

УДК 631.3-52: 631.3.072.2

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ «СИЛЫ НА КРЮКЕ» МОБИЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

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

Работы, связанные с обработкой почвы мобильными энергетическими средствами (МЭС) - тракторами или универсальными энергетическими средствами (рис.1), являются наиболее энергоёмкими тяговыми технологическими операциями. В растениеводстве такой операцией является пахота, представляющая рыхление почвы на глубину 0.20...0.27м с допускаемыми по агротребованиям отклонениями. Важной характеристикой навесного пахотного агрегата является положение мгновенного центра вращения (МЦВ) (рис.1) навесной машины в рабочем режиме [1-3], которое определяют устойчивость хода плуга, характер его заглубления в почву, нагрузку на опорном колесе и перераспределение нагрузки по осям МЭС.

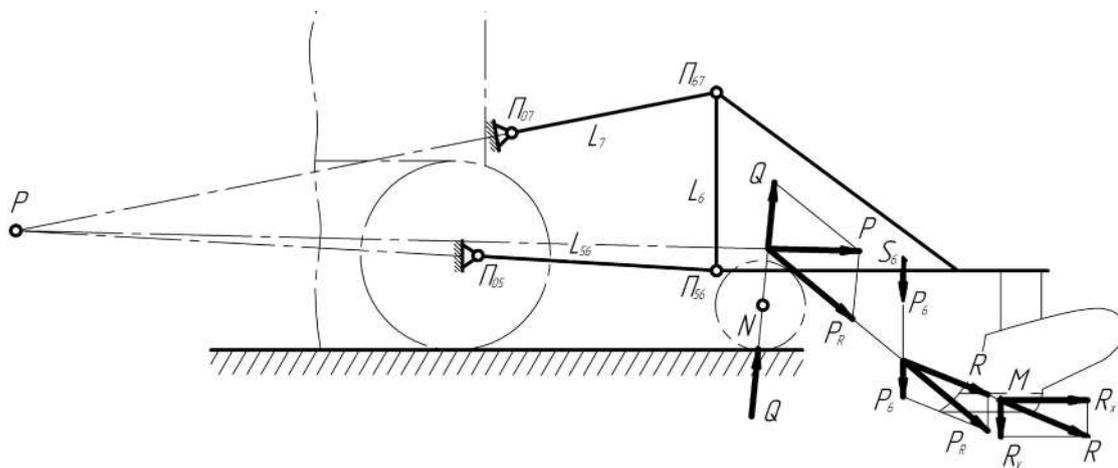


Рис.1 – Схема формирования силы сопротивления плуга

Положение подвижных шарниров Π_{56} и Π_{67} и характерной точки S_6 - центра тяжести плуга, жестко связанной со звеном L_6 определяется в результате выполнения процедуры геометрического анализа кинематической цепи, включающей МН и навесную машину [4].

На навесной плуг (рис.1) действуют: сила тяжести P_6 , приложенная в точке S_6 , сила сопротивления плуга R , приложенная в точке M и сила

реакции на опорном колесе Q , приложенная в точке N его контакта с почвой (рис.1). Реакция на опорное колесо навесного плуга может быть определена из уравнения моментов упомянутых сил относительно МЦВ для чего необходимо определить координаты характерных точек (S_6, N, M)

Определение координат характерных точек плуга рассмотрим на примере характерной точки центра тяжести плуга S_6 . Координаты центра тяжести плуга (рис. 1) относительно точки P определяются для рабочего положения оси подвеса – Π_{56} .

$$\begin{aligned} X_{S_6}(P) &= [X_P] + X_{S_6} + L_{S_6} \cdot \cos(\varphi_6 + \varphi_{S_6}) . \\ Y_{S_6}(P) &= |Y_P| + Y_{S_6} + L_{S_6} \cdot \sin(\varphi_6 + \varphi_{S_6}) \end{aligned}$$

Определение координат точек N и M выполняется методически аналогично.

В результате вертикальная составляющая силы Q рассчитывается по выражению:

$$Q_Y = \frac{P_6 \cdot X_{S_6}(P) + R_Y \cdot X_M(P) - R_X \cdot Y_M(P)}{X_N(P) + \mu \cdot Y_N(P)},$$

где R_X и R_Y – компоненты обобщенного сопротивления рабочих органов плуга.

С учетом потерь на перекачивание опорного колеса, учитываемых горизонтальной составляющей Q_X величина силы Q определяется по выражению:

$$Q = Q_Y \cdot \sqrt{(1 + \mu^2)},$$

Сила P_R , учитывающая совместное действие силы тяжести и обобщенного сопротивления рабочих органов плуга определяется по выражению:

$$P_R = \sqrt{(P_6^2 + R^2 + 2P_6 \cdot R \cdot \sin(\theta))},$$

В результате сила тягового сопротивления движению P определяется из параллелограмма сил (рис.1) по выражению:

$$P = \sqrt{(Q^2 + P_R^2 - 2Q \cdot P_R \cos \beta)}$$

Сила тягового сопротивления P действует под углом α к горизонту, который определяется по выражению:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\varphi_5 - \varphi_7)}{\cos \varphi_5 \cdot \cos \varphi_7} \right]$$

Плечо действия силы тягового сопротивления движению P рассчитывается по выражению:

$$\rho = Y_p \cdot \cos \alpha - (X_p - \mu \cdot r'') \cdot \sin \alpha$$

В ходе проделанной работы были получены аналитические выражения для расчета положения МЦВ навесной машины, однозначно связанные с параметрами МН, что позволяет оперативно оценивать тот или иной вариант МН МЭС на его соответствие техническим требованиям [5,6] при агрегатировании с плугом в рабочем режиме.

Выражения для расчета величины и направление силы сопротивления движению пахотного агрегата и аналитически определенное плечо действия этой силы позволяют в режиме автоматизированного проектирования выполнить многовариантный анализ “силы на крюке” МЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амельченко П.А. Агрегатирование тракторов «Беларусь»: учеб. пособие / П.А. Амельченко, Б.Я. Шнейсер, Н.Г. Шатуня. – Мн.: Ураджай, 1993. – 302 с.
2. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин/ Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1977. – 326с.: ил.
3. Скотников В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля: учебное пособие / В.А. Скотников [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. - 383с., ил.
4. Попов В.Б. Функциональная математическая модель анализа подъемно-навесных устройств мобильных энергетических средств – Механика - 2011: сб. науч. тр. V Белорусского конгресса по теорет. и прикладной механике / Объедин. Ин-т машиностроения НАН Белоруси; редкол.: М.С. Высоцкий [и др.]. Минск, 2011. – т.1. с. 169-176.Справочник по с/х машинам