

А.В. ДЕМИДОВ, НТУ «ХПИ»;

Б.Г. ЛЮБАРСКИЙ, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТЕПЛОВОЗА

Запропоновано структуру перспективної системи живлення власних потреб тепловозу та перетворювача власних потреб для малопотужних споживачів.

The structure of the perspective system of feed of own necessities is offered to the diesel engine and transformer of own necessities for low-powered consumers.

Современный тепловоз, как и любой другой тип подвижного состава, представляет собой сложное электромеханическое устройство. В процессе усовершенствования тепловоза постоянно улучшаются его характеристики по мощности, энергоэффективности, надежности и удобству в эксплуатации, однако зачастую платой за улучшение характеристик является усложнение конструкции из-за большого количества вспомогательных механизмов и аппаратов.

Залогом надежной, безопасной и эффективной работы подвижного состава является правильная работа не только тягового оборудования, но и различных вспомогательных систем. Эксплуатируемые в настоящее время тепловозы имеют сравнительно высокие затраты энергии на вспомогательные нужды [1, 2]. Так, например, пассажирский тепловоз ТЭП150 имеет тяговый генератор мощностью 2950 кВт, вспомогательный генератор отопления и вентиляции вагонов мощностью до 610 кВт, а также обмотку собственных нужд на стартер-генераторе мощностью 171 кВт, имеющую коэффициент мощности порядка 0,61 [3]. Таким образом, мощность собственных нужд составляет значительную часть от общей мощности, отбираемой от дизеля. Следовательно, совершенствование систем питания собственных нужд, а именно связки вспомогательный генератор – выпрямитель – шина питания, представляется нам актуальным, так как ее удельная мощность в энергопотреблении достаточно высока, и она имеет потенциал для усовершенствования.

Потребителей собственных нужд можно условно разбить на 3 группы:

1. Электродвигатели охлаждения холодильной камеры, тяговых электродвигателей, высоковольтной камеры; привод мотор-компрессора, а так же возможно возбуждение тягового агрегата.

2. Системы АЛСН, СЦБ и связи; системы управления, регулирования и диагностики подвижного состава; питание электроаппаратов; освещение и другие маломощные потребители.

2. Поездная шина 3 кВ отопления и кондиционирования пассажирских вагонов.

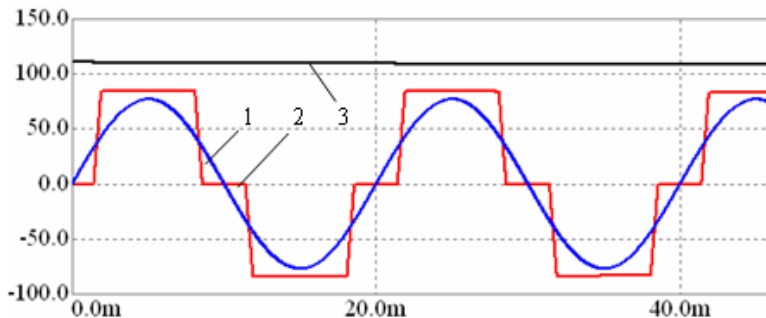
Характеристики потребления энергии электрооборудованием приведенных групп отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики потребления энергии по группам

Группа потребителей собственных нужд	1	2	3
Напряжение питания потребителей	среднее	низкое	высокое
Мощность потребителей	средняя	низкая	высокая
Требования к стабильности напряжения	средние	высокие	низкие
Требования электромагнитной совместимости	низкие	высокие	низкие
Требования к перегрузочной способности источника питания	высокие	низкие	низкие

Исходя из приведенных характеристик, можно сделать вывод, что потребители различных групп предъявляют противоречивые требования к шине питания, поэтому целесообразно питать их от разных источников, каждый из которых удовлетворяет обозначенным требованиям наиболее полно.

Для выпрямления сейчас применяются 6-пульсные и 12-пульсные управляемые, полууправляемые и неуправляемые выпрямители совместно с пассивными индуктивными фильтрами.



1 – фазное напряжение обмотки генератора, 2 – ток обмотки генератора, 3 – выходное напряжение после фильтра.

Рисунок 1 – Работа неуправляемого 6-пульсного выпрямителя

Работа таких схем выпрямления приводит к появлению в обмотке токов существенно несинусоидальной формы как показано на рисунке 1, что в свою очередь ведет к росту добавочных потерь в генераторе от токов высших гармоник и ухудшению параметров электромагнитной совместимости.

В настоящее время на подвижном составе широкое распространение получают микропроцессорные системы управления, регулирования и диагностики подвижного состава, которые предъявляют повышенные требования к качеству потребляемой энергии, так как такое оборудование чувствительно к перепадам напряжения и высокочастотным помехам.

Поставлена цель – разработать концепцию питания вспомогательных систем с повышенными энергетическими показателями и улучшенной электромагнитной совместимостью.

Для защиты от перепадов напряжения в переходных режимах и попадающих по шинам питания помех предлагается питать маломощных потребителей второй группы от отдельного источника, который в свою очередь запитан от отдельной, гальванически не связанной с другими, обмотки генератора.

Надежная работы потребителей второй группы обеспечивается при точном поддержании напряжения шины в широком диапазоне мощностей на выходе источника и напряжения генератора, работающего в режиме $U/f = const$, на его входе, что возможно реализовать с приемлемым КПД и массогабаритными показателями только с помощью импульсных преобразователей.

На рисунке 2 показана предлагаемая схема подключения потребителей собственных нужд ко вспомогательному генератору. В этой схеме 2 включенные звездой со сдвигом 30 электрических градусов обмотки питают через выпрямительно-инверторные блоки потребителей 1-й группы, а также через 12-пульсный выпрямитель снабжают поездную шину 3 кВ. Отдельная маломощная обмотка питает маломощный преобразователь собственных нужд (ПСН) потребителей 2-й группы.

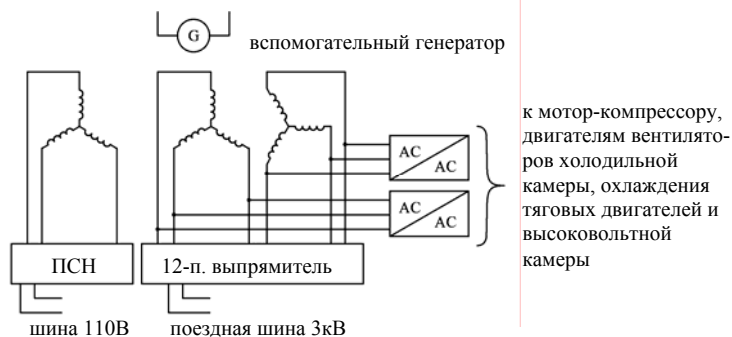


Рисунок 2 – Подключение потребителей к вспомогательному генератору

Для ПСН предлагается следующая структура, представленная на рис. 3.

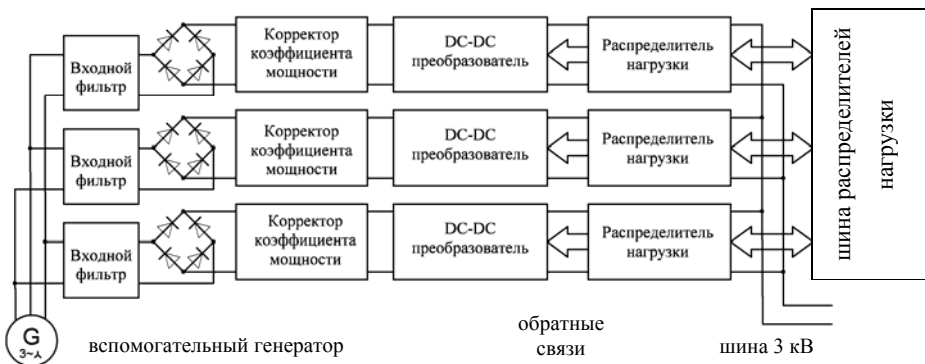
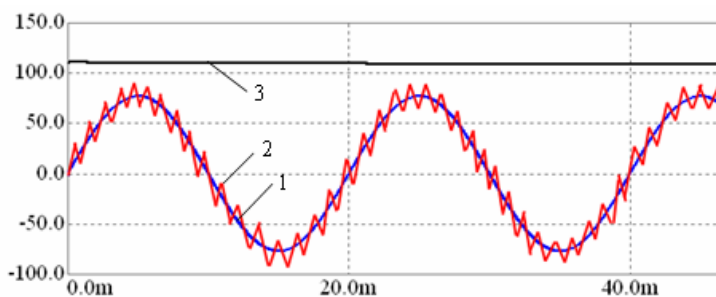


Рисунок 3 – Блок-схема ПСН

На схеме входные фильтры не позволяют высокочастотному шуму переключения транзисторов попадать в обмотку генератора. Корректоры коэффициента мощности представляют собой импульсные повышающие преобразователи, потребляющие ток близкий по форме к синусоиде (рис. 4), поэтому со стороны генератора ПСН выглядит как активная нагрузка, что уменьшает потери в обмотках от высших гармонических. Таким образом, предложенная структура ПСН соответствует требованиям электромагнитной совместимости по величине максимальных пульсаций выходного напряжения в диапазонах частот 4,5...5,5; 25...75 Гц. DC-DC преобразователь представляет собой транзисторный полномостовой конвертор, позволяющий менять напряжение на выходе в широких пределах, а так же обеспечивающий гальваническую развязку между входом и выходом ПСН.



1 – входное напряжение, 2 – входной ток, 3 – выходное напряжение после фильтрации
Рисунок 4 – Работа однофазного корректора коэффициента мощности

Распределитель нагрузки определяет суммарный потребляемый от ПСН ток и распределяет его равномерно между каналами при помощи обратных связей. Таким образом, нагрузка на отдельные каналы выравнивается, и

предотвращается перетекание тока между их выходами. При этом один из распределителей выбирается главным, и управляет работой остальных по шине распределителей нагрузок.

Описанная выше схема преобразователя дает следующие преимущества:

1. Разделение на 3 канала позволяет применять отдельные блоки сравнительно низкой мощности. Так как мощность всех потребителей второй группы составляет порядка 10 кВт, одному каналу достаточно иметь мощность около 4 кВт. Вследствие этого намного снижаются требования к применяемому силовым полупроводниковым приборам, что позволяет использовать широко распространенную элементную базу.

2. Применение однофазных модулей небольшой мощности позволяет пользоваться хорошо отработанными и изученными конструкциями и методами расчетов, применяемыми при разработке массово используемых преобразователей постоянного тока.

3. Использование распределителя нагрузок позволяет наращивать суммарную выходную мощность преобразователя путем добавления DC-DC преобразователей параллельно уже существующим, что позволит унифицировать отдельные модули и в зависимости от требуемой мощности создавать ПСН путем компоновки на основе модульного принципа. Это позволит использовать его как во вновь создаваемом подвижном составе, так и при модернизации существующего.

4. Применение корректора мощности позволяет сместить диапазон высших гармоник на входе ПСН в высокочастотную область, (диапазон десятков кГц) и применить для их гашения малогабаритные фильтры на высокие частоты.

К недостаткам предложенной конструкции следует отнести повышенную сложность.

Выводы:

1. Предложена структура системы снабжения вспомогательных нужд тепловоза, особенностью которой является питания маломощных потребителей от отдельной обмотки вспомогательного генератора.

2. Предложена структурная схема преобразователя собственных нужд для маломощных потребителей, состоящая из 3-х каналов, каждый из которых состоит из однофазного фильтра, выпрямителя, корректора коэффициента мощности, DC-DC преобразователя и распределителя нагрузок.

3. Такая структура обеспечивает повышенные энергетические показатели и улучшает электромагнитную совместимость ПСН.

Список литературы 1. Тепловоз 2ТЭ116. С.П. Филонов, А.И. Гибалов, В.Е. Быковский и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. 328 с. 2. Пассажирский тепловоз ТЭП70. В.Г. Быков, Б.Н. Морошкин, Г.Е. Серделевич, Ю.В. Хлебников, В.М. Щиряев. – М.: Транспорт, 1976. 231 с. 3. Пассажирский тепловоз ТЭП150 – краткое описание.

Поступила в редколлегию 02.05.2011