

О. Ю. Лещук

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОДАЧІ ПАЛИВА ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Для оптимізації та вдосконалення роботи автономних джерел електроенергії запропоновано варіант реалізації електромеханічного регулятора системи стабілізації частоти обертання (ССЧО) вала двигуна внутрішнього згорання генераторної установки. Проведено модернізацію генераторної установки типу АБ-12-Т/400 шляхом упровадження частотнорегульованого електропривода засувки подачі палива, робота якого керується програмованим логічним контролером згідно зі створеним алгоритмом функціонування.

Ключові слова: система стабілізації частоти обертання, генераторна установка, частотнорегульований електропривод.

На сьогодні все більше промислових підприємств створюють генерувальні системи, які частково або повністю забезпечують власні потреби в тепловій та електричній енергії. Це здебільшого агрегати потужністю до 1 МВт, які працюють на рідкому чи газоподібному паливі. Якість роботи таких установок значною мірою залежить від експлуатаційних характеристик двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), що обертає вал синхронного генератора (СГ). Однією з основних функціональних систем ДВЗ є система стабілізації номінальної швидкості обертання ротора електричної машини в динамічних та статичних режимах, а саме за різкого збільшення/зменшення навантаження. Переважна більшість агрегатів ДВЗ-СД оснащена застарілими механічними системами стабілізації частоти обертання (ССЧО), які недостатньо якісно регулюють кількість поданого палива до ДВЗ залежно від навантаження генератора, що призводить до погіршення якості електричної енергії.

Ураховуючи той факт, що розробка та дослідження альтернативних ССЧО передбачає витрату значних обсягів палива, алгоритми функціонування системи автор відпрацював на агрегаті невеликої потужності типу АБ-12-Т/400, що обертається двигуном внутрішнього згорання 320-01 із механічним регулятором частоти обертання.

Аналіз характеристик наявного ССЧО з механічним регулятором і врахування особливостей механізму дозволив автору сформулювати вимоги до електромеханічної ССЧО автономного джерела електроенергії: контроль поточної частоти обертання; стабілізація заданої частоти обертання генераторної установки шляхом регулювання кута відкриття засувки, яка змінює кількість палива, що подається до ДВЗ; контроль крайніх положень засувки та виключення можливості її роботи на упор; вибір режиму неробочого ходу або режиму роботи під навантаженням за командою оператора.

З метою забезпечення максимальної гнучкості та універсальності системи керування було прийнято рішення побудови системи на базі програмованого логічного контролера (ПЛК), що забезпечує швидке налаштування установки з урахуванням особливостей умов експлуатації [2]. У процесі модернізації було здійснено заміну механічного виконавчого пристрою регулювання положення паливної засувки на електромеханічний за системою «перетворювач частоти – асинхронний двигун (ПЧ-АД).

Функціональну схему модернізованої генераторної установки представлено на рис. 1 [3], де прийнято такі позначення: ПЛК – програмований логічний контролер; ДВЗ – двигун внутрішнього згорання; ПЧ – перетворювач частоти; М – асинхронна електрична машина; Р – редуктор; Д – датчики крайніх положень засувки подачі палива; ДШ – датчик швидкості обертання вала двигуна внутрішнього згорання; З – засувка; ЕОМ – електронна обчислювальна машина; 1 – пульт керування; 2 – блок перетворення інформації з ДШ у

фактичну величину; 3 – блок порівняння величин, заданої та фактичної швидкості обертання валу; 4 – блок цифрового регулятора швидкості; 5 – блок порівняння величини фактичної похибки регулювання з максимально припустимим значенням; 6 – блок порівняння значень фактичної та заданої величини зони нечутливості системи керування за регулювання; 7 – блок задання величини зони нечутливості регулювання; 8 – блок керування роботою

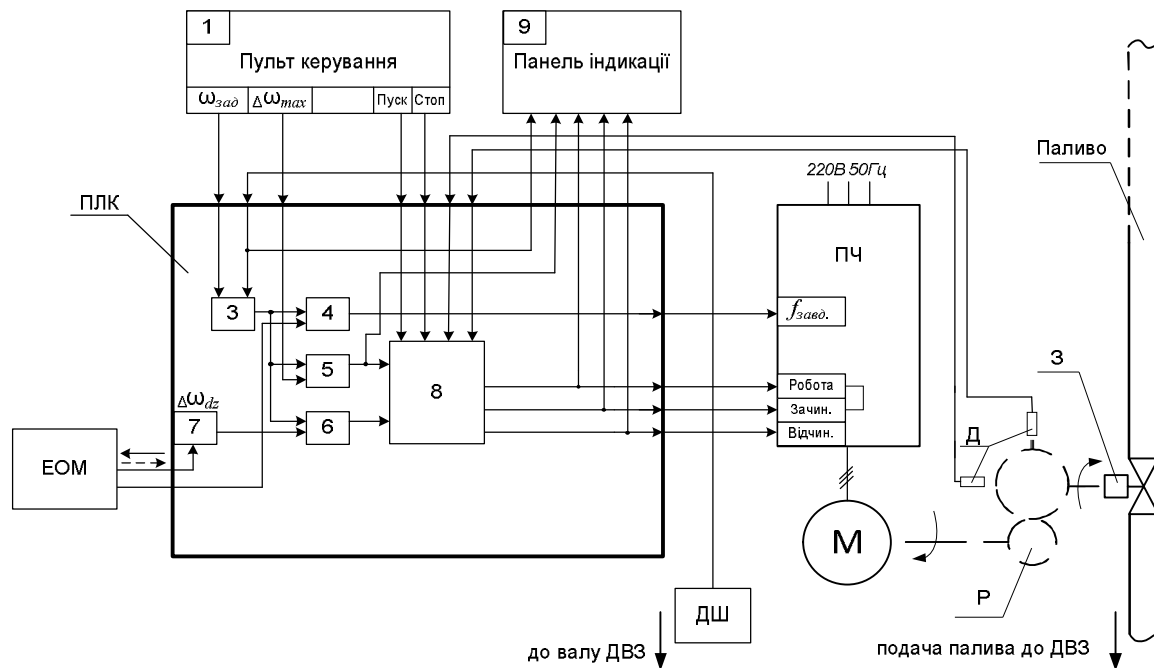


Рис. 1. Функціональна схема модернізованої генераторної установки

виконавчого механізму; 9 – панель індикації поточного стану роботи всієї системи.

Алгоритм керування приводом засувки представлено на рис. 2. Через наявність у механічній системі інтегровальної ланки – редуктора, встановленого між валом АД та паливною засувкою, у цьому алгоритмі використовують пропорційно-диференційний регулятор.

Алгоритм керування ССО генераторної установки забезпечує:

- увімкнення електропривода та повне відкриття засувки подачі палива після натискання кнопки «Пуск»;
- зчитування заданих оператором параметрів номінальної швидкості ($\omega_{зад}$), максимальної похибки регулювання ($\Delta\omega_{max}$) та припустимої зони нечуттєвості регулювання ($\Delta\omega_{dz}$);
- зчитування інформації про фактичну швидкість ($\omega_{ф}$) обертання валу ДВЗ;

- розрахунок величини керівного сигналу (u_3), що надходить до ПЧ;
- порівняння фактичної похибки та зони нечуттєвості (якщо не виконується умова $|\Delta\omega| > |\Delta\omega_{де}|$, то відбувається блокування роботи ПЧ, в іншому ж випадку відбувається процес регулювання з одночасним контролем крайніх положень засувки подачі палива);
- зачинення засувки подачі палива до повного зачинення та вимикання привода при натисканні кнопки «Стоп»;
- збільшення за необхідності фактичної швидкості вала ДВЗ до повного відчинення засувки, а у випадку перевищення максимальної похибки регулювання ($|\Delta\omega| > |\Delta\omega_{max}|$) здійснення перекриття подачі палива – зупинку всього.

Пуск ДВЗ

Стабілізація частоти обертання вала ДВЗ

Вимкнення системи

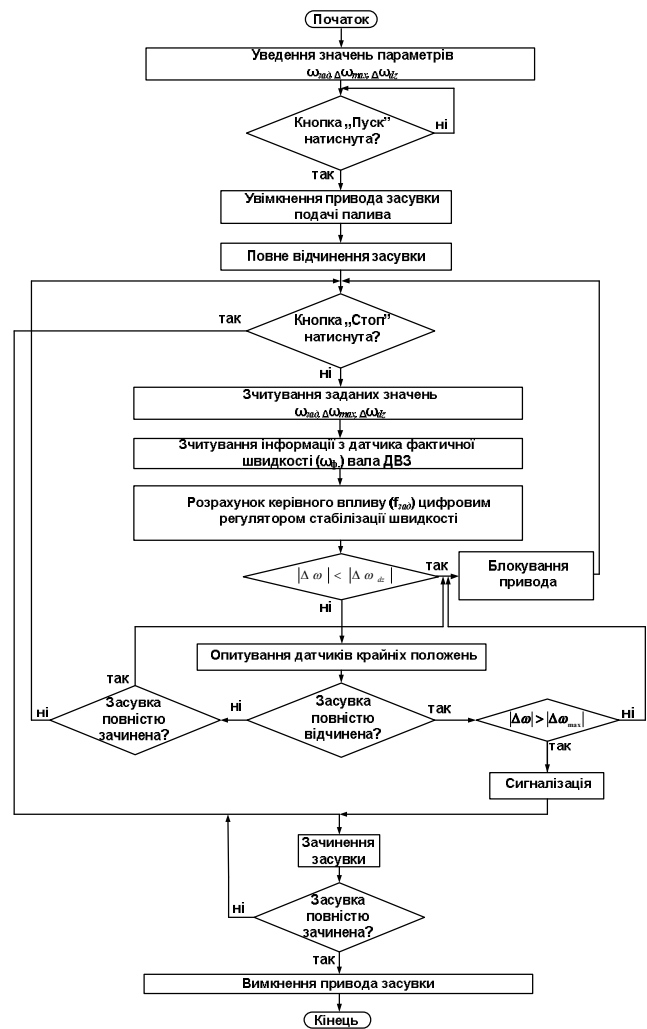


Рис. 2. Алгоритм керування роботою привода засувки подачі палива до ДВЗ

Роботу ССО досліджено на генераторній установці типу АБ-12-Т/400. Перехідні процеси під час переходу з частоти 900 об/хв на 1500 об/хв без навантаження з подальшим підімкненням споживача електроенергії (рис. 3, а), а також із підімкненням та відімкненням споживача електроенергії (рис. 3, б) показали достатні регульовальні характеристики.

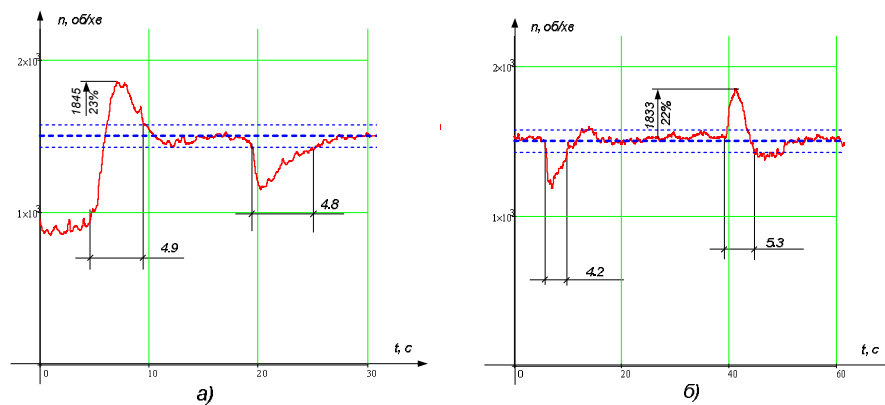


Рис. 3. Графіки експериментальних досліджень роботи модернізованої ССО під час динамічної зміни навантаження

На основі сучасних засобів автоматизації розроблено систему керування подачею палива до

двигуна внутрішнього згорання генераторної установки. Робота цієї системи успішно пройшла апробацію на генераторній установці типу АБ-12-Г/400 і надалі потребує додаткових досліджень у роботі з агрегатами великої потужності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жежеленко И. В. Вопросы качества электроэнергии в электроустановках / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко. – Мариуполь: ПГТУ, 1996. – 173 с.
2. Козярук А. Е. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов / А. Е. Козярук, В. В. Рудаков. – Санкт-Петербург, 2004. – 127 с.
3. Гладир А. І. Система керування подачею палива двигуна внутрішнього згорання генераторної установки / А. І. Гладир, А. П. Калінов, О. Ю. Лещук // Електромеханічні та енергозберігаючі системи. – 2013. – №2, частина 2. – С. 196 – 199.

Лещук Олексій Юрійович – аспірант кафедри електромеханічних систем автоматизації та електропривода, e-mail: leschuk_oleksiy@mail.ru.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.