

**С. В. Репінський, к.т.н., доцент,
Л. Г. Козлов, д.т.н., доцент,
Ю. А. Буренніков, к.т.н., професор,
О. В. Паславська, старший лаборант**

Вінницький національний технічний університет

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ГІДРОПРИВОДАХ МАШИН ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ

Застосування енергозберігаючих технологій в гідроприводах мобільних машин та технологічного обладнання різного призначення є однією з основних стійких тенденцій їх розвитку. В даний час інтенсивно впроваджуються гідроприводи з LS системами як з регульованими насосами так і з нерегульованими насосами, повсюдно впроваджуються сучасні пропорційні електрогідравлічні приводи з мікропроцесорним керуванням. Ці заходи частково знижують втрати енергії в гідроприводі [1–5]. Однак проблема енергозбереження на даний час залишається актуальною. Важливим системним питанням при цьому є можливості енергозбереження в мехатронних гідроприводах мобільних машин та технологічного обладнання за рахунок поєднання раціонального спільного керування гідронасом та приводним двигуном за допомогою адаптивного цифрового регулятора.

В якості приводних двигунів об'ємних гідроприводів переважно використовуються двигуни внутрішнього згорання та асинхронні електродвигуни. Системи керування приводів та оцінка енергозбереження в цих двох випадках принципово відрізняються.

На сьогоднішній день в Україні для галузей будівництва, транспорту, сільського та комунального господарства випускаються мобільні робочі машини (трактори, комбайни, автомобілі з гідроманіпуляторами, автобетонозмішувачі) оснащені дизельними двигунами. Область застосування регульованих насосів з електронними системами керування на мобільних робочих машинах розширюється. Однак у вітчизняній літературі відсутні роботи в яких розглядається робочий процес дизельного двигуна та регульованого насоса, як єдиного агрегату. Дослідивши особливості, які виникають при такій спільній роботі дизельного двигуна та регульованого насоса можливо розробити ефективні цифрові регулятори, які суттєво знизять непродуктивні втрати енергії, що на сьогодні мають місце в приводах мобільних робочих машин [6–8].

Окрім того, при цьому можливо покращити статичні та динамічні характеристики гідроприводів та забезпечити необхідні закони механіки руху робочих органів машин. Виконання таких досліджень та їх впровадження дозволить підвищити технічний рівень вітчизняних робочих машин, підняти їх конкурентоспроможність. На сьогоднішній день вирішення такої проблеми є доцільним та актуальним.

Основними напрямками енергозбереження при роботі гідроприводів на основі регульованих насосів з дизельними приводними двигунами та адаптивних цифрових регуляторів (рис. 1) можна назвати:

- зниження втрат енергії в гідроприводі шляхом розробки нових алгоритмів роботи адаптивних цифрових регуляторів, що забезпечують злагоджену оптимальну роботу дизельного двигуна та гідроприводу;
- забезпечення роботи дизельного двигуна в режимі ефективного згорання і, відповідно, мінімальної питомої витрати палива.

На рис. 2 показано схему гідропривода на основі регульованого насоса з приводним асинхронним електродвигуном, що живиться від частотного перетворювача. Гідронасоси з приводними асинхронними електродвигунами, що живляться від перетворювачів частоти, знаходять все ширше використання в різноманітних галузях [9–11]. Силкові

напівпровідникові пристрої, які складають основу частотного перетворювача, стають дешевшими та досконалішими, що в свою чергу сприяє їх широкому розповсюдженню.

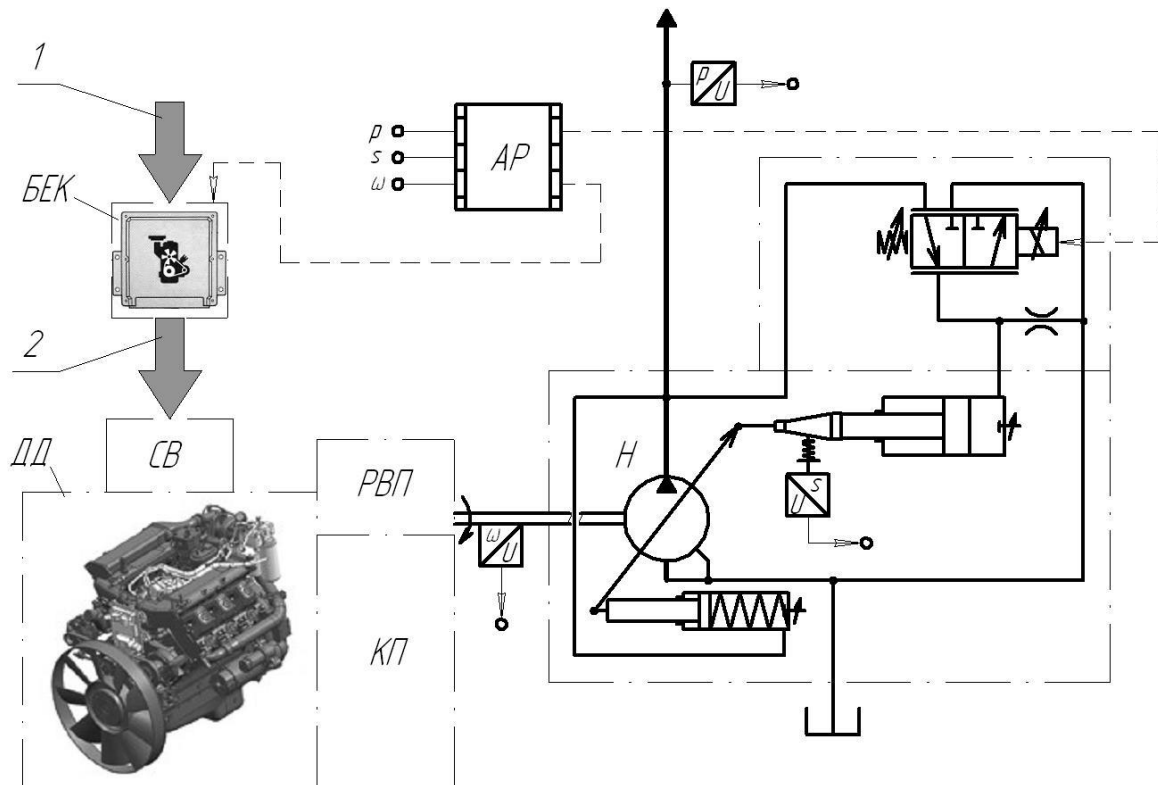


Рисунок 1 – Схема гідропривода на основі регульованого насоса з дизельним приводним двигуном: ДД – дизельний двигун; КП – коробка передач; СВ – система впорскування; БЕК – блок електронного керування роботою дизеля; РВП – редуктор відбору потужності; Н – насос з об’ємним регулятором; АР – адаптивний цифровий регулятор; 1 – сигнали від датчиків автомобіля, двигуна, системи впорскування, педалі газу та датчиків задавальних пристроїв; 2 – сигнали керування

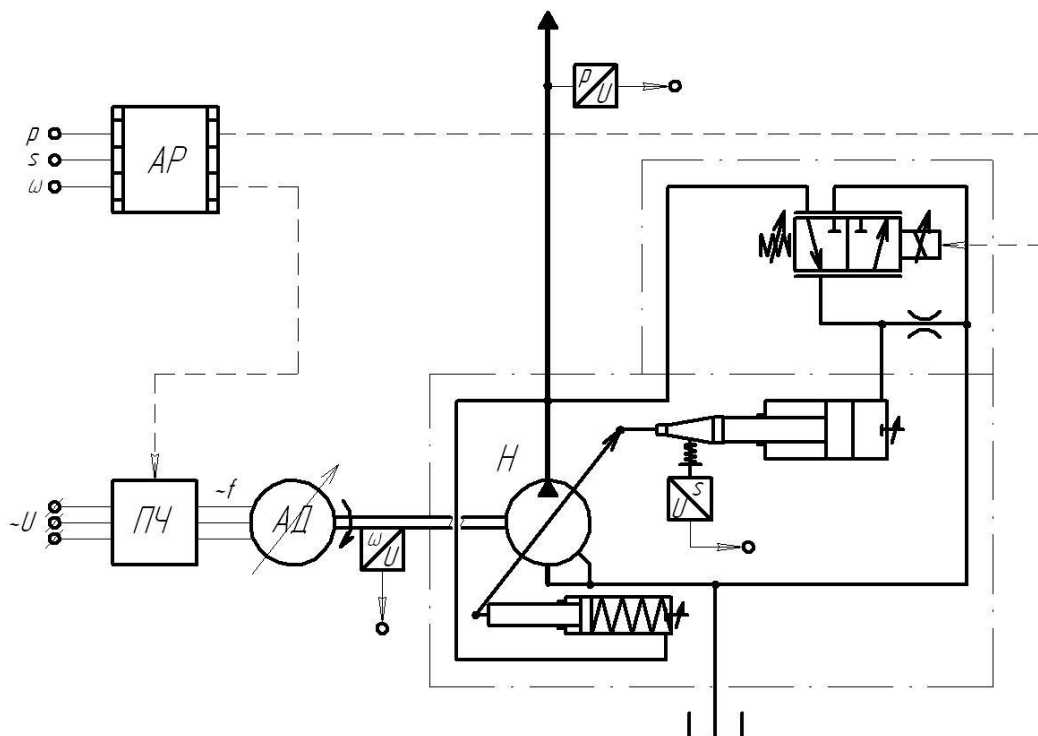


Рисунок 2 – Схема гідропривода на основі регульованого насоса з приводним частотно-керуваним асинхронним електродвигуном: Н – насос з об’ємним регулятором; АД – асинхронний електродвигун; АР – адаптивний цифровий регулятор; ПЧ – перетворювач частоти

Важливим аспектом керування при роботі регульованого асинхронного двигуна та насоса в режимі навантаження є вибір режимів їх роботи в зоні високих ККД. Вирішити це питання можливо шляхом використання адаптивного цифрового регулятора та розробкою певних алгоритмів роботи, що враховують характер навантажень. Використання адаптивних цифрових регуляторів в таких схемах (див. рис. 2) забезпечує оптимальну спільну роботу регульованого асинхронного двигуна та насоса і дозволяє заощаджувати споживану енергію.

Висновок. Адаптивні цифрові регулятори дозволяють інтегрувати гідропривод в загальну систему керування, забезпечують злагоджену роботу приводного двигуна та гідроприводу в зоні високих ККД і дозволяють реалізувати енергозберігаючі режими. Вони мають широкі перспективи використання в гідроприводах різних мобільних машин та технологічного обладнання.

Література

1. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпулятора з адаптивним регулятором на основі нейромереж для мобільних робочих машин : дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец 05.02.02 «Машинознавство» / Козлов Леонід Геннадійович. – Вінниця, 2015. – 421 с.
2. Репінський С. В. Керування регульованих насосів в гідроприводах, чутливих до навантаження : монографія / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков ; Вінниц. нац. техн. ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 199 с.
3. Репінський С. В. Система керування аксіально-поршневого регульованого насоса з профільованим вікном золотника комбінованого регулятора подачі : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.02 «Машинознавство» / Репінський Сергій Володимирович. – Вінниця, 2011. – 248 с.
4. Буренніков Ю. А. Огляд електрогідравлічних систем керування насосами змінної продуктивності / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – № 2(235). – С. 202–206.
5. Буренніков Ю. А. Система керування аксіально-поршневого регульованого насоса з профільованим вікном золотника комбінованого регулятора подачі / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, С. В. Репінський // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Машинобудування». – 2012. – № 64. – С. 113–118.
6. Реализация концепции электронного управления при автоматизации дизельного двигателя с механической топливоподачей / А. Г. Баханович, О. С. Руктешель, В. А. Кусяк, А. Н. Гурин // Новости науки и технологий. – 2015. – № 1(32). – С. 11–18.
7. Прохоренко А. А. Прецизионный электронный регулятор для дизеля с аккумуляторной топливной системой / А. А. Прохоренко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2012. – № 1. – С. 45–48.
8. Bosch. Системы управления дизельными двигателями / Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.
9. Тихенко В. Н. Разработка гидропривода с регулируемым приводным двигателем насосной установки / В. Н. Тихенко // Промислова гідраліка і пневматика. – 2006. – № 1(11). – С. 84–86.
10. Лурье З. Я. Математическое моделирование гидроагрегата системы смазки с регулируемым шестеренным насосом / З. Я. Лурье, И. М. Федоренко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Прикладная механика. – 2009. – Том 1, № 5(37). – С. 10–19.
11. Залізецький А. М. Дослідження частотного електропривода в статичних режимах роботи / А. М. Залізецький, О. В. Пізнюк // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». – 2012. – № 3. – С. 69–74.