

УДК 621.317.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА РОБОТУ ЛІТІЙ-ПОЛІМЕРНОГО АКУМУЛЯТОРА

Щербань А. П., Єременко В. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: scherban.n.2802@gmail.com, nau_307@ukr.net

В представлений роботі розроблено методику та проведено експериментальні дослідження впливу зміни умов навколишнього середовища при польоті БПЛА на роботу літій-полімерної акумуляторної батареї (ЛПАБ), яка є основним елементом живлення безпілотної, з метою аналізу впливу температури та вібрації на швидкість розрядження акумулятора, зміну його поверхневої температури та інші зміни в його роботі при польоті БПЛА. Рівні температур та вібрацій були обрані в якості змінних параметрів зовнішнього середовища згідно з вимогами до випробувань авіаційного обладнання.

Даний матеріал присвячений дослідженню розрядних та температурних характеристик ЛПАБ та впливу на них факторів зовнішнього середовища. За результатами реального експерименту проаналізовані впливи температури та вібрації на швидкість розрядження акумулятора, зміну його внутрішньої температури та інші зміни в його роботі при польоті БПЛА. Рівні температур та вібрацій були обрані в якості змінних параметрів зовнішнього середовища згідно з вимогами до випробувань авіаційного обладнання.

Експериментальні дослідження були поділені на два основні етапи:

- випробування АБ на вплив температур;
- випробування АБ на вплив вібрації.

Ці випробування імітували роботу ЛПАБ на реальному БПЛА в умовах польоту. Об'єктами випробувань були літій-полімерні акумуляторні батареї Zippy compact ємністю 1500mAh (3 зразки).

Для коректного дослідження поведінки АБ під час проведення випробувань у колі макетної схеми в якості навантаження використовувалися:

- безколекторний мотор KINGKONG 2204-2300KV;
- регулятор HobbyKing 12A BlueSeries Speed Controller;
- сервотестер TL2638 CCPM.

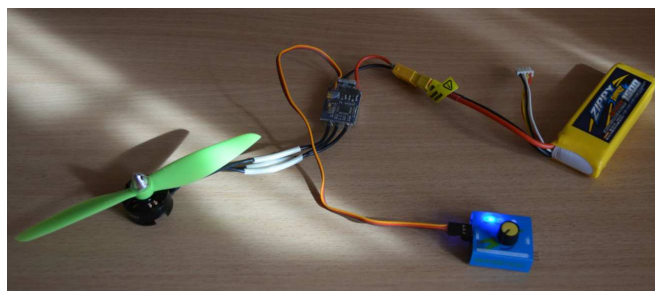


Рис. 1. Зображення макетної схеми досліджень

Досліджування впливу температур на макетну схему (рис.2) проводилося в кліматичній камері МС-71(ТАВАІ), де відбувалася фіксація значення напруги на клеммах ЛПАБ та температури на поверхні акумулятора з кроком в 1 хвилину до повної зупинки двигуна, тобто повного можливого розряду ЛПАБ, при значеннях температури від -20 °С до +50 °С з кроком в 5 °С.

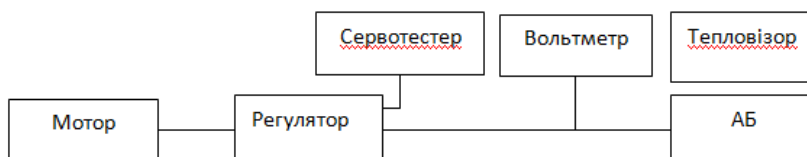


Рис. 2. Структурна схема макету для експериментальних досліджень

Такі випробування були проведені по 10 разів в кожній точці температури з кожним із трьох зразків ЛПАБ, однієї марки з ідентичними паспортними даними. Це дозволило отримати масив значень, придатний для подальшого метрологічного аналізу і побудови математичної моделі розрядної характеристики для акумуляторів досліджуваного типу.

Приклад усереднених по 10 вимірюванням значень напруги та СКВ значень при температурі +25 °С наведений в табл.1. Графічне зображення отриманих результатів показано на рис.3.

Таблиця 1. Результати дослідження розряду АБ при температурі +25°С

	0 хв.	1 хв.	2 хв.	3 хв.	4 хв.	5 хв.	6 хв.	7 хв.	8 хв.
\bar{U}	12,497	11,043	10,846	10,715	10,606	10,465	10,122	9,365	9,357
σ	0,015	0,053	0,051	0,048	0,052	0,059	0,095	0,012	0,012

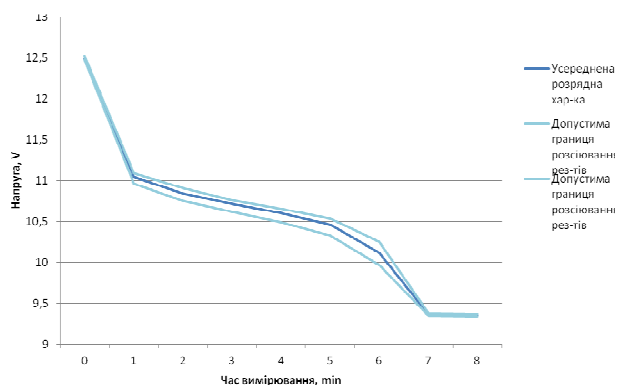


Рис. 3. Усереднена розрядна характеристика одного зразка АБ при температурі +25°С

Отримані розрядні характеристики по трьом зразкам групувалися до середньої розрядної характеристики ЛПАБ при фіксованій температурі. В результаті побудовано сімейство розрядних характеристик ЛПАБ при постійному максимальному навантаженні (рис. 4).

Аналіз залежності поверхневої температури від тривалості роботи ЛПАБ (рис. 5), показав, що температура акумулятора зростає протягом 60 % часу

роботи акумулятора, а далі починає спадати. Це дозволяє використати параметр поверхневої температури акумулятора як додатковий при аналізі стану акумулятора та прогнозуванні тривалості його подальшої роботи.

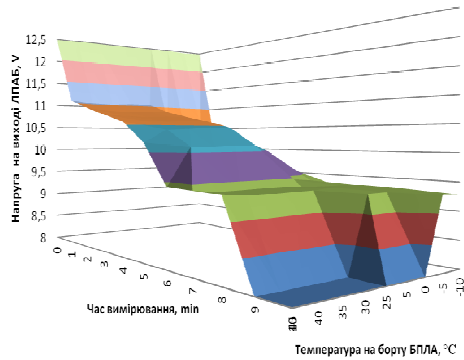


Рис. 4. Сімейство розрядних характеристик ЛПАБ на всій множині температур

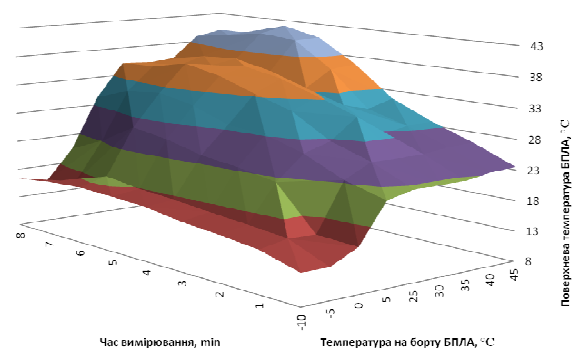


Рис. 5. Сімейство температурних характеристик ЛПАБ при роботі під навантаженням

Випробування на вплив вібрації проводилися для кожного зразка ЛПАБ по одному разу для значення прискорення 2g та різних значень частоти (параметри взяті із вимог до випробувань авіаційного обладнання).

Макет встановлювали на вібростенд ST-80, задавали прискорення 2g, частоту 20 Hz, 25 Hz та 30 Hz по чергово і фіксують значення напруги кожну хвилину, отримані результати заносили в таблицю.

З аналізу отриманих даних було зроблено висновок, що вібрація не несе ніякого суттєвого впливу на якість роботи та швидкість розряду ЛПАБ, тому зміну цього параметра при польоті БПЛА можна не вважати суттєвою при побудові системи моніторингу стану ЛПАБ БПЛА.

Ключові слова: літій-полімерний акумулятор, сімейство розрядних характеристик, розрядний процес

Література

- [1] А. П. Щербань, В. Ю. Ларін, В. П. Маслов, Н. В. Качур, “Термографічний контроль та діагностика літій-полімерних акумуляторів для безпілотних повітряних суден”, in *Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts Katowice School of Technology, Monograph 17*, pp. 209-218.
- [2] A. P. Shcherban, V. J. Larin, V. P. Maslov, N. V. Kachur, “Intelligent System for Temperature Control of Li-Pol Battery”, *International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 24-28, 2018.
- [3] А. П. Щербань, В. С. Єременко, Імітаційне моделювання літій-полімерних акумуляторів на XIX Міжнар. наук.-техн. конф. Приладобудування: стан і перспективи», Київ, 2020, с. 192-193.
- [4] Linden D. (editor). *Handbook of Batteries*. New York: McGraw-Hill, 1995. 2nd ed. P.36,44-48