

## СОНЯЧНИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ АКУМУЛЯТОРІВ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕФОНІВ

\*Чорна Ю. С., \*\*Долотов Ю. С., ст. наук. співроб., \*Маслюкова З. В.

\*Національний авіаційний університет  
\*\*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

gweny@ukr.net

*Запропоновано електричну схему та конструкцію автономного мобільного зарядного пристрою для мобільних телефонів, який використовує сонячну енергію. Визначено напругу та струм, які потрібно отримати від фотоперетворювача для забезпечення надійної роботи сонячного зарядного пристрою. Описано методологію вибору марки сонячного фотоперетворювача та основних елементів електричної схеми, охарактеризовано їх роботу.*

**Ключові слова:** автономний мобільний зарядний пристрій; сонячний зарядний пристрій; марки сонячного фотоперетворювача для мобільних телефонів.

*A circuit diagram and design of autonomous mobile charger for mobile phones that uses solar energy. Defined voltage and current, which must be obtained from photoconverters to ensure reliable operation of a solar charger. The methodology of choice grade solar photoconverters and basic elements of electric circuit and the characteristic of their work*

**Key words:** solar photoconverts for mobile phones; autonomous mobile charger; circuit diagram of autonomous mobile charger.

### Вступ

Одним з напрямів використання сонячної енергії є розроблення та впровадження на її основі автономних зарядних пристроїв для мобільних телефонів. Нині такі зарядні пристрої створені та виготовляються в розвинених країнах, наприклад США, Ізраїль, Південна Корея та ін.

**Мета роботи** — розроблення електричної схеми та конструкції автономного зарядного пристрою для мобільних телефонів, що використовує енергетичний потенціал сонячної радіації, притаманний території України і виготовляється з деталей та комплектуючих поширених в Україні.

Технічні вимоги, яким повинен відповідати зарядний пристрій такі:

— забезпечення цілодобового зарядження чотирьох акумуляторів мобільних телефонів, параметри яких наведено в табл. 1 (кількість акумуляторів, що заряджаються, вибрано за припущення, що середньостатистична кількість мобільних телефонів в одній сім'ї дорівнює чотирьом);

— електрична схема зарядного пристрою має бути максимально простою, вмещувати мінімум електронних елементів і забезпечувати надійну та безперебійну подачу контактам чотирьох акумуляторів постійного струму 1,0 А та напруги 4,1 В;

— зарядний пристрій повинен працювати в автономному режимі, тобто тільки за рахунок електроенергії, яка отримується перетворенням сонячної енергії (має бути забезпечено внутрішнє накопичення електроенергії для її використання за відсутності або недостатньої інтенсивності сонячного випромінювання);

— конструкція зарядного пристрою повинна забезпечувати його мобільність, тобто цей пристрій має легко переноситися;

— зарядний пристрій повинен надійно працювати за температур зовнішнього середовища +5 ... +85 °С, вологості повітря до 98 %;

Таблиця 1

**Технічні параметри акумуляторів  
мобільних телефонів використовуваних в Україні**

Перелік параметрів	Марка акумулятора			
	BL-4B	BP-6B	BL-5C	BL-4B
Ємність зарядження, А·год	0,89	1,1	1,2	1,5
Ємність розрядження, %	98	98	98	98
Напруга розрядження, В	2,5	2,5	2,5	2,5
Напруга зарядження, В	4,1	4,1	4,1	4,1
Термін зарядження, год	6,5	6,5	6,5	6,5
Тип з'єднання з живильним пристроєм	Контактний	Контактний	Контактний	Контактний
Габаритні розміри, мм	35×45×5	35×45×5	35×45×5	35×45×5
Струм зарядження, А	Постійний, 0,25	Постійний, 0,25	Постійний, 0,25	Постійний, 0,25
Тип акумуля-	Літій-	Літій-	Літій-	Літій-



— роз'ємів для підключення дротів від акумуляторів, які не вилучені з мобільних телефонів (X1...X4);

— контактів для підключення акумуляторів, вийнятих з мобільних телефонів (K 1...K 4);

— індикатора закінчення зарядження накопичувальних акумуляторів (HL);

— вимикачів зарядного пристрою (S 1.1 та S 1.2);

— реле вимкнення накопичувальних акумуляторів від фотоперетворювача після завершення зарядження (K 1 та K 1.1).

— вимикача зарядження накопичувального акумулятора максимальним струмом від фотоперетворювача (Вим 2);

— діодів Д1...Д4, призначених для забезпечення руху зарядних струмів у напрямку до заряджувальних акумуляторів;

— контролерів заряду К 3.Li, призначених для контролю заряду Li-іон акумуляторів, які підзаряджуються окремо від мобільних телефонів. Зауважимо, що при заряджуванні акумуляторів за допомогою дротів з'єднання контролери заряду К 3.Li не використовуються, бо ці контролери вмонтовані в кожний мобільний телефон.

Згідно з вимогами виробників для довготривалої роботи кислотно-свинцевих акумуляторів можливо відібрати лише 30 % ємності повного зарядження, тобто близько 1,4 А·год (табл. 2).

Водночас для зарядження чотирьох акумуляторів мобільних телефонів ємністю 1,5 А·год (див. табл. 1) потрібно 6 А·год. Ці 6 А·год можна отримати за наявності такої кількості кислотно-свинцевих накопичувальних акумуляторів:

$$n \geq \frac{6 \text{ А} \cdot \text{год}}{1,4 \text{ А} \cdot \text{год}} \approx 5 \text{ од.}$$

Запропонована структурна схема сонячного зарядного пристрою дає змогу розробити його електричну схему. Розроблення електричної схеми виконується для максимального електричного навантаження електричних елементів, тобто коли від сонячного фотоперетворювача здійснюються підзарядження накопичувального акумулятора та чотирьох акумуляторів мобільних телефонів.

Для зазначеного випадку максимально можливого електричного навантаження сонячного зарядного пристрою визначаються напруга та струм, необхідні для покриття цього електричного навантаження, і які потрібно забезпечити сонячним фотоперетворювачем. Наявність напруги та струму дає можливість підібрати сонячний фотоперетворювач, необхідний для роботи зарядного пристрою.

Визначення напруги та струму, які потрібно отримати від сонячного фотоперетворювача здійснюється на основі величин струму та напруги необхідних для зарядження акумуляторів мобільних телефонів та підзарядження накопичу-

вального акумулятора. Згідно з технічними параметрами серійно виготовлених акумуляторів мобільних телефонів (див. табл. 1) на їх клеми необхідно подати напругу 4,1В. З урахуванням втрат енергії в контролерах заряду мобільних телефонів (близько 1В) напруга, що подається для зарядження акумулятора мобільного телефону, повинна становити 5...5,5 В.

Відповідно до технічних параметрів серійно виготовлених акумуляторів, придатних для застосування як накопичувальні, на їх клеми необхідно подати напругу 6,8 В (див. табл. 2), а з урахуванням втрат енергії на роботу зарядного пристрою (1,2...2 В), для зарядження накопичувального акумулятора необхідна напруга біля 8 В. Що стосується струму зарядження, то згідно з табл. 1 та 2 для зарядження одного акумулятора мобільного телефону потрібен струм 0,25 А, а накопичувального акумулятора 0,45 А. Тоді сумарний струм від сонячного фотоперетворювача повинен бути не менше:

$$I_{\text{сум}} = 4 \text{ акумулятор} \cdot 0,25 \text{ А} + 0,45 \text{ А} = 1,45 \text{ А}.$$

Визначені таким чином напруга та струм дають змогу вибрати серійно виготовлений сонячний фотоперетворювач, електричні параметри якого відповідають: напруга більше, або дорівнює 8 В, струм більше, або дорівнює 1,45А.

У табл. 3 наведено технічні параметри серійно виготовлених в Україні заводом «Квазар» сонячних фотоперетворювачів, які мають характеристики близькі до визначених.

Таблиця 3

#### Технічні параметри сонячних фотоперетворювачів

Перелік параметрів	Марка сонячного фотоперетворювача		
	KV 12, 6/8-М	KV 10/12	KV 20/12
Потужність, Вт	12,6	10	20
Напруга холостого ходу, В	9,9	21,5	21,7
Напруга за максимальної потужності, В	8	18	17,82
Струм короткого замикання, А	1,8	0,58	1,2
Струм при максимальній потужності	1,6	0,53	1,1
Габаритні розміри, мм	350×410××34	527×2××33×35	557×45××0×35
Вага, кг	1,2	4	5

Аналіз наведених у табл. 3 технічних параметрів показує, що для створення сонячного зарядного пристрою можна використати сонячний фотоперетворювач марки KV 12, 6/8-М.

Порівняння технічних параметрів вибраного сонячного фотоперетворювача марки KV 12,6/8-М з потрібними для функціонування сонячного зарядного пристрою дає змогу констатувати:

1. Вибраний сонячний фотоперетворювач має запас напруги та струму біля 10 %.

2. Цей фотоперетворювач має найменші з розглянутих габаритні розміри та вагу.

Далі на основі електричних параметрів вибраного сонячного фотоперетворювача, параметрів акумуляторів мобільних телефонів та параметрів накопичувального акумулятора визначаються типи інших електронних елементів структурної схеми сонячного зарядного пристрою.

Визначення типів електронних елементів виконується шляхом співставлення електричних параметрів (напруги та струму), електронних елементів запропонованої схеми з наведеними в

технічних паспортах електричними параметрами потрібних серійно виготовлених електронних елементів. Таким чином отримуються всі необхідні для створення сонячного зарядного пристрою електронні елементи, які з'єднуються в електричну схему, наведену на рис. 2.

Поділимо запропоновану електричну схему на три умовні блоки: зарядно-контролюючого пристрою, стабілізатора зарядного струму накопичувального акумулятора та блок контролерів режиму зарядження літій-іонових акумуляторів мобільних телефонів.

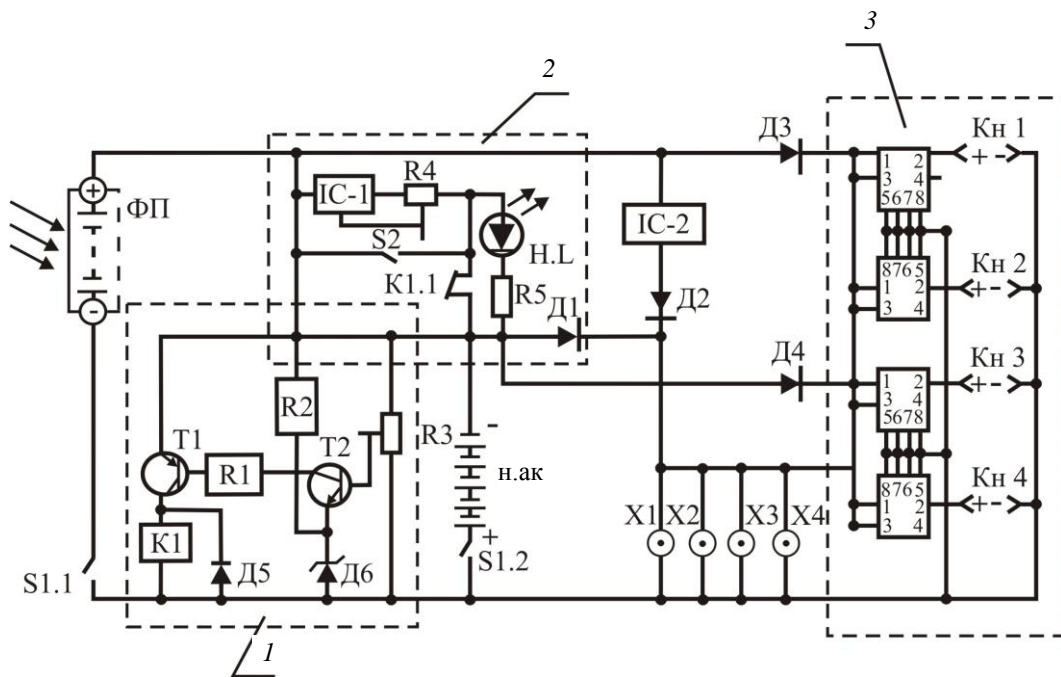


Рис. 2. Електрична схема сонячного зарядного пристрою:

1 — блок зарядно-контролюючого пристрою; 2 — блок стабілізатора зарядного струму;

3 — блок контролерів режиму зарядження літій-іонових акумуляторів

У блок зарядно-контролюючого пристрою входять два транзистора Т1 та Т2, опір R3, стабілітрон еталонної напруги Д6 та реле К1. Транзистор Т2 вимірює напругу на клеммах накопичувального акумулятора при зарядженні, порівнюючи її з еталонною напругою на стабілітроні еталонної напруги Д6. У разі перевищення напруги на зарядженому накопичувальному акумуляторі вище норми, транзистор Т2 відкриває транзистор Т1. При цьому спрацьовує реле К1 вмикаючи за допомогою контактів К1.1 накопичувальний акумулятор від зарядження. Таким чином, накопичувальний акумулятор захищається від перезарядження (нагрівання, кипіння).

Зауважимо, що при розрядженні накопичувального акумулятора на 30 % закривається транзистор Т2, а потім транзистор Т1. Це призводить до того, що спрацьовує реле К1, вмикаючи контакти К1.1 і електричний струм від сонячних фотоперетворювачів починає надходити че-

рез стабілізатор струму до накопичувального акумулятора. У блок стабілізатора зарядного струму накопичувального акумулятора входять мікросхема IC-1 та регулюючий струм опір R4. Мікросхема IC-1 забезпечує величину зарядного струму згідно з рекомендаціями виробників акумуляторів. На опорі R4 мікросхемою IC-1 виконується вимірювання падіння напруги під час протікання струму зарядження накопичувального акумулятора та його регулювання відносно встановленої величини. Отже, цей струм підтримується постійним незалежно від освітлення фотоперетворювача та рівня зарядження накопичувального акумулятора.

У блок контролерів акумуляторів мобільних телефонів входять стандартні контролери серійно виготовлені на різних підприємствах. Контролери забезпечують вихідну напругу 4,1В з точністю приблизно 1 %, перешкоджає перетворенню іонів літію в металевий літій (перетворен-

ня починається з 4,2 В), який реагуючи з водою акумулятора, сприяє виділенню водню, що може спричинити вибух акумулятора. Розроблену електричну схему пропонується реалізувати шляхом

створення конструкції сонячного зарядного пристрою, основа якого — рама з П-подібного алюмінієвого сплаву підвищеної міцності марки АК розмірами 460×400×100 мм (рис. 3).

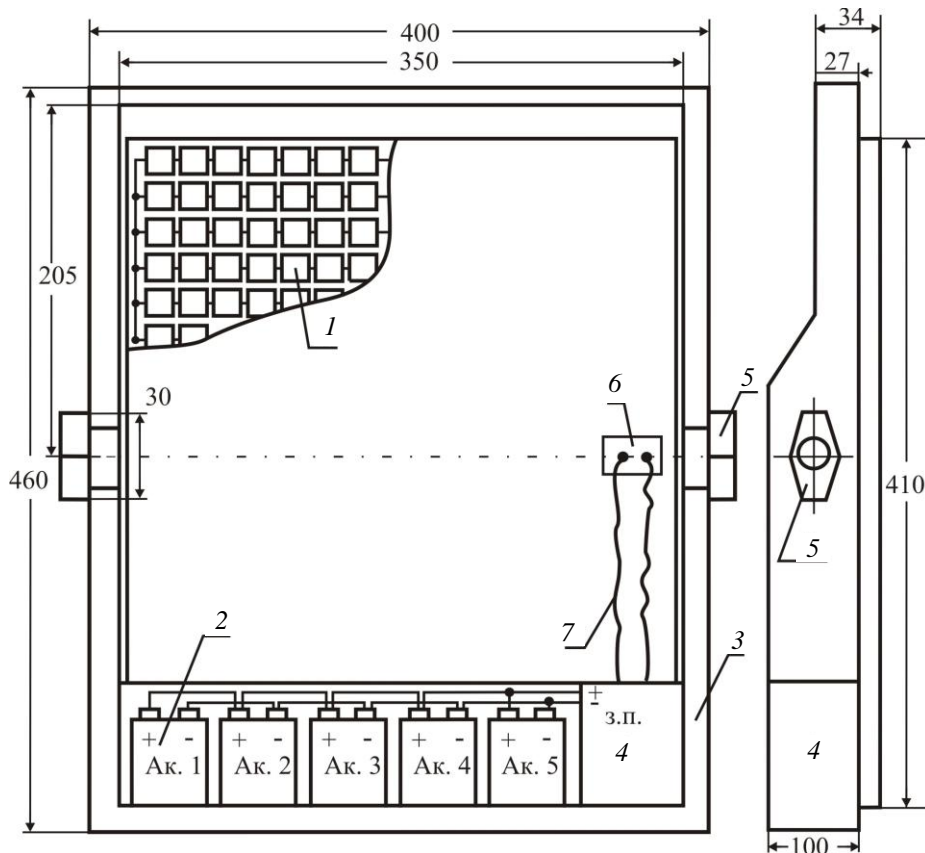


Рис. 3. Конструкція сонячного зарядного пристрою:

- 1 — сонячний фотоперетворювач, який обертається залежно від положення сонця;
- 2 — набір накопичувальних акумуляторів Ак1...Ак5; 3 — кронштейн;
- 4 — монтажна схема та клема підключення зарядного пристрою до акумуляторів мобільних телефонів;
- 5 — фіксуючі затискачі фотоперетворювача; 6 — гніздо підключення електровиводів фотоперетворювача до зарядного пристрою; 7 — дроти з'єднання фотоперетворювача з зарядним пристроєм

Сонячний фотоперетворювач розміщений усередині рами, яка виготовляється з профільного прокату, що забезпечує високу стійкість на згинання. Матеріал рамки — алюмінієвий сплав підвищеної міцності марки АВ. Розміри 410×350×35 мм.

Фотоперетворювач з'єднаний з зарядним пристроєм герметичним дводрововим кабелем, який широко використовується в електро побутових приладах, довжиною 250 мм. Електричне з'єднання фотоперетворювача з зарядним пристроєм здійснюється методом паяння з наступним механічним закріпленням кінців дроту до фотоперетворювача та пристрою. Це зроблено для запобігання обривання (зламу) в місцях паяння при орієнтації фотоперетворювача на сонце. Переріз дротів у кабелі вибрано площею 0,5 мм<sup>2</sup> з урахуванням струму фотопанелі, 1,6 А, що робить достатньо малими втрати в цих дротах електричної потужності. Опір таких дротів 0,017 Ом у сумі (за довідником 1 м — 0,034 Ом). Кабель

виходить з фотоперетворювача біля його кріплення на поворотнофіксуючих затискачах для того, щоб його довжина була постійною при орієнтації фотоперетворювача на сонце.

Фотоперетворювач закріплений затискачами на рамі посередині її висоти, щоб його орієнтація на сонце не змінювала положення центру тяжіння всього пристрою. Зверху на рамі закріплена поліетиленова ручка для перенесення всього пристрою. Марка поліетилену ПТ-1 яка витримує нагрівостійкість до 100—120 °С (сонце).

Вставка кріпиться до рами двома алюмінієвими заклепками розмірами: діаметр 4 мм, довжина 10 мм. Матеріал заклепок — алюмінієвий сплав Д18П.Знизу, в рамі розміщений корпус для накопичувальних акумуляторів і зарядного пристрою. Розміри корпусу визначаються габаритами накопичувальних акумуляторів і дорівнюють: висота — 115 мм, ширина — 360 мм, глибина — 65 мм.

Матеріал — алюмінієвий лист підвищеної міцності сплаву АК товщиною 1 мм. Усередині корпус обклеєний ізоляційним матеріалом — текстолітом марки ПТК товщиною 0,25 мм. Клей 88-ТУ УЗ1151130.001-2000.

Верхня кришка корпусу з'ємна (кріпиться шістьма гвинтами 14×6 мм), що дозволяє легко проникати всередину корпусу для обслуговування накопичувальних акумуляторів та зарядного пристрою. Праворуч на верхній кришці є чотири отвори діаметром 8 мм, через які підключаються штекери з'єднувальних дротів мобільних телефонів у процесі зарядження. Поруч з цими отворами розміщено прямокутний отвір, крізь який проходить касета з контактами для підключення вийнятих з мобільних телефонів акумуляторів для проведення зарядження.

Зверху розміщуються кнопки вмикання/вимикання всього пристрою S1 та кнопка S2 вмикання екстреного зарядження накопичувального акумулятора. Кнопки типу ПТ 73-2-2, які мають дві контактні групи на переключення та розраховані на комутацію постійних струмів до 6 А при напрузі комутації 350 В. Індикатором повного зарядження накопичувальних акумуляторів є світловипромінювальний світлодіод типу АЛ 307 Б зеленого кольору. Він розміщується поруч з кнопкою екстреної зарядження накопичувальних акумуляторів S2. Розміщення акумуляторів та зарядного пристрою знизу рами забезпечує його стійкість на горизонтальній поверхні. Час підготовки зарядного пристрою до роботи 5 хв.

### Висновки

1. Розроблено електричну схему автономного сонячного зарядного пристрою для мобільних

телефонів, у якій застосовані деталі та комплектуючі розповсюджені в Україні.

2. Запропоновано методологію визначення марки сонячного фотоперетворювача та основних електронних елементів зарядного пристрою мобільних телефонів, за заданими електричними параметрами акумуляторів мобільних телефонів, згідно з якою отримуються величини струму та напруги в електричній схемі та на їх основі підбирається марка серійно виготовлених сонячного фотоперетворювача та інших електронних елементів пристрою.

3. Запропоновано конструкцію сонячного зарядного пристрою та матеріали, які слід застосовувати під час їх виготовлення.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Павлов В. Б. Визначення параметрів імпульсного зарядного пристрою акумуляторів автономних систем електроживлення // Технічна електродинаміка / В. Б. Павлов, О. В. Попов, С. О. Кудря [та ін.]. — К.: ІІЕ НАН України, 2009. — № 2. — С. 23—25.

2. Підвищення ефективності акумуляції енергії вітру в автономних системах // Відновлювана енергетика / [С. О. Кудря, В. М. Головка, В. Б. Павлов, В. І. Бурдюк]. — К.: ІІЕ НАН України, — 2009. — № 3. — С. 25—31.

3. Моделирование процесса заряда аккумуляторной батареи // Праці інституту електродинаміки НАН України / [В. Б. Павлов, А. В. Попов, А. Г. Пазеев, В. І. Бурдюк]. — Вип. 24, 2009. — С. 87—88.

4. Забарний Г.М. Використання відновлюваних джерел енергії для теплопостачання корпусу № 20 Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» / Г. М. Забарний, С. О. Кудря, М. М. Хворов [та ін.]. — ІВЕ НАН України, К., 2005. — 32 с.

Стаття надійшла до редакції 20.05.10.