

УДК 621.869.4: 658

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА И ПОВОРОТА ТРАВЕРСЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

В.Б. Попов, П.В. Авраменко

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Фронтальные погрузчики по компоновке механизмов агрегатирования с рабочим орудием (машиной) незначительно отличаются друг от друга. Проектирование и модернизация механизма подъема стрелы (МПС) и механизма поворота траверсы (МПТ) для соответствующих мобильных агрегатов носит автоматизированный характер и базируется на математическом моделировании их рабочих функций.

Упомянутые механизмы представляют основные структурные компоненты подъемно-навесного устройства (ПНУ), причем их структура и параметры определяют характер взаимодействия фронтального погрузчика с монтируемым на траверсе рабочим орудием и качество выполнения рабочих операций. Другой структурный компонент ПНУ - силовые гидроцилиндры, входящие в состав гидропривода приводят в движение расположенные симметрично относительно продольной плоскости симметрии погрузчика МПС и МПТ.

Для понижения порядка функциональной математической модели (ФММ), без ущерба для существования решаемой задачи, анализируются плоские механизмы. Известно, что плоский аналог механизма из пространственной геометрической модели получают проецированием его характерных точек (центров шарниров) на продольную плоскость симметрии погрузчика. В результате структурного анализа замкнутых кинематических цепей по методике, изложенной в [1] получим четырех- (МПС) и шестизвенный (МПТ) механизмы, изменение обобщенных координат которых однозначно связано с положением рабочего орудия (ковша) относительно корпуса самого фронтального погрузчика. Для упомянутой структуры механизмов были разработаны ФММ для их геометрического, кинематического и силового анализа.

ФММ геометрического, кинематического и силового анализа представляются алгебраическими зависимостями и системами уравнений, описывающими установившийся режим подъема ковша. Геометрический и кинематический анализ МПС и МПТ выполнялись по методу замкнутых векторных контуров [1]. Геометрический анализ выполнялся, исходя из предположения о несжимаемости рабочей жидкости в ГЦ и абсолютной жесткости звеньев механизмов в правой декартовой системе координат.

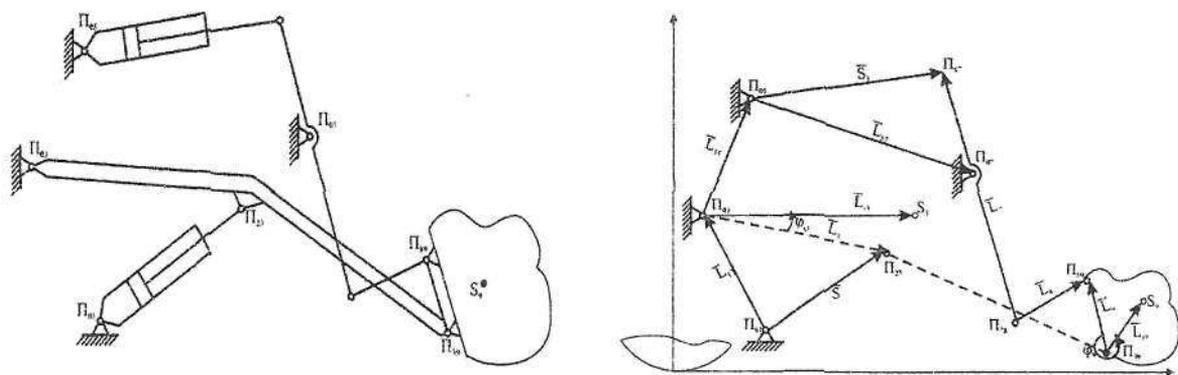


Рис. 1. МПС и МПТ и векторная интерпретация их работы

В результате геометрического анализа определяются: координаты центра тяжести и оси подвеса стрелы, её максимальная высота подъема и вылет, а также угол поворота траверсы. В результате кинематического анализа были получены аналитические выражения для аналогов угловых скоростей звеньев механизмов и их передаточных чисел (ПЧ) [2], а также для грузоподъемности ПНУ:

$$I_{09}(S) = \varphi'_3(S) \cdot L_{39} \cdot \cos(\varphi_{39}(S))$$

где $\varphi'_3(S)$ - аналог угловой скорости стрелы; $I_{09}(S)$ – аналог вертикальной скорости (ПЧ) оси подвеса стрелы; S - обобщенная координата МПС.

Из анализа приведенных выражений следует, что ПЧ полностью зависит от внутренних параметров механизма. Приведенная к ГЦ полезная нагрузка определяется как произведение соответствующего веса (P) на ПЧ.

Силовой анализ выполнялся по группам Ассур в обратном порядке с учетом веса стрелы и рабочего орудия, вес других звеньев и их инерция не учитывались. Расчет приведенной к штоку ГЦ МПС силы трения выполнялся, считая ее равной отношению от деления суммы мгновенных мощностей трения, затрачиваемых в шарнирах МПС на \dot{S} плюс трение манжеты поршня о гильзу ГЦ (F_{mrc}):

$$F_{mp}^{np}(S) = F_{mrc} + r \cdot f_m \cdot [R_{01}(S) \cdot \varphi'_{12}(S) + R_{23}(S) \cdot (\varphi'_{12}(S) + \varphi'_3(S)) + R_{03}(S) \cdot \varphi'_3(S)]$$

где r - радиус шарниров МПС; f_m - коэффициент трения металла о металл (пальца шарнира о его втулку); $R_y(S)$ - сила реакции в шарнире.

Литература

1. Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов.- М.: Наука, 1988.- 640с.
2. Попов В.Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей // Вестник ГГТУ им.П.О. Сухого 2000, №2, сс. 25-29.