

УДК 631.312.4.072.3

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ТРАКТОРА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ С НАВЕСНЫМ ПЛУГОМ

В.Б. Попов¹, Г.Г. Кудренко²¹УО «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь;²Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», г. Гомель, Республика Беларусь

Основная задача механической обработки почвы – создание благоприятных условий для развития культурных растений с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

Рациональная реализация повышенной мощности энергонасыщенных тракторов на современном этапе осуществляется путем создания широкозахватных машин.

Целью работы является определение тяговых усилий плуга и подбор тяговой машины.

Плоская модель МН ПНУ трактора (рис. 1). При расчете ПНУ трактора с навесным плугом весом 0.77кН, определяются координаты подвижных шарниров МН и характерных точек замкнутой кинематической цепи. В частности, координаты оси подвеса МН – П56 определяются по выражениям:

$$X_{56}(S) = X_{05} + L_{56} \cdot \cos(\varphi_5(S)); \quad Y_{56}(S) = Y_{05} + L_{56} \cdot \sin(\varphi_5(S)),$$

где X_{05} , Y_{05} – координаты неподвижного шарнира Π_{05} на раме трактора; φ_i – угол, образуемый соответствующим звеном, в правой декартовой системе координат.

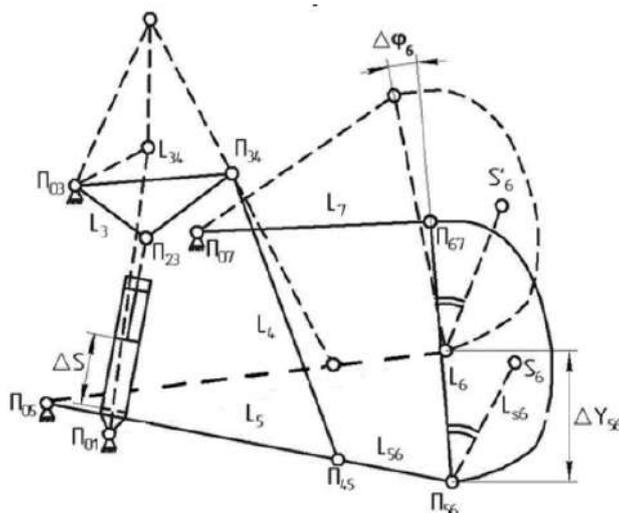


Рис. 1 – Схема механизма навески трактора с указанием координат точек

Координаты характерных точек центра тяжести НМ определяются в соответствии с формулами:

$$\begin{aligned} X_{S6}(S) &= X_{56} + L_{S6} \cdot \cos(\varphi_6(S) + \varphi_{S6}); \\ Y_{S6}(S) &= Y_{56} + L_{S6} \cdot \sin(\varphi_6(S) + \varphi_{S6}), \end{aligned}$$

где L_{S6} и φ_{S6} – характеристики вектора, проведенного от оси подвеса в центр тяжести рабочего орудия [1].

В результате кинематического анализа определяются аналитические выражения для передаточных чисел МН на оси подвеса – $I_m(S)$, для конкретной НМ – $I_{S6}(S)$, а также аналог ее угловой скорости – $\varphi'_6(S)$:

$$I_m(S) = \varphi'_3(S) \cdot U_{53}(S) \cdot L_{S6} \cdot \cos(\varphi_6(S)),$$

где $\varphi'_3(S)$ – аналог угловой скорости звена поворотного рычага; $U_{53}(S)$ – передаточное отношение; L_{S6} , $\varphi_5(S)$ – длина нижней тяги и угол, образуемый ею в правой декартовой системе координат.

$$I_{S6}(S) = \varphi'_3(S) \cdot U_{53}(S) \cdot (L_{S6} \cdot \cos(\varphi_5(S)) + U_{65}(S) \cdot L_{S6} \cdot \cos(\varphi_6(S) + \varphi_{S6})),$$

где L_{S6} , φ_{S6} – вектор, равный расстоянию от оси подвеса до центра тяжести НМ, и угол между ним и НМ, представленной звеном L_6 .

$$\varphi'_6(S) = \varphi'_3(S) \cdot U_{63}(S) = \varphi'_3(S) \cdot U_{53}(S) \cdot U_{65}(S),$$

где $U_{63}(S)$ – передаточное отношение, характеризующее соотношение угловых скоростей звеньев L_{56} и L_6 .

Зная $I_{S6}(S)$, можно, не выполняя силовой анализ МН, определить полезную нагрузку – $F(S)$, приведенную к рабочим гидроцилиндрам МН:

$$F(S) = P_6 \cdot I_{S6}(S)$$

Расчет усилий производят по схеме навесной машины в рабочем положении (рис. 2).

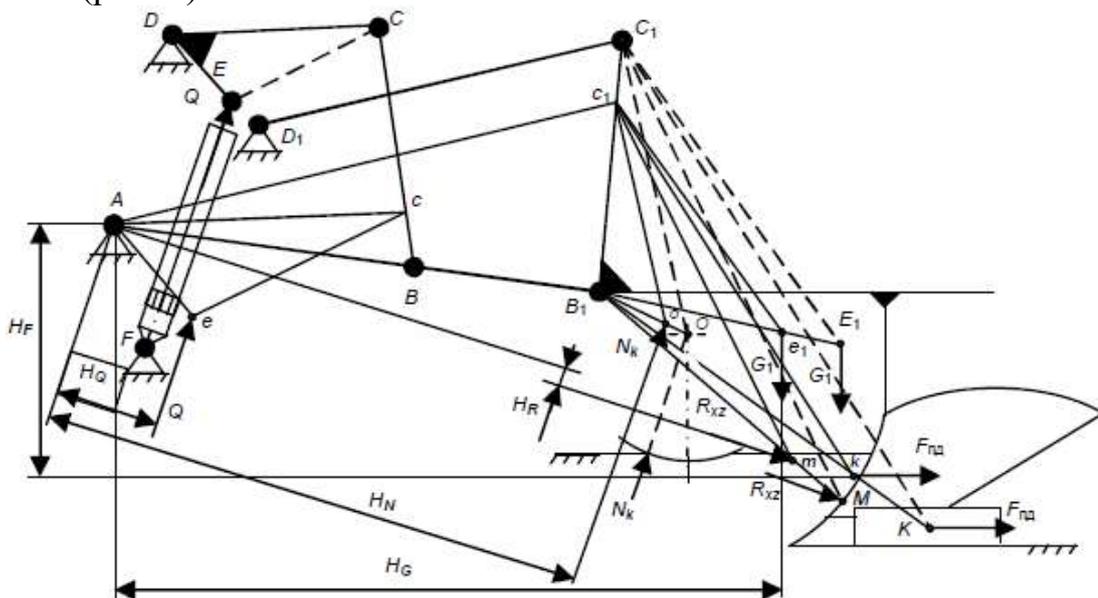


Рис. 2 – Схема к определению усилия подъема навесного плуга (рабочее положение)

Более точным является расчет усилий методом определения передаточных отношений между звеньями. Так как данный способ учитывает не только расстояние между фиксированной точкой и точкой приложения усилия, но и отношения двух звеньев относительно друг друга.

$$U_{BCDC}(S) := \frac{L_{DC} \cdot \sin(\psi5(S) - \psi34(S))}{L_{BC} \cdot \sin(\psi4(S) - \psi5(S))};$$

$$U_{AB_1DE}(S) := \frac{L_{DC} \cdot \sin(\psi34(S) - \psi4(S))}{L_{AB_1} \cdot \sin(\psi5(S) - \psi4(S))};$$

$$U_{AB_1B_1C_1}(S) := \frac{L_{BB_1} \cdot \sin(\psi7(S) - \psi5(S))}{L_{B_1C_1} \cdot \sin(\psi6(S) - \psi7(S))};$$

$$U_{D_1C_1B_1C_1}(S) := \frac{L_{BB_1} \cdot \sin(\psi5(S) - \psi6(S))}{L_{D_1C_1} \cdot \sin(\psi7(S) - \psi6(S))}.$$

Формулы определения передаточных чисел:

- На оси подвеса: $Im(S) := \psi'5(S) \cdot L_{AB_1B_1C_1} \cdot \cos(\psi5(S)).$

- Основное передаточное число:

$$IS(S) := Im(S) + \psi'6(S) \cdot LS6 \cdot \cos(\psi56 + \psi6(S)).$$

Формулы определения грузоподъемности:

$$GS(S) := Pc \cdot \eta \cdot \frac{SS}{IS(S)}, \quad Gm(S) := Pc \cdot \eta \cdot \frac{SS}{Im(S)};$$

где P_c – давление в гидросистеме;

η – КПД подъемно-навесного устройства;

SS – площадь поршня гидроцилиндра со стороны нагнетающей магистрали:

$$SS := \pi \cdot Dc^2 \cdot 0.25;$$

где Dc – диаметр поршня.

Общее тяговое сопротивление плуга (формула В.П. Горячкина) – рациональная формула силы тяги плуга:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 9,8 fm + K_1 abn + \varepsilon abnv^2.$$

Она позволяет определить основные факторы, влияющие на тяговое сопротивление плуга, и направления его снижения. Увеличение массы и скорости движения плуга, неправильная регулировка, нарушение технического состояния и неправильная установка прицепа приводят к росту тягового сопротивления плуга и затрат энергии на вспашку. [3]

В процессе работы тяговое сопротивление плуга, непрерывно изменяется. Поэтому при составлении агрегатов используют среднее его значение, которое определяют измерением тягового усилия при вспашке или расчетом с учетом известного значения удельного сопротивления почвы K_c :

$$P = K_c abn.$$

Вредное сопротивление P_1 для конкретных условий можно принять постоянным и пропорциональным массе плуга:

$$P_1 = 9,8 fm,$$

где f – коэффициент пропорциональности, зависящий от типа почвы и агрофона (для жнивья $f = 0,5$).

Полезное сопротивление можно представить в виде двух составляющих: сопротивления P_2 , возникающего при деформации пласта, и сопротивления P_3 , возникающего при отбрасывании пласта и сообщении ему кинетической энергии.

Сопротивление P_2 пропорционально площади поперечного сечения пласта:

$$P_2 = K_1 abn,$$

где K_1 – коэффициент, характеризующий сопротивление пласта различных деформаций: $K_1 = 20\text{--}50$ кН/м²; a – глубина вспашки, м; b – ширина захвата одного корпуса, м; n – число корпусов.

Сопротивление P_3 пропорционально площади поперечного сечения отбрасываемых пластов и квадрату скорости движения агрегата:

$$P_3 = \varepsilon abnv^2,$$

где ε – коэффициент, учитывающий форму рабочей поверхности корпуса плуга и свойства почвы, Н с²/м⁴; v – скорость движения агрегата, м/с.

Таким образом, при расчете сил действующих на механизм навешивания трактора и усилия действующие на плуг выбирают по общему сопротивлению плуга подбирают марку трактора и соответствующую передачу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М. Наука, ил. 1988 – 590с.
2. Попов В.Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей // Вестник ГГТУ им.П.О. Сухого 2000, №2, с. 25-29.
3. Сельскохозяйственные машины (устройство, работа и основные регулировки): учеб. пособие / В.А. Романенко [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 232 с