 и канаву 1 с одной полости «В» обоймы 5 в другую «А». При этом сошка 5 (рис. 1) посредством обоймы 6 и другой половины «а» разрезанной симметричной тяги 7 поворачивает рычаг 2 поворотной цапфы 18 левого 1 управляемого колеса до тех пор, пока ось вращения, которого не пересекается с точкой «Ц<sub>л</sub>» и трактор не совершит крутой разворот вокруг левого 19 заднего колеса.

**Выводы.** Таким обзором, увеличения независимо друг от друга углов поворота управляемых колес относительно неподвижной в горизонтальной плоскости балки передней оси создает условия для поворота трактора с минимальным радиусом, что играет немаловажную роль в уменьшении ширины поворотной полосы на междурядной обработке посевов хлопчатника и других культур. При этом из-за крутого разворота можно обеспечить попадания одного того же заднего колеса на тот же междурядья, где проходил это колесо при предыдущем проходе трактора. Все это в целом обеспечивают минимальные потери продуктивных площадей в зоне разворотных полос на краях поливных участков с посевами хлопчатника и других культур.

#### Список литературы

1. Ксеневиц И.П., Шарипов В.М., Арустамов Л.Х. и др. Тракторы: Конструкция / Под общ. ред. И.П. Ксеневица, В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2001. – 821 с.
2. Анилович В.Я., Водолажченко Ю.Т. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов. – М.: Машиностроение, 1976. – 456 с.
3. Ахметов А.А. Передние мосты универсально-пропашных тракторов хлопкового назначения. – Ташкент: Фан, 2014. – 176 с.
4. Патент UZFAP 1035. Универсально-пропашной трактор / Ахметов А.А. – Официальный бюллетень, 2015. – №9.

#### Сведения об авторах:

*Ахметов Адилбек Агабекович* – д.т.н., профессор, ТашГТУ им. И.Каримова г.Ташкент;

*Камбаров Бахтиёр Акбаралиевич* – к.т.н., доцент, НИИМСХ, г. Янгиюль;

*Камбарова Дилфуза Усманиевна* – ассистент, ТашГТУ им. И.Каримова г.Ташкент.