

# Преобразователь собственных нужд с новым принципом построения высоковольтной части



Преобразователь собственных нужд с новым принципом построения высоковольтной части разработан на общую выходную мощность 100 кВт, выполнен в виде шкафа. При установке на электровазоне одна пара преобразователей способна обеспечить питающим напряжением все бортовое электрооборудование.

Рассматриваемый преобразователь собственных нужд (ПСН) обеспечивает получение напряжения переменного тока, регулируемого по частоте и уровню, а также напряжение переменного тока со стабильной частотой и фиксированным выходным напряжением. Рассмотрим ПСН с тремя трехфазными выходными инверторами. Первый инвертор обеспечивает постоянный уровень (380/220 В) и постоянную частоту (50 Гц) напряжения, второй и третий предназначены для частотного регулирования асинхронных двигателей компрессора и охлаждения тягового двигателя. Входное напряжение ПСН составляет 2200–4000 В DC. Такие преобразователи используют как вспомогательные для локомотивов и пассажирских вагонов.

Преобразователь, работающий от высоковольтного напряжения постоянного тока (например, номинальное напряжение 3000 В DC, диапазон изменения напряжения 2200–4000 В), обычно состоит из высоковольтной части, подключенной к высоковольтному напряжению, и группы инверторов, работающих от промежуточной шины постоянного тока с уровнем напряжения 600–700 В DC. Построение высоковольтной части должно обеспечивать гальваническую развязку цепей входного напряжения и инверторов.

В разработке ПСН наибольшие сложности возникают при построении высоковольтной части: необходимо обеспечить высокий уровень необходимой изоляции от корпуса (10–11кВ), обычное требование гальванической развязки между входом и выходом. Сравнительно низкий уровень допустимого

напряжения IGBT-модулей и диодов вынуждает разработчиков использовать последовательное соединение нескольких ячеек. Структура высоковольтной силовой части становится сложной, громоздкой, не отвечающей требованиям надежности. В новом ПСН высоковольтная часть выполнена по принципиально новой схеме. Она значительно проще, чем существующие до настоящего времени трех-, четырех-, или шестимодульные конструкции. В составе силовой высоковольтной части только два основных узла: повышающее звено с новыми свойствами и DC/DC-преобразователь резонансного типа, в основе которого два высоковольтных модуля 65 класса.

Устройство управления выполнено на базе двух ЦСП типа TMS320F2808, обеспечивающих при запуске ПСН определенную последовательность включения силовых блоков:

- 1) включение главного контактора;
- 2) включение зарядного ключа;
- 3) формирование возрастающих по

длительности управляющих импульсов первой ступени и DC/DC-преобразователя.

Алгоритм запуска предусматривает определенную последовательность «разгона» управляющих импульсов и ту или иную скорость изменения управляющих импульсов DC/DC-преобразователя в зависимости от уровня входного напряжения. При этом обеспечивается защита ключей первой и второй ступеней от выхода из строя при запуске. Уникальность предложенного инновационного решения – малое число элементов высоковольтной части. Решение защищено двумя патентами РФ на изобретение, полученными ЗАО «Электро СИ».

## Основные технические характеристики ПСН с новым принципом построения высоковольтной части

1. Напряжение сети, В . . . 2200–4000 DC
2. Напряжение промежуточной шины (напряжение на выходе DC/DC преобразователя), В . . . . .600
3. Общая выходная мощность, кВт . . . . .100
4. Количество выходных инверторов . . . . .3
5. Диапазон значений рабочей температуры, °С . . . . .–50...60
6. Габаритные размеры, мм . . . . .1400 x 550 x 1600
7. Масса, кг . . . . .740
8. Все необходимые виды защиты от глубоких изменений контактной сети и неисправностей отдельных элементов ПСН
9. Охлаждение воздушное принудительное

## Преимущества ПСН с новым принципом построения высоковольтной части

Количество компонентов силовой части, определяющих надежность изделия, резко уменьшилось в ПСН с новым принципом построения (см. таблицу). Стало меньше IGBT-модулей, драйверов к ним и выпрямительных модулей. Количество алюминиевых конденсаторов, «высыхающих» при продолжительной работе и повышенной температуре, уменьшилось в 4,5 раза. Сильно сократилось число пленочных конденсаторов малой мощности: их осталось только два против 12 в обычном ПСН. Плат собственного изготовления теперь тоже всего две против 12 в обычном ПСН.

Количество основных элементов в высоковольтной части нового ПСН и ПСН обычной конструкции

Номер элемента	Элемент	Количество, шт.	
		Обычное решение	Новый ПСН
1	IGBT-модули	24	5
2	Драйверы к IGBT-модулям	24	5
3	Диодные модули	12	2
4	Электролитические конденсаторы	36	8
5	Пленочные резонансные конденсаторы	12	2
6	Силовые трансформаторы	6	1
7	Резонансный дроссель	0	1
8	Силовой пленочный конденсатор	0	1
9	Платы собственного изготовления	12	2

Силовой трансформатор – объемное изделие, изготовление которого весьма трудоемко, – в новом ПСН всего один, в традиционном преобразователе таких трансформаторов шесть. К числу технических преимуществ нового ПСН относится и сниженная масса изделия – на 140 кг меньше массы обычного ПСН (880 кг). В высоковольтной части появились новые схемотехнические решения по повышающему преобразователю и резонансному DC/DC-преобразователю. Так, используются IGBT-модули с допустимым напряжением 3,3 кВ при входном максимальном напряжении 4 кВ, рабочая частота IGBT-модулей в DC/DC-преобразователе с допустимым напряжением 6,5 кВ повышена до 4 кГц. Это дало возможность уменьшить размеры силового трансформатора и энергоем-

ких конденсаторов. Увеличение рабочей частоты модулей в DC/DC-преобразователе до 4 кГц – принципиально новое достижение: обычно для приборов с напряжением 6,5 кВ рекомендуемая частота ограничивается значением 300 Гц.

Микропроцессорное управление высоковольтной части, выполненное на двух микроконтроллерах TMS320F2808, обеспечивает стабилизацию и регулирование напряжения промежуточной шины с требуемой точностью. Кроме того, реализуется безопасный и надежный для IGBT-модулей проход нейтральной вставки. Запуск преобразователя осуществляется по специальному алгоритму, предусматривающему надежную работу IGBT-модулей, прежде всего двух модулей с допустимым напряжением 6,5 кВ (DC/DC-преобразователь).

В новой высоковольтной части вследствие резкого уменьшения числа компонентов не используется модульная конструкция. Безмодульная конструкция проще и дешевле, но требует более широкой и четкой диагностики, выполняемой цифровым контроллером.

Производство ПСН с новым схемотехническим решением высоковольтной части организовано в соответствии с современным стандартом качества ISO9001 при использовании высокотехнологичного оборудования ведущих мировых производителей.

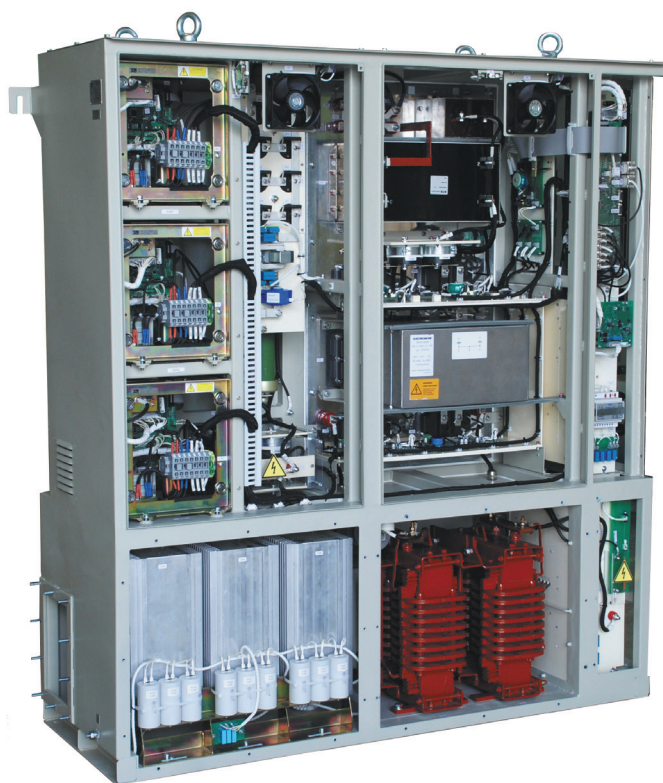
Благодаря использованию современной элементной базы, оригинальному алгоритму управления и рациональному выбору схемы силовой высоковольтной части ПСН становится возможным:

- 1) повысить удельную мощность изделия;
- 2) снизить массо-габаритные показатели на 20–30 %;
- 3) уменьшить стоимость устройства на 15–20 % (при серийном изготовлении);
- 4) сократить количество применяемых компонентов, а следовательно, повысить надежность устройства.

С учетом теоретических обоснований и опыта практического использования инновационный принцип построения высоковольтной части можно рекомендовать как для новых ПСН (от сети 3000 В), так и для применения с высоковольтными сетями разного уровня, например, 750 или 1500 В, а также с сетями переменного тока. Применение новых ПСН как вспомогательных подвагонных преобразователей также обещает быть успешным. ■

#### ЗАО «Электро СИ»

115404, Россия, г. Москва,  
ул. 6-я Радиальная, д. 9  
Тел. +7(495) 544–21–90  
e-mail: info@electro-si.ru  
http://electro-si.ru



Внешний вид преобразователя собственных нужд с новым принципом построения высоковольтной части (внешние защитные щиты удалены)