

УДК 658.516:656.2

*Канд. техн. наук А.О. Ніколаєнко,
Д.В. Варуша*

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ
ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ В
АКУМУЛЯТОРНОМУ ВІДДІЛЕННІ ЛВЧД - МАРІУПОЛЬ**

Представив д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Постановка проблеми. Акумуляторні батареї широко застосовуються на залізничному транспорті. Висока інтенсивність використання рухомого

складу, систематичне недозарядження або перезарядження, а також саморозрядження при зберіганні – все це веде до сульфатації пластин акумуляторної батареї (АК). У

результаті істотно зменшується їх ємність, збільшується внутрішній опір, що призводить до зниження струму навантаження батареї. З цих причин батареї з терміном служби менше нормативного часто знімаються з експлуатації.

Аналіз проблеми. Актуальність теми визначається гостротою проблеми зменшення собівартості ремонту та експлуатаційних витрат для пасажирських вагонів на залізничному транспорті України. Зменшення витрат залежить від технічного стану вагонів, якісного виконання технічного обслуговування та

ремонту, професійного обслуговування на шляху прямування, обсягу і характеру виконуваних робіт, режиму роботи й температура навколишнього середовища та ін.

Формування мети. Метою роботи є удосконалення якості ремонту пасажирських вагонів за рахунок впровадження автоматизації в акумуляторному відділенні ЛВЧД-Маріуполь.

Викладання основного матеріалу. Проведено аналіз виходу з ладу елементів акумуляторних батарей у пасажирському вагонному депо Маріуполь (рис. 1).

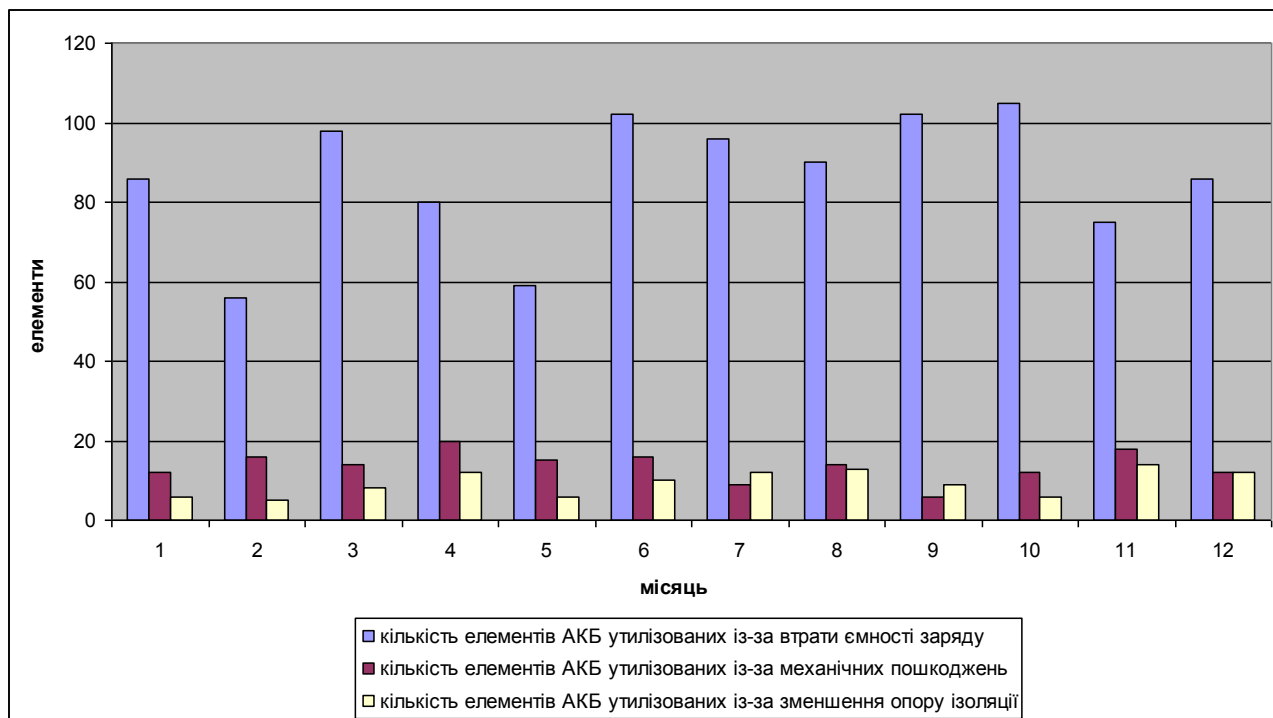


Рис. 1. Графік виходу з ладу елементів акумуляторних батарей у пасажирському вагонному депо Маріуполь за 2012 рік

Графік свідчить, що найбільша кількість утилізованих елементів акумуляторних батарей відбувається саме через втрати ємності заряду.

Експлуатація АБ з недотриманням технічних умов заряджання і розряджання часто призводить до виникнення на пластинах кристалів сульфатів, що зменшують активну поверхню пластин і

тим самим знижують його ємність, максимальний розрядний струм. Кристалізація в кислотних акумуляторах може виникнути і при тривалому зберіганні. При відстої електроліту виникає ЕРС саморозряджання за рахунок різниці потенціалів між нижнім і верхнім шарами електроліту в акумуляторному банку. У нікель-кадмієвих акумуляторах

кристалізація призводить до виникнення "ефекту пам'яті", що погіршує робочі характеристики.

Регулярність вимірювань забезпечує можливість прогнозування вироблення ресурсу АБ і планувати її заміну треба завчасно. Вважається, що за півроку опір АБ при правильній експлуатації має зростати, виходячи з терміну служби на 5 років, не більш ніж на 5-6 %. Елементи АБ, опір яких відрізняється від середнього, обчислюваного для всіх елементів, більш

ніж на 10 % піддаються тренувальному заряджанню, а якщо воно не дає потрібного ефекту, вважаються несправними і такими, що потребують ремонту.

Для визначення несправності елемента АБ обчислюють безрозмірний коефіцієнт стану акумулятора, що є показником відношення енергії, відданої акумулятором за період вимірювань, до величини енергії, відповідної середньому значенню енергії, відданої акумуляторами в АБ за період вимірювань:

$$Q_{t,n} = \frac{\sum_{i=t_1}^{t_k} ((U_i - U_{i-1}) / (U_{a_{n,i-1}} - U_{a_{n,1}}))}{\sum_{i=t_1}^{t_k} ((U_i - U_{i-1}) / (U_{s_{n,i-1}} - U_{s_{n,1}}))}, \quad (1)$$

де $Q_{t,n}$ – безрозмірний коефіцієнт стану n-го акумулятора в акумуляторній батареї за період вимірювання t у діапазоні від першого виміру t_1 до кінцевого t_k ;

U_i – напруга на акумуляторній батареї при i -му вимірюванні;

U_{i-1} – напруга на акумуляторній батареї при вимірюванні, попередньому i -му вимірюванні;

$U_{a_{n,i}}$ – напруга на n-му акумуляторі при i -му вимірюванні;

$U_{a_{n,i-1}}$ – напруга на n-му акумуляторі при вимірюванні, попередньому i -му вимірюванні;

U_{s_i} – середнє значення напруги акумуляторів в акумуляторній батареї при i -му вимірюванні.

За величиною відхилення значення безрозмірного коефіцієнта стану від 1 (одиниці) проводять безперервну оцінку технічного стану кожного з акумуляторів АБ в процесі експлуатації і відбракування несправних акумуляторів при відхиленні безрозмірного коефіцієнта більш ніж на 10 % за період вимірювань (наприклад, при контрольному циклі розряду / заряду). У таблиці наведено результати вимірювань, з інтервалом дискретизації, напруг на акумуляторах та АБ в режимі заряджання /

розряджання чотирьох акумуляторних секцій вагона № 048 25121 і приклад розрахунку безрозмірного коефіцієнта стану Q_t для кожної акумуляторної секції.

У даній таблиці перший рядок відповідає режимові буферного заряджання, тобто знаходження АБ в зарядженому стані, рядки 2-6 відповідають вимірам у режимі розряджання, рядки 7-14 відповідають вимірам у режимі знаходження АБ в розрядженому стані без навантаження, рядки 15-23 відповідають вимірам, здійсненим у режимі заряджання АБ.

Значення Q_t акумуляторів АБ на перших інтервалах дискретизації (рядки 1-3) істотно перевищують середнє значення параметрів (дорівнює 1), що викликано особливістю методу підсумовування, що характеризується високою похибкою при малій вибірці оцінюваних значень. Проте вже починаючи з третього інтервалу дискретизації, тобто при проведенні 4 вимірювання, здійснюваного в наведеному прикладі через 3 хвилини, значення Q_t стабілізуються і дають об'єктивне уявлення про працездатність акумуляторів, що говорить про високу надійність даного методу контролю якості акумуляторів в АБ.

Результати вимірювань АБ вагону № 048 25121

№	Напруга на n-й акумуляторної секції				Напруга на АБ	Середня напруга	Коефіцієнт стану			
	U_{a1}	U_{a2}	U_{a3}	U_{a3}			U	U_s	Q_{t1}	Q_{t2}
1	13,257	13,355	13,390	13,574	53,576	13,394				
2	13,257	13,359	13,390	13,574	53,580	13,395	0,00	4,00	0,00	0,00
3	12,847	11,609	13,101	13,253	50,810	12,703	0,59	2,53	0,42	0,46
4	12,011	9,832	12,421	12,503	46,767	11,692	0,75	2,00	0,59	0,65
5	11,285	9,941	12,402	12,480	46,108	11,527	0,82	1,96	0,58	0,64
6	10,429	10,031	12,398	12,468	45,326	11,332	0,90	1,90	0,57	0,63
7	9,960	10,085	12,406	12,476	44,927	11,232	0,93	1,88	0,56	0,63
8	10,066	10,125	12,410	12,484	45,085	11,271	0,93	1,88	0,56	0,62
9	10,125	10,175	12,417	12,492	45,209	11,302	0,93	1,88	0,56	0,62
10	10,156	10,207	12,425	12,500	45,288	11,322	0,93	1,88	0,56	0,62
11	10,171	10,234	12,429	12,503	45,337	11,334	0,93	1,88	0,56	0,62
12	10,179	10,238	12,429	12,500	45,346	11,337	0,93	1,88	0,56	0,62
13	10,183	10,277	12,433	12,511	45,404	11,351	0,93	1,88	0,56	0,62
14	10,183	10,269	12,433	12,503	45,388	11,347	0,93	1,88	0,56	0,62
15	13,246	12,355	13,347	13,367	52,315	13,079	1,48	1,44	0,54	0,54
16	13,226	13,457	13,457	13,542	53,682	13,421	1,44	1,48	0,53	0,54
17	13,160	13,394	13,488	13,605	53,647	13,412	1,44	1,48	0,53	0,54
18	13,136	13,378	13,507	13,632	53,653	13,413	1,44	1,48	0,53	0,54
19	13,128	13,367	13,515	13,648	53,658	13,415	1,44	1,48	0,53	0,54
20	13,128	13,359	13,519	13,648	53,654	13,414	1,44	1,48	0,53	0,54
21	13,128	13,355	13,519	13,652	53,654	13,414	1,44	1,48	0,53	0,54
22	13,132	13,351	13,523	13,656	53,662	13,416	1,44	1,48	0,53	0,54
23	13,136	13,347	13,527	13,652	53,662	13,416	1,44	1,48	0,53	0,54

Один з варіантів вирішення завдання подовження терміну служби АБ – використання регенеративного заряджання, при якому періоди заряджання батареї поєднуються з періодами її розряджання і наступного примусового розряджання після повного заряджання. До початку заряджання батареї перевіряють цілісність конструктивних елементів, ступінь розрядженого, чистоту і щільність електроліту, залишкову ємність, початковий внутрішній опір. На підставі тестування встановлюється можливість регенерації АБ та її режими.

На початку процесу регенерації заряджання здійснюють постійним струмом, значення якого не має

перевищувати 10 % номінальної ємності батареї. Після досягнення номінального значення ємності батарею переводять у режим заряджання з короткочасними паузами вимкнення. Дослідним шляхом встановлено, що для сприятливого протікання електрохімічних і фізичних процесів заряджання АБ тривалість імпульсів струму повинна становити 150-600 мс, а тривалість пауз – 2-6 с. До досягнення нормованого значення температури електроліту використовують збільшену амплітуду імпульсів струму, після чого амплітуду стабілізують до кінця заряджання. Процес заряджання припиняють після закінчення його нормованого часу, коли в батареї

починається бурхливе газовиділення. Після цього її розряджають струмом, що не перевищує 5% номінальної ємності батареї. Процес розрядження припиняють при зниженні напруги батареї до граничного нижнього значення, яке для кислотних АБ становить 1,7 В на один акумулятор. Якщо в процесі розрядження батарея віддала в навантаження менше 80% номінальної ємності, то після корекції щільності електроліту цикл регенерації повторюють.

Ефект відновлення батарей регенеративним зарядженням обумовлений складними процесами, що протікають в електроліті і на електродах батареї. Зокрема є підстави вважати, що ефективність регенерації кислотних АБ будуються імпульсами струму, що обумовлене виникаючою мікрокавітацією і збігом частоти імпульсів струму з власною частотою частинок сульфату свинцю. Це веде до того, що кристали сульфату свинцю дробляться і вибиваються з активної маси пластин, розчиняючись в електроліті; внаслідок цього електрод повністю очищується від них, а ємність

акумуляторної батареї відновлюється практично до номінального значення.

У лужних АБ у результаті збігу імпульсів з частотою коливання молекул кристалічної решітки відбувається дроблення зерна електрода і насичення його вільними електронами.

Основною відмінною рисою зарядної установки є забезпечення підвищеного значення струму імпульсного режиму зарядження, контроль і стабілізація струмів і температури електроліту на нормованому рівні на основі відповідного програмного забезпечення.

Оскільки при регенерації процеси зарядження і розрядження акумуляторної батареї тривалі (тільки один цикл зарядження / розрядження може тривати до 30 год), зарядна установка повинна бути максимально автоматизованою, з ланцюгами зворотних зв'язків по основних контрольованих параметрах. На рис. 2 наведено тимчасові діаграми струмів зарядження АБ: тривалого постійного 10-годинного режиму зарядження (1) з амплітудою I_{10} та імпульсного режиму зарядження з амплітудою I_m (2).

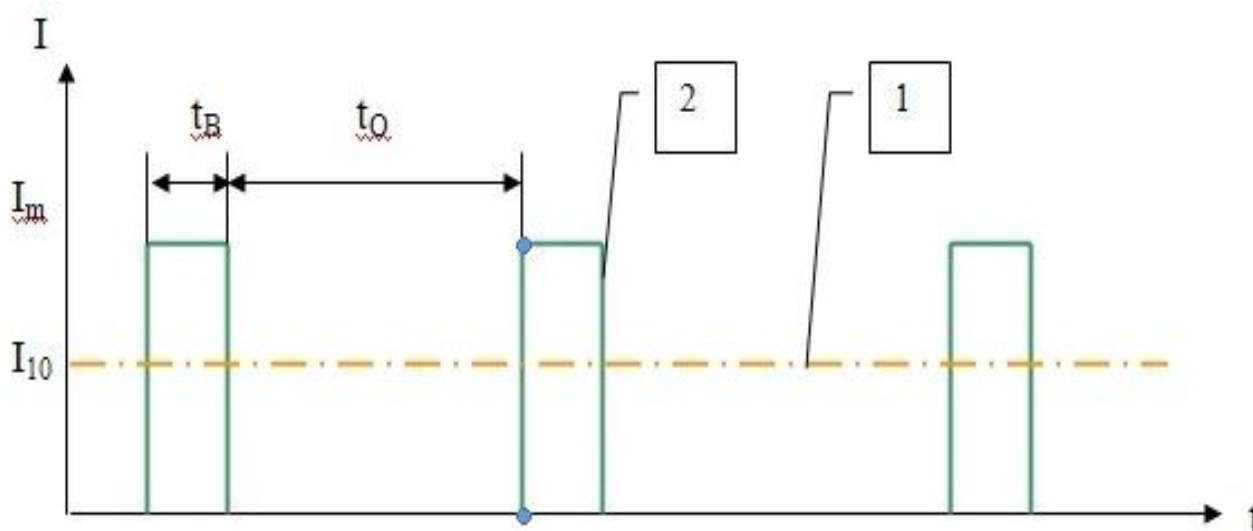


Рис. 2. Часові діаграми постійного та імпульсного струмів зарядження акумуляторної батареї

На підставі зазначеного вище доцільно впровадити у ЛВЧД – Маріуполь обладнання, розроблене ТОВ "МКТ Груп". Воно не вимагає багато місця: для самої установки (маса 300 кг) досить 1 м²; для автоматичного розрядного пристрою (маса 30 кг) – вдвічі менше; і місце для оператора. Необхідним є електроживлення промислове 380 В і звичайне 220 В. Батареї відновлюють на місці їх експлуатації (у депо) при проведенні планових ремонтів вагонів. Тому відновлювальні роботи не впливають на терміни проведення ремонтів, але сприяють значному зниженню відмов системи електроживлення пасажирських вагонів з вини батарей. Процес подовження терміну служби батареї займає від трьох днів до тижня і залежить від типу АБ і її стану на момент прийняття в роботу. При цьому енерговитрати в кілька разів менше, ніж

при звичайному методі заряджання/розряджання. До того ж не відбувається зливання електроліту (немає шкоди екології), батареї не розбираються (не порушується заводська упаковка), не додаються присадки в електроліт.

Висновок. Виходячи з аналізу виходу з ладу елементів акумуляторних батарей у пасажирському вагонному депо Маріуполь, на основі результатів вимірювань АБ у даному депо зроблено висновок про доцільність впровадження пристрою для подовження їх терміну служби. Даний пристрій дозволить удосконалити якість ремонту пасажирських вагонів за рахунок впровадження автоматизації в акумуляторному відділенні, а саме відсутність необхідного контролю за режимами заряджання/розряджання, температурою та якістю відновлення АБ.

Список літератури

1. Орлов, С.Б. Развитие рынков источников тока новых электрохимических систем [Текст] / С.Б. Орлов // Компоненты и технологии. – М., 2007. – 58 с.
2. Профатилова, И.А. Проблемы безопасности кислотно-щелочных аккумуляторов. [Текст] / И.А. Профатилова, В.А. Тарнопольский // Мат. конф. «Автономная энергетика: прошлое, настоящее и будущее». – М., 2009. – 168 с.
3. Коровин, Н.В. Химические источники тока [Текст]: справочник / Н.В. Коровин, А.М. Скундин // — М.: Изд-во МЭИ, 2003. – С. 26-28.
4. Коган, Ф.Л. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования [Текст] / Ф.Л. Коган. – М.: ЗАО "Энергосервис", 2001. – 496 с.

Ключові слова: акумуляторна батарея, вагон, прогнозування, регенерація, якість, автоматизація.

Анотації

Запропоновано метод удосконалення якості ремонту пасажирських вагонів за рахунок впровадження автоматизації в акумуляторному відділенні ЛВЧД-Маріуполь для зменшення вартості ремонту вагонів за рахунок збільшення строку експлуатації акумуляторних батарей пасажирських вагонів.

Предложен метод совершенствования качества ремонта пассажирских вагонов за счет внедрения автоматизации в аккумуляторных отделениях ЛВЧД - Мариуполь для уменьшения стоимости ремонта вагонов за счет увеличения эксплуатационного срока аккумуляторных батарей пассажирских вагонов.

The proposed method improve the quality of passenger cars by introducing automation in akumulyatornom department VCHD-Mariupol to reduce the cost of repairing cars by increasing operational timing batteries coaches.