

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

*В.Б. Попов*

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого*

*e-mail: popov5@list.ru*

Агрегатирование мобильных энергетических средств (МЭС) – тракторов, самоходных шасси, погрузчиков и универсальных энергетических средств (УЭС) с навесными машинами и орудиями осуществляется с помощью подъемно-навесных устройств (ПНУ), состоящих из гидропривода и механизма навески (МН), закрепленного на раме МЭС. Появление в шлейфе навесных машин УЭС тяжелых адаптеров - навесных кормо-, свекло- и зерноуборочных комбайнов весом до 48 кН повысило требования, предъявляемые к грузоподъемности, ПНУ и его основному компоненту - МН (рис.1а). Для большинства отечественных и зарубежных МН его 2D модель, полученная из 3D модели проецированием центров шарниров МН на продольную плоскость симметрии УЭС, это одноподвижный восьмизвенный шарнирно-рычажный механизм (рис.1б). Изыскание резерва грузоподъемности ПНУ может быть обеспечено за счет модернизации МН путем оптимизации его внутренних параметров.

Тяги МН через присоединительный треугольник (рис.1а) связаны с навесной машиной (НМ), принимаемой за выходное звено МН. Рама УЭС, звенья МН и НМ вместе образуют замкнутую кинематическую цепь. Расчет выходных параметров МН проводится на базе его

плоского аналога Изменение входной координаты ( $\Delta S$ ) МН, однозначно связано с изменением его выходных координат ( $\Delta \varphi_6$ ,  $\Delta Y_{S6}$ ,  $\Delta X_{S6}$ ).

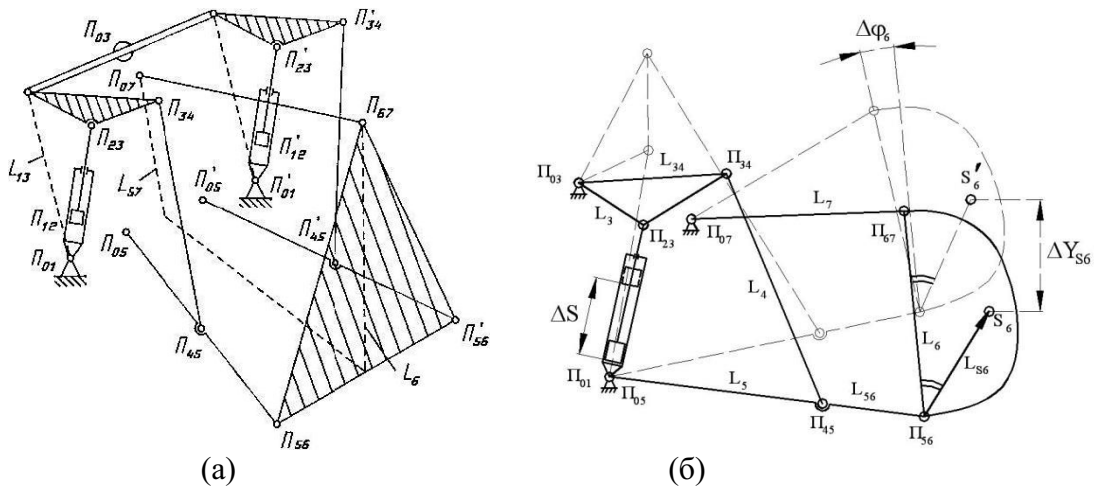


Рис. 1. *a* – 3D модель механизма навески УЭС «Полесье-250», *б* – 2D модель МН (подъем навесной машины)

Геометрический анализ замкнутой кинематической цепи выполнен по методу замкнутых векторных контуров. В результате определены координаты подвижных шарниров МН и характерных точек замкнутой кинематической цепи, например, координаты оси подвеса МН -  $\Pi_{05}$ :

$$X_{S6}(S) = X_{05} + L_{S6} \cdot \cos \varphi_5(S); \quad Y_{S6}(S) = Y_{05} + L_{S6} \cdot \sin \varphi_5(S), \quad (1)$$

где  $X_{05}$ ,  $Y_{05}$  – координаты неподвижного шарнира  $\Pi_{05}$  на раме УЭС;

$\varphi_i$  - угол, образуемый соответствующим звеном, в правой декартовой с. к.

Координаты характерной точки - центра тяжести НМ определяются как

$$X_{S6}(S) = X_{S6}(S) + L_{S6} \cdot \cos[\varphi_6(S) + \varphi_{S6}]; \quad (2)$$

$$Y_{S6}(S) = Y_{S6}(S) + L_{S6} \cdot \sin[\varphi_6(S) + \varphi_{S6}], \quad (3)$$

где  $L_{S6}$  и  $\varphi_{S6}$  - характеристики вектора, проведенного от оси подвеса в центр тяжести рабочего орудия.

Аналитические выражения (1)-(3) представляют собой функции положения звеньев для МН и одновременно необходимы для формирования процедур кинематического и силового анализа.

Полученные в результате кинематического анализа передаточные числа представляют собой аналоги вертикальных скоростей оси подвеса -  $I_M(S)$  и центра тяжести НМ -  $I_{S6}(S)$ , зависящие от внутренних параметров МН:

$$I_M(S) = \varphi_3'(S) \cdot U_{53}(S) \cdot L_{S6} \cdot \cos[\varphi_5(S)]; \quad (4)$$

$$I_{S6}(S) = \varphi_3'(S) \cdot U_{53}(S) \cdot \{L_{S6} \cdot \cos[\varphi_5(S)] + U_{65}(S) \cdot L_{S6} \cdot \cos[\varphi_6(S) + \varphi_{S6}]\}, \quad (5)$$

где  $\varphi_3(S)$  - аналог угловой скорости подъемного рычага;

$U_{53}(S)$ ,  $U_{65}(S)$  - передаточные отношения, связывающее угловые скорости звеньев.

Сила, развиваемая на штоке гидроцилиндра МН зависит от давления в его напорной полости  $p_{2ц}$ , площади поршня  $F_n$  и приведенных к штоку сил трения  $F_{mp}^{np}(S^\circ)$  и инерции  $F_{un}^{np}(S^\circ)$ :

$$F_{ум} = p_{зц} \cdot F_n - [F_{мп}^{np}(S) + F_{ин}^{np}(S)]. \quad (6)$$

Понятие грузоподъемности ПНУ УЭС здесь вводится по аналогии с грузоподъемностью ПНУ трактора и определяется весом поднимаемой НМ при максимально развиваемой силе ( $F_{ум}^{max}$ ) на штоке гидроцилиндра МН:

$$G_S = \frac{p_{зц}^{max} \cdot F_n - [F_{мп}^{np}(S^\circ) + F_{ин}^{np}(S^\circ)]}{I_{S6}(S^\circ)}. \quad (7)$$

где  $S^\circ$  - значение обобщенной координаты соответствующее максимальному значению передаточного числа МН.

Анализ выражения (7) показывает, что грузоподъемность ПНУ это его интегральный показатель, определяющийся параметрами как гидропривода, так и механизма навески, а также, как это следует из определения приведенных сил трения и инерции весом и расположением центра тяжести НМ.

Из выражения (7) следует, что для повышения запаса грузоподъемности ПНУ за счет внутренних параметров МН следует уменьшать максимальное значение передаточного числа  $I_{S6}(S)$ , величина которого связана с расположением центра тяжести конкретной НМ. Одновременно, как это следует из выражения (5), рекомендуется уменьшать и передаточное число на оси подвеса  $I_M(S)$ , зависящее только от внутренних параметров МН.