

ЭПТ 2015



АСЕД 2015

УДК 621.314.634

2.1. ДИОДНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ В МОДУЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ ДЛЯ ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

MODULAR DIODE RECTIFIER UNITS FOR VARIABLE FREQUENCY DRIVE

Бородацкий Евгений Георгиевич, канд. техн. наук, главный конструктор преобразовательной техники для общепромышленного электропривода и технологий ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», Россия, 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 1д. E-mail: borodatskiy@asc-ural.ru. Тел.: +7(343)360-05-01 (доб. 1208)

Кривовяз Владимир Константинович, канд. техн. наук, первый заместитель генерального директора - технический директор ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», Россия, 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 1д. E-mail: krivoviyaz@asc-ural.ru. Тел.: +7(343)360-05-01 (доб. 1003)

Елфимов Евгений Иванович, ведущий инженер ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы», Россия, 620137, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 1д. E-mail: elfimov@asc-ural.ru. Тел.: +7(343)360-05-01 (доб. 1057)

Evgeny G. Borodatskiy, PhD in Technical Sciences, Chief designer of converter equipment for general industrial electric drive «Automated Systems and Complexes», Studencheskaya str. 1D, Ekaterinburg, Russia, 620137. E-mail: borodatskiy@asc-ural.ru. Ph.: +7(343)360-05-01 ext. 1208

Vladimir K. Krivoviyaz, PhD in Technical Sciences, Technical director «Automated Systems and Complexes», Studencheskaya str. 1D, Ekaterinburg, Russia, 620137. E-mail: krivoviyaz@asc-ural.ru. Ph.: +7(343)360-05-01 ext. 1003

Eugene I. Elfimov, ingener «Automated Systems and Complexes», Studencheskaya str. 1D, Ekaterinburg, Russia, 620137. E-mail: elfimov@asc-ural.ru. Ph.: +7(343)360-05-01 ext. 1057

Аннотация: В докладе приведено описание технических характеристик и конструктивных решений диодных выпрямительных блоков для частотно-управляемого электропривода

Abstract: Technical characteristics and design solutions of diode rectifier units for variable frequency drive are presented in the report

Ключевые слова: частотно-управляемый электропривод, преобразователь частоты

Key words: variable frequency drive, frequency convertor

В настоящее время частотно-управляемый электропривод переменного тока получил широкое распространение в промышленности. Это обусловлено рядом преимуществ асинхронных электродвигателей над двигателями постоянного тока и значительными успехами в силовой полупроводниковой технике.

Одной из отраслей промышленности, имеющей большой спрос на данные привода, является нефтедобывающая промышленность. Для её нужд необходима линейка преобразователей частоты в диапазоне от 0,5 до 2,6 МВт при напряжении питающей сети и электродвигателя 690 В. Сегодня эти потребности удовлетворяются за счет применения преобразователей частоты ведущих зарубежных производителей. Эти устройства обладают хорошими функциональными возможностями и надежностью работы. Однако из-за значительного снижения цен на нефть стоимость преобразователей частоты зарубежного производства оказывается непомерно высокой. Помимо этого, в связи с введением со стороны

ряда зарубежных стран ограничений на поставку оборудования для нефтедобывающей отрасли России, появляется необходимость в создании собственных образцов оборудования и технологий.

Это делает актуальной задачу разработки преобразователей частоты отечественного производства обеспечивающих не худшие технические показатели при более низкой стоимости.

Для решения данной задачи на предприятии «Автоматизированные системы и комплексы», г. Екатеринбург начата разработка преобразователя частоты. Эта работа основывается на многолетнем опыте разработки преобразователей для автоматизированного электропривода как постоянного [1, 2], так и переменного [3, 4] тока.

В качестве принципа построения преобразователя частоты принята модульная компоновка. Это решение обеспечивает:

2. Силовые полупроводниковые преобразователи для электроприводов переменного тока

1. Легкое наращивание мощности привода путём параллельного соединения нужного количества модулей;

2. Снижение стоимости преобразователя за счёт снижения номенклатуры конструктивных элементов и узлов;

3. Обеспечение лёгкой и быстрой замены вышедшего из строя модуля из-за его относительно небольших габаритов и массы;

4. Уменьшение номенклатуры запасных частей, хранимых на складах эксплуатационной организации.

На текущий момент выполнена разработка конструкторской документации и осуществлена сборка опытного образца диодного выпрямительного модуля для преобразователя частоты.

На рис. 1 показана схема силовой части изделия на ток 1000 А.

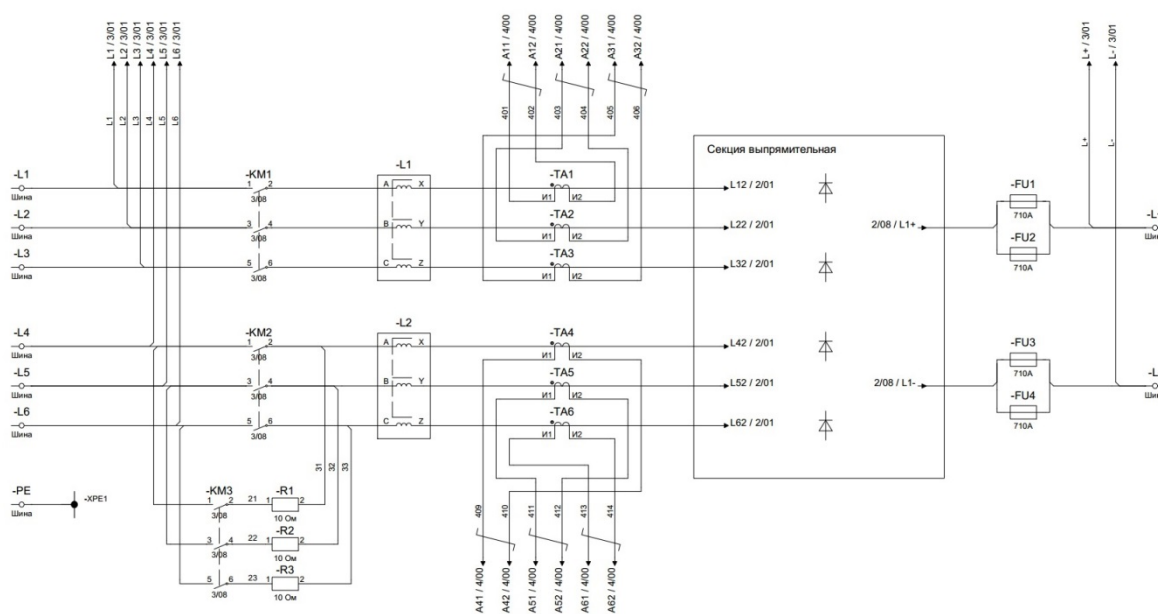


Рисунок 1 – Схема силовой части диодного выпрямительного модуля

Выпрямитель состоит из двух одинаковых трехфазных выпрямителей, образующих два идентичных параллельных канала с номинальным током 500 А каждый. Каждый канал имеет: свой независимый ввод, линейный контактор, входной реактор, выпрямительную секцию, а также датчики напряжения, тока и температуры.

Линейные контакторы KM1 и KM2 осуществляют коммутацию преобразователя частоты к питающей сети по сигналу от его системы управления. Отключение устройства от сети происходит либо по сигналу управления, либо в случае возникновения аварийной ситуации, например, пропадания или недопустимого снижения напряжения в питающей сети.

Входные реакторы L1 и L2 обеспечивают электромагнитную совместимость с питающей сетью и выравнивание токов, протекающих через

параллельно соединенные выпрямительные секции.

Защита выходных цепей реализована с помощью быстродействующих предохранителей FU1-FU4.

С помощью датчиков измеряются входные напряжения на всех входах и выходе блока, токи в шести фазах и температуры охладителей в каждой выпрямительной секции. Эти сигналы подвергаются первичной обработке в системе управления выпрямителем, и, затем, они передаются в систему управления преобразователем частоты.

Контактор KM3 и токоограничивающие резисторы R1-R3 образуют цепь заряда конденсаторов, установленных в звене постоянного тока автономного инвертора напряжения.

Наличие двух вводов позволяет использовать данный выпрямитель либо в режиме

2. Силовые полупроводниковые преобразователи для электроприводов переменного тока

двенадцатипульсового выпрямления при независимом подключении вводов, либо как шестипульсный выпрямитель при параллельном соединении вводов.

Схема выпрямительной секции изображена на рис. 2.

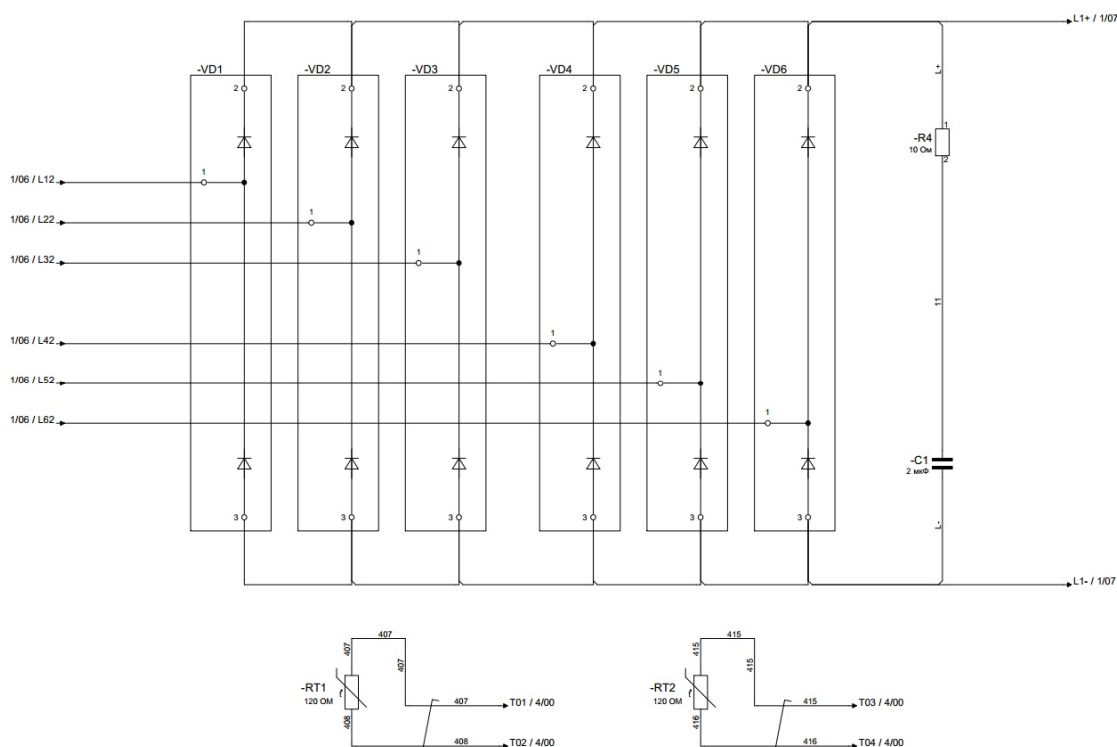


Рисунок 2 – Схема выпрямительной секции

Секция состоит из двух трехфазных мостовых выпрямителей, объединенных параллельно выходными шинами. В выпрямителях применены диодные модули VD1-VD6 отечественного производства. К выходным цепям секции подключена RC-цепочка (R4, C1) для защиты диодов от коммутационных перенапряжений. Для измерения температуры охладителей используются полупроводниковые термисторы RT1 и RT2 с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления.

Конструкция модуля позволяет компактно размещать оборудование в электротехническом шкафу за счет использования всего его объема. Проектом предусматривается два вида шкафов для силовых блоков: шириной 400 и 600 мм. В шкаф шириной 400 мм устанавливается один модуль, а в шкаф шириной 600 мм – два модуля. Так же в шкафу шириной 400 мм предполагается устанавливать входной разъединитель и систему управления преобразователем частоты.

Внешний вид выпрямительного модуля показан на рис. 3. В силовом несущем корпусе 1 размещаются все элементы выпрямителя. Две съёмные крышки 2 обеспечивают доступ к внутренним узлам. В нижней части модуля размещен центробежный электровентилятор. За счет специальной конструкции его крепления имеется возможность быстрой замены узла без извлечения всего диодного выпрямительного модуля из шкафа. Под вентилятором расположена тележка с колесами, которая позволяет перемещать модуль без помощи подъёмно-транспортных механизмов. Для удобства перемещения к корпусу закреплена ручка 5.

2. Силовые полупроводниковые преобразователи для электроприводов переменного тока

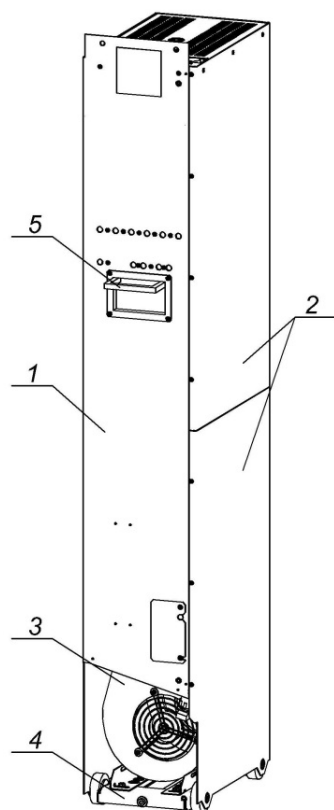


Рисунок 3 – Внешний вид диодного выпрямительного модуля:

1 – корпус; 2 – съёмные крышки; 3 – электро-вентилятор; 4 – колесная тележка; 5 - ручка

Основные технические показатели назначения выпрямителя соответствуют табл. 1.

Таблица 1
Основные технические характеристики

Наименование	Значение
Номинальный выходной ток, А	1000
Номинальное выходное напряжение, В	1000
Входное напряжение питающей сети, В	690
Допустимое длительное отклонение питающего напряжения, %	±10
Номинальная частота питающего напряжения, Гц	50

Число фаз питающего напряжения	3 или 6
Вид охлаждения	воздушное принудительное
Степень защиты	IP00
Вид климатического исполнения и категория размещения	УХЛ4
Габаритные размеры, мм:	
– высота;	1525;
– ширина;	232;
– глубина	440
Масса, кг	90

Помимо самого модуля разработан шкаф для установки нескольких выпрямителей с их параллельным соединением, как по входам, так и по выходам.

На следующих этапах конструирования будут разработаны автономный инвертор напряжения и система управления преобразователем частоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородацкий Е.Г. Выпрямительные полупроводниковые секции для электропривода и электротехнологии. Сб. докл. IX Межд. науч.-практ. конф. «Проблемы и достижения в промышленной энергетике».- Екатеринбург: ЗАО «Уральские выставки», 2010.
2. Бородацкий Е.Г., Кривовяз В.К. Выпрямительные полупроводниковые секции для автоматизированных электроприводов. Известия Тульского государственного университета "Технические науки". Выпуск 3. Часть 2.- Тула: ТулГУ, 2010.
3. Бородацкий Е., Васильев П., Кривовяз В. Частотно-управляемый электропривод передвижения самоходного грузового вагона. - Силовая Электроника, 2011, №5.
4. Кривовяз В.К., Бородацкий Е.Г., Шилин С.И. и др. Полупроводниковые преобразователи для современных энергоэффективных технологий. - Энергетика. Энергосбережение. Экология, 2012, июль.