

РАЗРАБОТКА БЛОКА ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Шатков М.Л., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Лопатченко А.С. – ассистент каф. ИРТ

Аннотация. Асинхронные двигатели составляют основу современного промышленного электропривода благодаря простоте конструкции, высокой надежности, низкой стоимости и минимальному обслуживанию. Однако традиционные способы управления ими имеют серьезные недостатки: высокие пусковые токи, механические удары при запуске, значительные потери энергии при изменении скорости и невозможность точного поддержания оборотов под нагрузкой. Частотное регулирование решает эти проблемы, позволяя плавно и экономично управлять скоростью вращения двигателя в широком диапазоне без дополнительных механических редукторов или муфт.

В современном промышленном производстве асинхронные двигатели занимают доминирующее положение. Однако традиционное управление ими приводит к значительным потерям энергии, механическим перегрузкам и ограниченной точности поддержания скорости. Частотное регулирование позволяет плавно изменять скорость вращения двигателя в широком диапазоне без дополнительных механических устройств, обеспечивая экономию электроэнергии до 30–50 % и повышение ресурса оборудования.

Принцип работы частотного преобразователя основан на изменении частоты и амплитуды питающего напряжения. Для поддержания постоянного момента используется закон постоянства отношения напряжения к частоте.

Типичная структура частотного преобразователя включает три основных блока:

- Выпрямитель – преобразует однофазное переменное напряжение сети в постоянное.
- Звено постоянного тока – сглаживающий конденсатор, который накапливает энергию и обеспечивает стабильное напряжение на входе инвертора.
- Автономный инвертор напряжения – на IGBT-транзисторах формирует трехфазное напряжение с регулируемой частотой и амплитудой с помощью широтно-импульсной модуляции.

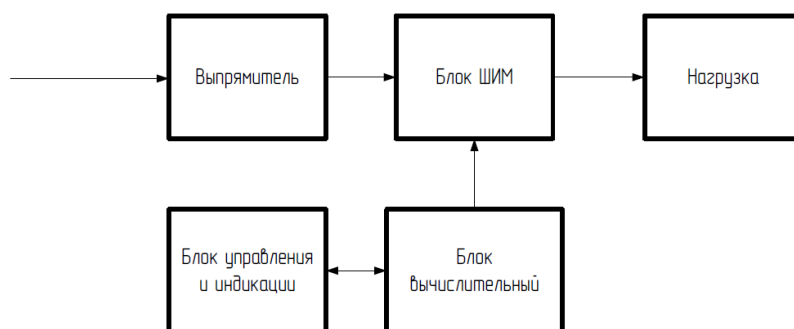


Рисунок 1 – Структурная схема частотного преобразователя асинхронного двигателя

Система управления формирует ШИМ-сигналы, обеспечивает защиту от перегрузки, короткого замыкания, перегрева и реализует обратные связи по току и напряжению. Гальваническая развязка цепей управления повышает помехоустойчивость и безопасность.

В ходе дипломного проекта был разработан блок частотного регулирования асинхронного двигателя мощностью до 3 кВт с питанием от однофазной сети 230 В. Разработанный частотный преобразователь обеспечивает регулировку частоты формируемого трехфазного напряжения в диапазоне 5-100 Гц, отображение параметров на семисегментном индикаторе, гальваническую развязку элементов управления, плавный пуск/торможение, защиту от перегрузок и в целом

соответствует современным требованиям к подобным устройствам, демонстрируя надежную и эффективную работу.

Таким образом, в результате выполнения дипломного проекта создан функциональный прототип блока частотного регулирования, готовый к практическому применению в малом промышленном оборудовании.

Список использованных источников

1. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями: учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 94 с. (доступно по: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/94.pdf>).
2. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. – М.: Изд-во МЭИ, 2009. (доступно по: <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/upravlenie-dvigatelyami/>).
3. Схема частотного преобразователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ovk.ua/stati/shema-chastotnogo-preobrazovatelia/>. – Дата доступа: 09.04.2026.
4. Преобразователь частоты для асинхронного двигателя – схема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.radioradar.net/radiofan/miscellaneous/frequency_converter_asynchronous_circuit.html. – Дата доступа: 09.04.2026.