

УДК 658.512.011

АНАЛИЗ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МАЛОГАБАРИТНОГО
ПОГРУЗЧИКА «АМКОДОР 211»

В.Б. ПОПОВ

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им.П.О.Сухого»

Гомель, Беларусь

Проектируемые зарубежными фирмами малогабаритные погрузчики успешно механизмируют ручной труд в условиях ограниченного пространства: на строительных площадках, внутри складских помещений, а также когда использование специальной техники нецелесообразно. Разработанный ОАО «Амкодор» малогабаритный погрузчик с бортовым поворотом «Амкодор 211» и с набором машин и орудий относится к вышеупомянутым малогабаритным погрузчикам. Он предназначен для механизации небольших по объёму работ, выполняемых как в обычных, так и в стесненных условиях работы: погрузочно-разгрузочных, по очистке и обустройству территории, прокладке коммуникаций, посадке зеленых насаждений и уходу за ними, ремонту дорог и зданий.

Постоянно изменяемая номенклатура сменного рабочего оборудования при агрегатировании с погрузчиком конкретного рабочего орудия, часто требует анализа возможности его подъема и обеспечения при этом управляемости мобильного агрегата.

Возможность агрегатирования «Амкодор 211» с навесными машинами и орудиями, как отечественного, так и импортного производства, определяется грузоподъемностью его подъемно-навесного устройства (ПНУ). ПНУ погрузчика состоит из нерегулируемого объемного гидропривода, гидроцилиндры которого двигают, расположенные симметрично относительно продольной плоскости симметрии погрузчика, механизмы подъема стрелы (МПС) и поворота траверсы (МПТ), на которой жестко крепится рабочая машина или орудие.

Структурный анализ механизмов показывает, что в проекции на продольную плоскость симметрии погрузчика МПС представляет собой одноподвижный четырехзвенник со средней поступательной парой. Справа и слева на стреле шарнирно закреплены два МПТ, включающие два гидроцилиндра, соединенные одним концом со стрелой, а другим непосредственно с траверсой. На плоскости МПТ идентифицируется одноподвижный четырехзвенник. Гидропривод ПНУ, связанный с МПС или МПТ через силовой гидроцилиндр, состоит из: шестеренного гидронасоса, трехпозиционного гидрораспределителя, силового одностороннего гидроцилиндра, фильтра,

бака, предохранительного клапана, регулируемого дросселя и гидромагистрали. Регулируемый дроссель в сливной магистрали обеспечивает ограничение скорости движения поршня в гидроцилиндре, и соответственно, скорость опускания навесного рабочего орудия.

Математическая модель гидропривода ПНУ с переменной нагрузкой на силовых гидроцилиндрах представляет собой систему дифференциальных уравнений, решение которой определяет закон движения поршня. Для большей части времени подъема навесного рабочего орудия характерен установившийся режим подъема стрелы. Грузоподъемность ПНУ при этом пропорциональна величине установившегося давления в гидроцилиндре МПС со стороны нагнетающей магистрали. Влияние МПС и МПТ на изменение координат центра тяжести рабочего орудия связано с изменением независимых друг от друга двух обобщенных координат. Причем первая изменяет положение оси подвеса стрелы относительно корпуса погрузчика, а вторая – положение траверсы относительно оси подвеса стрелы. Достаточно часто, в приведенной к штоку гидроцилиндра нагрузке, не учитывают возникающие в момент начала подъема силы инерции. Анализ процесса подъема показывает, что для ПНУ погрузчика, с одной стороны, невозможно пренебречь массой стрелы, а с другой – можно не учитывать силы инерции звеньев МПС и МПТ вследствие относительной краткости переходного процесса в нагруженном гидроприводе и относительной тихоходности МПС. С учетом принятых допущений, получим уравнение установившегося движения нагруженного поршня силового гидроцилиндра:

$$m_{\text{ор}} \cdot g \cdot I_{S_9} + m_{\text{стр}} \cdot g \cdot I_{S_3} = 2 \cdot F_{\text{п}}^{\text{max}} \cdot \eta_{\text{пн}} \quad (1)$$

где $m_{\text{ор}}, m_{\text{стр}}$ – массы рабочего органа и стрелы; I_{S_9}, I_{S_3} – аналоги вертикальной скорости характерных точек – центров тяжести рабочего орудия и стрелы ПНУ.

КПД ($\eta_{\text{пн}}$) МПС при этом считается заданным. Поскольку аналоги вертикальных скоростей характерных точек изменяются в зависимости от текущего положения звеньев МПС и МПТ, то и грузоподъемность ПНУ – $G(S, S_8)$ в диапазоне изменения обобщенных координат (S, S_8), как это следует из уравнения (1), будет величиной переменной:

$$G(S, S_8) = \frac{2 \cdot P_{\text{п}}^{\text{max}} \cdot F_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{МПС}}}{g \cdot \left[I_{S_9}(S, S_8) + I_{S_3}(S) \cdot \frac{m_{\text{стр}}}{m_{\text{ор}}} \right]} \quad (2)$$

В положении наибольшего удаления центра тяжести рабочего орудия от оси заднего моста - $X_{S_9}^{\text{max}}$ опрокидывающий момент, создаваемый весом рабочего орудия, приобретает максимальное значение. По аналогии с машинно-тракторным агрегатом принято, что для эффективного управления движением мобильного агрегата часть его веса, приходящаяся на задний

(управляемый) мост, должна составлять не менее 20 %. Составив уравнение моментов сил, действующих относительно опорного колеса, и разрешив его относительно реакции на управляемом колесе $-R_b$, вместе с упомянутым выше ограничением, получим систему, состоящую из уравнения и неравенства:

$$\begin{cases} R_b = \frac{P_f \cdot (L - b) - P_{st} \cdot (X_{st}^{max} - L)}{L}, \\ R_b \geq 0,2 \cdot (P_f + P_{st}) \end{cases}, \quad (3)$$

где P_f, P_{st} – вес погрузчика и рабочего орудия; L – база погрузчика; b – расстояние от центра тяжести погрузчика до моста управляемых колес.

В результате решения системы, получим условие управляемости агрегата, налагающее ограничение на массу навешиваемого рабочего орудия:

$$m_{ro} \leq \frac{P_n \cdot (4L - 5b)}{g \cdot (5X_{st}^{max} - 4L)}. \quad (4)$$

Следует отметить тот факт, что рабочее орудие, имеющее с позиций грузоподъемности ПНУ относительно небольшую массу, в процессе подъема может нарушить управляемость мобильного агрегата. Навесоспособность мобильного агрегата всегда меньше грузоподъемности ПНУ, поскольку она ограничивается требованием управляемости мобильного агрегата.

Грузоподъемность малогабаритного погрузчика определяется: параметрами гидропривода ПНУ; величиной аналогов вертикальных скоростей характерных точек МПС и МПТ; массово-геометрическими параметрами мобильного агрегата и его развесовкой.

В результате можно констатировать, что грузоподъемность малогабаритного погрузчика «Амкодор 211» определяется грузоподъемностью ПНУ и ограничивается управляемостью мобильного агрегата.