

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ СЕРИЙНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ АСИНХРОНИЗИРОВАННОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**И. В. Гуляев, А. В. Волков**

В статье раскрываются новые технические решения построения системы электропривода на базе асинхронизированного вентильного двигателя, внедрение которых позволит управлять электроприводами различного уровня сложности и существенно увеличить экономическую составляющую промышленных предприятий.

*Ключевые слова:* двигатель, асинхронный двигатель, векторное управление, микроконтроллер, преобразователь частоты.

## **DEVELOPMENT OF METHODS OF CONTROL OF THE STANDART FREQUENCY CONVERTERS FOR IMPLEMENTATION OF ELECTRIC DRIVES BASED ON SELF-CONTROLLED INVERTER-FED ASYNCHRONOUS MOTOR**

**I. V. Gulyaev, A. V. Volkov**

The article considers new technical solutions for an electric drive system based on asynchronized permanent magnet motor. Implementation of it will enable the handling of electric drives of different complexity levels and substantially improve the price components of manufacturing enterprises.

*Keywords:* local network, motor, induction motor vector control, microcontroller, a frequency converter.

На сегодняшний день электропривод (ЭП) занимает ключевые позиции в промышленном производстве и является главным потребителем электроэнергии во всем мире. Использование энергонезэффективных технологий управления ЭП приводит к снижению не только качества систем ЭП, но и его надежности, что влияет на экономическую составляющую [6]. Применение новых технических решений построения системы ЭП позволяет использовать машину переменного тока, сопоставимую по характеристикам с машиной постоянного тока, что значительно сокращает цену ЭП.

Наряду с главным достоинством машины постоянного тока – жесткая механическая характеристика (прямая линия параллельная оси нагрузки) [4] ее существенными недостатками являются:

- высокая стоимость по сравнению с электрической машиной переменного тока;
- наличие коллектора в конструкции машины;
- уменьшение надежности машины за счет наличия токосъемных щеток.

Использование асинхронного двигателя также имеет ряд недочетов:

- мягкая механическая характеристика;
- регулирование скорости двигателя за счет изменения частоты питающей сети;

– низкий момент на валу во время пуска двигателя под нагрузкой.

Перечисленные недостатки асинхронного двигателя можно исправить с помощью специальной схемы управления. Для этого использовался асинхронный двигатель с фазным ротором, к которому были подключены два преобразователя частоты (ПЧ), настроенные определенным

образом, что обеспечивало асинхронизированный режим работы. На рис. 1 представлена схема асинхронного двигателя с фазным ротором, работающего в режиме асинхронизированного вентильного двигателя (АВД) [5]. Схема состоит из двух преобразователей частоты (ПЧ1, ПЧ2) «Омега-2» отечественного производства ОАО «Электровыпрямитель».

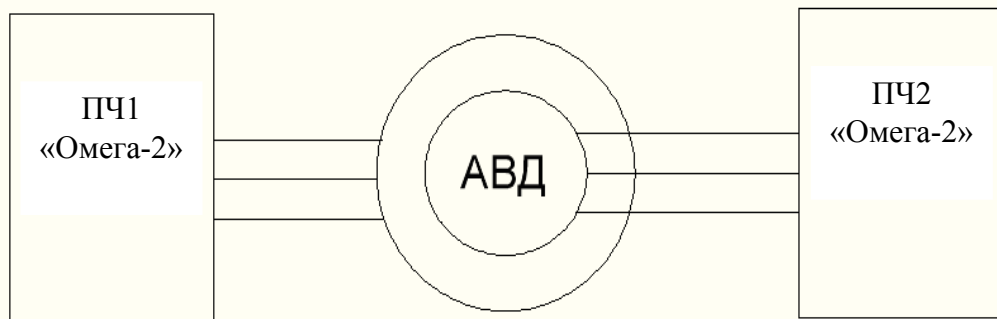


Рис. 1. Структурная схема АВД

Частотный преобразователь ПЧ1 предназначен для управления в цепи статора, ПЧ2 подключен к статорной обмотке и является цепью возбуждения АВД [1; 2–3].

Для реализации данной системы необходима модернизация частотного преобразователя ПЧ1 с внедрением DSP-процессора, позволяющего перевести преобразователь в нужный режим управления. Поставленная задача решалась с помощью программных средств MATLAB и Code Composer Studio, а также отладочной платы на базе TMS320F28335. Преобразователь ПЧ2 перестраивался с помощью стандартных функций управления для работы в цепи возбуждения. Был проведен математический анализ системы и реализован программный код в среде MATLAB. На рис. 2 представлен алгоритм управления АВД.

Для получения машинного кода для DSP-процессора использовалась программа Code Composer Studio. Внешний

вид окна компилятора программы представлен на рис. 3.

В результате проведенных операций полученная система ЭП переменного тока приравнивалась к характеристикам ЭП постоянного тока, что существенно снижало экономическую составляющую системы ЭП.

Испытание прототипа доказывает возможность его применения в промышленности, например, в подъемном шахтном приводе, прокатных станах, тяговом ЭП подъемных кранов, мощных транспортных конвейерах, в электроприводах с тяжелыми условиями пуска, для укладки мощных силовых кабелей в бухты.

Таким образом, проведенные исследования показали, что техническая модернизация системы ЭП на базе АВД с фазным ротором решает многие задачи, связанные с различными отраслями промышленности, увеличивает экономическую выгоду за счет снижения себестоимости всей системы без потери энергетических характеристик всего ЭП.

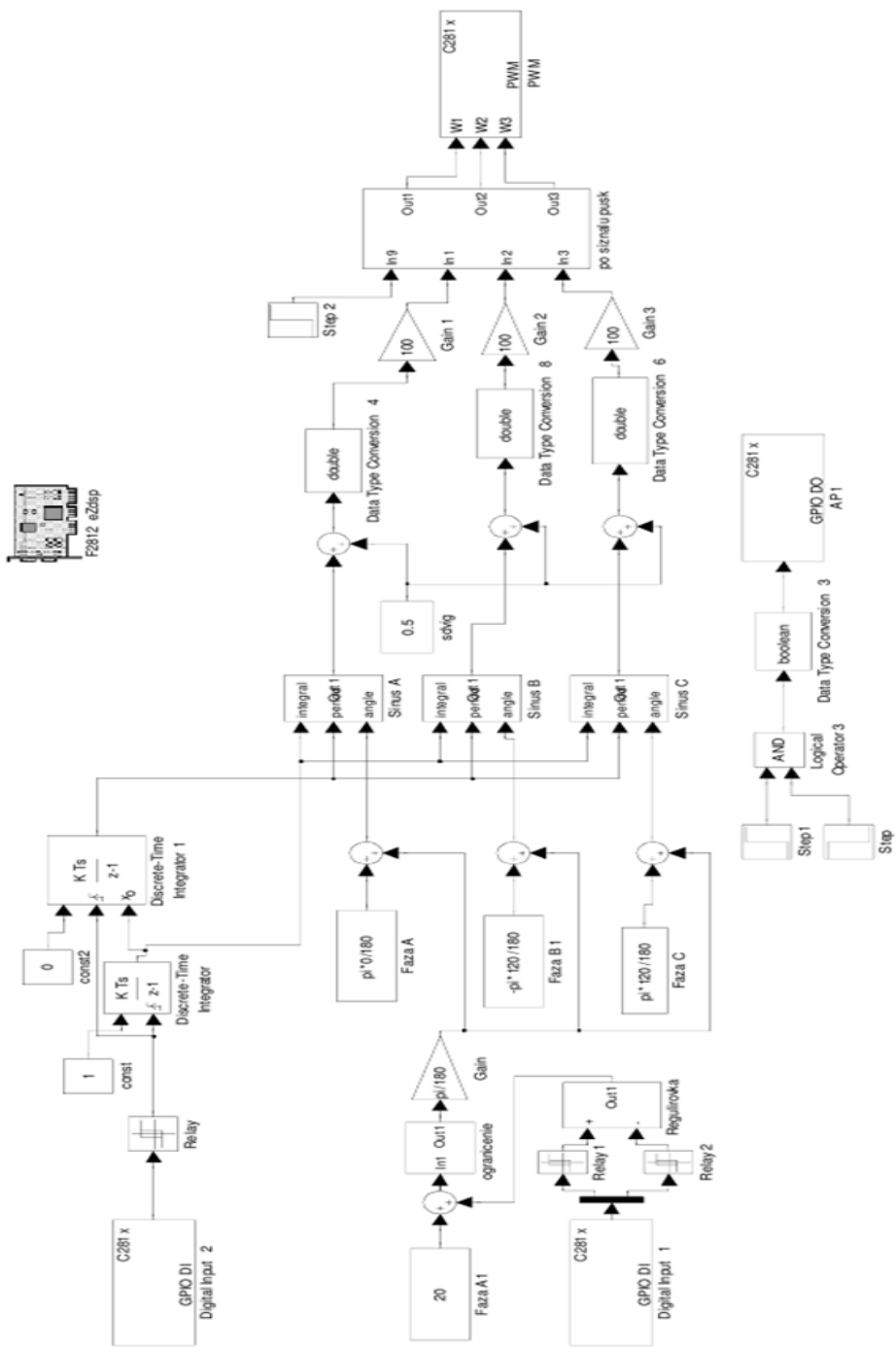


Рис. 2. Алгоритм управления в среде MATLAB

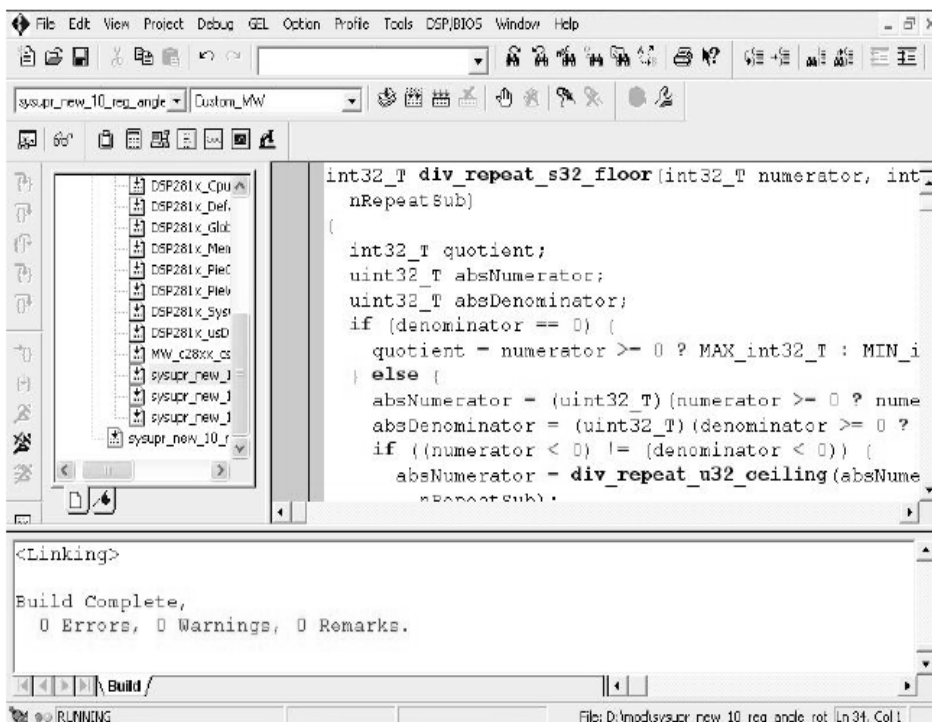


Рис. 3. Внешний вид окна компилятора программы Code Composer Studio

Возможность широкого применения разработанной системы ЭП с использованием АД позволяет утверждать, что затраты на ее построение окупятся в самые короткие сроки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авторское свидетельство на полезную модель 28572 Российская Федерация, 7 Н 02 М 7/525. Устройство для управления инвертором напряжения / В. В. Никулин, Г. М. Тутаев ; заявитель и патентообладатель Мордов. гос. ун-т. – 2002122288/20 ; заявл. 22.02.2002 ; опубл. 27.03.2003, Бюл. № 9. – 2 с.
2. Авторское свидетельство на полезную модель 28297 Российская Федерация, Н 02 М 7/48. Устройство для управления инвертором тока / В. В. Никулин [и др.] ; заявитель и патентообладатель Мордов. гос. ун-т. – 2002121423/20 ; заявл. 12.08.2002 ; опубл. 10.03.2003, Бюл. № 7. – 2 с.
3. **Гуляев, И. В.** Асинхронизированный вентильный двигатель с управлением по фазе тока / И. В. Гуляев, И. С. Юшков. – Саарбрюкен, Германия. – LAP LAMBERT Academic Publishing Gmbh & Co. KG, 2012. – 183 с.
4. **Гуляев, И. В.** Обобщенная электромеханическая система на основе асинхронизированного вентильного двигателя / И. В. Гуляев. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – 84 с.
5. **Гуляев, И. В.** Системы векторного управления электроприводом на основе асинхронизированного вентильного двигателя / И. В. Гуляев, Г. М. Тутаев. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 200 с.
6. **Сонин, Ю. П.** Асинхронизированный вентильный двигатель / Ю. П. Сонин, И. В. Гуляев. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 1998. – 68 с.

Поступила 19.12.2013 г.

*Об авторах:*

**Гуляев Игорь Васильевич**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Международной инженерной академии (МИА), декан факультета электронной техники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), ivgulyaev@mail.ru

**Волков Антон Владимирович**, аспирант кафедры электроники и наноэлектроники факультета электронной техники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), elsoldador@rambler.ru

*Для цитирования:* Гуляев, И. В. Разработка метода управления серийными преобразователями для реализации электропривода на базе асинхронизированного вентильного двигателя / И. В. Гуляев, А. В. Волков // Вестник Мордовского университета. – 2014. – № 1. – С. 177–181.

## REFERENCES

1. Nikulin V. V., Tutayev G. M., avtorskoe svidetelstvo na poleznuyu model 28572, Rossyiskaya Federazija, 7 H 02 M 7/525 Ustroystvo dlya upravleniya invertorom napryazheniya [Certificate of authorship 28572, Russia, 7 H 02 M 7/525. Voltage-source inverter control device], no. 2002122288/20, claimed 22, published 27. 03. 2003, Bul. no. 9.

2. Nikulin V. V., avtorskoe svidetelstvo na poleznuyu model 28297, Rossyiskaya Federazija, H 02 M 7/ 48 Ustroystvo dlya upravleniya invertorom toka [Certificate of authorship 28297, Russia, H 02 M 7/ 48. Current-source inverter control device], 2002121423/20, claimed 12.08.2002, published 10.03.2003, Bul. no. 7.

3. Gulyaev I. V. Asinhronizirovannyj ventil'nyj dvigatel' c upravleniem po faze toka [The asynchronous valve engine with control on phase current]. Saarbruecken, Germany. LAP LAMBERT Academic Publ., 2012, 183 p.

4. Gulyaev I. V. Obobshhennaja jelektromehaničeskaja sistema na osnove asinhronizirovannogo ventil'nogo dvigatelja [The generalized electromechanical system on the basis of asynchronous valve engine]. Saransk, Mordovia University Publ., 2004, 84 p.

5. Gulyaev I. V. Sistemy vektornogo upravlenija jelektroprivodom na osnove asinhronizirovannogo ventil'nogo dvigatelja [Systems of vector management of the electric drive on the basis of asynchronous valve engine]. Saransk, Mordovia University Publ., 2010, 200 p.

6. Sonin Yu. P. Asinhronizirovannyj ventil'nyj dvigatel' [Asynchronous valve engine]. Saransk, Mordovian University Publ., 1998, 68 p.

*About the authors:*

**Gulyaev Igor' Vasil'evich**, dean of Electronic engineering department, professor of Automatics chair of Electronic Engineering Department Of Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), Doktor Nauk degree holder in Engineering sciences, Professor, ivgulyaev@mail.ru

**Volkov Anton Vladimirovich**, post-graduate student of Automatics chair of Electronic Engineering Department of Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), elsoldador@rambler.ru

*For citation:* Guljaev I. V., Volkov A. V. Razrabotka metoda upravlenija serijnymi preobrazovateljami dlja realizacii jelektroprivoda na baze asinhronizirovannogo ventil'nogo dvigatelja [Development Of Serial Frequency Converter Control Methods For Implementation Of Electric Drive Based On Asynchronized Permanent Magnet Synchronous Motor]. *Vestnik Mordovskogo Universiteta* – Mordovia University Bulletin. 2014, no. 1, pp. 177 – 181.