

## ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИВОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ДИНАМИКУ ГИДРОПРИВОДА ЛЕСОПОГРУЗЧИКА

Мандраков Е.А.

научный руководитель канд. техн. наук Никитин А.А.

Сибирский федеральный университет

Динамическая математическая модель движения стрелы и поворотного основания челюстного лесопогрузчика перекидного типа ЛТ-188, позволяет на стадии проектирования определить влияние различных факторов на характер движения навесного оборудования, а также выбрать оптимальные значения параметров привода.

При подъеме груза из положения набора в положение разгрузки на первой половине траектории движения груза вращающий момент гидроцилиндров подъема стрелы больше суммарного момента сил тяжести, приложенных к стреле, челюсти с грузом, гидроцилиндрам челюсти и стрелы относительно шарнира А основания, а вращающий момент гидроцилиндров поворота основания со стрелой меньше суммарного момента сил тяжести, приложенных к поворотному основанию, стреле, челюсти с грузом, гидроцилиндрам челюсти, стрелы и поворотного основания относительно шарнира D рамы, закрепленной на базовой машине. Поэтому сначала происходит подъем стрелы, относительно точки А, а затем поворот основания вместе со стрелой, относительно точки D (рис. 1).

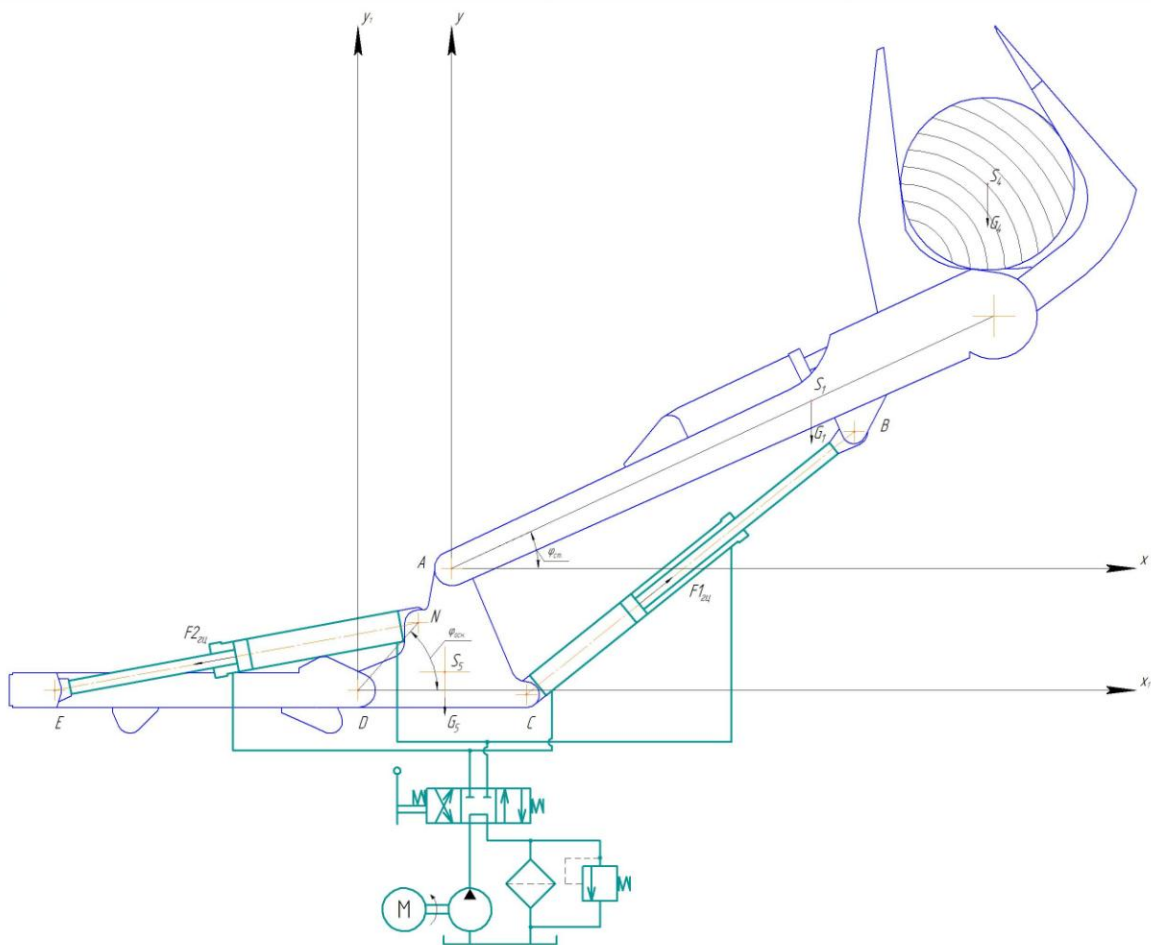


Рис. 1. Модель стрелы и поворотного основания челюстного лесопогрузчика перекидного типа ЛТ-188.

Для расчета математической модели на ЭВМ ее нужно записать в форме Коши:

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi_{см.}}{dt} &= \omega_{см.} \\ \frac{d\omega_{см.}}{dt} &= \frac{1}{J_{пр.см.}} \cdot \left( M_{ГЦ.см.} - M_{Gсм.} - \frac{\omega_{см.}^2}{2} \cdot \frac{dJ_{пр.см.}}{d\varphi_{см.}} \right) \\ \frac{dp_{1см.}}{dt} &= \frac{E_{ж1}}{W_{1см.} + 2 \cdot S_{1см.} \cdot y_{н.см.}} \cdot \left( Q_0 - Q_{у.см.} - Q_{к.см.} - Q_{1см.} \right) \\ \frac{dp_{2см.}}{dt} &= \frac{E_{ж2}}{W_{2см.} - 2 \cdot S_{2см.} \cdot y_{н.см.}} \cdot \left( Q_{2см.} - Q_{сл.см.} \right) \\ \frac{d\varphi_{осн.}}{dt} &= \omega_{осн.} \\ \frac{d\omega_{осн.}}{dt} &= \frac{1}{J_{пр.осн.}} \cdot \left( M_{ГЦ.осн.} - M_{Gосн.} - \frac{\omega_{осн.}^2}{2} \cdot \frac{dJ_{пр.осн.}}{d\varphi_{осн.}} \right) \\ \frac{dp_{1осн.}}{dt} &= \frac{E_{ж1}}{W_{1осн.} + 2 \cdot S_{1осн.} \cdot y_{н.осн.}} \cdot \left( Q_0 - Q_{у.осн.} - Q_{к.осн.} - Q_{1осн.} \right) \\ \frac{dp_{2осн.}}{dt} &= \frac{E_{ж2}}{W_{2осн.} - 2 \cdot S_{2осн.} \cdot y_{н.осн.}} \cdot \left( Q_{2осн.} - Q_{сл.осн.} \right) \end{aligned}$$

Полученная математическая модель позволяет исследовать влияние характеристики приводного двигателя на динамику гидропривода лесопогрузчика.

Уравнение баланса моментов на валу двигателя запишем в виде:

$$M_{дв} - M_n = J \frac{d\omega}{dt}$$

Так как момент инерции большой, а изменение угловой скорости мало, то вместо уравнения динамики можно использовать статическую характеристику двигателя:

$$M_{дв} = M_{дв.ном} + \frac{M_{дв.мах} - M_{дв.ном}}{\omega_{Мдв.ном} - \omega_{Мдв.мах}} (\omega_{дв.ном} - \omega_{дв.мах})$$

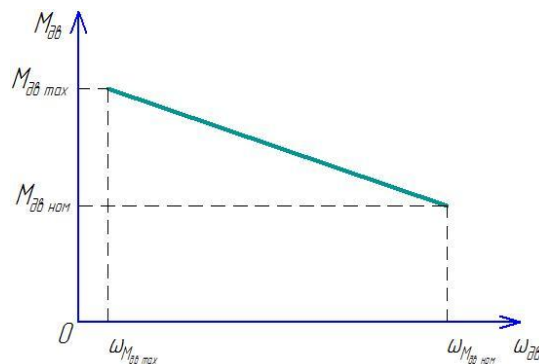


Рис. 2. Зависимость крутящего момента на валу двигателя от угловой скорости:

$M_{дв.мах}$  - максимальный крутящий момент на валу двигателя,  $M_{дв.ном}$  - номинальный крутящий момент на валу двигателя,  $\omega_{Мдв.мах}$  - угловая скорость при максимальном моменте на валу двигателя,  $\omega_{Мдв.ном}$  - угловая скорость при номинальном моменте на валу двигателя.

Крутящий момент на валу насоса является нагрузкой для двигателя. Изменение давления приводит к изменению момента на валу насоса, что приводит к изменению угловой скорости вала двигателя:

$$M_n = \frac{q \cdot \Phi_n - P_{сл}}{2 \cdot \pi \cdot \eta_e}$$

При передаточном числе  $i=1$  угловая скорость вала насоса равна угловой скорости вала приводящего двигателя:

$$\omega_n = \omega_{дв}$$

$$M_n = M_{дв}$$

Для исследования влияния характеристик приводного двигателя, сравним две модели: с постоянной угловой скоростью вала двигателя и насоса соответственно

$$\omega_n = \omega_{дв} = const$$

$$M_n = M_{дв} = const$$

и переменной

$$\omega_n = \omega_{дв} = var$$

$$M_n = M_{дв} = var$$

Так как угловая скорость вала насоса зависит, от угловой скорости вала двигателя, то и подача насоса тоже будет зависеть от них:

- постоянная подача насоса

$$\omega_n = \omega_{дв} = const$$

$$Q_0 = const$$

- переменная подача насоса

$$\omega_n = \omega_{дв} = f(\Phi_n)$$

$$Q_0 = f(\Phi_n)$$

Давление на выходе из насоса зависит от давления в гидроцилиндрах и потерь в гидролиниях между насосом и гидроцилиндрами, которые в свою очередь зависят от угла и скорости поднятия стрелы и поворота основания. Изменение давления приводит к изменению угловой скорости вала насоса и подачи соответственно. Для определения расхода через переливной клапан используется его статическая характеристика

На рис. 3 приведены результаты расчетов движения стрелы и поворотного основания, выполненные при постоянной угловой скорости вращения вала насоса и переменной. Из рис. 3 видно, что закон изменения угловой скорости вала насоса существенно влияет на изменение параметров:

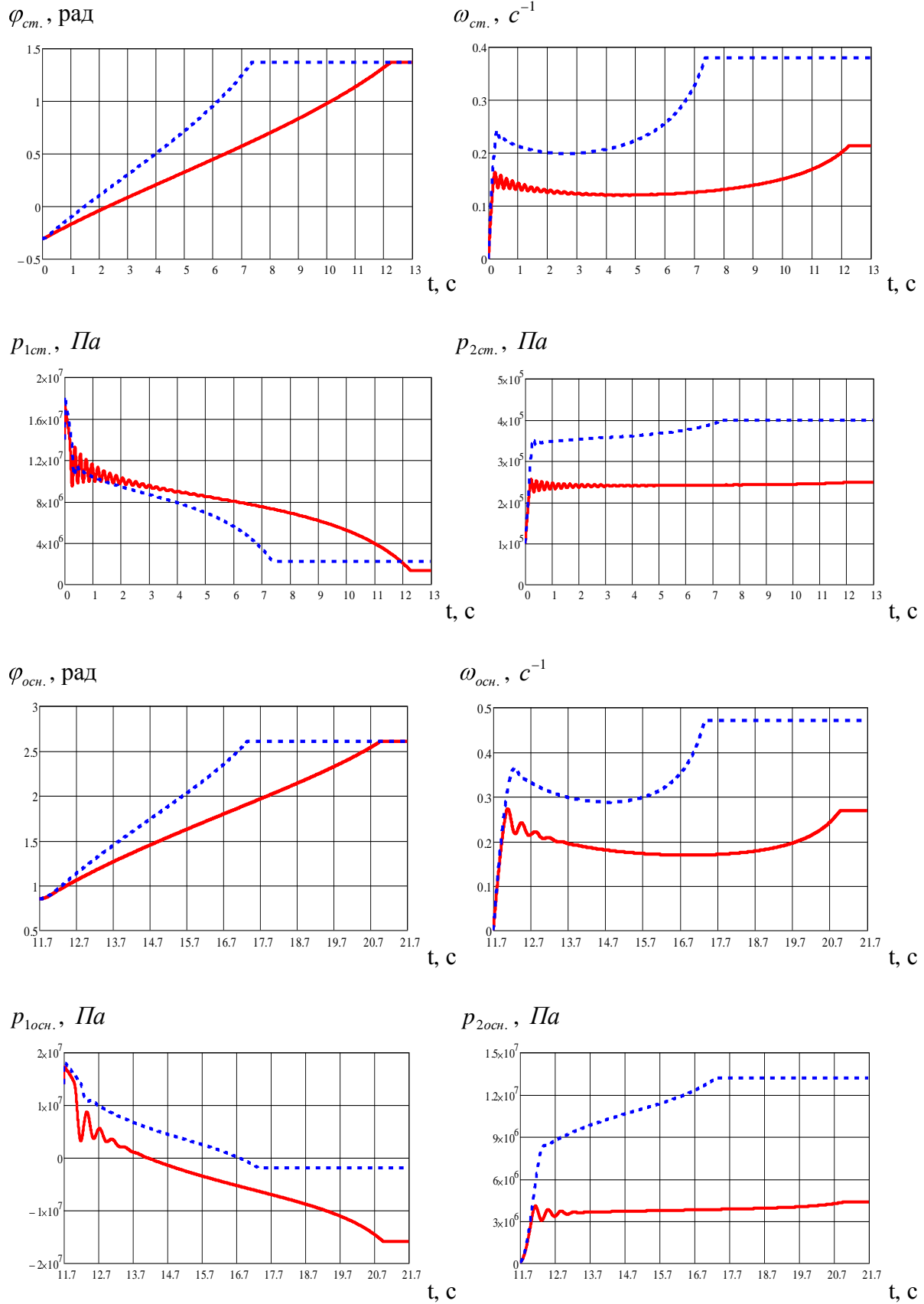
- графики изменения угла подъема стрелы и поворота основания, как и при постоянной угловой скорости вала приводного двигателя, также возрастают почти по линейному закону, но имеют более крутую зависимость.

- угловая скорость движения стрелы и основания имеет большие значения, чем их значения без учета переменной угловой скорости вращения вала двигателя.

- давление в напорных полостях гидроцилиндров подъема стрелы меньше, а в напорных полостях поворота основания больше, чем их значения при постоянной угловой скорости вала приводного двигателя.

- давление в сливных полостях гидроцилиндров подъема стрелы и поворота основания имеет большие значения, чем без учета переменной угловой скорости вращения вала двигателя.

На основании полученных результатов можно сделать вывод: при исследовании движения стрелы и поворотного основания в математической модели необходимо учитывать изменение угловой скорости вала приводного двигателя.



— - постоянная угловая скорость вращения вала двигателя;  
 - - - переменная угловая скорость вращения вала двигателя.

Рис. 3. Влияние характеристики приводного двигателя на динамику гидропривода лесопогрузчика.