

КИНЕМАТИКА НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА, ОБРАЗУЮЩЕГО ШАРНИРНЫЙ ЧЕТЫРЕХЗВЕННИК

А.С. Павлюк, Ю.И. Шенкнехт

В статье рассмотрен анализ кинематики навесного устройства машинно-тракторного агрегата, образующего шарнирный четырехзвенник. В работе анализируются существующие схемы расположения передних шарниров нижних продольных тяг навесного устройства, показатели маневренности и устойчивости движения агрегата. Анализ сопровождается расчетом, рисунками и построением графиков. Исследуемая проблема представляет научный и практический интерес при рассмотрении возможностей повышения маневренности агрегата.

Ключевые слова: кинематика навесного устройства, машинно-тракторный агрегат, шарнирный четырехзвенник, маневренность, устойчивость движения.

Основным назначением навесных устройств является обеспечение установки навесных и полунавесных орудий и машин в транспортное или рабочее положение при эксплуатации их в паре с машинно - тракторным агрегатом (МТА).

При эксплуатации МТА широкое применение находят две схемы расположения передних шарниров нижних продольных тяг навесного устройства (рисунок 1): двухточечная наладка, образующая шарнирный треугольник, и трехточечная наладка, образующая шарнирный четырехзвенник.

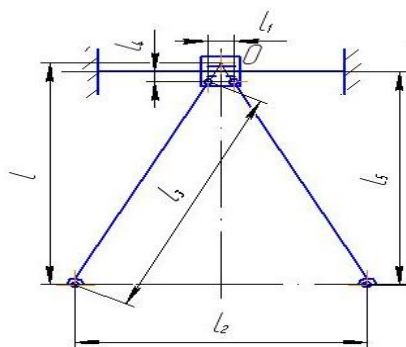


Рисунок 1 - Схемы расположения нижних продольных тяг при двухточечной наладке

В первом случае передние шарниры нижних продольных тяг навесного устройства соединены между собой плотно (см. рисунок 1). При этом мгновенный центр поворота навесного устройства O находится в непосредственной близости от места сведения перед-

них шарниров нижних продольных тяг, смещаясь вперед на величину l_4 . Такая наладка обеспечивает высокую маневренность МТА, позволяя производить повороты по различным дуговым траекториям движения без подъема навесного орудия или машины из рабочего положения в транспортное положение. Однако указанная избыточная маневренность приводит к снижению устойчивости движения навесного орудия или машины в горизонтальной плоскости [1, 2], что в свою очередь влияет на качество выполняемых работ (огрехи при культивировании, посевах).

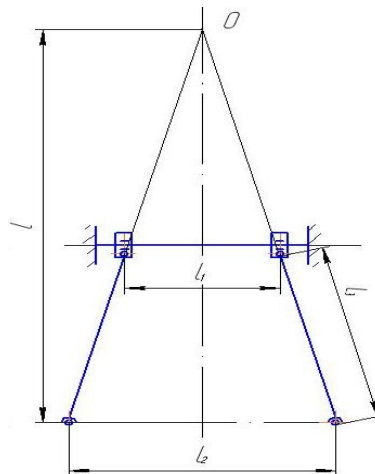


Рисунок 2 - Схемы расположения нижних продольных тяг при трехточечной наладке

Во втором случае передние шарниры нижних продольных тяг навесного устройства устанавливаются семерично на расстоянии l_1 .

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/1 2012

КИНЕМАТИКА НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА МАШИННО - ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА, ОБРАЗУЮЩЕГО ШАРНИРНЫЙ ЧЕТЫРЕХЗВЕННИК

которое несколько меньше расстояния между задними шарнирами нижних продольных тяг навесного устройства l_2 (см. рисунок 2). При таком способе наладке мгновенный центр поворота (МЦП) навесного устройства O смещается вперед за заднюю ось трактора-тягача на значительное расстояние, определяемое соотношением параметров l_1 и l_2 , а также длиной нижних продольных тяг l_3 . При таком положении мгновенного центра поворота наоборот наблюдается повышенная устойчивость движения навесного орудия или машины в горизонтальной плоскости [2] и снижение маневренности.

Соотношением параметров l_1 и l_2 , а также длиной нижних продольных тяг l_3 , можно выразить следующей зависимостью:

$$l = \frac{l_2 \cdot (l_5 - l_4)}{l_2 - l_1} \text{ и } l = \frac{l_2}{2} \operatorname{tg} \left[\arccos \left(\frac{l_2 - l_1}{2 \cdot l_3} \right) \right].$$

Так, например, для трактора Т-150К при двухточечной наладке мгновенный центр поворота навесного устройства относительно вертикальной оси, находится на расстоянии 0,026 м. от центра оси сведения передних шарниров нижних продольных тяг навесного устройства, а при трехточечной наладке – на расстоянии 1,668 м.

Таким образом, можно сделать следующее заключение. При изменении типа наладки навесного устройства происходит существенное изменение положения мгновенного центра поворота навесного устройства относительно вертикальной оси.

Для оценки показателей маневренности и устойчивости движения агрегата определим смещение положения мгновенного центра поворота в продольном и поперечном направлениях в случае углового отклонения трактора или навесного орудия от оси прямолинейного движения на угол γ .

Как показывает рисунок 3, при отклонении трактора или навесного орудия от оси прямолинейного движения на угол γ произойдет смещение положения мгновенного центра поворота в продольном и поперечном направлениях по дуге неподвижной centroиды OO_1 . Определим величины этих смещений в зависимости от угла γ . Для этого введем следующие обозначения: $AB = l_1$, $CD = l_2$, $AC = BD = l_3$, $CO = k$, α и β – углы между боковыми звеньями и задним поперечным звеном.

Из геометрических соотношений можно определить следующие зависимости:

$$l_3 \cdot \sin \alpha = l_3 \cdot \sin b + l_1 \cdot \sin g;$$

$$l_2 = l_3 \cdot \cos \alpha + l_3 \cdot \cos b + l_1 \cdot \cos g.$$

Имея эти уравнения, выражаем зависимость углов α и β от угла γ :

$$\cos \alpha + \cos \left[\arcsin \left(\sin \alpha - \frac{l_1}{l_3} \cdot \sin g \right) \right] = \frac{l_2 - l_1 \cdot \cos g}{l_3};$$

$$b = \arcsin \left(\sin \alpha - \frac{l_1}{l_3} \cdot \sin g \right).$$

Затем из треугольника COD по теореме синусов определяем k :

$$k = \frac{l_2 \cdot \sin b}{\sin(\alpha + b)}.$$

Зная k , выражаем продольное смещение мгновенного центра поворота l :

$$l = k \cdot \sin \alpha = \frac{l_2 \cdot \sin b \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + b)}.$$

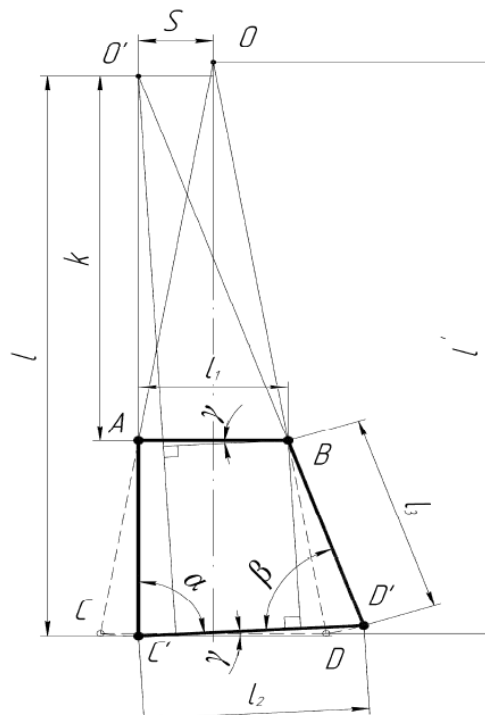


Рисунок 3 - Схема изменения положения мгновенного центра поворота при угловом отклонении

Поперечное смещение мгновенного центра поворота S определяем из следующего выражения:

$$S = \frac{l \cdot \cos(b - g)}{\sin b} - l_3 \cdot \cos(b - g) - \frac{l_1}{2}$$

Решая полученные уравнения относительно угла γ , получим зависимости изменения величин l и S от угла γ при заданной геометрии звеньев. Полученные зависимости

отображены на рисунках 4 и 5.

Из анализа кривых на рисунках следует, что даже при небольших угловых отклонениях γ от прямолинейного движения, поперечное смещение S мгновенного центра поворота навесного устройства значительно отклоняется от продольной оси тягача и достигает своего максимального значения при $\gamma = 15^\circ \pm 3^\circ$. Необходимо отметить, что на интенсивность изменения величины поперечного смещения S оказывает влияние изменение геометрии поперечной тяги l_2 . Так при уменьшении l_2 от 1 метра до 0,8 метров при одном и том же значении углового отклонения γ , происходит увеличение величины максимального поперечного смещения S мгновенного центра поворота в 1,87 раза.

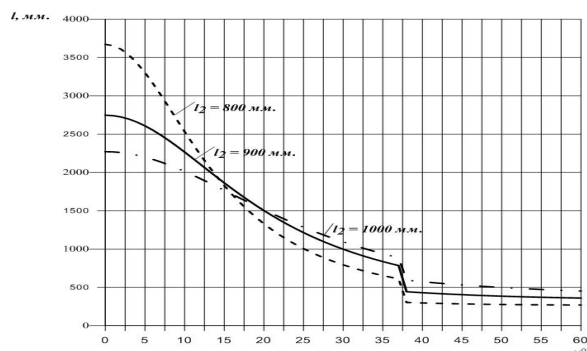


Рисунок 4 - Графики зависимости продольного отклонения МЦП от угла гамма

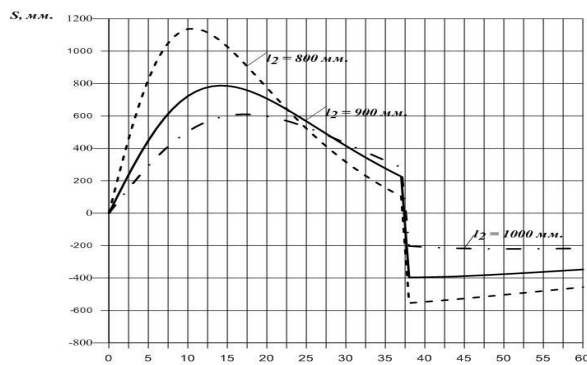


Рисунок 5 - Графики зависимости поперечного отклонения МЦП от угла гамма

При уменьшении l_2 от 1 метра до 0,8 метров при одном и том же значении углового отклонения γ , происходит увеличение и величины продольного смещения l мгновенного центра поворота в 1,62 раза.

Следовательно, при анализе устойчивости движения в горизонтальной плоскости навесного устройства машинно - тракторного

агрегата, образующее шарнирный четырехзвенник, необходимо учитывать его конструктивные параметры, влияющие на изменения положения мгновенного центра поворота в зависимости от угла γ .

Также установлено, что при определенных значениях угла γ происходит ступенчатое изменение положения центра поворота, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Это свойство представляет интерес для возможности повышения маневренности агрегата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюк, А.С. Моделирование управляемого движения автомобиля: учебное пособие/ А.С. Павлюк; Алт. Гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: 2006. – 141 с.
2. Коновалов, В.Ф. Устойчивость и управляемость машинно-тракторных агрегатов./В.Ф. Коновалов. - Пермь. 1969. Пермский СХИ. 444 с.

Павлюк А.С., д.т.н., профессор, зав. каф. Автомобили и автомобильное хозяйство, e-mail: pavlukas@mail.ru
Шенкнехт Ю.И., старший преподаватель каф. Автомобили и автомобильное хозяйство, e-mail: schenk2003@mail.ru,
 ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 656038, Барнаул, просп. Ленина, 46, тел. (83852) 290890.