

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАРЯДУ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ  
ЗА ДОПОМОГОЮ ІМПУЛЬСНОГО МЕТОДУ**

*Запропонована методика визначення ефективності заряду акумуляторних батарей за допомогою імпульсного методу.*

Ефективне використання вітрової та сонячної енергії в автономних та резервних енерговузлах значною мірою залежить від обраних видів відбору енергії енергогенеруючого устаткування та подальшої її передачі на заряд акумуляторних батарей (АБ). Традиційний заряд АБ у постійно струмовому режимі для таких систем можливий тільки за умови достатньої швидкості вітру (4...12 м/с) та інтенсивності сонячної радіації (100...1000 Вт/м<sup>2</sup>). Зважаючи на те, що сучасні вітроенергетичні установки (ВЕУ) починають працювати при швидкості вітру 2 м/с, а фотоелектричні батареї (ФЕБ) при сумарній інтенсивності 10 Вт/м<sup>2</sup>, енергія, яка при цьому виробляється, не може бути використана за допомогою традиційних зарядних пристроїв [1].

Підвищити ефективність використання вітрової та сонячної енергії можливо за допомогою зарядного пристрою, описаного в роботі [2]. При цьому використовується імпульсний метод заряду АБ, який у загальному позитивно впливає на роботу електрохімічної системи в порівнянні з постійно струмовим методом [4].

Враховуючи переваги використання імпульсного методу заряду, що описані в роботі [3], а також можливість проведення заряду АБ за допомогою пристрою, наведеного в [2], доцільно навести послідовність розрахунку часу заряду АБ з використанням енергії вітру при малих швидкостях (2...3 м/с) та сонця при малих інтенсивностях сумарної сонячної радіації (10...100 Вт/м<sup>2</sup>).

Енергія імпульсу зарядного струму, що подається на АБ, визначається таким чином:

$$W_I = U_{AB} \cdot I_I \cdot \tau_I \quad (1)$$

де  $U_{AB}$  – напруга акумуляторної батареї, В;  $I_I$  – амплітуда струму зарядного імпульсу, А;  $\tau_I$  – тривалість зарядного імпульсу, с.

Для повного заряду АБ даним методом необхідно подати  $N$  імпульсів, які можна визначити шляхом відношення енергії АБ ( $W_{AB}$ ) до енергії одиничного імпульсу ( $W_I$ ), тобто

$$N = W_{AB} / W_I \quad (2)$$

Тоді час заряду АБ імпульсним методом можна визначити як

$$T_{AB} = N / k, \quad (3)$$

де  $k$  – коефіцієнт, який враховує кількість імпульсів, що проходять за одиницю часу.

Зважаючи на малі значення енергії, яка буде подаватись від ВЕУ та ФЕБ (при малих швидкостях вітру та інтенсивностях сонячної радіації), і як показує практика,  $k$  не перевищує 1, тобто  $k =$  (від 1 до 0).

Враховуючи коефіцієнт корисної дії заряду АБ, вираз (3) набуде такого вигляду:

$$T_{AB} = N / k \cdot \eta, \quad (4)$$

де  $\eta$  – ККД заряду АБ.

Для прикладу розглянемо заряд свинцево-кислотної АБ номінальною ємністю 100 А·год, номінальне значення напруги АБ рівне 12,0 В. Тоді енергія АБ складатиме  $4,32 \cdot 10^6$  Вт·с.

Враховуючи вираз [2], значення  $I_I$  приймаємо рівним 100 А, тривалість імпульсу  $\tau_I = 1$  с. Тоді енергія зарядного імпульсу буде становити  $W_I = 12 \cdot 100 \cdot 1 = 1200$  Вт·с.

Звідси необхідна кількість зарядних імпульсів становитиме  $N = 4,32 \cdot 10^6 / 1200 = 3600$ .

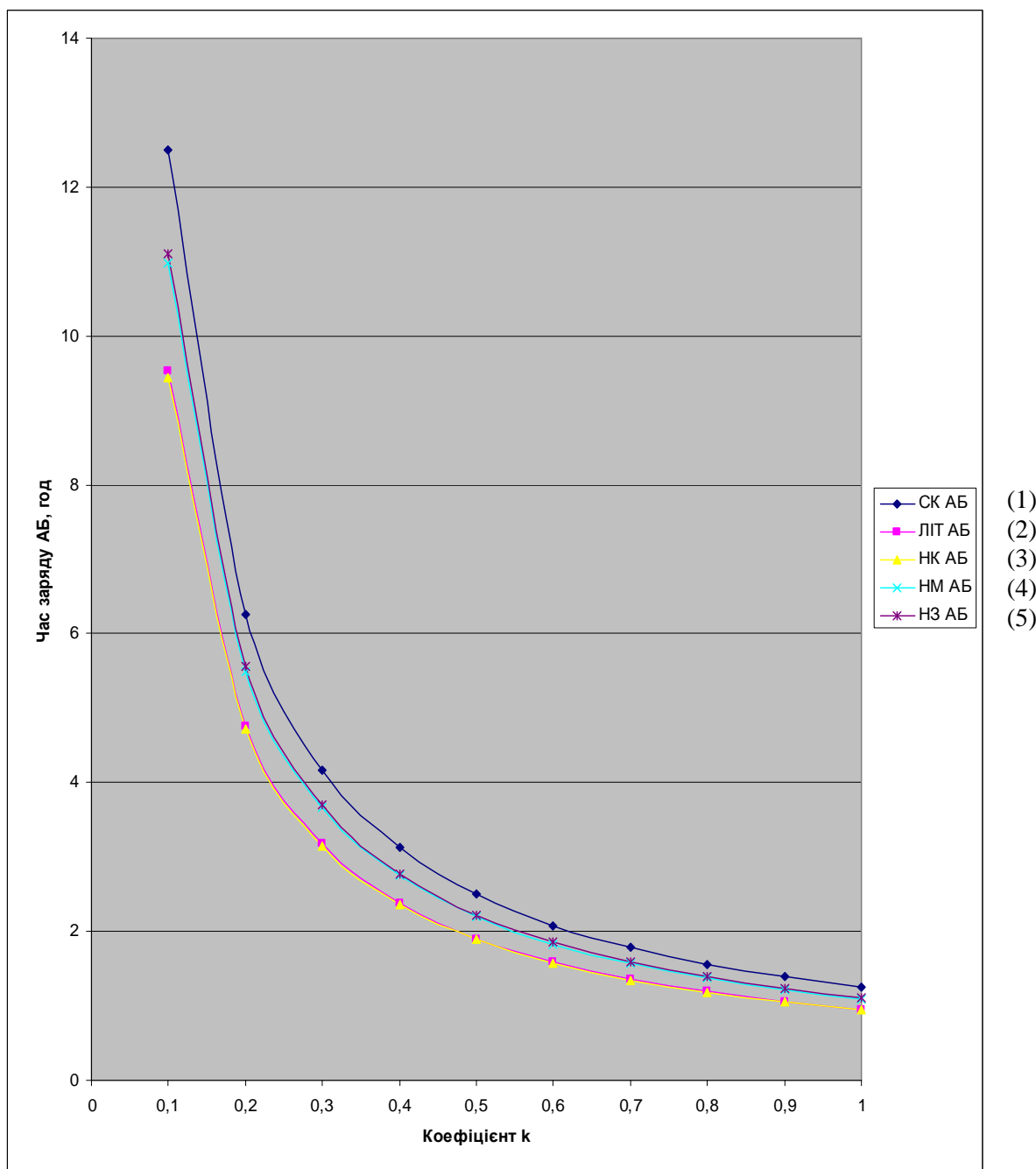
Якщо  $k = 1$ , то час заряду АБ в імпульсному режимі буде таким:  $T_{AB} = 1/1 \cdot 0,8 = 1,25$  год.

Результати розрахунків параметрів АБ різних типів при імпульсному заряді зведені в таблицю. Амплітуда імпульсу зарядного струму вибиралась виходячи з результатів роботи [4]. Значення ККД заряду/розряду АБ різних типів приймалися на основі роботи [5].

№ з/п	$k = 1$					
	Тип електрохімічної системи	Свинцево-кислотна	Нікель-кадмієва	Нікель-залізна	Нікель-металогідрид	Літій-іонна
2	Кількість імпульсів ( $N$ )	3600	2377	2400	2571	2571
3	Номінальна ємність АБ ( $C_{ном}$ , А·год)	100	90	80	100	41
4	Середнє значення напруги АБ ( $U_{AB}$ , В)	12	6	6	12	3,6
5	Амплітуда імпульсу зарядного струму ( $I_I$ , А)	$10 C_{ном}$	$15 C_{ном}$	$15 C_{ном}$	$14 C_{ном}$	$14 C_{ном}$
6	Енергетичний ККД процесу заряду/розряду ( $\eta_w$ , %)	80	70	60	65	75
7	Час заряду АБ ( $T_{AB}$ , год)	1,25	0,943	1,111	1,099	0,952

Отримані результати розрахунку імпульсного заряду показали, що найбільший час заряду АБ при заданих умовах ( $k = 1$ ) має свинцево-кислотна електрохімічна система, а найменший – нікель-кадмієва. Встановлено, що  $N = const$  для АБ однієї електрохімічної системи будь-якої номінальної ємності.

В міру зменшення  $k$  відбувається пропорційне збільшення часу заряду АБ за функціональною залежністю  $T = f(1/k)$ , що чітко ілюструє рисунок, причому криві залежності (2), (3) та (4), (5) збігаються.



На рисунку прийнято такі позначення:

СК АБ – свинцево-кислотна акумуляторна батарея;

НК АБ – нікель-кадмієва акумуляторна батарея;

НЗ АБ – нікель-залізна акумуляторна батарея;

НМ АБ – нікель-металогідридна акумуляторна батарея;

ЛІТ АБ – літієва акумуляторна батарея.

При цьому основні відмінності для конкретної електрохімічної системи визначатимуться енергетичним ККД АБ та значенням показника  $N$  (який у свою чергу залежить від амплітуди зарядного імпульсу  $I_I$ ).

### Висновки

1. Таким чином, проведений аналіз показує можливість більш ефективного відбору енергії від ВЕУ та ФЕБ практично у всьому діапазоні їх функціонування.

2. Запропоновані аналітичні вирази дають змогу оцінити часовий інтервал, необхідний для повного заряду АБ будь-якого типу і різної номінальної ємності в умовах слабких вітрів та низької інтенсивності сонячної радіації.

*Предложена методика определения эффективности заряда аккумуляторных батарей с помощью импульсного метода.*

*The offered technique of definition of efficiency of a charge of storage batteries with the help of a pulse method.*

1. Кудря С.О., Головка В.М., Павлов В.Б., Будько В.І. Підвищення ефективності акумуляування енергії вітру в автономних системах // Відновлювана енергетика. – 2009. – № 3. – С. 10-18.
2. Павлов В.Б., Попов А.В., Пазеев А.Г., Будько В.І. Моделирование процесса заряда аккумуляторной батареи // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2009. – № 23. – С. 40–44.
3. Павлов В.Б., Попов О.В., Кудря С.О., Головка В.М., Будько В.І. Визначення параметрів імпульсного зарядного пристрою акумуляторів автономних систем електроживлення // Техн. електродинаміка. – Темат. вип. “Силова електроніка та енергоефективність”. – 2009. – Ч. 3. – С. 114–116.
4. Подражанский Ю.М., Шембель Е.М. Влияние импульсных режимов заряда на характеристики аккумуляторов // Вопросы химии и химической технологии. – 2000. – № 1. – С. 202–205.
5. Химические источники тока: Справочник / Под ред. Н.В. Коровина и А.М. Скундина. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 740 с.

Надійшла 12.08.2009