

Г. Стрункин, інженер ЧАО «Плутон»

ЛИНЕЙКА УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СО ЗВЕНОМ ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Ведущие специалисты украинских предприятий работают на перспективу, изучая потребности железнодорожного транспорта. С применением современных программ и технологий разработана линейка преобразовательных устройств со звеном повышенной частоты для железной дороги.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: звено повышенной частоты, инвертор, трансформатор, шкаф оперативного тока, система бесперебойного питания, гальваническая развязка.

В настоящее время с появлением новых полупроводниковых приборов, увеличением быстродействия микроконтроллеров и внедрения новых алгоритмов управления стало возможным широкое применение новых классов преобразовательных устройств со звеном повышенной частоты. Это позволяет существенно снизить массогабаритные показатели, а иногда и полностью изменить подход к построению традиционных систем в железнодорожной технике. Этому способствует и применение современных программ моделирования, позволяющих избежать ошибок еще на этапе проектирования, что, в свою очередь, снижает стоимость разработки изделия.

Специалисты ЧАО «Плутон» следят за новинками рынка электронных компонентов и публикациями в профильных изданиях. Это дает возможность вести разработку и внедрение устройств силовой электроники на самом современном уровне. Достижением компании яв-

ляется создание линейки устройств для нужд железной дороги с преобразованием на повышенной частоте. Данная линейка включает:

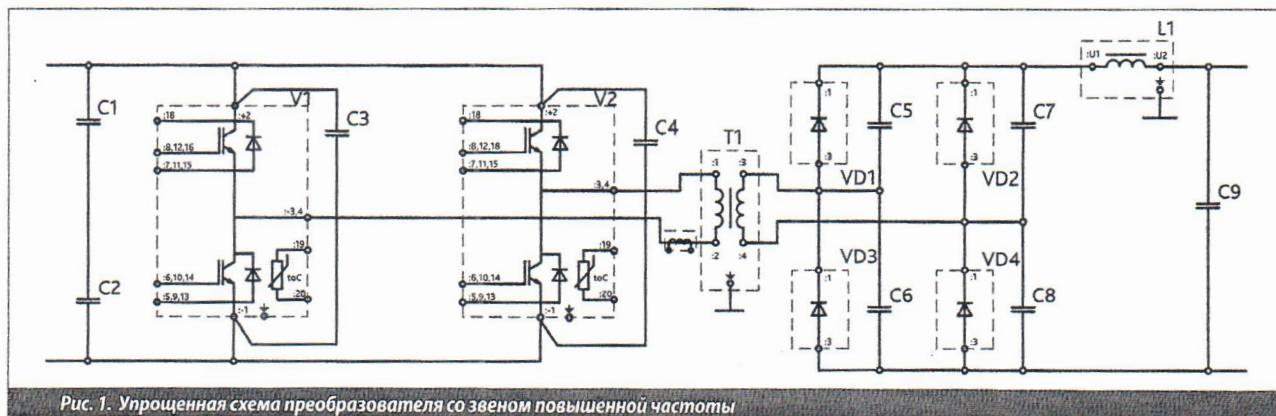
- тяговый преобразователь КППЧ-1600-2x80;
- зарядное устройство ВТПИ1-380-100-230 (УЗВ);
- шкаф оперативного тока ШОТ1М-380-25-230;
- системы бесперебойного питания СБП для разных мощностей;
- источники питания технологических установок различного назначения;
- системы автоматического управления вентиляторами, компрессорами, насосами, а также системы автоматического управления климатом на их основе;
- системы возбуждения синхронных электрических машин.

■ Сущность преобразования на повышенной частоте

Метод преобразования на повышенной частоте заключается в следующем: входное DC-напряжение

с помощью транзисторного инвертора (полумостового или мостового) преобразуется в переменное напряжение повышенной частоты (2,5 кГц и выше), затем оно поступает на высокочастотный согласующий трансформатор, который понижает его до требуемого значения и осуществляет гальваническую развязку. Полученное напряжение преобразуется в постоянное с помощью выпрямителя на быстродействующих диодах. Как правило, для уменьшения высокочастотной составляющей пульсаций на выходе выпрямителя устанавливается LC-фильтр. Схема преобразователя представлена на рис. 1.

Преобразователь охвачен обратными связями по выходному току и напряжению. При этом контролируются входное напряжение, ток трансформатора, температура элементов и ряд других параметров. Измерения электрических величин осуществляются посредством датчиков, работающих на основе эффекта Холла. Развязка управляю-



ших импульсов транзисторов инвертора — оптическая. Также, в преобразователе применено интеллектуальное управление вентиляторами по датчикам температуры и тока. В инверторе, как правило, используются транзисторы типа IGBT.

При необходимости работы прибора от сети переменного тока дополнительно перед инвертором устанавливается диодный выпрямитель и вспомогательные элементы: зарядное устройство входных конденсаторов, фильтры помех, коммутационная аппаратура.

Применение высокочастотного трансформатора позволяет значительно уменьшить массогабаритные показатели источников питания по сравнению с традиционными схемами, использующими преобразование на частоте 50 Гц. Например, традиционный возбудитель синхронного двигателя, работающий на частоте 50 Гц мощностью 25 кВт, примерно на 180 кг тяжелее и примерно в 2 раза дороже, чем такой же возбудитель, выполненный с преобразованием на повышенной частоте.

► Тяговый преобразователь КППЧ-1600-2x80

Взамен морально устаревшего привода постоянного тока для вагонотолкателя, в 2012 г. компанией ЧАО «Плутон» был разработан тяговый привод переменного тока для контактной сети 1,65 кВ мощностью 2x80 кВт.

КППЧ-1600-2x80 конструктивно состоял из двух шкафов (рис. 2): шкафа преобразователя напряжения (ШПН) — DC/DC преобразователя с напряжения 1,65 кВ в напряжение 550 В с гальванической развязкой и шкафа с инверторами напряжения (ШИН) — непосредственно частотно-регулируемого электропривода асинхронных двигателей тяги. Не останавливаясь на описании ШИН (его работа ничем не отличается от других частотных тяговых электроприводов), приведем некоторые характеристики ШПН:

- входное напряжение — 1,5–2 кВ;
- выходное напряжение — 550 В;
- номинальная мощность — 2x80 кВт;

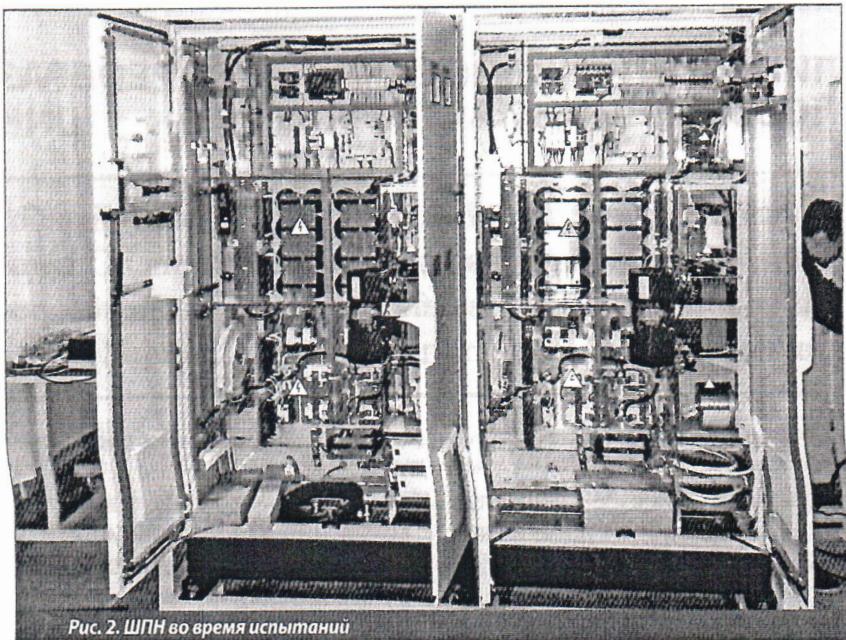


Рис. 2. ШПН во время испытаний

— частота преобразования — 3 кГц.

Схема шкафа представляла собой преобразователь, состоящий из полумостового инвертора, высокочастотного трансформатора и выпрямителя. Охлаждение всех элементов силовой схемы — воздушное принудительное. Преобразователь работал в режиме стабилизации напряжения 550 В DC.

С развитием элементной базы в настоящее время существует возможность создания тяговых DC/DC преобразователей и асинхронного электропривода для маневровых электропоездов, а также преобразователей собственных нужд для магистральных электропоездов, дизель-поездов и электропоездов, используемых во всех контактных сетях железнодорожного транспорта.

► Зарядное устройство ВТПИ-380-100-230 (УЗВ)

ВТПИ предназначен для заряда аккумуляторной батареи (АБ) и питания вторичных цепей подстанций железных дорог постоянным напряжением как в буферном АБ режиме, так и непосредственно.

ВТПИ реализует методы заряда аккумуляторной батареи IU, U, IUI в соответствии с DIN41773. Как выглядит устройство — см. рис. 3.

Требования к электрическим параметрам ВТПИ:

— номинальное входное напряжение 3-фазное — 380 В;

— диапазон изменения питающего напряжения — 323–418 В;

— выходное напряжение — 110 и 230 В;

— диапазон изменения выходного напряжения (при необходимости регулирования) — 90–120 и 200–240 В;

— выходной ток — 100 А;

— частота преобразования — 18 кГц.

Помимо обычной защиты от внешнего и внутреннего замыкания, перегрева и перенапряжений,

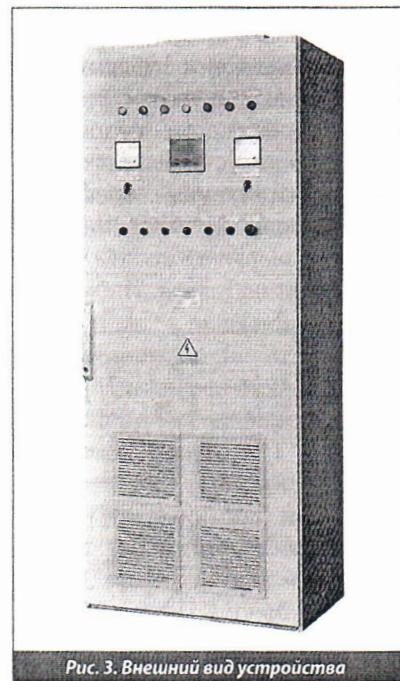


Рис. 3. Внешний вид устройства

в зарядном устройстве обязателен контроль изоляции положительного и отрицательного полюса выходного напряжения относительно «земли». Также существует режим автоматического повторного включения.

В ВТПИ предусмотрено подключение датчика температуры воздуха в районе расположения аккумуляторов для корректирования напряжения заряда батареи. Устройство допускает параллельную работу с другим аналогичным устройством.

■ Шкаф оперативного тока ШОТ1М-380-25-230

Шкаф оперативного тока на базе высокочастотного преобразователя напряжения, выполняющего роль зарядно-выпрямительного устройства, предназначен для преобразования переменного тока в регулируемый постоянный ток. Он может использоваться для заряда аккумуляторных батарей и питания потребителей постоянным напряжением как в буферном включении с аккумуляторной батареей, так и непосредственно. Сфера применения — тяговые подстанции железных дорог и другие железнодорожные объекты, где для гарантированного электропитания используются аккумуляторные батареи.

ШОТ1М допускает работу от сети 220 или 380 В. При этом возможно и однофазное исполнение. Емкость аккумуляторной батареи может составлять до 1000 А·часов. Возможна работа от одного или двух вводов.

ШОТ1М реализует методы заряда аккумуляторной батареи I_U, U, IUI в соответствии с DIN41773. Устройство обеспечивает параллельную работу с аналогичными преобразователями на общую нагрузку. Как и в ВТПИ, ШОТ1М обеспечивает полный набор защиты зарядной цепи. Предусмотрена реализация в 2-х модульном исполнении со 100% параллельным резервированием. Количество автоматических выключателей и других коммутационных аппаратов устанавливается согласно требованиям заказчика. ШОТ1М представлен на рис. 4.

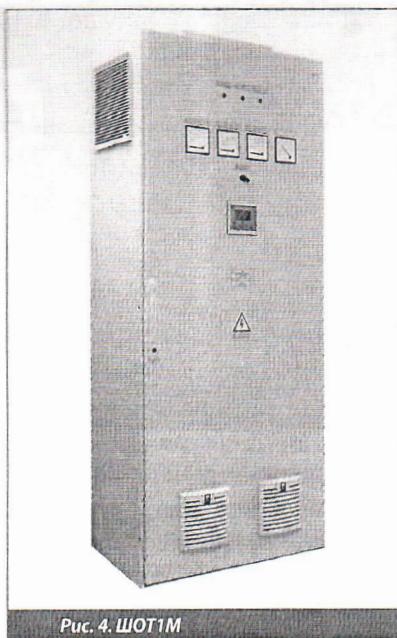


Рис. 4. ШОТ1М

■ Системы бесперебойного питания СБП

Для объектов, где требуется гарантированное питание качественным и стабильным переменным напряжением, специалисты ЧАО «Плутон» разработали линейку систем бесперебойного питания (СБП).

СБП предназначена для обеспечения бесперебойного питания потребителей стабилизированным переменным трехфазным напряжением.

Система бесперебойного питания выпускается на диапазон мощностей от 15 до 60 кВА. При необходимости может быть разработана и изготовлена на мощности до 500 кВА.

В состав СБП входят следующие шкафы (рис. 5):

- шкафы преобразователей и коммутации (далее ШПК);
- шкаф с аккумуляторной батареей (далее ШАКБ).

ШПК состоит из зарядно-выпрямительного устройства, инвертора напряжения с синус-фильтром, резервного (байпас) канала питания, согласующих трансформаторов. Оборудование на большие мощности разделено в нескольких шкафах.

СБП работает в одном из трех режимов:

1. «Нормальный» режим — энергия потребляется из основного ввода и преобразуется в постоян-

ное напряжение; далее, с помощью автономного инвертора, генерируется напряжение для питания подключенной нагрузки.

В этом режиме инвертор работает синхронно с сетью. Если частота сети выходит за пределы допуска, то инвертор переключается на собственную синхро-низацию.

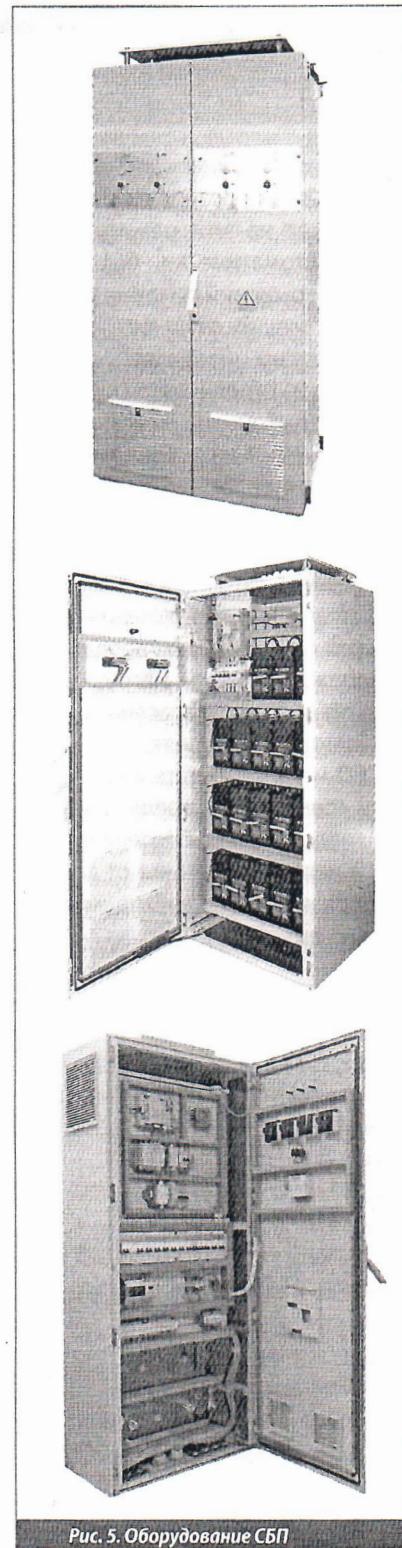


Рис. 5. Оборудование СБП



Рис. 6. Внешний вид системы управления и пультового терминала

2. Режим «байпас» — нагрузка питается через резервный ввод.

Переход на этот режим происходит автоматически, без каких-либо прерываний питания нагрузки в следующих случаях:

- перегрузка инвертора;
- выход из строя инвертора;
- с задержкой при исчезновении напряжения на основном вводе;
- внутренняя температура превышает максимально допустимое значение.

3. «Аккумуляторный» режим — при отсутствии напряжения в пит员ющей сети по обоим вводам СБП продолжает питать нагрузку, используя энергию, запасенную в аккумуляторных батареях.

СБП может работать как от сети, так и совместно с дизель-генератором подстанции, обеспечивая питание цепей подстанции от аккумуляторов на время, необходимое для запуска дизеля.

► Источники питания различного назначения

На базе преобразователя со звеном повышенной частоты могут быть построены различные источники питания:

- для возбуждения синхронных машин;
- для электротехнологических установок (гальваники, электролиза, электрохимии);
- для сварки;
- для генераторов импульсов.

Все эти источники обладают следующими преимуществами по сравнению с традиционными тиристорными устройствами, работающими на частоте 50 Гц:

— улучшенные массогабаритные показатели;

— высокий коэффициент мощности и незначительное влияние на питающую сеть;

— быстродействие при внешних коротких замыканиях;

— сниженная материалоемкость (медь, трансформаторная сталь);

— пониженный акустический шум (кроме тяговых преобразователей).

Данные устройства могут применяться для улучшения работы дизель-генераторов подстанций, при модернизации оборудования железнодорожных мастерских, электровозоремонтных заводов и других объектов.

► Системы автоматического управления вентиляторами, компрессорами, насосами и системы автоматического управления микроклиматом на их основе

В системах автоматического управления вентиляторами, компрессорами, насосами и микроклиматом традиционно используются преобразователи частоты с широтно-импульсной высокочастотной модуляцией выходного напряжения. Достоинством данного комплекса является то, что все оборудование связано в единый автоматически управляемый комплекс с помощью специально разработанной системы управления. Для данного комплекса задается несколько параметров, которые потом автоматически поддерживаются на заданном уровне.

Сфера применения системы автоматического управления очень

широкая. Она необходима во всех случаях, когда требуется улучшение естественных климатических условий — вагоны и локомотивы поездов, помещения станций, подстанций, цехов, мастерских, подземных сооружений и других объектов.

► Система управления МС-40

Все преобразователи со звеном повышенной частоты управляются с помощью микропроцессорной системы МС-40, которая является разработкой ЧАО «Плутон». Она позволяет реализовать технологические алгоритмы самого сложного уровня. Внешний вид системы управления и пультового терминала представлен на рис. 6.

Система построена на базе современного сигнального процессора. Содержит аналоговые и дискретные входы и выходы, коммуникационный порт, часы и индикацию работы.

МС-40 содержит энергонезависимую память, позволяющую хранить журнал аварий, «след» аварии, что является удобным при исследовании причин технологических нештатных ситуаций.

Представленные продукты, построенные на базе преобразователя со звеном повышенной частоты, являются современными наукоемкими образцами электротехники. Сфера применения таких устройств не ограничена перечисленными приложениями, поэтому специалисты компании уже сейчас работают на перспективу, изучая потребности железнодорожного транспорта. ☐