

УДК 629.114.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА СТРЕЛЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

**В.Б. Попов, Д.Г. Кудренко**

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им.П.О.Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

В статье представлено формализованное описание процесса перевода навесного оборудования фронтального погрузчика (ФП) (рис.1) из рабочего в транспортное положение, выполняемое посредством механизма подъема стрелы (МПС). Описание включает процедуры геометрического, кинематического и силового необходимые для определения грузоподъемности МПС. По результатам расчета выходных параметров МПС делается заключение о запасе его грузоподъемности.



Рис.1 – Погрузчик фронтальный одноковшовый АМКОДОР 342В

ФММ геометрического и кинематического анализа представляются алгебраическими зависимостями и системами уравнений, описывающими установившийся режим подъема ковша. Геометрический и кинематический анализ МПС и МПК выполнялись по методу замкнутых векторных контуров [1]. Геометрический анализ (рис.2) выполнялся, исходя из предположения о несжимаемости рабочей жидкости в ГЦ и абсолютной жесткости звеньев механизмов в правой декартовой системе координат [2].

$$\varphi_3 = \arcsin \left[ \frac{s^2 - (I_{13}^2 + I_3^2)}{2 \cdot I_{13} \cdot I_3} \right] - \arctg \left[ \frac{x_{03} - x_{01}}{y_{03} - y_{01}} \right]$$

$$x_{23} = x_{03} + l_3 \cdot \cos \varphi_3 \quad y_{23} = y_{03} + l_3 \cdot \sin \varphi_3$$

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 аналога угловой скорости стрелы и его передаточное число (ПЧ) [3]:

$$\varphi_3'(s) = \frac{2 \cdot s}{\sqrt{4 \cdot l_{13}^2 \cdot l_3^2 - [s^2 - (l_{13}^2 + l_3^2)]^2}}$$

$$I_{S3}(s) = \varphi_3'(s) \cdot l_{S3} \cdot \cos[\varphi_3(s) + \Delta\varphi_1] \quad (1)$$

где  $\varphi_3'(S)$ - аналог угловой скорости стрелы;  $I_{S3}(S)$  – аналог вертикальной скорости (ПЧ) оси подвеса стрелы;  $S$  - обобщенная координата МПС.

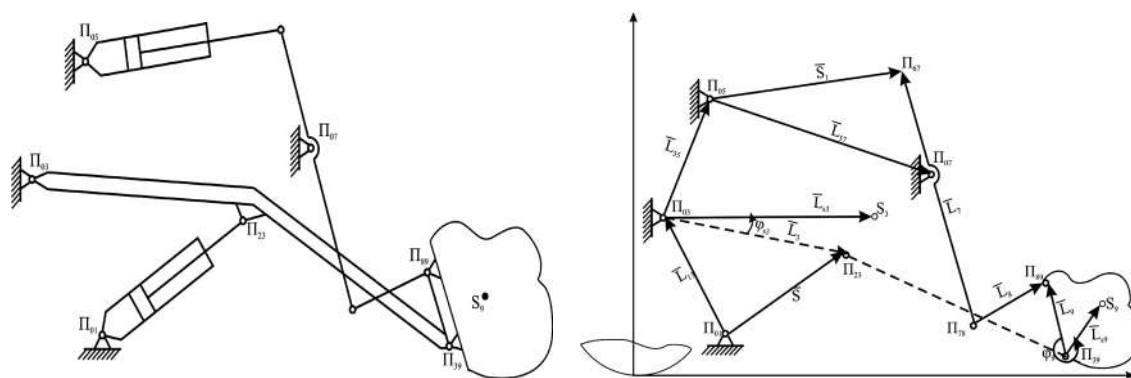


Рис. 2 – МПС и МПК и векторная интерпретация их работы

Возможность навешивания рабочих орудий (РО) и машин на МПС ФП определяется грузоподъемностью МПС, управляемостью колесного ФП с РО в транспортном положении, а также грузоподъемности шин.

Грузоподъемность МПС определяется весом поднимаемого навесного оборудования (рабочего орудия или навесной машины) при максимально допустимой величине усилия на штоке силового цилиндра  $F_{щц}^{max}$ , которое, в свою очередь, зависит от максимально допустимого давления в нагнетающей магистрали гидропривода.

Таким образом, вес поднимаемого стрелой груза и усилие на штоке ГЦ связаны соотношением

$$P = \frac{F_{щц}^{max}}{I_{S3}} \quad (2)$$

где  $P$  – вес поднимаемого груза (например, ковша);  $I_{S3}$  – передаточное число механизма подъема стрелы

Вышеприведенная формула приближенная, поскольку не учитывает влияния инерционных сил, возникающих в момент отрыва груза (РО) от опорной поверхности, массы стрелы МПС и сил трения в шарнирах его звеньев.

В технических характеристиках фронтальных погрузчиков, как правило, указывается осредненная грузоподъемность, приведенная или к оси подвеса, или к какому-то определенному расстоянию от нее.

Ниже приведена уточненная формула для определения грузоподъемности МПС, независимо от расположения центра тяжести РО:

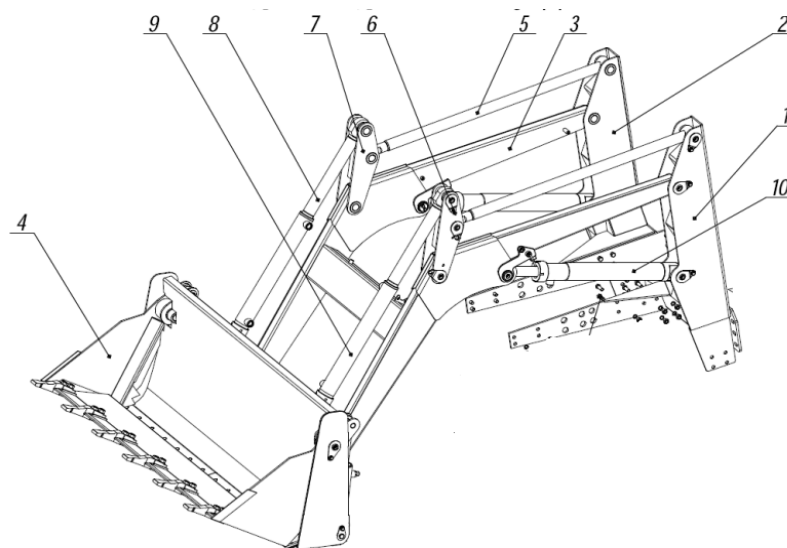
$$G_{S3}(s) = \frac{2 \cdot p_{\text{ци}}^{\text{max}} \cdot F_{\text{ци}} \cdot \eta_{\Sigma}}{\left[ I_{S3}(s) \cdot \frac{m_{\text{cmp}}}{m_{\text{po}}} \right]} \quad (3)$$

Она позволяет определить грузоподъемность как собственно ФП, так и ФП сформированных на базе колесных тракторов (рис.3).

Грузоподъемность оценивается по минимальному значению  $G_{S3}(s)$ , что соответствует максимальному значению знаменателя из формулы (3).

Запас грузоподъемности определяется в соответствии с выражением

$$\Delta G_{S3} = \frac{G_{S3}^{\text{min}} - P_3}{P_3} \cdot 100\% \quad (4)$$



1, 2 – портал; 3 – стрела; 4 – ковш; 5 – тяга; 6, 7 – рычаги;  
8, 9 – гидроцилиндры механизма поворота ковша; 10 – гидроцилиндр МПС

Рис. 3 – Погрузочное оборудование, размещаемое на колесном тракторе

Необходимо отметить, что приведенная методика определения грузоподъемности МПС позволяет оценить возможность агрегатирования в энергетическом аспекте любого навесного рабочего орудия или машины с любой другой моделью ФП, имеющего идентичное по структуре МПС.

Разработанная ФММ может быть использована в качестве базового модуля при параметрической оптимизации как данного, так и идентичных по структуре МПС на ранних стадиях их проектирования.

#### Литература

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский - М.: Машиностроение 1988. С. – 640
2. Озол О.Г. Теория механизмов и машин. пер. с латыш./ под ред. С.Н. Кожевникова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы 1984. С. – 432
3. Попов В.Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функции механизмов навески энергоносителей / В.Б. Попов // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого – 2000. – №2 – С. 25–29.