

УДК 621.431

Францев Сергей Михайлович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, Пенза¹
Доцент, кандидат технических наук
E-Mail: fsm8@mail.ru

Шаманов Роман Сергеевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, Пенза
Старший преподаватель, кандидат технических наук
E-Mail: shambox@list.ru

Перекусихина Ирина Александровна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, Пенза
Студентка 4 курса специальности «Организация и безопасность движения»
E-Mail: obd@pguas.ru

Зарядно-восстановительное устройство для автомобильных аккумуляторных батарей

Аннотация: Необходимость постоянного использования в светлое время суток на движущемся транспортном средстве ближнего света фар при низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля в городском цикле приводит к постоянному недозаряду аккумуляторной батареи, а в случае отказа генератора – к глубокому разряду.

В результате указанных факторов поверхности пластин батареи покрываются слоем слаборастворимого сульфата свинца, который постепенно кристаллизуется и слабо участвует в химических реакциях, остаточная емкость батареи снижается, растет ее внутреннее сопротивление, батарея «не держит заряд» и быстро разряжается. В результате чего ее необходимо менять чаще, что увеличивает затраты на эксплуатацию автотранспортных средств.

При глубоких разрядах батареи возникает необходимость в использовании зарядного устройства с ограничением тока заряда. Следующей причиной преждевременного выхода из строя батареи является ее перезаряд, что вызывает выкипание воды в банках. Это происходит при неисправном регуляторе напряжения генератора или при заряде батареи от нерегулируемого зарядного устройства, напряжение холостого хода на клеммах которого достигает 15-16 В.

Срок службы автомобильной аккумуляторной батареи можно продлить за счет её обслуживания с применением зарядного устройства с автоматическим регулированием и оптимизацией параметров заряда в зависимости от внешних условий и степени изношенности

¹ 440028, ул. Беляева, 16, ауд. 5206

подключенной батареи и использования в зарядном устройстве режима восстановления (десульфатации) батарей путем последовательного заряда-разряда ее реверсивным током с различными амплитудами и длительностями импульсов обеих полярностей за каждый период их следования.

Основным недостатком зарядных устройств является отсутствие защиты от неправильного подключения аккумуляторной батареи, отсутствие возможности автоматического регулирования и оптимизации параметров заряда в зависимости от внешних условий и степени изношенности подключенной аккумуляторной батареи, а также реализации ее восстановления реверсивным током.

На основе анализа патентной литературы синтезировано зарядное устройство, позволяющее автоматически формировать токовременные параметры зарядного и разрядного импульсов в зависимости от внешних условий и степени изношенности подключенной батареи.

Ключевые слова: Автомобильная аккумуляторная батарея; сульфатация; десульфатация; автомобильное зарядное устройство; автомобиль; заряд; реверсивный ток; преобразователь напряжения; восстановление; защита от переплюсовки.

Идентификационный номер статьи в журнале 167TVN214

Автомобильная аккумуляторная батарея (АКБ) предназначена для гашения пульсаций напряжения в бортовой сети, электроснабжения стартера и других потребителей электроэнергии при пуске двигателя автотранспортного средства, электроснабжения при неработающем генераторе или недостатке его мощности.

подавляющее большинство АКБ, эксплуатируемых на автотранспортных средствах, являются свинцово-кислотными. В основу их работы заложен принцип двойной сульфатации. При разряде АКБ происходит взаимодействие активной массы положительных и отрицательных пластин с электролитом, в результате чего образуется сульфат свинца, осаждающийся на поверхности электродов и вода. В итоге плотность электролита падает. При зарядке АКБ от внешнего источника энергии происходят обратные электрохимические процессы, что приводит к восстановлению на отрицательных электродах чистого свинца и на положительных – перекиси свинца. Одновременно с этим повышается плотность электролита. Сульфатация пластин в процессе эксплуатации АКБ в определенных пределах – явление нормальное и присутствует всегда [8, 9, 10].

Наряду с нормальным процессом сульфатации пластин возникает и ненормальная сульфатация, в результате которой поверхности пластин покрываются слоем слаборастворимого сульфата свинца, который постепенно кристаллизуется и слабо участвует в химических реакциях, площадь и объем активной массы, участвующей в химических реакциях, уменьшается, остаточная емкость АКБ снижается, растет ее внутреннее сопротивление, снижается максимальный ток, отдаваемый АКБ стартеру при пуске двигателя, АКБ «не держит заряд» и быстро разряжается.

Ненормальная сульфатация пластин может быть вызвана глубокими разрядами АКБ или постоянным недозарядом.

При глубоких разрядах АКБ разряжается до 6-8 В и возникает необходимость в использовании *зарядного устройства (ЗУ)*, позволяющего заряжать сильно разряженные АКБ с ограничением тока заряда.

Постоянный недозаряд АКБ вызван причиной необходимости постоянного использования в светлое время суток на движущемся транспортном средстве фар ближнего света. Недозаряд увеличивается при низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля в городском цикле.

В зимних условиях эксплуатации автотранспортных средств недозаряд усиливается, т.к. АКБ принимает заряд в сильной зависимости от прогрева электролита [1]. Холодный запуск зимой, редкие непродолжительные поездки на протяжении рабочего дня не дают прогреться электролиту и, следовательно, зарядиться АКБ.

Следующей причиной преждевременного выхода из строя АКБ является ее перезаряд, что вызывает выкипание воды в банках АКБ. Это происходит при неисправном регуляторе напряжения генератора или при заряде АКБ от нерегулируемого ЗУ, напряжение холостого хода на клеммах которого достигает 15-16 В.

Большинство предлагаемых на рынке ЗУ не допускают перенапряжения за счет ограничения напряжения холостого хода на клеммах ЗУ на уровне 15-16 В, что, однако, не позволяет обеспечить максимально полный заряд АКБ и выравнивание плотности электролита в ее банках.

Согласно [2], нормативный срок службы АКБ легкового автомобиля индивидуального пользования составляет 4 года. Однако, вследствие вышеуказанных факторов он резко уменьшается, что увеличивает затраты на эксплуатацию автотранспортных средств.

Срок службы АКБ можно продлить за счет обслуживания АКБ с применением ЗУ с автоматическим регулированием и оптимизацией параметров заряда в зависимости от внешних условий и степени изношенности подключенной АКБ и использования в ЗУ режима восстановления (десульфатации) батарей путем последовательного заряда-разряда ее реверсивным током.

Реверсивный ток – это переменный ток с различными амплитудами и длительностями импульсов обеих полярностей за каждый период их следования. За каждый период следования импульсов тока АКБ заряжается и частично разряжается. При таком способе почти полностью (исключается необратимая) устраняется глубокая сульфатация пластин. Если систематический подзаряд аккумулятора производится реверсивным током, то ненормальная сульфатация пластин практически не наблюдается [3].

Известны ЗУ, описанные в [4, 5]. Недостатками их являются отсутствие защиты от неправильного подключения аккумуляторной батареи и отсутствие индикации неправильного подключения.

В ЗУ, описанном в [6], отсутствует возможность автоматического регулирования и оптимизации параметров заряда в зависимости от внешних условий и степени изношенности подключенной АКБ, а также реализации восстановления АКБ реверсивным током.

В Автомобильно-дорожном институте ФГБОУ ВПО «Пензенского государственного университета архитектуры и строительства» разработано ЗУ, лишенное указанных недостатков, и позволяющее программными средствами, на основе микроконтроллера, задавать оптимальные параметры заряда, требуемые для конкретной АКБ [7]. Блок-схема ЗУ приведена на рисунке.

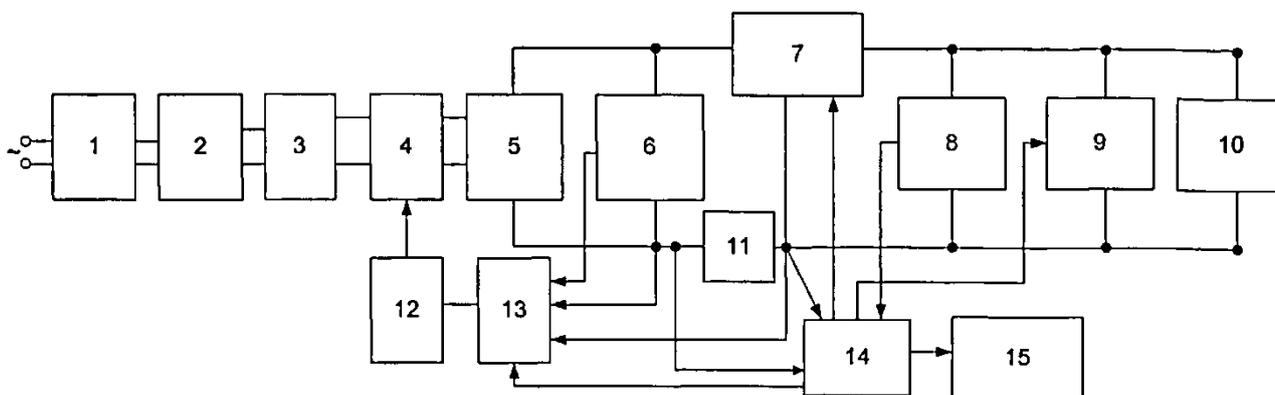


Рис. Зарядное устройство для аккумуляторных батарей:

1 - сетевой фильтр, 2 - выпрямитель, 3, 5 - сглаживающий фильтр, 4 - преобразователь напряжения, 6 - делитель напряжения, 7 - узел защиты, 8 - делитель напряжения, 9 - узел разряда, 10 - заряжаемая аккумуляторная батарея, 11 - датчик тока, 12 - узел гальванической развязки, 13 - узел стабилизации, 14 - узел согласования и управления, 15 - узел индикации

Зарядное устройство для АКБ работает следующим образом.

Напряжение питания от сети переменного тока 220 В поступает через сетевой фильтр 1 на выпрямитель 2. С выхода выпрямителя 2 напряжение сглаживается при помощи первого сглаживающего фильтра 3, и поступает на вход преобразователя напряжения 4. На выходе преобразователя имеется напряжение постоянного тока низкого уровня, которое сглаживается при помощи второго сглаживающего фильтра 5. Зарядный ток с выхода второго сглаживающего фильтра 5 подается на заряжаемую АКБ через узел защиты 7 и резистивный датчик тока 11, которые включены последовательно с заряжаемой АКБ 10.

При отсутствии заряжаемой АКБ узел согласования и управления 14 анализирует напряжение на втором делителе напряжения 8 (фиксируемое напряжение $U < 1$ В) и подает запрещающий сигнал на узел защиты 7, электронный ключ в узле защиты 7 закрывается.

При правильном подключении АКБ узел согласования и управления 14 анализирует напряжение на втором делителе напряжения 8 (фиксируемое напряжение $1 < U < 16$ В) и подает разрешающий сигнал на узел защиты 7, электронный ключ в узле защиты 7 открывается и начинается процесс заряда.

В случае неправильного подключения АКБ к ЗУ узел согласования и управления 14 анализирует напряжение на втором делителе напряжения 8 ($U < 1$ В) и подает запрещающий сигнал на узел защиты 7, электронный ключ в узле защиты 7 закрывается. В этом случае АКБ не подключена к ЗУ.

При коротком замыкании выходных контактов ЗУ узел согласования и управления 14 также анализирует напряжение на втором делителе напряжения 8 ($U < 1$ В) и подает запрещающий сигнал на узел защиты 7, электронный ключ в узле защиты 7 закрывается.

При коротком замыкании выхода ЗУ в процессе заряда АКБ, когда ключ в узле защиты 7 был открыт, узел согласования и управления 14 анализирует напряжение на втором делителе напряжения 8 ($U < 1$ В) и подает запрещающий сигнал на узел защиты 7, электронный ключ в узле защиты 7 закрывается и отключает АКБ от ЗУ.

Узел индикации 15 индицирует напряжение подключенной АКБ, а при заряде – ток заряда, режим короткого замыкания и неправильное подключение АКБ.

Стабилизация тока и напряжения заряда АКБ осуществляется при помощи изменения режима работы преобразователя напряжения 4.

Стабилизация выходного напряжения преобразователя напряжения осуществляется путем подачи на первый и второй входы узла стабилизации 13 напряжения, снимаемого с первого делителя напряжения 6.

В начале процесса заряда АКБ происходит стабилизация зарядного тока, который пропорционален напряжению, снимаемому с резистивного датчика тока 11, и подаваемому на второй и третий входы узла стабилизации 13. В конце процесса заряда происходит увеличение напряжения на АКБ 10, узел согласования и управления 14 анализирует напряжение на втором делителе напряжения 8 ($U \geq 14,5$ В) и подает управляющее напряжение на узел стабилизации 13, который в свою очередь уменьшает ток, и зарядное устройство переходит в режим стабилизации напряжения на заданном уровне, например 14,5 В. Узел стабилизации 13 через узел гальванической развязки 12 изменяет режим работы преобразователя 4 таким образом, чтобы автоматически происходила стабилизация зарядного тока или напряжения в зависимости от степени заряженности АКБ.

При заряде реверсивным током, узел согласования и управления 14 поочередно открывает ключи в узлах защиты 7 и разряда 9, в соответствии с управляющей программой.

Узел стабилизации может быть выполнен на базе микросхемы ШИМ-контроллера. В качестве узла согласования и управления может быть применен контроллер, содержащий аналого-цифровой преобразователь и широтно-импульсный модулятор.

В разработанном ЗУ для заряда и восстановления АКБ реверсивными токами достигаются следующие технические результаты: разработано интеллектуальное зарядное устройство на базе микроконтроллера, способное автоматически формировать оптимальные токовременные параметры зарядного и разрядного импульсов в зависимости от внешних условий и степени изношенности подключенной АКБ, позволяет заряжать полностью разряженные АКБ и не допускать перенапряжения при заряде, имеет электронную защиту от перегрузок и неправильного подключения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соснин, Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / Учебное пособие. М.: СОЛОН-Р. – 2000. – 272 с.
2. Нормы сроков службы стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей автотранспортных средств и автопогрузчиков: РД-3112199-1089-02.
3. Сеть предприятий и магазинов «МегаБат» [Интернет-портал]. URL: <http://www.megabat.ru/company/press-room/publications/98.html> (дата обращения: 27.04.2014).
4. Патент на полезную модель 97880 Российская Федерация, МПК7 H02J 7/10. Малогабаритное зарядное устройство / Доманов В.И., Доманов А.В., Мишин А.В.; №2010114696/07; заявл. 13.04.2010; опубл. 20.09.2010, Бюл. № 26.
5. Патент на полезную модель 81854 Российская Федерация, МПК7 H02J 7/10. Зарядное устройство для аккумуляторных батарей / Шибаев В.И.; №2008149264/22; заявл. 16.12.2008; опубл. 27.03.2009, Бюл. № 9.
6. Патент на полезную модель 110561 Российская Федерация, МПК7 H02J 7/00. Зарядное устройство для аккумуляторных батарей / Нефедьев А.И.; №2011124489/07; заявл. 16.06.2011; опубл. 20.11.2011, Бюл. № 32.
7. Патент на полезную модель 133985 Российская Федерация, МПК7 H02J 7/00. Зарядное устройство для аккумуляторных батарей / Шаманов Р.С., Францев С.М., Викулов В.И.; №2013107265/07; заявл. 19.02.2013; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.
8. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия, 2006. – 440 с.
9. Акимов, С.В., Чижов Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. - М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004 – 384 с.
10. Электрооборудование автомобилей: Справочник /А.В. Акимов, О.А. Акимов, С.В. Акимов и др.; Под ред. Ю.П. Чижкова. М.: Транспорт. 1993. – 223 с.

Рецензент: Лахно Александр Викторович, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», кандидат технических наук.

Sergey Frantsev

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-Mail: fsm8@mail.ru

Roman Shamanov

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-Mail: shambox@list.ru

Irina Perekusihina

«Penza State University of Architecture and Construction»
Russia, Penza
E-Mail: obd@pguas.ru

Automotive batteries charger

Abstract: The need for continuous use in the daytime on the vehicle dipped headlights when driving in urban leads to constant undercharged battery and the generator in case of failure - to a deep discharge. As a result of these factors, the surface of the battery plates covered with a layer of a poorly soluble lead sulfate, which gradually crystallized and poorly involved in chemical reactions, the residual capacity of the battery is reduced, increasing its internal resistance, the battery is not "holding charge" and quickly discharged. Resulting in increased operating costs of vehicles. With deep discharges the battery there is a need to use the charger with current limiting charge. Another cause of premature failure of the battery is its recharge. This occurs when a faulty voltage regulator generator or battery charger from unregulated. Battery lifetime can be extended by using the service battery charger with automatic control and optimization of the parameters of the charge depending on the external conditions and the degree of wear of the connected battery and charger use in recovery mode (desulfation) batteries by successive charge-discharge its reverse current with the various amplitude and duration of pulses of both polarities for each period of the journey .The main drawback is the lack of chargers reverse polarity protection, battery, lack of automatic control and optimization of the parameters of the charge depending on the external conditions and the degree of deterioration of the battery is connected, as well as the implementation of its reverse current recovery. Based on the analysis of patent literature synthesized charger that automatically generate parameters charge and discharge pulses depending on the external conditions and the degree of wear of the connected battery

Keywords: Storage battery; sulfation; desulfation; automotive battery charger; vehicle; charging; reverse current; voltage transformer; reverse polarity protection.

Identification number of article 167TVN214

REFERENCES

1. Sosnin, D.A. Avtotronika. Jelektrooborudovanie i sistemy bortovoj avtomatiki sovremennyh legkovyh avtomobilej / Uchebnoe posobie. M.: SOLON-R. – 2000. – 272 s.
2. Normy srokov sluzhby starternyh svincovo-kislotnyh akkumuljatornyh batarej avtotransportnyh sredstv i avtopogruzchikov: RD-3112199-1089-02.
3. Set' predpriyatij i magazinov «MegaBat» [Internet-portal]. URL: <http://www.megabat.ru/company/press-room/publications/98.html> (data obrashhenija: 27.04.2014).
4. Patent na poleznuju model' 97880 Rossijskaja Federacija, MPK7 H02J 7/10. Malogabaritnoe zarjadnoe ustrojstvo / Domanov V.I., Domanov A.V., Mishin A.V.; №2010114696/07; zajavl. 13.04.2010; opubl. 20.09.2010, Bjul. № 26.
5. Patent na poleznuju model' 81854 Rossijskaja Federacija, MPK7 H02J 7/10. Zarjadnoe ustrojstvo dlja akkumuljatornyh batarej / Shibaev V.I.; №2008149264/22; zajavl. 16.12.2008; opubl. 27.03.2009, Bjul. № 9.
6. Patent na poleznuju model' 110561 Rossijskaja Federacija, MPK7 H02J 7/00. Zarjadnoe ustrojstvo dlja akkumuljatornyh batarej / Nefed'ev A.I.; №2011124489/07; zajavl. 16.06.2011; opubl. 20.11.2011, Bjul. № 32.
7. Patent na poleznuju model' 133985 Rossijskaja Federacija, MPK7 H02J 7/00. Zarjadnoe ustrojstvo dlja akkumuljatornyh batarej / Shamanov R.S., Francev S.M., Vikulov V.I.; №2013107265/07; zajavl. 19.02.2013; opubl. 27.10.2013, Bjul. № 30.
8. Jutt V.E Jelektrooborudovanie avtomobilej. Uchebnik dlja vuzov. – 4-e uzd., pererab. i dop. - M.: Gorjachaja linija, 2006. – 440 s.
9. Akimov S.V., Chizhov Ju.P. Jelektrooborudovanie avtomobilej. Uchebnik dlja vuzov. - M.: ZAO «KZhI «Za rulem», 2004 – 384 s.
10. Jelektrooborudovanie avtomobilej: Spravochnik /A.V. Akimov, O.A. Akimov, S.V. Akimov i dr.; Pod red. Ju.P. Chizhkova. M.: Transport. 1993. – 223 s.