

УДК 621.225.001.4

Динаміка зміни функціональних параметрів мехатронної системи з гідравлічним приводом

Панченко А.І.¹; Волошина А.А.¹; Волошин А.А.²; Дроздов О.¹

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Мелітополь, Україна

²Відокремлений структурний підрозділ «Мелітопольський фаховий коледж ТДАТУ», Мелітополь, Україна

***Анотація.** Дослідження динаміки зміни функціональних параметрів мехатронної системи з гідравлічним приводом здійснювалося при моделюванні перехідного процесу в момент розгону гідроприводу. Гідропривод мехатронної системи складається з шестеренного насоса, планетарного гідромотора та запобіжного клапана прямої дії. Моделювання перехідних процесів проводилося для гідроприводів мехатронних систем різних типів обумовлених величиною навантаження в діапазоні від 365 Н·м до 1430 Н·м, що відповідає робочим об'ємам планетарних гідромоторів від 160 см³ до 630 см³. Встановлено, що при розгоні гідроприводу коливання навантаження та пульсація робочої рідини практично не впливають на зміну функціональних параметрів мехатронної системи. При сталому режимі роботи спостерігаються пульсації, викликані нерівномірністю подачі насоса та коливаннями навантаження. Також встановлено, що функціональні параметри гідроприводу мехатронної системи поліпшуються зі збільшенням робочого об'єму гідромотора.*

***Ключові слова.** Мехатронна система; гідравлічний привод; функціональні параметри; насос; гідромотор; запобіжний клапан; робоча рідина.*

Математична модель робочих процесів, що відбуваються в гідравлічному приводі мехатронної системи, досліджена на ПЕОМ за допомогою пакета візуального моделювання VisSim. Цей пакет дозволяє інтегрувати систему нелінійних диференціальних рівнянь високого порядку і визначити зміну функціональних параметрів насоса, гідромотора і запобіжного клапана в будь-який момент часу при різних умовах експлуатації [1–9].

Для моделювання динаміки зміни функціональних параметрів мехатронної системи з гідравлічним приводом активних робочих органів самохідної техніки приймаємо такі початкові умови [1, 3, 6]:

– насос: шестеренний нерегульований, геометрична подача постійна і дорівнює 100л/хв; кутова швидкість валу насоса дорівнює 125 с⁻¹; параметр регулювання дорівнює 1; коефіцієнт пропорційності в насосі дорівнює 8,5; коефіцієнти витоків і перетоків складають 1,5 і 3,5, відповідно;

– гідромотор: планетарний типу PRG-22, робочий об'єм гідромотора дорівнює 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630 см³; момент опору постійний і дорівнює 360, 450, 560, 715, 900, 1120, 1430 Н·м; момент інерції обертових мас дорівнює 3,6; об'ємний ККД гідромотора дорівнює 0,95, а механічний ККД - 0,9; тиск на виході з гідромотора дорівнює 0; коефіцієнт пропорційності в гідромоторі дорівнює 1; коефіцієнти витоків і перетоків складають 1,5 і 12,99, відповідно;

– клапан: запобіжний: жорсткість пружини дорівнює 200 кг/см; величина попереднього стиснення пружини 0,125 см; позитивне перекриття щілини становить 0,53 см;

– робоча рідина: показник політропи дорівнює 1,2; параметри робочої рідини, що залежать від типу масла і робочої температури гідравлічної системи складають 2,62 і 1740; зміст нерозчиненого повітря в робочій рідині в відносних одиницях 0,925.

Моделювання роботи мехатронної системи з гідравлічним приводом проводилося з двома планетарними гідромоторами з робочим об'ємом 160 см³ і 630 см³ при постійному навантаженні Мс 365 Н·м і 1430 Н·м і постійної подачі насоса дорівнює 100 л/хв (тобто без урахування експлуатаційних умов).

Результати моделювання динаміки зміни функціональних параметрів мехатронної системи без урахування експлуатаційних умов представлені відповідними залежностями (рис. 1). Отримані криві визначають характеристику мехатронної системи в цілому: динаміку зміни тиску в нагнітальній магістралі (рис. 1, а), крутного моменту на валу гідромотора (рис. 1, б), частоти обертання валу гідромотора (рис. 1, в), а також витрати робочої рідини через запобіжний клапан (рис. 1, г) і гідромотор (рис. 1, д).

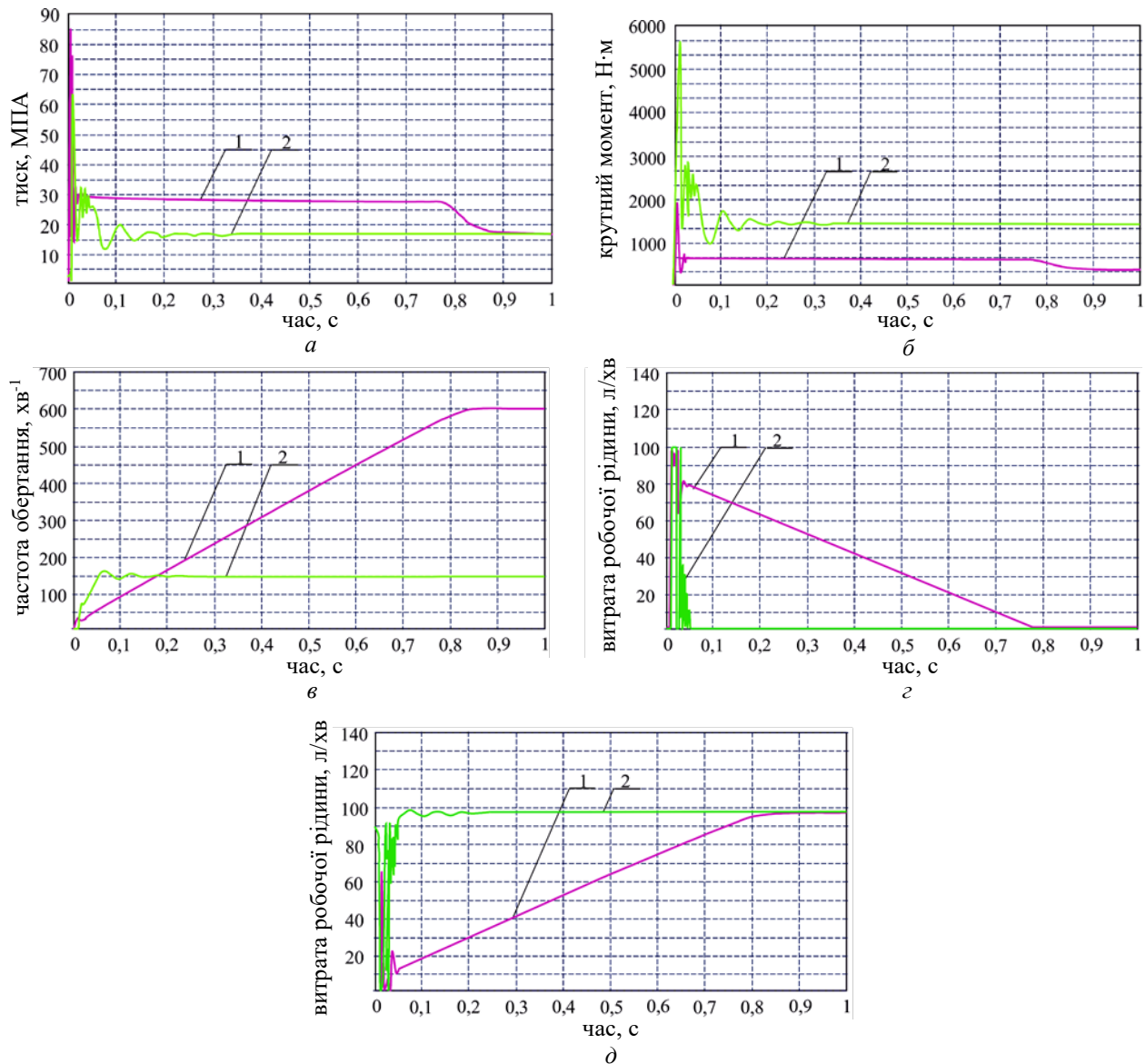


Рис. 1. Динаміка зміни функціональних параметрів гідроприводу мехатронної системи: а – тиску; б – крутного моменту; в – частоти обертання; г – витрати робочої рідини через запобіжний клапан; г – витрати робочої рідини через гідромотор об'ємом 160 см³ (криві 1) та 630 см³ (криві 2)

Аналіз динаміки зміни функціональних параметрів мехатронної системи без врахування впливу експлуатаційних умов показав, що характер кривих зміни крутного моменту на валу гідромотора повністю повторює характер кривої зміни тиску в нагнітальному магістралі, на всіх етапах роботи гідроприводу, що визначаються часом роботи запобіжного клапана. При пуску гідроприводу мехатронної системи через інертність спрацьовування запобіжного клапана, значення тиску і крутного моменту різко зростають, перевищуючи більш ніж в 4 рази

свої номінальні значення. Динаміка зміни частоти обертання валу гідромотора і витрати робочої рідини носять практично лінійний характер.

Список літератури

1. Панченко А. И. Планетарно-роторные гидромоторы. Расчет и проектирование: монография [Текст] / А. И. Панченко, А. А. Волошина. – Мелітополь: Издательско-полиграфический центр «Люкс», 2016. – 236 с.
2. Панченко А. І. Перспективи гідрофіксації мобільної сільськогосподарської техніки [Текст] / А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. Ю. Золотарьов, Д.С. Тітов // Промислова гідравліка і пневматика, 2003. – №1. – с.71-74.
3. Панченко А. И. Конструктивные особенности планетарных гидромоторов серии PRG [Текст] / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – № 17 (1293). – С.88–95.
4. Панченко А. І. Модель гідравлічного приводу мехатронної системи [Текст] / А. І. Панченко, А. А. Волошина, І. А. Панченко, А. А. Волошин // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – Вип. 18. – Т. 2. – С. 59–83, doi: 10.31388/2078-0877-18-2-58-82.
5. Панченко А. І. Вплив конструктивних особливостей торцевої розподільної системи на функціональні параметри планетарного гідромотора [Текст] / А. І. Панченко, А. А. Волошина, А. І. Засядько // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип. 17. – Т. 3. – С. 33–50.
6. Панченко А. И. Методика проектирования элементов вытеснительных систем гидровращателей планетарного типа [Текст] / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси та устаткування. – Х.: НТУ «ХП», 2014. – № 1 (1044) – С. 136-145.
7. Панченко А. И. Особенности моделирования рабочих процессов, происходящих в гидравлической системе насос-клапан-гидровращатель [Електронний ресурс] / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 6. – Т. 1. – С. 63-79. Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf6t1/8.pdf>.
8. Панченко А. И. Обоснование путей улучшения выходных характеристик гидровращателей планетарного типа [Текст] / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И.И. Милаева, Д.С. Титов // Праці ТДАТУ. – Мелітополь. – 2009. – Вип. 9. – т.5. – с.68-74.
9. Панченко А. І. Вплив конструктивних особливостей торцевої розподільної системи на функціональні параметри планетарного гідромотора [Текст] / А. І. Панченко, А. А. Волошина, А. І. Засядько // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип. 17. – Т. 3. – С. 33-50.

Dynamics of changes in the functional parameters of a mechatronic system with a hydraulic drive

Panchenko A.; Voloshina A.; Voloshin A.; Drozdov O.

Abstract. The study of the dynamics of changes in the functional parameters of a mechatronic system with a hydraulic drive was carried out while simulating the transient process at the moment of acceleration of the hydraulic drive. The hydraulic drive of the mechatronic system consists of a gear pump, a planetary hydraulic motor and a direct-acting safety valve. Modeling of transient processes was carried out for hydraulic drives of mechatronic systems of various types due to the load value in the range from 365 Nm to 1430 Nm, which corresponds to the working volumes of planetary hydraulic motors from 160 cm³ to 630 cm³. It was found that during acceleration of the hydraulic drive, load fluctuations and pulsation of the working fluid practically do not affect the change in the functional parameters of the mechatronic system. Under steady-state operation, there are pulsations caused by uneven pump delivery and load fluctuations. It was also found that the functional parameters of the hydraulic drive of the mechatronic system improve with an increase in the working volume of the hydraulic motor.

Keywords. Mechatronic system; hydraulic drive; functional parameters; pump; hydraulic motor; safety valve; working fluid.