

УДК 631

С.А. Кушнар'ов, канд. техн. наук

Нежинський агротехнічний інститут НУБіП

К определению центра масс овощеводческого модуля на базе самоходного шасси Т-16

В статье рассмотрено влияние распределения нагрузки на передние и задние оси самоходного шасси на смену координат центра масс агрегата. Применение центрального навешивания сельскохозяйственных орудий (межосевое пространство) дает возможность значительно улучшить тягово-сцепные характеристики агрегата за счет перераспределения нагрузок между осями трактора.

центр масс, самоходное шасси, тяговое усилие, буксование

Постановка проблемы: повышение производительности машинно-тракторных агрегатов на базе самоходного шасси возможно за счет оптимальной загрузки передних и задних колес, что дает возможность улучшить тягово-сцепные свойства агрегата.

Производительность агрегата при движении по ровной поверхности без остановок при условии полного использования тяговой мощности $N_{кр} = P \cdot V$ с учетом изменения тягового сопротивления по формуле академика В.П. Горячкина ($P = f \cdot G + khB + \varepsilon hV^2$) определяется по зависимости:

$$W = \frac{N_{кр}}{\frac{fG}{B} + kh + \varepsilon hV^2}, \quad (1)$$

где f – коэффициент сопротивления протаскивания орудия;

G – сила тяжести орудия, кН;

B – ширина захвата орудия, м;

k – удельное сопротивление почвы, кН/м²;

h – глубина обработки, м;

ε – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения и формы рабочей поверхности на тяговое сопротивление, кНс²/м⁴;

V – скорость движения агрегата, м/с

Установлено [3], что между силой тяжести и шириной захвата существует зависимость:

$$G = B(\alpha + \beta hB^2), \quad (2)$$

где α – удельная металлоемкость рабочих органов на ширину захвата орудия, кН/м;

β – удельная металлоемкость рамных конструкций орудия, учитывающая прочность, профиль металла и условия работы орудия, кН/м⁴.

Для модуля навешиваемого на самоходное шасси. Анализ уравнения (1) показывает, что на повышение потенциальной производительности агрегата при постоянных f, k, h, ε влияют:

- крюковая мощность, развиваемая энергетическим средством;
- вес орудия, приходящийся на 1м ширины захвата.

Рассмотрим эти факторы.

Потенциальная крюковая мощность зависит от:

- распределения нагрузки на передние и задние оси энергетического средства;
- коэффициента перекачивания энергетического средства по полю.

В настоящей статье рассмотрим влияние распределения нагрузки на передние и задние оси самоходного шасси.

На агрегат, состоящий из самоходного шасси и навешенных между передними и задними колесами рабочих органов действуют следующие силы:

- сила тяжести агрегата $(m_1+m_2)g$, состоящая из силы тяжести шасси (m_1) и навешенных орудий (m_2) ;
- нормальная реакция, действующая на задние колеса R_3 ;
- нормальная реакция, действующая на передние колеса R_n ;
- сила сопротивления орудия R (представленная в виде двух проекций $R_x R_y$).

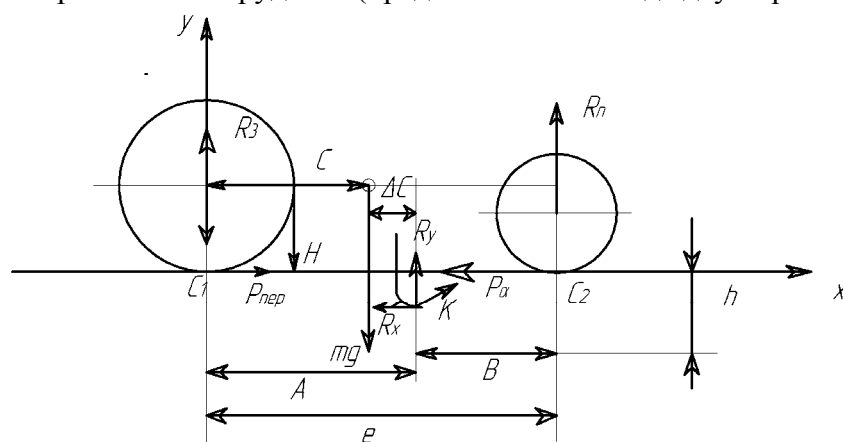


Рисунок 1 - Схема расстановки сил самоходного шасси

Точки приложения сил:

C_0 - центр тяжести агрегата (координаты C и H);

C_1 – точка контакта заднего колеса с почвой;

C_2 – точка контакта переднего колеса с почвой;

K – точка приложения силы сопротивления орудий.

Пусть заданы:

- сила веса $(m_1+m_2)g$;

- сила сопротивления R и ее проекции R_x и R_y

- координаты точек приложения сил и расстояния C , D , A , B , h и ΔC . При этом $(C+D) = (A+B) = L = (C+\Delta C + B)$ где L – продольная база трактора.

Необходимо определить R_3 и R_n .

Неизвестные реакции в точках C_1 и C_2 определим из системы уравнений равновесия – сумме моментов приложенных в точках C_1 и C_2

$$\begin{cases} \sum M_{c_1} = 0 \\ \sum M_{c_2} = 0 \end{cases};$$

$$\begin{cases} -R_3(C+D) + (m_1+m_2)gD + R_nB - R_xh = 0 \\ +R_n(C+D) - (m_1+m_2)gC - R_yA - R_xh = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Определим нормальные реакции на задние и передние колеса:

$$R_3 = \frac{(m_1 + m_2)gD + R_y B - R_{[x]} h}{C + D}; \quad (4)$$

$$R_n = \frac{(m_1 + m_2)gC + R_y A + R_x h}{C + D}. \quad (5)$$

Известно [2], что крюковая мощность зависит от величины значения коэффициента распределения нагрузки между передними и задними колесами λ

$$\lambda = \frac{R_n}{R_3}.$$

Чем меньше значение λ , тем выше значение крюковой мощности. Однако при значении λ меньше 0,15 - 0,20 теряется управляемость передних колес [1]

$$\lambda = \frac{(m_1 + m_2)gC + R_y A + R_x h}{(m_1 + m_2)gD + R_y B - R_x h}. \quad (6)$$

Введем базовые размерности:

L – продольная база шасси;

C – расстояние от точки O_2 до центра тяжести C_0 ;

ΔC - Расстояние по оси X между центром тяжести агрегата и точкой приложения равнодействующей на рабочие органы, m ;

h – расстояние точки приложения равнодействующей на рабочие органы по глубине, m .

$$\begin{cases} A = C + \Delta C \\ D = L - C - \Delta C. \\ D = L - C \end{cases} \quad (7)$$

Основной базовой размерностью является C и H (координаты центра масс) агрегата на самоходном шасси. Для определения вышеуказанных параметров требуется разработать методику определения положения центра масс агрегата на самоходном шасси с навешенными в межосевом пространстве орудиями.

Методика определения координаты центра масс (ЦМА) самоходного шасси с навешенными в межосевом пространстве орудиями.

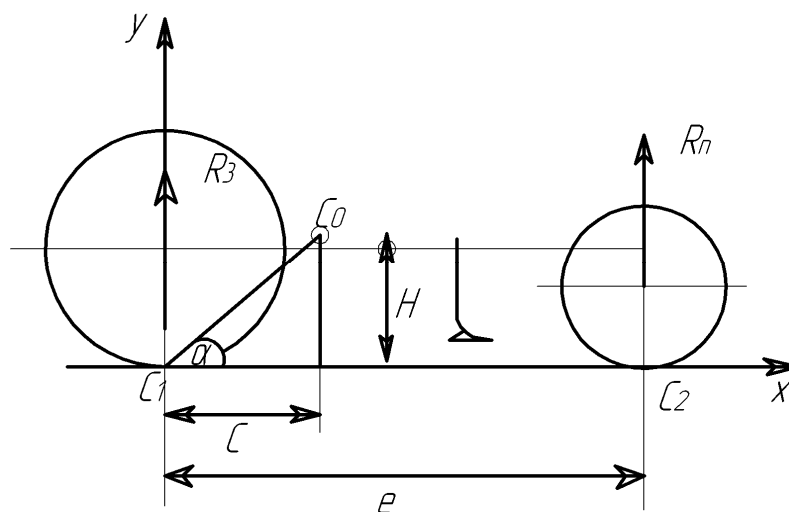


Рисунок 2 - Определение координаты ЦМА

Примем следующий алгоритм определения ЦМА:

- на горизонтальной площадке в точках C_1 и C_2 устанавливаем силоизмерительные приборы;
- устанавливаем самоходное шасси с поднятыми рабочими органами на площадку (стенд), чтобы контакт задних колес с силоизмерительными приборами проходил в точке C_1 , а контакт передних колес с силоизмерительными приборами проходил в точке C_2 ;
- измеряем реакции опор задних колес R_3 и передних R_n ;
- вычисляем координату C_0 по формуле:

$$C_0 = \frac{R_n \cdot L}{(m_1 + m_2)g}, \quad (8)$$

где $(m_1 + m_2)g = R_n + R_3$; кН

L – база трактора, м.

Для определения абсциссы ЦМА введем следующие конструктивные решения:

- установим механизм регулирования и измерения угла наклона площадки;
- разработаем силоизмерительные приборы, определяющие горизонтальную и вертикальную к площадке реакции веса трактора на передние и задние колеса в точках C_1 и C_2 (ортогональные тензосенсоры).

Тогда алгоритм определения абсциссы ЦМА будет иметь следующий вид:

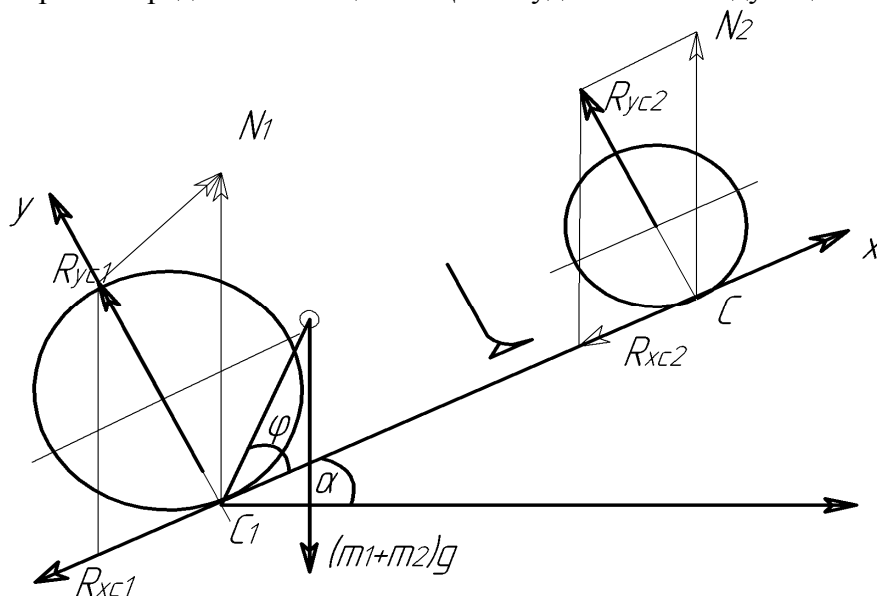


Рисунок 3 - Определение абсциссы ЦМА

- установим самоходное шасси с рабочими органами на измерительную площадку;
- установим угол наклона α измерительной площадки;
- измерим значение сил реакции R_{xc} , R_{yc} , R_{xc2} , R_{yc2} силоизмерительными приборами и определим значения N_1 , N_2

$$\begin{aligned} N_1 &= \sqrt{R_{xc1}^2 + R_{yc1}^2}; \\ N_2 &= \sqrt{R_{xc2}^2 + R_{yc2}^2}; \end{aligned} \quad (9)$$

- уравнение равновесия вокруг точки C_1 примет вид:

$$N_2 L \cdot \cos \alpha = (m_1 + m_2) g \frac{H}{\operatorname{tg}(90 - \alpha - \varphi)}, \quad (10)$$

где $\varphi = \arctg \frac{H}{C}$;

– решение рекуррентного отношения (10) дает искомое по искомому значение абсциссы Н;

– рассчитываем Н при различных значениях α и обрабатываем методами математической статистики.

Затраты энергии на перекачивание самоходного шасси.

Затраты энергии на передвижение энергетических средств зависит от состояния поверхности по которой движется колесные движители и выражается коэффициентом перекачивания f и коэффициентом буксования δ ведущих колес.

Баланс мощности агрегатов выражается как $N_e = N_{кр} + N_f + N_\delta$, поэтому поиск путей уменьшения N_f и N_δ ведет к увеличению $N_{кр}$.

Выводы: При капельном орошении при последующих операциях колеса самоходного шасси движутся в колее. Влажность почвы капельным орошением регулируется только в зоне расположения растений (рабочей зоне), а влажность почвы в колее зависит только и только от атмосферных осадков. Следовательно, становится задача определения коэффициента перекачивания в колее при использовании капельного орошения.

Список литературы

1. Либсис С.Е. Систематизация компоновочных схем с.х. тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-1984.-№2.-С.4-8.
2. Хабрат Н.И., Болотин В.М., Масло И.П. Мостовое шасси: конструкция, расчет и результаты испытаний механизма привода хода// Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 1966.- №4.- С.24-28.
3. Либсис С.Е. Универсально-пропашные самоходные шасси. Теория и расчет .- М.: Машиностроение, 1976. - 216 с.

С. Кушнар'ов

До визначення центру мас овочівного модуля на базі самохідного шасі Т-16

У статті розглянутий вплив розподілу навантаження на передні і задні вісі самохідного шасі на зміну координат центру мас агрегату. Застосування центрального навішування с.-г. орудій (міжосьовий простір) дає можливість значно поліпшити тягово-зчіпні характеристики агрегату за рахунок перерозподілу навантажень між осями трактора.

S. Kushnar'ov

To determination of centre-of-mass vegetable-grower module on the base of self-propelled undercarriage of T-16

In. influence of partition of load on the front and back axes of self-propelled undercarriage is considered the article on the change of co-ordinates of centre-of-mass aggregate. Application of central hinge-plate (interaxle space) is given by possibility considerably to improve hauling are couplings descriptions of aggregate due to the redistribution of loadings between the axes of tractor.

Одержано 03.11.09