

УДК 631.171:636

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОВОРОТУ ГРЕЙФЕРНОГО ЗАХВАТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ГІДРОМАНІПУЛЯТОРІВ

Перцов Д.О., 45 ПМ.,

Крилов В.В, к.т.н.,

Коломієць С.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Навантажувально-розвантажувальні роботи міцно пов'язані з вирощуванням сільськогосподарських культур і збиранням врожаю. Відсутність відповідних механізмів для навантажувально-розвантажувальних робіт призводить до непродуктивних простоїв транспорту, великих затрат ручної праці і збільшення витрат на виробництво продукції. На сьогоднішній день широке застосування на навантажувально-розвантажувальних роботах сільськогосподарського виробництва знаходять гідроманіпулятори, головним елементом яких є грейфер з механізмом повороту відносно вертикальної осі.

Гідравлічний привод гідроманіпулятора являє собою складну динамічну систему, у якій виявляються як лінійні, так і нелінійні фактори, завдяки чому диференціальні рівняння руху гідравлічного привода є у загальному вигляді нелінійними і для спрощення динамічних досліджень виконаємо лінеаризацію цих рівнянь [2].

Робота гідропривода може бути охарактеризована рівняннями руху і рівнянням розходу.

J_1 – приведений момент інерції частин механізму повороту, що обертаються, і робочої рідини;

J_2 - приведений момент інерції розвертаємого вантажу і грейфера;

φ_2 – приведений кут повороту грейфера з вантажем;

φ_1 – приведений кут повороту вала механізму повороту;

c_α – жорсткість гідропривода та карданного підвісу, приведена до вала механізму повороту;

$\dot{\varphi}_1$ – кутова швидкість повороту вала ротора;

$M_{\text{аер}}$ – приведений аеродинамічний момент опору;

M_c – приведений момент статичних опорів;

$M_{\text{дв}}$ – рушійний момент ротатора;

$q_{\text{дв}}, q_{\text{нс}}$ – робочі об'єми ротатора і гідронасоса;

n – кількість обертів за хвилину вала гідронасоса;

σ – коефіцієнт витоків нагнітального трубопроводу;
 β – приведений коефіцієнт відносної об'ємної деформації гідросистеми;

w – об'єм порожнин гідросистеми, що знаходяться під тиском;

ρ_n – тиск нагнітання.

При нульовому значенні тиску у зливній магістралі ротора

$$M_{дв} = u\rho_n, \quad (2)$$

де

$$u = \frac{b}{8}(D^2 - d^2),$$

де b – ширина пластини ротора;

D і d – діаметри циліндра ротора і ротора, відповідно.

Після підстановки залежності (2) у систему диференціальних рівнянь (1) та відповідних перетворень отримаємо, як розв'язок системи рівнянь (1), лінійне диференціальне рівняння руху вала ротора

$$\varphi_1^V + M\varphi_1^{IV} + N\varphi_1^{III} + R\ddot{\varphi}_1 + S\dot{\varphi}_1 = T, \quad (3)$$

де M, N, R, S, T – сталі коефіцієнти, що залежать від параметрів гідропривода і розвертаємих мас.

За операторним методом розв'язання диференціальних рівнянь отримаємо

$$p(p^4 + Mp^3 + Np^2 + Rp + S)\Phi(p) = \frac{T}{p} + a_1p^2 + a_1Mp + b_1p; \quad (4)$$

$$\Phi(p) = \frac{T + a_1p^3 + (a_1M + b_1)p^2}{p^2(p^4 + Mp^3 + Np^2 + Rp + S)} = \frac{Q(p)}{P(p)}. \quad (5)$$

Отже маємо функцію

$$P(p) = p^6 + Mp^5 + Np^4 + Rp^3 + Sp^2, \quad (6)$$

похідна від якої складе

$$\dot{P}(p_i) = 6p_i^5 + 5Mp_i^4 + 4Np_i^3 + 3Rp_i^2 + 2Sp_i, \quad (7)$$

де p_i – корені характеристичного рівняння ($i=1,2,3,4$)

$$p^4 + Mp^3 + Np^2 + Rp + S=0. \quad (8)$$

З урахуванням малого впливу змін початкових значень на початкове розв'язання диференціального рівняння застосовуємо до поліному четвертого ступеня теорему Гурвіца.

Отже, якщо

$$P(z) = z^4 + q_1z^3 + q_2z^2 + q_3z + q_4, \quad (9)$$

то умови Гурвіца, з розв'язку детермінантів I, II та III порядку, мають вигляд

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 > 0; \\ q_1q_2 - q_3 > 0; \\ q_4 > 0; \\ (q_1q_2 - q_3)q_3 - q_1^2q_4 > 0. \end{array} \right. \quad (10)$$

Тоді для диференціального рівняння (3) отримаємо

Якщо при підстановці реальних значень характеристик гідропривода і розвертаємих мас умови (10) виконуються, то можна стверджувати, що сталість руху грейферного захвату забезпечена.

Отже, залежності (11) є умовами Гурвіца щодо забезпечення сталості руху грейферного захвату сільськогосподарських гідроманіпуляторів.

Висновки. Використання отриманих залежностей дає змогу оптимізувати параметри гідропривода маніпулятора, з урахуванням розвертаємих мас, з метою забезпечення сталості руху грейферного захвату.

Література

1. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. / Т.М. Башта. – М.: Машиностроение, 1971.– 672с.
3. Абрамович И.Г. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости / И.Г.Абрамович. – М.: Наука, 1965. – 392 с.