

УДК 621.313.333

БОРТОВОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ

В.Я. Двадненко, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Аннотация. Предложено бортовое зарядное устройство конверсионного гибридного автомобиля. Разработаны схемотехнические решения, которые обеспечивают простую реализацию зарядного устройства для литиевой тяговой батареи с требуемой мощностью и высоким значением коэффициента мощности. Зарядное устройство поддерживает работу плат выравнивания заряда банок тяговой батареи.

Ключевые слова: зарядное устройство, тяговая батарея, выравнивание заряда, конверсия автомобиля, гибридный автомобиль.

БОРТОВИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ

В.Я. Двадненко, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Анотація. Запропоновано бортовий зарядний пристрій конверсійного гібридного автомобіля. Розроблені схемотехнічні рішення, які забезпечують просту реалізацію зарядного пристрою для літійової тягової батареї з необхідною потужністю і високим значенням коефіцієнта потужності. Зарядний пристрій підтримує роботу плат вирівнювання заряду банок тягової батареї.

Ключові слова: зарядний пристрій, тягова батарея, вирівнювання заряду, конверсія автомобіля, гібридний автомобіль.

BOARD CHARGER HYBRID VEHICLES

V. Dvadnenko, assistant professor, cand. eng. sc., KhNAHU

Abstract. Proposed board charger is the conversion of the hybrid vehicle. Designed circuit solutions that provide a simple implementation of the charger for the lithium traction battery with the desired capacity and temple power factor. The charger supports charge of the traction battery cans leveling boards.

Key words: charger, traction battery, charge equalization, the conversion of the car, a hybrid car.

Введение

Переоборудование обычного автомобиля в подзаряжаемый гибридный автомобиль обеспечивает существенное снижение стоимости километра пробега, повышает удобство пользования автомобилем и также снижает вредные выбросы [1-3]. Но для такой конверсии необходимо не только установить тяговый электропривод, но и обеспечить необходимое количество электрической энергии для его работы. Эту электрическую энергию наиболее выгодно брать из электрической сети

с помощью зарядного устройства (ЗУ). Современные электрические преобразователи, в том числе и зарядные устройства, основаны на широтно-импульсной модуляции (ШИМ), с применением силовой электроники. Это позволяет получить высокий КПД, малые габариты и вес.

Анализ публикаций

Хорошее соотношение цена/качество на вложенные в доработку простого автомобиля средства дает, как показано в работе [1], вве-

дение относительно маломощного электропривода, питание которого производится от тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ), за-

ряжаемой преимущественно от сети. Функциональная схема такого автомобиля приведена на рис.1.



Рис. 1. Функциональная схема подзаряжаемого гибридного автомобиля

Это является фактически переоборудованием базового автомобиля в параллельный гибридный автомобиль с внешней подзарядкой (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle) [2]. Для переоборудования в подзаряжаемый гибридный автомобиль в качестве базового имеет смысл взять недорогой автомобиль с механической коробкой передач (МКП), установить на него тяговый электродвигатель и обеспечить кинематическую связь его вала с вторичным валом МКП [3]. При этом целесообразно организовать кинематическую схему и систему управления гибридного автомобиля так, чтобы сохранить возможность использования этого автомобиля и как обычного бензинового автомобиля. Емкость тяговой батареи следует минимизировать с учетом суточного пробега [4]. Это позволит снизить стоимость переоборудования и уменьшит вес такого автомобиля.

Цель и постановка задачи

В качестве ТАБ для переоборудования по совокупности параметров наиболее подходят литий-ионные аккумуляторы. Высокая цена литий-ионных аккумуляторов в значительной мере компенсируется большим сроком службы, и, кроме того, по мере расширения производства таких аккумуляторов цена будет понижаться. Важным полезным качеством таких аккумуляторов является возможность сравнительно быстрой зарядки. Для реализации этой возможности необходимо соответствующее сетевое зарядное устройство. Мощность ЗУ необходимо выбрать исходя из требования минимизации времени заряда, предельного зарядного тока и предельной мощности стандартной розетки электрической сети.

Зарядное устройство для переоборудования базового автомобиля в гибридный

Функциональная схема зарядного устройства ТАБ из 20 банок аккумулятора WB-LYP90АНА приведена на рис. 2. Питание схемы производится от напряжения сети переменного тока. На контакт +12В подается напряжение из бортсети. На схеме использованы следующие сокращения: ИЗУ – импульсное ЗУ, АС – аккумуляторная сборка, А – банка аккумулятора, БУЗ – блок управления зарядкой, БВЗК – блок выравнивания заряда и контроля, L – дроссель пассивного корректора коэффициента мощности, С – конденсатор пассивного корректора коэффициента мощности. Выбор мощности ЗУ производился исходя из следующих параметров: время заряда полностью разряженного аккумулятора 2 – 4 часа, предельный зарядный ток – 45А, предельная мощность потребления от электрической сети: 2 – 3 кВт. Было принято решение для достижения наилучшего соотношения цена-качество использовать для заряда каждого четырех банок тяговой батареи универсальные импульсные источники питания, в которых при увеличении нагрузки стабилизация напряжения переходит в стабилизацию тока, и наоборот, при уменьшении нагрузки стабилизация тока переходит в стабилизацию напряжения. Таковыми являются, например, блоки питания S-350-13,5 или FT-350-12. Эти блоки необходимо перестроить на стабилизацию напряжения 14,4 В и стабилизацию тока 24,3 А, т.е. что бы не превышалась их номинальная мощность 350 Вт. Суммарная выходная мощность пяти таких блоков 1750 Вт. С учетом КПД импульсных преобразователей и потерь в пассивном корректоре коэффициента мощности, потребляемая от сети полная мощность будет около 2,5 кВА.

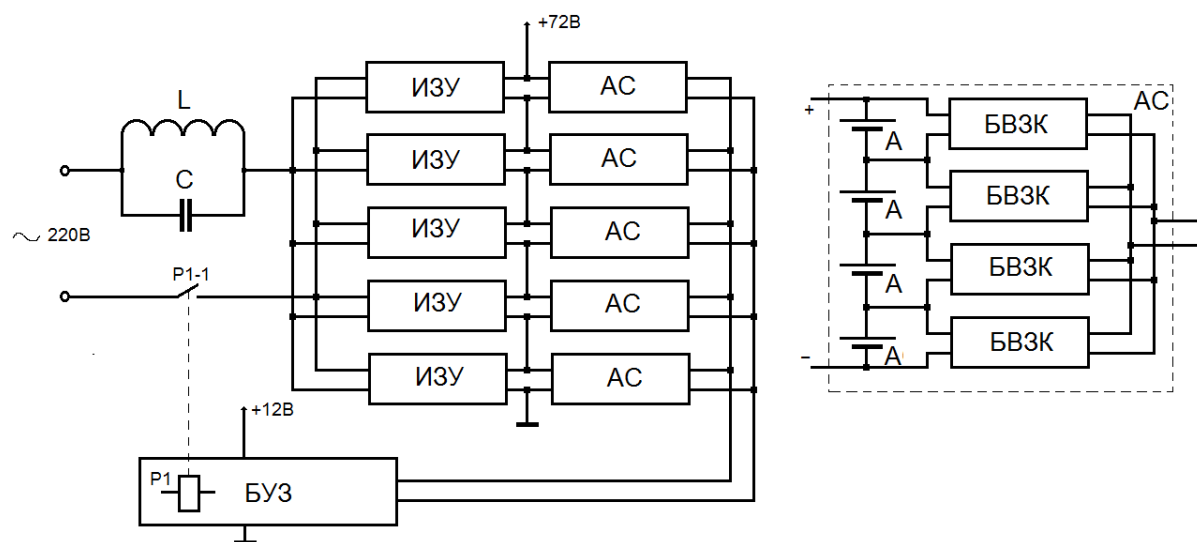


Рис. 2. Функциональная схема зарядного устройства подзаряжаемого гибридного автомобиля

Для выравнивания заряда и недопущения перезаряда параллельно каждой банке подключена плата балансировки и контроля [5]. Максимальное напряжение при зарядке на каждой банке аккумуляторной батареи не должно превышать 3,6 В.

В случае превышения этого напряжения параллельно банке через электронный ключ подключается нагрузочный резистор, через который идет в обход банки зарядный ток и идет разрядный ток этой банки. Так происходит до тех пор, пока напряжение на банке не снизится на величину гистерезисного зазора и электронный ключ не отключит нагрузочный резистор. Однако, в случае существенной разницы в заряде банок в сборке, происходит сильный нагрев нагрузочного резистора. Для предотвращения этого нежелательного явления введен блок управления зарядом. Блок выравнивания заряда и контроля при включении электронного ключа выдает на выходе сигнал низкого уровня, далее эти сигналы, объединенные в схеме монтажного «ИЛИ», приходят на вход блока управления зарядом. В этом блоке происходит срабатывание реле P1, что отключает зарядку. После этого через нагрузочный резистор течет только ток разряда банки аккумулятора, нагрев уменьшается и так происходит до тех пор, пока не отключится электронный ключ блока выравнивания заряда и контроля, после чего опять включится зарядка. Так будет происходить со всеми банками до тех пор, пока напряжение на каждой из них не станет равным 3,6В. Под таким напряжением банки считаются заряженными и

могут находиться сколь угодно долго с включенным зарядным устройством. Ток заряда при этом очень мал. На входе зарядного устройства подключен пассивный корректор коэффициента мощности, представляющий собой параллельный резонансный LC контур, настроенный на частоту третьей гармоники сети [6]. Как следует из работы [6], для требуемой мощности оптимальные значения $L = 27$ мГн и $C = 40$ мкФ. При этом дроссель должен быть рассчитан на ток не менее 11 А, а конденсатор должен быть рассчитан на работу с сетевым переменным напряжением не менее 250 В.

Выводы

Предложенная методика построения зарядного устройства для конверсионного гибридного автомобиля. ЗУ позволяет обеспечить надежную зарядку ТАБ гибридного автомобиля при любой степени разряда. Разработанная схема обеспечивает удовлетворение современных требований по коэффициенту мощности. Предложенная методика и ее схемная реализация проверены на практике в конверсионном гибридном автомобиле «Ланос-пикап». Результаты испытаний подтвердили эффективность технического решения.

Литература

1. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. / [Бажинов О.В., Двядненко В.Я., Хакім М.], – Харків: ХНАДУ, 2014. – 200 с.
2. Синергетичний автомобіль. Теорія і прак-

- тика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.], – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
3. Бажинов А.В., Двадненко В.Я., Серіков С.А. Экспериментальное исследование бензинового автомобиля конвертированного в гибридный //Вестник ХНАДУ. – 2014 – Выпуск 67 - С. 63 -68.
 4. Сітовський О. П, Кашуба А. М. Визначення розподілу питомих пробігів приватних автомобілів для оптимізації ємності батарей гібридних транспортних засобів/ Вісник НТУ «ХП». 2014. № 9 (1052) - С. 50 - 53
 5. Бажинов А.В. Система контроля заряда и разряда литий-ионных аккумуляторных батарей гибридных автомобилей и электромобилей / А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, А. М. Дробинин, Х. Мауш.// Вісник СевНТУ- збірник наукових праць. – 2012. – випуск134. – С. 36 – 39.
 6. Redl R. Power-factor correction in bridge rectifier circuits with inductor and capacitor. APEC, 1995. <https://ru.scribd.com/document/7145008/Power-Factor-Correction-in-Bridge-and-Voltage-doubler-Rectifier-Circuits-With-Inductors-and-Capacitors>.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н.
ХНАДУ