

тих технологій можна зменшити витрату електроенергії холодильником максимально у 7-8 разів і мінімально в 4-6 разів. Відповідно, капіталовкладення у ФЕП теж можна зменшити і довести до 200-500 \$ на один домашній холодильник. Капіталовкладення в акумулятор льоду з теплоізоляцією (наприклад, із тирси) та інші пристрої, за нашими оцінками, не перевищують 200 \$. В результаті можливе як мінімум подвійне зменшення капітальних затрат у тих місцях, де можна взимку виробляти лід і забезпечувати його акумуляування на літо. Всі методи зменшення споживання енергії також можуть бути використані в абсорбційних холодильниках і в домашніх холодильниках на традиційній електроенергії.

1. *Ледяной бизнес*. Business Week. – 18.02.03. – [www.wordecconomy.ru](http://www.wordecconomy.ru)
2. *Boubour J.* Association solail-vapeur//<http://pagesperso-orange.fr/jean.boubour>
3. *Lemmini F., Errougani A., Behtayeb F.* // FIER. – 2002. – P. 260–267; <http://www.fst.ac.ma/fier/43> PDF
4. *Pons M., Chalfen J.B.*. Theme 2: Procèdes a adsorption // <http://www.limsi.fr/RS2000FF/Meca2000FF/chap>

5. *Buchter F.B., Dind Ph., Pons V.* An experimental solar covered adsorptive refrigerator tested in Burkina-Faso// Int. Jour. of Refrigeration. – 2003. – № 26. – P. 79–86.

6. *Продукция Ковровского МЗ* // <http://kmz.kovrov.ru>

7. *Дорошенко А.В., Яромлович Ю.Р.* Косвенно-испарительные охладители // Холодильная техника. – 1997. – №12. – С. 31–34.

8. *Дорошенко А.В.*, Гелиосистемы и тепловые насосы в системах автономного тепло- и хладоснабжения// 2007.-АВОК, № 7 // [www.abok.ru/for\\_spec/articles.php](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php)

9. *Поберезкін О.А.* Розробка систем кондиціонування повітря на основі абсорбційного циклу відкритого типу і сонячної енергії. Автореф. канд. дис. Одеська держ. акад. холоду. Одеса. – 2002. – 18 с.

10. *Henrik Pedersen, Soren Poulsen, Ivan Katic.* Solar-Chill a solar PV refrigerator without battery // Danish Technological Institut.- [http://www.solarchill.org/images/Eurosun2004\\_paper\\_254.pdf](http://www.solarchill.org/images/Eurosun2004_paper_254.pdf)

11. *Быков А.В.* Различные области применения холода. – М: Агропромиздат, 1985. – 269 с.

12. *Пуховой И.И.* Пат №1388665 (СССР) МКИ F 24Д 15/00. Система отопления здания И.И. Пухового. – 1988. – бюл. 34.

13. *Пуховой И.И.* Система отопления зданий без теплового насоса с использованием природной холодной воды // Промышленная теплотехника. – 1992. – Том 14. – № 1–3. – С. 57–61.

14. Системы солнечного тепло- и холодоснабжения. Под. ред. *Сарнацкого Э.В.* и *Чистовича С.А.* – М.: Стройиздат. – 1990. – 320 с.

УДК 621.354.32

**І.С.Кочков** (Ін-т відновлюваної енергетики НАН України, Київ),

**О.І.Кочков** (Національний технічний університет України "КПІ", Київ)

### Зарядний пристрій з цифро-імпульсним керуванням

*Розроблено схему зарядного пристрою з цифро-імпульсним керуванням для зарядження акумуляторних батарей. Наведені основні співвідношення для визначення струму зарядження в залежності від параметрів цифрових складових схеми.*

*Разработана схема зарядного устройства с цифро-импульсным управлением для зарядки аккумуляторных батарей. Приведены основные соотношения для определения тока зарядки в зависимости от параметров цифровых элементов схемы.*

При використанні відновлюваних джерел енергії (сонячної, вітрової), як правило, використовуються демпфуючі акумуляторні батареї (АБ). Енергія від цих батарей використовується при несприятливих погодних умовах, у нічний час

добі або під час споживання енергії від локальних дизель-генераторів. Також АБ використовуються на електромобілях, електроциклах, при цьому їх підзарядження може відбуватися від сонячних батарей.

Як відомо, сонячна батарея є джерелом струму і завдяки великому внутрішньому опору не може при безпосередньому під'єднанні забезпечити пускові та робочі значення струмів електродвигунів електротранспорту. З цієї причини для забезпечення нормальної роботи електрообладнання електротранспорту використовують АБ, зокрема, свинцево-кислотні. Внутрішній опір свинцево-кислотних АБ при повному заряді становить 0,01 Ом [1] і на 3-4 порядки менший за внутрішній опір сонячної батареї.

Таким чином, у цьому випадку АБ діє як трансформатор внутрішнього опору джерела живлення, що дає можливість віддавати в навантаження великий струм.

У вечірній або нічний час, коли інтенсивність сонячного випромінювання майже дорівнює нулю, або коли економічні вимоги потребують швидкого зарядження, АБ заряджають від промислової мережі з використанням зарядних пристроїв.

Не дивлячись на велике різноманіття зарядних пристроїв, що виробляються, усім їм притаманні різні недоліки. Так, зарядні пристрої з фазово-імпульсним регулюванням на тиристорах мають на виході так звану "різану" синусоїду, процес утворення якої супроводжується випромінюванням високочастотних перешкод; при цьому вихідний комутуючий елемент працює у важких перехідних умовах. Згідно з [2], при відкриванні напівпровідникового приладу має місце ситуація, коли струм через нього вже зріс до максимального значення, а напруга ще не знизилась до значення на відкритому приладі, а при закриванні – навпаки: напруга вже зросла до максимального значення, а струм ще залишається великим.

Таким чином, напівпровідниковий прилад деякий час знаходиться під дією високої напруги та великого струму, що призводить до розсіювання потужності вище максимально припустимого значення та важкого теплового режиму і, як наслідок, виходу приладу з ладу. Щоб запобігти цьому, треба застосовувати спеціальні засоби захисту, що приводить до різкого збільшення габаритів та ваги пристрою і економічно не може бути виправданим.

бути виправданим.

Інверторні зарядні пристрої при живленні від промислової мережі мають низьку надійність, особливо при перевантаженнях, а також є джерелом високочастотних перешкод.

Зарядні пристрої на перемикачах із комутацією секцій вторинної обмотки трансформатора вимагають високої комутаційної стійкості контактів, що доцільно тільки при невеликих струмах зарядження.

Пропонується зарядний пристрій, який не має названих вище недоліків, із вихідною напругою у вигляді повних синусоїдальних імпульсів, що забезпечує "м'яку" комутацію зарядного струму. При цьому синусоїдальний імпульс починається завжди з нульового значення.

Величина зарядного струму  $I$  в цьому пристрої залежить від кількості синусоїдальних імпульсів за певний проміжок часу (період регулювання  $T_{pez}$ ) і аналітично має вигляд:

$$I = \frac{1}{T_{pez}} \int_0^{\pi} U \sin \omega t dt - E \quad (1)$$

$$Z_H + Z_{BH}$$

де  $U$  – амплітудне значення синусоїдального імпульсу;  $E$  – напруга АБ;  $T_{pez}$  – період регулювання;  $Z_H$  – повний опір навантаження;  $Z_{BH}$  – повний внутрішній опір зарядного пристрою.

Змінюючи довжину періоду регулювання, ми змінюємо середню напругу в періоді і таким чином можемо змінювати середню величину зарядного струму за період.

Схема такого зарядного пристрою зображена на рис. 1.

Цей метод заряду здійснюється шляхом підрахування кількості імпульсів за допомогою лічильника СТ2 та зміни коду уставки, що надходить із лічильника СТ1 на входи попередньої установки СТ2.

Напруга змінного струму з обмотки 3-4 трансформатора TV1 надходить на випрямляч В1, де перетворюється в синусоїдальні імпульси позитивної полярності, після чого ці імпульси через обмежувач резистор  $R_{об}$  надходять на стабілітрон VD1.



кожного імпульсу переносу формується короткий імпульс, який при надходженні на вхід  $W$  лічильника СТ2 у кожний період регулювання проводить попередню установку коду уставки з лічильника СТ1. Чим більший код уставки, тим скоріше буде заповнюватися лічильник СТ2 і частіше буде видаватися імпульс переносу, а отже, короткий буде період регулювання і більший буде середній струм заряду АБ.

З резистора  $R_{III}$  імпульси, пропорційні значенню струму зарядження, надходять у модуль обробки сигналів струму МОС, де виробляється напруга, пропорційна середньому значенню струму зарядження і де ця напруга порівнюється зі значенням опорної напруги з регулятора струму зарядження  $R_{pez}$ . Результатом цього порівняння є сигнали логічного "0" або логічної "1", які надходять на вхід  $\pm 1$  реверсивного лічильника формування уставки СТ1 і вмикають лічильник у режим додавання чи віднімання.

На вхід Т лічильника СТ1 з виходу низькочастотного генератора імпульсів G надходять імпульси, що в режимі додавання заповнюють СТ1, підвищуючи код уставки, і таким чином скорочують період регулювання та збільшують середній струм заряду АБ.

Коли напруга, що пропорційна середньому значенню струму зарядження, перевищить опорну напругу з  $R_{pez}$ , МОС змінює свій вихідний сигнал і переводить СТ1 у режим віднімання, в результаті чого код уставки буде зменшуватись і пропорційно також буде зменшуватись середній струм зарядження АБ. Таким чином буде здійснюватись зворотній зв'язок, необхідний для регулювання і стабілізації середнього струму зарядження; при цьому теплове навантаження та навантаження за потужністю за рахунок плавної зміни струму зарядження на вихідний регулюючий елемент TS буде полегшеним. Це позитивно відрізняє даний спосіб стабілізації та регулювання від інших способів, особливо від способу безперервної стабілізації, оскільки симистор TS працює в ключовому режимі.

Дискретність регулювання буде дорівнювати  $\pm 1$  вагового значення молодшого розряду коду уставки.

Середній струм зарядження буде залежати від кількості імпульсів зарядження за одиницю часу, а ця кількість, у свою чергу, буде залежати від

періоду регулювання та від коду уставки  $N_{CT1}$ .

Період регулювання  $T_{pez}$  буде дорівнювати періоду надходження імпульсів переносу і буде мати вигляд:

$$T_{pez} = (N_{CT2} - N_{CT1}) T_{III}, \quad (2)$$

де  $N_{CT1}$  – код уставки з лічильника СТ1;  $N_{CT2}$  – ємність лічильника СТ2;  $T_{III}$  – період імпульсів з виходу тригера Шмідта.

Підставивши вираз (2) у вираз (1), отримаємо формулу для визначення поточного значення величини струму заряду:

$$I = \frac{1}{(N_{CT2} - N_{CT1}) T_{III}} \int_0^{\pi} U \sin \omega t dt - E \quad (3)$$

$$Z_H + Z_{BH}$$

При досягненні напруги АБ значення напруги повного зарядження процес заряджання буде зупинено командою з модуля обробки сигналу напруги МОН через контакти реле К1.1. Внаслідок розмикання контактів К1.1 імпульси переносу з СТ2 не будуть надходити на МУС і процес зарядження буде припинений.

Схема пристрою дає можливість візуально контролювати величину струму зарядження та напругу на АБ за допомогою приладу Р1, перемикача SV1,  $R_{III}$  та  $R_d$ .

**Висновки:** 1. Шляхом застосування у схемі зарядного пристрою елементів цифрової техніки вдається досягти "пом'якшення" перехідних процесів, що відбуваються при зарядженні АБ, та плавного зростання вихідної напруги за синусоїдальним законом, за рахунок чого – уникнути появи високочастотних перешкод, полегшити тепловий режим силового комутуючого елемента і при цьому зберегти такі властивості, як стабілізація та регулювання струму зарядження.

2. Зарядний пристрій, а також принцип регулювання і стабілізації, може бути використаний як регульоване джерело живлення для інерційних (інтегруючих) об'єктів, таких як нагрівачі, електричні двигуни постійного струму тощо, які не вимагають безперервної присутності вихідної напруги і можуть працювати при регулюванні її середнього значення.

1. Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей. – М.: Транспорт, 1975. – 22 с.

2. Четти П. Проектирование ключевых источников питания. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 126 с.