

А. Ю. Лещук

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ТОПЛИВА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для оптимизации и совершенствования работы автономных источников электроэнергии предложен вариант реализации электромеханического регулятора системы стабилизации частоты вращения (ССЧВ) вала двигателя внутреннего сгорания генераторной установки. Проведена модернизация генераторной установки типа АБ-12-Т/400 путем внедрения частотнорегулируемого электропривода задвижки подачи топлива, работа которого управляется программируемым логическим контроллером согласно созданному алгоритму функционирования.

Ключевые слова: система стабилизации частоты вращения, генераторная установка, частотнорегулируемый электропривод.

На сегодняшний день все больше промышленных предприятий создают генерирующие системы, которые частично или полностью обеспечивают собственные потребности в тепловой и электрической энергии. Это в основном агрегаты мощностью до 1 МВт, работающие на жидком или газообразном топливе. Качество работы таких установок в значительной степени зависит от эксплуатационных характеристик двигателя внутреннего сгорания (ДВС), вращающего вал синхронного генератора (СГ). Одной из основных функциональных систем ДВС является система стабилизации номинальной скорости вращения ротора электрической машины в динамических и статических режимах, а именно при резком увеличении/уменьшении нагрузки. Подавляющее большинство агрегатов ДВС-СД оснащено устаревшими механическими системами стабилизации частоты вращения (ССЧВ), которые недостаточно качественно регулируют количество поданного топлива в ДВС в зависимости от нагрузки генератора, что приводит к ухудшению качества электрической энергии.

Учитывая тот факт, что разработка и исследование альтернативных ССЧВ предусматривает расход значительных объемов топлива, алгоритмы функционирования системы автор отработывал на агрегате небольшой мощности типа АБ-12-Т/400, вращающимся двигателем внутреннего сгорания 320-01 с механическим регулятором частоты вращения.

Анализ характеристик существующего ССЧВ с механическим регулятором и учёт особенности механизма позволил автору сформулировать требования к электромеханической ССЧВ автономного источника электроэнергии: контроль текущей частоты вращения; стабилизация заданной частоты вращения генераторной установки путем регулирования угла открытия задвижки, которая изменяет количество топлива, подаваемого в ДВС; контроль крайних положений задвижки и исключение возможности ее работы на упор; выбор режима холостого хода или режима работы под нагрузкой по команде оператора.

С целью обеспечения максимальной гибкости и универсальности системы управления было принято решение построения системы на базе программируемого логического контроллера (ПЛК), что обеспечивает быструю настройку установки с учетом особенностей условий эксплуатации [2]. В процессе модернизации была проведена замена механического исполнительного устройства регулировки положения топливной задвижки на электромеханический по системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД).

Функциональная схема модернизированной генераторной установки представлена на рис.

1 [3], где приняты следующие обозначения: ПЛК – программируемый логический контроллер; ДВС – двигатель внутреннего сгорания; ПЧ – преобразователь частоты, М – асинхронная электрическая машина, Р – редуктор; Д – датчики крайних положений задвижки подачи топлива; ДС – датчик скорости вращения вала двигателя внутреннего сгорания, С – задвижка; ЭВМ – электронная вычислительная машина, 1 – пульт управления, 2 – блок преобразования информации с ДШ в фактическую величину, 3 – блок сравнения величин заданной и фактической скорости вращения вала, 4 – блок цифрового регулятора скорости 5 – блок сравнения величины фактической погрешности регулирования с максимально допустимым значением, 6 – блок сравнения значений фактической и заданной величины зоны нечувствительности системы управления при регулировании, 7 – блок задания величины зоны нечувствительности регулирования, 8 – блок управления работой исполнительного механизма, 9 – панель индикации текущего состояния работы всей системы.

Алгоритм управления приводом задвижки представлен на рис. 2. В связи с наличием в механической системе интегрирующего звена – редуктора, установленного между валом АД и топливной задвижкой, в данном алгоритме используют пропорционально-дифференциальный регулятор.

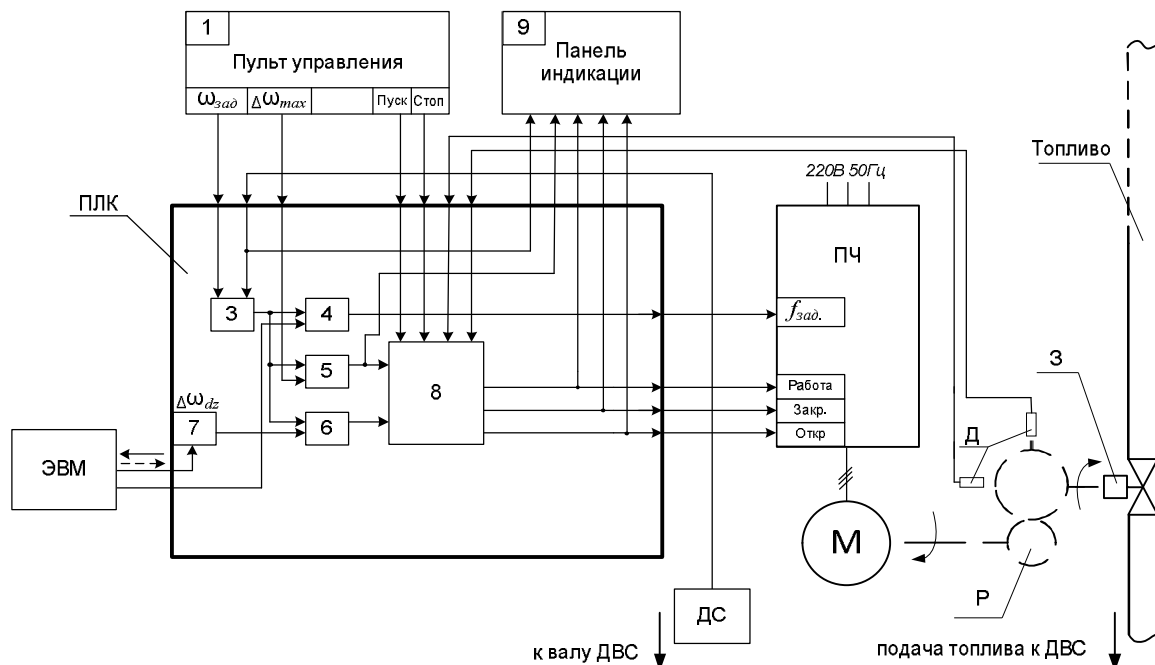


Рис. 1. Функциональная схема модернизированной генераторной установки

Алгоритм управления ССО генераторной установки обеспечивает:

- включение электропривода и полное открытие задвижки подачи топлива после нажатия кнопки «Пуск»;
- считывание заданных оператором параметров номинальной скорости ($\omega_{зад}$), максимальной погрешности регулирования ($\Delta\omega_{max}$) и допустимой зоны нечувствительности регулирования ($\Delta\omega_{dz}$);
- считывание информации о фактической скорости ($\omega_{ф}$) вращения вала ДВС;
- расчет величины управляющего сигнала (u_3), поступающего в ПЧ;
- сравнение фактической погрешности и зоны нечувствительности (если не выполняется условие $|\Delta\omega| > |\Delta\omega_{dz}|$, то происходит блокировка работы ПЧ, в противном же случае происходит процесс регулирования с одновременным контролем крайних положений задвижки подачи топлива);
- закрытие задвижки подачи топлива до полного закрытия и выключение привода при

нажатии кнопки «Стоп»;

– увеличение при необходимости фактической скорости вала ДВС до полного открывания задвижки, а в случае превышения максимальной погрешности регулирования ($|\Delta\omega| > |\Delta\omega_{\max}|$) осуществление перекрытия подачи топлива – остановка всего.

Работа ССО была исследована на генераторной установке типа АБ-12-Т/400. Переходные процессы при переходе с частотой 900 об/мин на 1500 об/мин без нагрузки с последующим подключением потребителя электроэнергии (рис. 3, а), а также с подключением и отключением потребителя электроэнергии (рис. 3, б) показали достаточные регулировочные характеристики.

На основе современных средств автоматизации разработана система управления подачей топлива для двигателя внутреннего сгорания

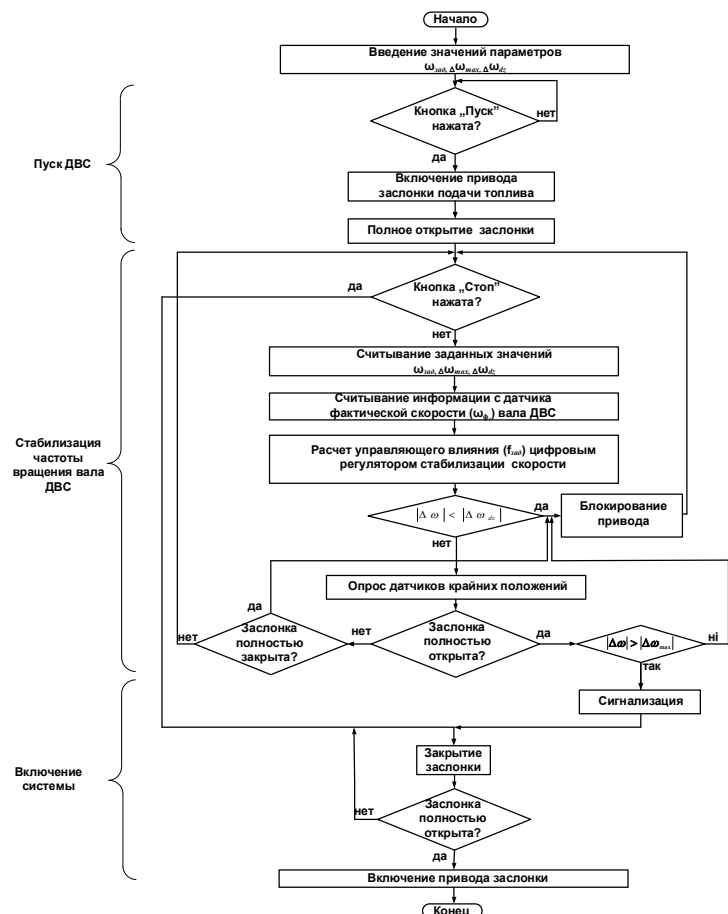


Рис. 2. Алгоритм управления работой привода заслонки подачи топлива к ДВС

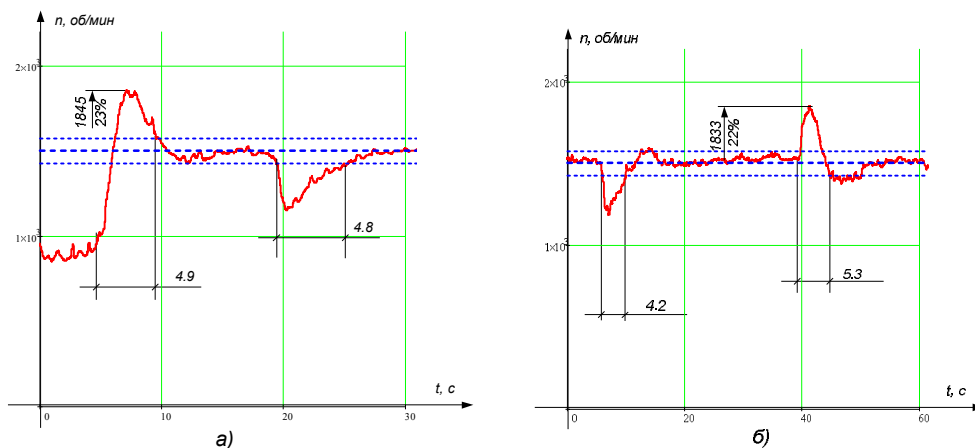


Рис. 3. Графики экспериментальных исследований работы модернизированной ССО при динамической смене нагрузки

генераторной установки. Работа этой системы успешно прошла апробацию на генераторной установке типа АБ-12-Т/400 и в дальнейшем требует дополнительных исследований при работе с агрегатами большой мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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 / Наукові праці ВНТУ, 2014, № 1

А. І. Гладир, А. П. Калінов, О. Ю. Лещук // Електромеханічні та енергозберігаючі системи. – 2013. – №2, частина 2. – С. 196 – 199.

Лещук Алексей Юрьевич – аспирант кафедры электромеханических систем автоматизации и электропривода, e-mail: leschuk_oleksiy@mail.ru.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского.