УКРАЇНА

(19) UA (11) 27262 (13) U

(51) МПК (2006)
F21L 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під відповідальність власника патенту

(54) АВТОНОМНИЙ СВІТИЛЬНИК

(21) u200706118
(22) 04.06.2007
(24) 25.10.2007
(72) ПАТОН БОРИС ЄВГЕНЬЄВИЧ, UA, КОРОТИНСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ЄВТІХІЄВИЧ, UA, СКОПЮК МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ, UA, ПИСЬМЕННИЙ ОЛЕКСАНДР СЕМЕНОВИЧ, UA
(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ, UA
(56)
(57) 1. Автономний світильник, що містить вмонтовані в його корпус джерело напруги, блок захисту від перевантаження із засобами підключення до мережі живлення, який з'єднаний з зарядним пристроєм, блоки контролю ступеня заряду та розряду, з'єднані з індикатором заряду-розряду, звуковий сигналізатор розряду, з'єднаний з блоком контролю ступеня розряду, механічний вимикач, електронний ключ та джерело світла, який **відрізняється** тим, що додатково містить стабілізатор напруги з широтно-імпульсним регулятором, а джерело напруги виконане на конденсаторах з подвійним молекулярним шаром.
2. Автономний світильник за п. 1, який **відрізняється** тим, що джерело світла являє собою блок напівпровідникових випромінювачів, виконаний на світловипромінювальних діодах.

1 2

Корисна модель відноситься до переносних електроосвітлювальних пристроїв з вбудованими джерелами струму, зокрема, до надшоломних світильників і може бути застосованою як автономний переносний освітлювальний та/або сигнальний пристрій для проведення робіт у метрополітені, залізничному, морському, автомобільному транспорті тощо.

Розширення функціональних характеристик у поєднанні з компактністю, зручністю у користуванні та підвищеним ресурсом роботи є важливим фактором в галузі електротехніки при створенні нових універсальних модифікацій освітлювальної апаратури, яка може бути застосована одночасно в декількох сферах. Особливе місце серед широкого кола освітлювальних засобів посідають автономні освітлювальні прилади, які закріплюються на касках персоналу, який працює в умовах, що потребують постійного освітлення, і де вихід з ладу освітлювального приладу в багатьох випадках є просто недопустимим. На сьогоднішній день розроблена та впроваджена велика кількість різноманітних автономних освітлювальних засобів, кожен з яких має певні переваги, але в той же час жодна з конструкцій не спроможна одночасно поєднати перелічені вище експлуатаційні характеристики.

Так, відомий світлодіодний ліхтар, що містить механічний вимикач, стабілізатор струму та джерело світла у вигляді світлодіоду, які з'єднані послідовно. Для захисту джерела світла від перевантаження електрична схема ліхтаря доповнена двома електронними вимикачами, один з яких включений паралельно механічному вимикачу, а другий - паралельно стабілізатору струму для його запуску в момент включення ліхтаря. [Патент на корисну модель RU №59202, МПК[8]: F21L4/00, опубл. 10.12.2006р.]. Основним недоліком цього ліхтаря є обмежений термін експлуатації.

Подібна конструкція світильника описана в патенті РФ №2284432 [МПК[8]: F21L4/00, опубл. 27.09.2006р.]. Цей світильник відноситься до ряду вибухобезпечних головних акумуляторних світильників і містить акумуляторну батарею, електронний ключ та зарядні контакти, що включені послідовно, фару з лампою накалювання, механічний вимикач та електронну схему, які підключені паралельно зарядним контактам. Електронна схема містить два вузли визначення напруги, сигнали з яких через схему управління перемикають електронний ключ.

При повністю зарядженій акумуляторній батареї цього світильника електронний ключ замкнутий. Напруга з батареї через механічний вимикач живить фару. При розряді батареї до деякого мінімального рівня напруги ключ розмикається сигналом схеми управління і лампа накалювання переходить в режим економного освітлення, розімкнутий ключ шунтується діодом,

(19) UA (11) 27262 (13) U

який включений паралельно ключу. При подачі напруги на зарядні контакти ключ замикається і починається заряд батареї. При досягненні батареєю номінальної напруги ключ розмикається і заряд батареї припиняється.

До недоліків цього світильника слід віднести те, що заряд його акумуляторної батареї потребує наявності спеціалізованого джерела зарядного струму, що суттєво ускладнює прилад конструктивно, і, крім того, пов'язане зі значними затратами часу на процедуру заряду світильника.

Відомий також електричний освітлювальний пристрій, що містить автономне замінюване джерело постійного струму, інвертор, двохнапівперіодний випрямляч, вихідна напруга якого згладжена конденсатором та живить світловипромінюючий блок на основі світлодіодів через стабілізатор струму, до складу якого входить регулюючий резистор яскравості випромінювання світлодіодів [Патент на корисну модель РФ №59201, МПК^{8}:F21L4/00, опубл. 10.12.2006р.].

При включенні джерела постійного струму цього світильника інвертор разом з двохнапівперіодним випрямлячем виконує перетворення напруги джерела до рівня напруги, яка необхідна для живлення блоку світлодіодів, що має назву DC- AC-DC перетворення. Ця згладжена конденсатором напруга живить світлодіоди через стабілізатор струму, який виконує функцію регулятора освітлюваності (яскравості випромінювання світлодіодів).

Основним недоліком описаного пристрою є відсутність контролю стану джерела постійного струму та складність схеми узгодження напруги джерела постійного струму та напруги живлення світлодіодів.

Ці недоліки усуває прийнятий за найближчий аналог запропонованої корисної моделі акумуляторний світильник, що містить вмонтовані в його корпус джерело напруги, блок захисту від перевантаження із засобами підключення до мережі живлення, який з'єднаний з зарядним пристроєм, блоки контролю ступеня заряду та розряду, з'єднані з індикатором заряду-розряду, звуковий сигналізатор розряду, з'єднаний з блоком контролю ступеню розряду, механічний вимикач, електронний ключ та джерело світла [Патент України №39360, МПК^{8}:F21L4/00, опубл. 15.06.2001р., Бюл. №5, 2001р.].

Джерелом напруги цього світильника є хімічний накопичувач електричної енергії - акумулятор, а джерелом світла - лампа накалювання.

Зарядний пристрій під'єднаний до акумулятора і зв'язаний з індикатором, який засвідчує момент включення світильника в сітьову мережу. Акумулятор зв'язаний з компаратором заряду, що реєструє ступінь його заряду, компаратором розряду та комутатором з підключеним до нього пристроєм індикації. Пристрій індикації являє собою декілька індикаторних лампочок, що послідовно включаються або відключаються залежно від ступеня заряду акумулятора. Компаратор розряду підключений до звукового блоку, сигнал якого з'являється при досягненні акумулятором гранично допустимого ступеню розряду акумулятора. Ступінь заряду акумулятора (а разом з тим і час свічення лампи) може бути визначений заздалегідь по кількості засвічених індикаторних лампочок: світіння двох або однієї лампочок вказує на те, що світильник необхідно перевести в режим заряду акумулятора. Ступінь заряджання акумулятора також контролюється пристроєм індикації - по мірі збільшення заряду акумулятора послідовно загоряються лампочки пристрою індикації, і при набутті акумулятором номінального (100%-ного) ступеню заряду горять всі лампочки.

В автономному режимі роботи світильника по мірі випрацювання акумулятором свого заряду лампочки пристрою індикації поступово згасають, і при настанні моменту, коли з усіх лампочок горітиме лише одна, світильник переходить в режим роботи при повністю розрядженому акумуляторі. При цьому відбувається відключення лампи накалювання і спрацьовує звуковий блок сигналу розряду, що сповіщає про необхідність подальшого поповнення заряду акумулятора.

Таким чином, опис роботи цього світильника підтверджує те, що його енергетичний ресурс повністю контролюється на всіх етапах свого функціонування і "сканується" індикаторними лампочками. Це, безумовно, є суттєвою перевагою пристрою, але водночас засвідчує той факт, що світильник, як джерело освітлення, може бути ефективно використаним на протязі певного обмеженого відрізку часу, після чого витрачений ресурс необхідно поповнювати підзарядкою, що в ряді випадків може викликати значні незручності, пов'язані з необхідністю заміни розрядженого пристрою на заряджений і відволіканні на це працюючого персоналу. А така ситуація часто буває вкрай небажаною (наприклад, при роботі в шахтах, метрополітені, ліквідації аварійних ситуацій тощо).

До недоліків цього світильника слід також віднести низький термін його експлуатації. Основною причиною цього є те, що джерелом напруги світильника є хімічний накопичувач електричної енергії - акумулятор. Як відомо, навіть при дотриманні правил експлуатації такі джерела напруги виходять з ладу після 1000 циклів заряду та розряду.

Крім того, часовий термін заряджання акумулятора світильника знаходиться у прямій залежності від характеристик останнього: його ємності, рівня залишкової напруги, густини та температури електроліту тощо.

Описаний світильник має доволі низький термін зберігання, що також обумовлено особливостями його джерела напруги - як і будь-який сухозаряжений хімічний накопичувач електричної енергії, акумулятор цього світильника може зберігатися не більше 2-3 років.

Слід зазначити, що функціонування світильників з такими джерелами напруги у великій мірі залежить також і від температури навколишнього середовища: при мінусових

температурах має місце зниження ємності та підвищення внутрішнього опору акумулятора.

Недоліком цього світильника є і те, що для того, щоб забезпечити його незмінну світловіддачу (незмінний у часі ступінь освітленості), світильник потрібно тримати під постійним наглядом, тобто ретельно відслідковувати реакцію сигнальних лампочок, що вносить суттєві незручності при користуванні приладом.

В основу винаходу поставлена задача створення зручного у користуванні, надійного і компактного автономного світильника шляхом оснащення його перезаряджувальним джерелом, напруга якого регулюється стабілізатором з широтно-імпульсним регулятором, що зумовлює можливість живлення світлосигнального блоку від фізичного перезаряджувального джерела напруги, підтримання величини останньої незмінною у часі протягом всього терміну експлуатації приладу, збереження роботоспроможності при в умовах знижених і підвищених температур, а також підвищення терміну служби.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що акумуляторний світильник, що містить вмонтовані в його корпус джерело напруги, блок захисту від перевантаження із засобами підключення до мережі живлення, який з'єднаний з зарядним пристроєм, блоки контролю ступеня заряду та розряду, з'єднані з індикатором заряду-розряду, звуковий сигналізатор розряду, з'єднаний з блоком контролю ступеню розряду, механічний вимикач, електронний ключ та джерело світла, згідно до запропонованої корисної моделі, додатково містить стабілізатор напруги з широтно-імпульсним регулятором, а джерело напруги виконано на конденсаторах з подвійним молекулярним шаром. При цьому джерело світла являє собою блок напівпровідникових випромінювачів, виконаний на світловипрмінюючих діодах.

Технічний результат, що досягається при здійсненні запропонованого світильника, в першу чергу обумовлений наявністю в його конструкції джерела напруги, яке виконано на конденсаторах з подвійним молекулярним шаром. Такі конденсатори є надзвичайно стійкими до впливу як низьких так і високих температур та механічних ушкоджень, що, на відміну від хімічних акумуляторів, якими оснащені відомі світильники, надає запропонованому пристрою високих експлуатаційних характеристик. Крім того, ємність такого джерела напруги набагато вища, ніж будь-якого хімічного джерела. А це означає, що роботоспроможність світильника з таким джерелом напруги теж буде набагато більшою.

Так, конденсатори з подвійним молекулярним шаром незалежно від струму заряду розраховані на 10^7 заряд-розрядних циклів, мають 10-річний строк зберігання та дозволяють їх експлуатацію при температурах від -40°С до +50°С (для порівняння - джерело напруги, описане в прототипі, має близько 1000 таких циклів, виходить з ладу через 2-3 роки, а при мінусових температурах ємність його суттєво знижується).

Оснащення автономного акумулятора стабілізатором напруги з широтно-імпульсним регулятором забезпечує регулювання величини напруги, що надходить до світловипромінюючого блоку, в оптимальних межах, потрібних для освітлення. За допомогою стабілізатора та регулятора забезпечуються такі умови експлуатації світильника, за яких напруга на виводах світловипромінюючого блоку зберігається незмінною незалежно від степеня розряду джерела напруги, що унеможливлює зниження світловіддачі (або ступеню освітленості) випромінюючого блоку на відміну від прототипу, де ступінь освітленості випромінюючого блоку не відслідковується, а лише констатується ступінь заряду акумулятора по кількості індикаторних лампочок.

Напівпровідникові випромінювачі, які у запропонованому пристрої використовуються в якості джерела світла, не бояться механічних ушкоджень, мають підвищений, у порівнюванні з лампами накалювання, коефіцієнт перетворення електричної енергії в світлову, підвищений термін експлуатації та стабільні параметри по яскравості.

Корисна модель пояснюються креслення, на яких зображено:

- на Фіг.1 зображена функціональна схема автономного світильника;

- на Фіг.2 зображено залежність напруги на конденсаторі з подвійним молекулярним шаром (джерело напруги) в залежності від часу його розряду та амплітудно-часові співвідношення сигналів широтно-імпульсного регулятора при різних ступенях заряду джерела напруги.

Автономний світильник (Фіг.1) складається зі вміщеного в його корпус блоку захисту від перевантаження 1, у якого є засоби підключення 2 до мереж живлення і який з'єднаний з зарядним пристроєм 3, вихід якого, в свою чергу, під'єднаний до першого виводу джерела напруги 4 (конденсатор з подвійним молекулярним шаром), контролеру заряду 5, який включає схеми порівняння та комутатора індикатора заряд-розряду 6. Контролер заряду 5 під'єднаний до виходу зарядного пристрою 3 та першого виводу джерела напруги 4. Другий вивід джерела напруги підключений до спільної (нульової) шини кола заряду джерела напруги через електронний ключ 7. Елементи 1, 2, 3, 5, 6, 7 автономного світильника разом утворюють коло заряду джерела напруги 4, що має спільну шину (на Фіг. 1 показано як заземлення). Робоче коло (коло розряду) складається з механічного вимикача 8, вхід якого підключений до першого виводу джерела напруги 4, а вихід до електронного стабілізатора напруги 9, який живить світловипрмінюючий блок 10, та до входу контролера розряду 11, виходи якого підключені до сигналізатора розряду 12 та індикаторів заряд-розряду 6. Вхід широтно-імпульсного регулятора 13 підключений до виходу стабілізатора напруги 9, а його вихід підключений до другого входу стабілізатора напруги 9. Блоки 9, 10, 11 та 13 об'єднані другою спільною шиною, яка підключена безпосередньо до другого виводу джерела

напруги 4 і може з'єднуватися зі спільною шиною кола заряду через електронний ключ 7.

На Фіг.2 показані:

а) напруга на виводах джерела напруги 4 (конденсатор) як функція часу роботи світловипромінюючого блоку 10;

б) - рівень початкової (максимальної) напруги джерела напруги 4;

в) та г) - зміну рівнів напруги джерела напруги 4 в процесі світловипромінювання;

д) - рівень напруги джерела напруги 4, при якому спрацьовує сигналізатор розряду 12.

На діаграмах е) і ж) показані амплітудно-часові співвідношення вихідних сигналів широтно-імпульсного регулятора 13 в залежності від рівня напруги джерела напруги 4 в процесі світловипромінювання, при цьому

з) та л) - зміна тривалості вихідних сигналів в процесі світловипромінювання,

к) - період (частота) слідування вихідних сигналів широтно-імпульсного регулятора 13, яка в процесі світловипромінювання не змінюється;

м) - сигнал контролера розряду 11, що включає звуковий сигнал блоку сигналізатора розряду 12.

Опис роботи автономного світильника.

Світильник в процесі експлуатації може функціонувати в двох режимах: режимі заряду джерела напруги та в автономному режимі. В режимі заряду, який починається в момент включення світильника в сітьову мережу (220В, 50Гц) блок захисту від перевантаження 1 замикає електронний ключ 7. Напруга з виходу зарядного пристрою 3 подається на джерело напруги 4 та надходить до контролеру заряду 5. Контролер заряду 5 реєструє як початковий рівень заряду джерела напруги 4, так і відслідковує його (заряду) зміну в процесі зарядження джерела напруги 4 та формує сигнали управління індикатором заряд-розряду 6, який складається з декількох сигнальних світловипромінюючих елементів, наприклад, напівпровідникових світловипромінюючих діодів, що послідовно включаються або відключаються залежно від рівня напруги джерела напруги 4. В цьому режимі автономний світильник може бути підключений до мережі живлення необмежений час, через те, що джерело напруги 4 виконано на конденсаторі, для якого, як відомо, на відміну від акумулятора (хімічного джерела струму) не існує стану перезарядження.

В режимі зарядження передбачена операція з контролю нормального функціонування світильника. Для її реалізації необхідно, не виключаючи світильник з мережі живлення, увімкнути механічний вимикач 8. Взаємодія блоків 9, 10, 11, 12 та 13 з джерелом напруги 4 відбувається в порядку, який описаний нижче - де дається опис варіанту світловипромінювання в автономному режимі експлуатації. Цей варіант режиму зарядження використовується для перевірки справності як кола розряду (зниження яскравості або відсутність світловипромінювання блоку 10 свідчить про можливі несправності блоків 9, 10 та 13,) так і конденсатора джерела напруги 4 (якщо при включенні ключа 8 погасне один або декілька індикаторів блоку 6, то це свідчить про можливу втрату ємності конденсатором джерела напруги 4).

Автономний режим реалізується при відключенні світильника від мережі (220В, 50Гц) в двох варіантах - у варіанті складського зберігання і у варіанті світловипромінювання (так званий „варіант штатної експлуатації").

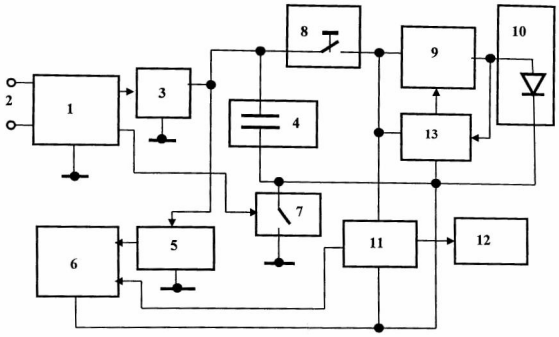
У варіанті складського зберігання світильника, яке проходить без вмикання світловипрмінюючого блоку 10, джерело напруги 4 відключене від споживачів: по колу заряду - розімкнутим електронним ключем 7, а по колу розряду - незамкненим механічним вимикачем 8, що забезпечує зберігання світильника без втрати заряду конденсатором джерела напруги 4.

Перехід до варіанту світловипромінювання (штатної експлуатації) починається та продовжується через замикання механічного вимикача 8 при розімкненому електронному ключі 7. Напруга з джерела напруги 4 надходить на електронний стабілізатор напруги 9, контролер розряду 11 та широтно-імпульсний регулятор 13. На виході електронного стабілізатора напруги 9 з'являється напруга живлення світловипромінюючого блоку 10, яка, також є сигналом зворотного зв'язку для широтно-імпульсного регулятора 13, який формує сигнал управління стабілізатором напруги 9, необхідний для підтримання напруги живлення світловипромінюючого блоку 10 сталою. Сталість напруги на світловипромінюючому блоці 10 досягається в наступній спосіб: енергія з джерела напруги 4 відбирається через рівні проміжки часу (див. поз. к) на діаграмі е) порціями таким чином, що б добуток квадрату миттєвої величини напруги на виводах джерела напруги 4 та часової протяжності порції (позначені поз. з) на діаграмі е) та поз. л) на діаграмі ж) залишався сталою величиною, яка не залежить від миттєвої величини напруги на виводах джерела напруги 4.

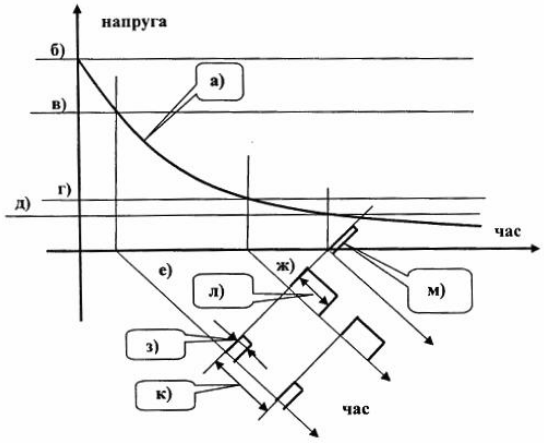
Наведені на Фіг.2. діаграми демонструють алгоритм роботи широтно-імпульсного регулятора 13. Так, при високому рівні в) напруги джерела 4 регулятор 13 генерує імпульси управління (див. діаграму е) часовою протяжністю з). При зменшенні напруги джерела 4 до рівня г) протяжність імпульсів управління (див. діаграму ж) збільшується (поз. л). Одночасно рівень напруги на виводах джерела напруги 4 відслідковується контролером розряду 11, сигнали якого змінюють стан світіння індикаторів заряд-розряду 6, що дозволяє контролювати ступінь зарядженості джерела напруги 4 в автономному штатному режимі (режимі світловипромінювання). При досягненні рівня д) контролер розряду 11 формує сигнал м) включення звукового сигналу блоком сигналізатора розряду 12, який попереджає споживача про необхідність заряду джерела напруги 4.

Таким чином, електрична схема запропонованого автономного світильника забезпечує роботу останнього в режимі максимального використання переваг джерела

напруги, яке виконане на конденсаторах з подвійним молекулярним шаром, та джерела світла, виконаного на світловипромінюючих діодах. Вищевказані переваги дозволяють виготовляти автономні світильники, які не залежать від умов заряду, розраховані на 10^7 заряд-розрядних циклів, мають не менш, ніж 10-річний строк зберігання, успішно експлуатуються при температурах від - 40°С до + 50°С. Напівпровідникові випромінювачі в якості джерела світла не бояться механічних ушкоджень, мають підвищений у порівнюванні з лампами накалювання: коефіцієнт перетворення електричної енергії в світлову, практично необмежений строк експлуатації та стабільні параметри по яскравості.



Фіг. 1



Фіг. 2