

МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко» Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь

Представлен сопоставительный анализ наиболее распространенных систем электропитания мощностью в сотни киловатт. На основании представленного анализа зарядных устройств электротранспорта предлагается структура наиболее экономичной и надежной системы зарядки энергоносителей мощностью в сотни кВт для пассажирского и грузового электротранспорта.

Создание мобильных систем зарядки энергоносителей является актуальной задачей развития современного пассажирского и грузового электротранспорта. Разработка мобильного источника питания повышенной экономичности и надежности поможет решить сложившуюся в Республике Беларусь проблему с зарядными станциями. Зарядные устройства большой мощности для энергоносителей электротранспорта в РБ не выпускаются, они завозятся из КНР.

Острая необходимость в таких устройствах объясняется отсутствием в Республике Беларусь серийного производства отечественных мощных зарядных станций.

Мобильные зарядные устройства необходимы для троллейбусов со «свободным ходом», т. е. троллейбусов, движущихся за счет энергии, запасенной в суперконденсаторах и аккумуляторах на протяжении десятков километров в отсутствие троллейбусного проводного электропитания.

Мобильные устройства зарядки устанавливаются непосредственно в самом транспортном средстве и запитываются непосредственно от троллейбусных силовых линий электропередач.

Для зарядки электронакопителей, т.е. суперконденсаторов и супераккумуляторов емкостью до 14 фарад и выше, обеспечивающих движение электротранспорта без питания извне, необходимы зарядные источники электроэнергии мощностью в 300-600 киловатт

Зарядка таких энергонакопителей происходит во время движения электротранспорта на участках маршрута, на которых имеются троллейбусные линии электропитания. Такой вариант обеспечивает автономность зарядки и исключает необходимость в стационарных станциях, расположенных только в определенных местах.

Кроме троллейбусов снабжение легкими компактными источниками электропитания перспективно и для электробусов, что исключает для них необходимость подъезжать к стационарным станциям зарядки.

Основными задачами разработки мобильных систем зарядки является создание высокоэкономичного и надежного мобильного источника зарядки энергонакопителей электротранспорта во время движения, а также минимизация его массы и габаритов, позволяющая рациональное размещение в ограниченном пространстве транспортного средства.

Для этого необходимо проанализировать особенности построения мобильных источников электропитания, исследовать взаимосвязи тепловых и электрических характеристик источников и надежности зарядки энергонакопителей в различных режимах работы, разработать, изготовить и испытать мобильные модули источников питания различной мощности.

Главная задача разработки устройств зарядки энергоносителей электротранспорта это обеспечение передачи мощности с наименьшими потерями и защита нагрузки от перенапряжения или перегрузки по току в случае неисправности каких-либо цепей, например, короткого замыкания и т.п.

Мобильные зарядные устройства существенным образом отличаются от стационарных систем питания.

Секция 3. Прикладные проблемы радиофизики

Мобильные источники должны периодически подключаться ко вторичному источнику электропитания - к электроподстанциям или силовым линиям электропитания троллейбусов.

В связи с возможностью подзарядки во время движения мощность мобильных источников зарядки может быть ниже, чем мощность стационарных станций зарядки.

Так как мобильные зарядные устройства располагаются непосредственно в транспортном устройстве и занимают его определенный объем, то габариты и масса таких источников должны быть предельно минимальны.

Из существующих типов серийных источников питания таких, как феррорезонансные, тиристорные, инверторные, импульсные и др, для мобильных источников могут быть использованы только инверторные преобразователи и импульсные регуляторы тока.

Феррорезонансные источники тока просты, надежны, но очень неэкономичны и громоздки КПД этих устройств не превышает 65-70 %

Тиристорные устройства более экономичны. КПД в ряде случаев достигает 75 %. Они тоже просты в управлении и надежны в работе. Однако такие системы питания также громоздки, металлоемки и имеют недостаточный диапазон регулировки выходных параметров.

Таким образом, для мобильных систем зарядки большой мощности энергоносителей для электротранспорта наиболее применимы два типа - инверторные преобразователи и импульсные регуляторы тока

Инверторный источник питания это- преобразователь напряжения по схеме АС-DC-АС-DC. Он преобразует переменное напряжение в постоянное, затем происходит высокочастотное преобразование с импульсами прямоугольной формы, а затем вновь в постоянное. Переменное напряжение 380 В (АС) сначала выпрямляется в постоянное напряжение (DC), затем это постоянное напряжение подается на высокочастотный преобразователь с частотой до 100 кГц. Полученное высокочастотное переменное напряжение (АС) вновь преобразуется в постоянное (DC) нужной величины.

Естественно, что при таком многоступенчатом высокочастотном, преобразовании возникают значительные потери энергии. КПД инверторных устройств не превышает 75-85 %. При реализуемой мощности в сотни киловатт непроизводительные затраты в десятки киловатт приводят к непроизводительному расходу электроэнергии, перегреву аппаратуры и аварии.

Низкая надежность инверторов также объясняется тем, что высокочастотный генератор в «мостовом» или «полумостовом» виде состоит из нескольких последовательно соединенных в каждом плече силовых транзисторов и высокочастотного трансформатора в диагонали «моста».

Схемные решения с последовательно соединенными силовыми транзисторами серьезно снижают надежность устройства, т.к. допускает прохождение «сквозного тока» и, следовательно, аварию в работе источника.

Ввиду сложности схемы и большого количества силовых комплектующих источники питания такого типа мощностью в сотни киловатт менее надежны и значительно дороже других типов источников электропитания.

Для повышения экономичности, надежности и снижения массогабаритных характеристик мобильного источника зарядки энергоносителей предлагается использовать принципиальную электрическую схему импульсного типа.

Импульсные (ключевые) источники электропитания являются наиболее надежными и простыми среди современных типов источников.

Электрическая схема импульсного типа лучше других подходит для мобильных зарядных устройств по следующим причинам. Вследствие отсутствия многоступенчатого преобразования питающего напряжения энергоэффективность источника, т.е. КПД достигает 97% и более, а уменьшение количества силовых элементов схемы и исключение промежуточных блоков преобразования обуславливает повышение надежности всего устройства, уменьшаются его размеры, значительно снижается его стоимость

Секция 3. Прикладные проблемы радиофизики

Особым преимуществом предлагаемой системы зарядки является то, что для питания мобильного зарядного устройства достаточно использовать уже выпрямленное напряжение линии электропитания троллейбуса.

Надежность, экономичность и массогабариты импульсных зарядных устройств особенно важны для мобильных систем питания, где очень ограничено пространство для размещения дополнительных устройств охлаждения, обязательных для инверторных зарядных станций с коэффициентом полезного действия 75-85 %.

Чтобы обеспечить повышенную надежность, простоту конструкции и обслуживания, минимальные массогабаритные параметры и низкую стоимость источника, силовая электрическая схема должна использовать минимальное количество комплектующих,

Устройства зарядки энергонакопителей электротранспорта мощностью в сотни киловатт должны состоять из нескольких базовых модулей, соединенных параллельно для суммирования выходной мощности. Такая модульная схема позволяет значительно повысить надежность работы зарядной станции и предотвратить нарушение процесса зарядки. Во - первых, надежность базовых модулей, равномерно распределяющих между собой суммарную нагрузку источника, выше так, как улучшается равномерность тепловой и электрической нагрузки; во - вторых, выход из строя одного из модулей не вызовет остановку работы всего источника питания так, как модуль автоматически отключается от системы, а оставшиеся модули равномерно перераспределяют нагрузку.

Для надежности работы зарядного устройства и не разрушения суперконденсаторов и супераккумуляторов мобильные источники должны обеспечивать питание электроносителей по сложной заранее задаваемой программе, включающей режимами «мягкого пуска», «мягкого выключения», стабилизацию выходных параметров и др..

Разработанная структурная схема системы зарядки мощностью 300 - кВт состоит из следующих блоков: мобильные базовые электрические модули мощностью 10 - 20 кВт (15 - 20 шт.), блоки «мягкого пуска» и «мягкого выключения» базового модуля, блок автоматического отключения базового модуля из системы питания в случае его выхода из строя, выходной датчик тока, общий блок управления и контроля.

Назначение этих блоков следующее.

1. Мобильные базовые модули обеспечивают преобразование входной электрической энергии первичного источника в выходную энергию с требуемыми напряжением и током.
2. Блоки «мягкого пуска» и «мягкого выключения» обеспечивает замедленный заряд входных силовых конденсаторов в момент включения и плавного выключения модуля, что предотвращает перегрузку по току выпрямительных диодов и тепловой удар на выпрямительные конденсаторы.
3. Блок автоматического отключения базового модуля выключает аварийный модуль из общего комплекса модулей системы зарядки энергоносителей,
4. Выходной датчик тока контролирует величину напряжения или тока, поступающих в нагрузку.
5. Общий блок управления организует работу базовых модульных блоков и всей системы зарядки энергоносителей.

Разработанная схема управления позволяет создать единую систему централизованного регулирования сотнями источников питания, позволяет запараллелить десятки базовых модулей для суммирования общей выходной мощности системы питания.