

ИЗОБРЕТЕНИЕ

Патент Российской Федерации RU2180460

Имя изобретателя: Дувинг В.Г.

Имя патентообладателя: Дувинг Валентин Георгиевич

Адрес для переписки: 410017, г.Саратов, ул. Шелковичная, 20/28, кв.139, В.Г.Дувингу

Дата начала действия патента: 2000.01.05

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Ноу-хау разработки, а именно данное изобретение автора относится к области электротехники, в частности, к эксплуатации и ремонту свинцовых аккумуляторов и аккумуляторных батарей.

Известен способ заряда кислотного свинцового аккумулятора путем регулирования зарядного тока по закону ампер-часов, при котором используют асимметричный ток (Авт. свид. СССР 838828, Н 01 М 10/44 - Способ заряда кислотного свинцового аккумулятора). Наилучшие результаты получаются при соотношении времени заряда и разряда $t_z/t_{раз}=10...20$, величины тока заряда и разряда $I_z/I_{раз}=5$, оптимальной длительности зарядного импульса 5 мин и разрядного импульса 24 с.

Недостаток этого способа - возможность снятия только очень слабой сульфатации пластин аккумулятора.

Известен способ десульфатации пластин свинцового аккумулятора, при котором заряд производят асимметричным током с соотношением прямого и обратного тока как 10: 1 и соотношением времени протекания импульсов тока в прямом и обратном направлениях как 1:2 (Авт. свид. СССР 372599, Н 01 М 39/00, Н 01 М 47/00).

Недостаток этого способа - недостаточная эффективность процесса десульфатации.

Известен способ заряда кислотной свинцовой аккумуляторной батареи асимметричным током, при котором перед зарядом батареи при постоянстве тока осуществляют ее заряд при постоянстве напряжения, причем в течение всего процесса заряда устанавливают длительность импульса зарядного тока 18...20 мс и длительность импульса разрядного тока 1...1,2 мс (Авт. свид. СССР 777760, Н 01 М 10/44).

Недостаток этого способа - малая эффективность десульфатации пластин аккумулятора.

Известен способ заряда свинцовых аккумуляторов с реверсированием зарядного тока, при котором длительность зарядных импульсов тока изменяется от 15 до 8 с в зависимости от состояния аккумулятора, а длительность разрядных импульсов тока берется неизменной 50 мс (Патент США 3929505, кл. 136-34).

Недостаток этого способа - малая эффективность десульфатации пластин свинцового аккумулятора.

Известен способ заряда свинцовой аккумуляторной батареи асимметричным током путем обеспечения равенства продолжительности зарядно-разрядных импульсов, при котором заряд осуществляют импульсами зарядного тока, равными 0,3 от номинальной емкости

батареи, при импульсах разрядного тока, равных 0,003-0,006 от этой емкости (Авт. свид. СССР 396761, Н 01 М 45/04).

Недостаток этого способа - малая эффективность десульфатации пластин аккумулятора.

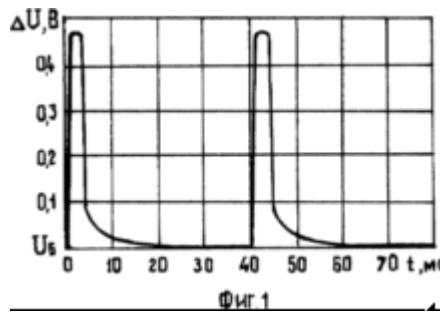
Наиболее близким техническим решением (прототипом) является способ заряда свинцового аккумулятора через преобразователь от сети переменного тока (Газизов М. Автоматическое устройство для заряда и восстановления аккумуляторных батарей - В помощь радиолюбителю. Сборник. Вып.94 /В 80, Сост. В.Г. Борисов. - М: ДОСААФ, 1986. с.3-7). Этот способ основан на чередовании импульсов зарядного и разрядного тока, при котором импульсы зарядного тока с частотой следования 100 Гц и длительностью $1/3$ полупериода сетевого напряжения получает с помощью ключевого элемента (тиристора), включенного в цепь вторичной обмотки трансформатора и подсоединенного к блоку управления. Зарядный ток при этом больше разрядного в десять раз, а длительность меньше в два раза. Импульсы разрядного тока получают присоединением резистора с определенным сопротивлением к клеммам аккумулятора. Поскольку сопротивление этого резистора выбирается значительно больше внутреннего сопротивления аккумулятора, то в момент прохождения импульсов зарядного тока при подаче на клеммы аккумулятора импульса напряжения от обмотки трансформатора через ключевой элемент ток в основном идет через батарею. При закрытии ключевого элемента происходит разряд аккумулятора через подключенный резистор током, величина которого определяется сопротивлением резистора и внутренним сопротивлением аккумулятора, т.е. образуется импульс разрядного тока в промежутке между импульсами зарядного тока.

Недостатки прототипа характерны и для других методов заряда аккумуляторов, основанных на чередовании импульсов зарядного и разрядного токов, - во-первых, это возможность снятия только слабой сульфатации пластин, во-вторых, это трудность определения соответствия режима заряда аккумулятора формуле изобретения, т.к. в известных технических решениях указывается величина тока в зарядном и разрядном импульсах или их соотношение, а непосредственно эти импульсные токи измерить нельзя, и поэтому они определяются расчетным путем на основе измерения параметров импульсов специальной аппаратурой. Например, в прототипе для осуществления режима десульфатации длительность зарядных импульсов рекомендуется установить с помощью осциллографа равной $1/3$ полупериода сетевого напряжения. Практически это невыполнимая задача даже для большинства автохозяйств и тем более для простых автолюбителей. А относительно установления тока в зарядном импульсе никаких рекомендаций нет.

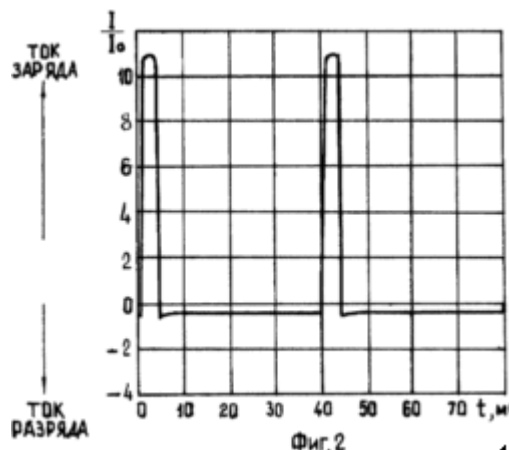
Задачей изобретения является повышение эффективности десульфатации.

Эта задача решается тем, что при заряде аккумулятора через преобразователь от сети переменного тока путем чередования импульсов зарядного и разрядного токов выбирают частоту следования импульсов зарядного тока, имеющую одно из значений f/n , где f - частота сети переменного тока, n - коэффициент деления ($n=1, 2, 3, \dots$) и длительность этих импульсов меньше или равна четверти периода колебаний в сети переменного тока при длительности импульсов разрядного тока $d_{\text{РАЗ}}=n/f-d_{\text{ЗАР}}$. Кроме того, величину постоянного тока в разрядном импульсе выбирают в пределах $I_{\text{РАЗ}}=0,1-0,4 I_0$, где I_0 - эффективный постоянный ток заряда, зависящий от амплитуды импульсов зарядного тока и их скважности.

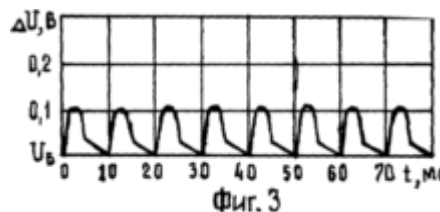
Изобретение поясняется фиг. 1 - 5.



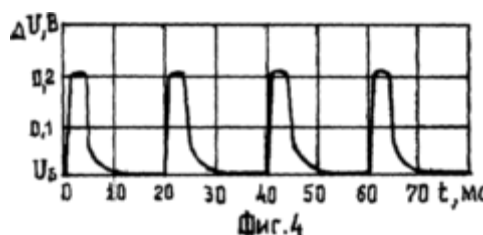
На фиг. 1 представлена осциллограмма напряжения на клеммах свинцовой аккумуляторной батареи при ее заряде по предлагаемому способу при частоте следования импульсов зарядного тока 25 Гц.



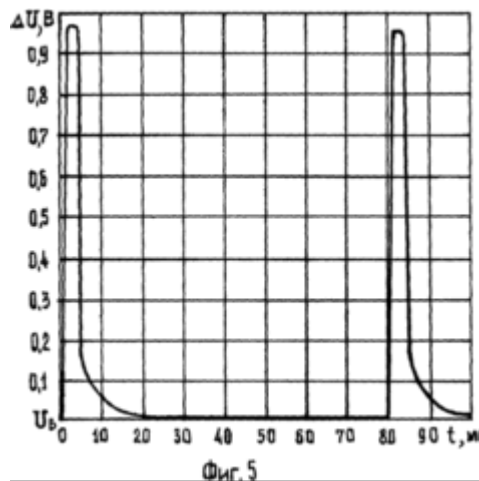
На фиг. 2 представлены импульсы зарядного и разрядного токов, соответствующие приведенному на фиг. 1 напряжению.



На фиг. 3 представлена осциллограмма напряжения на клеммах свинцовой аккумуляторной батареи при заряде от сети переменного тока через преобразователь, использующий метод прототипа, при частоте следования импульсов зарядного тока 100 Гц.



На фиг. 4 представлена осциллограмма напряжения на клеммах свинцовой аккумуляторной батареи при заряде по предлагаемому способу при частоте следования импульсов зарядного тока 50 Гц.



На фиг. 5 представлена оциллограмма напряжения на клеммах свинцовой аккумуляторной батареи при заряде по предлагаемому способу при частоте следования импульсов зарядного тока 12,5 Гц.

На оси X оциллограмм отложено время в миллисекундах, на оси Y - разность напряжений $\Delta U = U - U_B$ в вольтах, где U - напряжение на клеммах аккумуляторной батареи, создаваемое зарядным устройством, U_B - постоянное напряжение на клеммах аккумуляторной батареи при отсутствии внешнего напряжения. На оси Y фиг. 2 отложено относительное изменение тока зарядного импульса I/I_0 . Все оциллограммы получены при одинаковом эффективном постоянном токе заряда, равном 3 А, для заряженной аккумуляторной батареи с $C_n = 55$ А.ч (C_n - номинальная емкость батареи).

Преобразователь от сети переменного тока, с помощью которого можно реализовать предлагаемый метод, содержит ключевой элемент (например, тиристор) для получения импульсов зарядного тока, включенный в цепь вторичной обмотки сетевого трансформатора, а управляющая цепь ключевого элемента подсоединена к выходу блока управления. Блок управления при частоте следования импульсов зарядного тока 50 Гц состоит из последовательно соединенных формирователя прямоугольных импульсов с частотой следования 50 Гц, синхронизированных с частотой сети переменного тока, и формирователя управляющих импульсов напряжения с той же частотой следования, но с меньшей длительностью, и формой, обеспечивающих получение импульсов зарядного тока с длительностью, меньшей или равной четверти периода колебаний в сети переменного тока. Блок управления при частоте следования 25 Гц и менее состоит из последовательно соединенных формирователя синхроимпульсов с частотой следования 50 Гц, делителя частоты, формирователя управляющих импульсов напряжения с выбранной частотой следования, синхронизированных с частотой сети переменного тока, и с длительностью и формой, обеспечивающих получение импульсов зарядного тока с длительностью, меньшей или равной четверти периода колебаний в сети переменного тока. Изменение эффективного постоянного тока заряда можно осуществлять, в зависимости от выбранной схемы, регулировкой амплитуды импульса напряжения в управляющей цепи ключевого элемента при фиксированной длительности или увеличением длительности этого импульса от какого-то малого значения при его фиксированной амплитуде.

Способ заряда свинцового аккумулятора осуществляется следующим образом

При подаче импульсов напряжения на клеммы аккумуляторной батареи от обмотки сетевого трансформатора, получаемых с помощью блока управления и управляемого ключевого элемента, через нее проходят импульсы зарядного тока, при этом устанавливается эффективный постоянный ток заряда I_0 , зависящий от амплитуды импульсов зарядного тока и их скважности. В промежутках между импульсами зарядного тока образуются импульсы разрядного тока за счет подключенного к клеммам аккумуляторной батареи резистора. Уменьшение частоты следования импульсов зарядного тока, начиная от частоты 100 Гц, используемой в прототипе, при сохранении выбранной длительности этих импульсов и эффективного постоянного тока заряда I_0 приводит к увеличению напряжения на пластинах аккумулятора и величины тока в зарядных импульсах. Это подтверждают осциллограммы напряжения на клеммах аккумуляторной батареи, приведенные на фиг. 1, фиг. 3-5, которым пропорциональны импульсы зарядного тока, как показано на фиг. 2, для одной из частот следования (для частоты 25 Гц). При частоте следования импульсов зарядного тока $f_{ЗАР}=50$ Гц амплитуда зарядного импульса напряжения (фиг. 4) по сравнению с амплитудой в прототипе при $f_{ЗАР}=100$ Гц (фиг. 3) увеличилась в два раза, при $f_{ЗАР}=25$ Гц (фиг. 1) - в четыре раза, при $f_{ЗАР}=12,5$ Гц (фиг. 5) - в восемь раз. В этом случае в момент прохождения импульса зарядного тока большая величина напряжения на клеммах сульфатированной аккумуляторной батареи значительно увеличивает разность потенциалов положительных и отрицательных пластин и сильное электрическое поле оказывает воздействие на межмолекулярные связи в кристаллической решетке крупных кристаллов сульфата свинца, ослабляя их. При этом отдельные молекулы сульфата свинца с ослабленной связью в крупном кристалле под воздействием зарядного тока разлагаются и получают молекулы двуокиси свинца (на положительных пластинах) и свинца (на отрицательных пластинах), причем эти молекулы уже другого вещества не могут быть связаны с кристаллической решеткой крупного кристалла сульфата свинца. Длительность импульса зарядного тока должна быть небольшой, иначе резко возрастает эффективный постоянный ток заряда, что делает температурный режим заряда аккумулятора неоптимальным. В предлагаемом способе эта длительность не превышает четверти периода колебаний в сети переменного тока, то есть не более 5 мс при частоте сети переменного тока 50 Гц.

Такова модель процесса заряда свинцового аккумулятора и его десульфатации. В течение импульсов разрядного тока происходит обратное превращение полученных молекул двуокиси свинца и свинца в отдельные молекулы сульфата свинца, но при этом они остаются не присоединенными к кристаллической решетке крупных кристаллов, так как медлительные процессы кристаллизации не успевают пройти за время действия импульса разрядного тока.

Импульсы зарядного тока получаются за счет напряжения DU на клеммах аккумуляторной батареи. Экспериментальные значения этого параметра на фиг. 1, фиг. 3 - 5 получены для несульфатированной заряженной аккумуляторной батареи и имеют по сравнению с U_B небольшие значения, т.е. $DU \ll U_B$. Но величина DU зависит от степени сульфатации пластин аккумулятора. Чтобы пропустить зарядный ток через аккумуляторную батарею с глубокой сульфатацией пластин, надо подавать на пластины напряжение U , превышающее нормальное значение электродных потенциалов примерно в два раза, но по мере разрушения крупных кристаллов сульфата свинца DU уменьшается. Сильное электрическое поле, влияющее на устойчивость крупных кристаллов сульфата свинца и необходимое для процесса десульфатации, может способствовать их разрушению только при выполнении дополнительного условия, несоблюдение которого приводит при заряде аккумулятора лишь к его нагреванию и выкипанию воды из электролита. Таким условием является наличие чередования процессов заряд-разряд в аккумуляторе с определенным в каких-то пределах абсолютным значением их

длительности и, в меньшей мере, соотношением длительности процессов. Оптимальное сочетание всех необходимых параметров зарядных и разрядных процессов в аккумуляторе получается при его заряде от сети переменного тока через преобразователь, который обеспечивает частоту следования импульсов зарядного тока равной частоте этой сети или ее субгармоникам. В этом случае импульс зарядного тока с длительностью, не превышающей четверти периода колебаний в сети переменного тока, обеспечивает за счет сильного электрического поля между пластинами аккумулятора возможность разложения молекул сульфата свинца и оптимальный тепловой режим, а импульс разрядного тока - возможность осуществления диффузии кислоты в поры пластин, но при этом его относительно небольшая длительность в несколько десятков миллисекунд не позволяет начаться процессу кристаллизации сульфата свинца. Оптимальность сочетания процессов в зарядном и разрядном импульсах возрастает в предложенном способе по мере уменьшения частоты следования зарядных импульсов тока.

Длительность импульсов разрядного тока определяется формулой: $d_{PA3} = n/f - d_{3AP}$ и имеет следующие значения. При частоте $f_{3AP} = 1000$ Гц в прототипе $d_{PA3} = 5$ мс (примечание: автору не удалось в устройстве прототипа установить рекомендованную длительность импульса зарядного тока в $1/3$ полупериода колебаний в сети переменного тока, поэтому длительности зарядного и разрядного импульсов примерно одинаковы и равны 5 мс). Для случая максимальной длительности зарядного импульса, принятой в данном способе, получаем следующие значения длительности разрядных импульсов: при $f_{3AP} = 50$ Гц - $d_{PA3} = 15$ мс; при $f_{3AP} = 25$ Гц - 35 мс; при $f_{3AP} = 16,66$ Гц - 55 мс, при $f_{3AP} = 12,5$ Гц - 75 мс.

Описанный механизм десульфатации пластин свинцового аккумулятора на самом деле может быть сложнее, но выбранная модель процесса подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями. Они показали, что эффективность десульфатации пластин аккумулятора возрастает с уменьшением частоты следования импульсов зарядного тока от значения 100 Гц, используемой в прототипе, и становится заметной, начиная с частоты 50 Гц и ниже. Исходя из этого, поставленную задачу казалось бы можно решить не только на фиксированных частотах, выбранных в данном способе, но и на произвольных частотах, меньших 50 Гц. В этом случае необходимо будет создавать мощный источник для получения импульсов зарядного тока для каждой произвольно выбранной частоты. Это подтверждает оценка тока в зарядных импульсах, которая, например, при частоте их следования 25 Гц и эффективном постоянном токе заряда $I_0 = 3$ А составляет приблизительно 30 А. Так что произвольный выбор частоты следования импульсов зарядного тока - это путь решения задачи с экономической точки зрения дорогой и неоптимальный. Использование сети переменного тока как мощного источника для получения импульсов зарядного тока дает возможность создавать сравнительно несложные зарядные устройства для реализации предложенного способа заряда аккумуляторов, причем только на частоте сети переменного тока и на ее субгармониках, на которых можно осуществить синхронизацию управляющих импульсов напряжения для ключевого элемента зарядного устройства с частотой сети переменного тока.

Важный параметр импульса зарядного тока - амплитуда постоянного тока в импульсе, в отличие от известных технических решений, непосредственно не указан в формуле изобретения. Он зависит от выбранной величины эффективного постоянного тока заряда I_0 и эти оба параметра при фиксированной длительности и частоте следования зарядного импульса тока связаны однозначно. При практической реализации предлагаемого способа величину эффективного постоянного тока заряда устанавливают по амперметру, включенному в цепь заряда аккумулятора, и измеряют и устанавливают амплитуду импульсов зарядного тока нет необходимости. Для конкретного устройства величина I_0

может быть разной в зависимости от назначения устройства (например, использование в бытовых или производственных условиях).

Анализ способов заряда свинцовых аккумуляторов, основанных на чередовании импульсов зарядного и разрядного токов, показал, что величина постоянного тока в разрядном импульсе и его длительность могут иметь самые различные значения. Например, в авторском свидетельстве 372599 - $I_{PA3}=0,72A$ при длительности 300 с. В авторском свидетельстве 754565 - $I_{PA3}=300 A$, длительность=0,8 мс. В авторском свидетельстве 396761 ток в разрядном импульсе выбран в пределах $I_{PA3}=0,16 A...0,33 A$ при длительности 10 мс и т.д. Общим для всех способов свойством является превышение количества заряда, полученного аккумулятором при зарядных импульсах тока, над количеством заряда, отданного аккумулятором при разрядных импульсах тока, чтобы было обеспечено накопление электрического заряда в аккумуляторе. Минимальная длительность разрядного импульса в данном способе составляет 15 мс и увеличивается при уменьшении частоты следования импульсов зарядного тока и их длительности. В процессе разработки предлагаемого способа заряда постоянный ток в разрядном импульсе брался разный в интервале $0,1...0,5 I_0$ и во всех случаях получался хороший эффект десульфатации свинцовых аккумуляторов. Но все же оптимальным следует считать значения постоянного тока в разрядном импульсе из интервала $0,1. . . 0,4 I_0$. При меньшем значении постоянного тока в разрядном импульсе, чем в указанном интервале, уменьшается эффект десульфатации, а при большем значении замедляется процесс накопления электрического заряда в аккумуляторе.

Испытания по заряду аккумуляторных батарей с глубокой сульфатацией пластин, имеющих напряжение U_B на клеммах в пределах от 2 до 5В (вместо оптимального значения 12,6 В), проводимые в течение ряда лет, и накопленные данные показали, что при использовании прототипа восстановление таких аккумуляторов не происходило ни в одном случае. При использовании устройства по предлагаемому способу с частотой следования импульсов зарядного тока 50 Гц для заряда таких аккумуляторных батарей разных экземпляров достигалась полная десульфатация пластин за 8. . .14 дней, а при частоте следования импульсов зарядного тока 25 Гц - за 2...6 дней, причем длительность заряда не превышала 12 ч в сутки. Для частоты следования зарядных импульсов тока 12,5 Гц набор статистических данных не получен ввиду того, что экспериментальный макет зарядного устройства работал неустойчиво и не мог обеспечить стабильный заряд аккумуляторной батареи длительное время. Для частоты 16,66 Гц экспериментальный макет не разрабатывался. Восстановление аккумуляторов с пластинами, имеющими глубокую сульфатацию, весьма наглядно подтверждают работоспособность предлагаемого способа.

Предлагаемый способ заряда свинцовых аккумуляторов целесообразно использовать при техническом обслуживании аккумуляторов с начала и в течение всего процесса их эксплуатации. Это объясняется тем, что процесс сульфатации идет непрерывно в любом свинцовом аккумуляторе, но только более или менее быстро в зависимости от степени его заряженности и загрязнения электролита. В качестве примера автор приводит результат эксплуатации аккумуляторной батареи на своем личном автомобиле. Аккумуляторная батарея отечественного производства типа 6СТ-55А3 была изготовлена на заводе в г. Тюмень в апреле 1990 г. и куплена 30.04.90 г. За прошедшее время ежегодно по мере необходимости проводилась профилактическая зарядка аккумуляторной батареи по предложенному способу. Сейчас на десятом году эксплуатации она имеет технические характеристики, близкие к номинальным.

Для практики, по мнению автора, наиболее подходят устройства, реализующие данный метод заряда кислотных аккумуляторов, с частотой следования зарядных импульсов тока 50 и 25 Гц, которые имеют еще достаточно простую схему преобразователя от сети переменного тока.

Предпочтительная область применения предлагаемого способа - это заряд свинцовых аккумуляторов и аккумуляторных батарей при недостаточной интенсивности их эксплуатации, когда создаются особенно благоприятные условия для сульфатации пластин, что характерно, например, для многих автолюбителей, для техники в армии, которая в основном простаивает в мирное время, и во многих других случаях.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ заряда свинцового аккумулятора через преобразователь от сети переменного тока, основанный на чередовании импульсов зарядного и разрядного тока, отличающийся тем, что частоту следования импульсов зарядного тока выбирают имеющую одно из значений f/n , где f - частота сети переменного тока, n - коэффициент деления ($n= 1, 2, 3, \dots$) и длительность этих импульсов $d_{ЗАР}$ меньше или равна четверти периода колебаний в сети переменного тока при длительности импульсов разрядного тока $t_{РАЗ} = n/f - d_{ЗАР}$.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что постоянный ток в разрядном импульсе выбирают в пределах $I_{РАЗ} = 0,1-0,4 I_0$, где I_0 - эффективный постоянный ток заряда, зависящий от амплитуды импульсов зарядного тока и их скважности.

- See more at: <http://www.ntpo.com/izobreteniya-rossiyskoy-federacii/elektroenergetika/himicheskie-istochniki-toka/17409-sposob-zaryada-svincovogo-akkumulyatora.html#sthash.SPqOUDJx.dpuf>