

НАДІЙНІСТЬ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВУЗЛІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ
БОРТОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Юрченко М.М.¹, докт.техн.наук, Юрченко О.М.¹, докт.техн.наук, Твердохліб Ю.О.¹, Сенько В.І.², докт.техн.наук,
¹ – Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна,
² – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
пр. Перемоги, 37, Київ-57, 03056, Україна.

Розглянуто особливості побудови окремих вузлів систем електроживлення бортових технологічних пристроїв з урахуванням сучасних вимог до надійності та довготривалості їхньої роботи. Бібл. 2.

Ключові слова: високовольтні вузли, індуктивність розсіювання, електрофізичні характеристики електроізоляційного матеріалу.

Вступ. Якщо останні майже тридцять років технологічні експерименти в космосі були направлені на розробку методів і засобів ремонту та спорудження космічних об'єктів безпосередньо в орбітальному польоті, то за останнє десятиріччя орієнтація технологічних експериментів дещо змістилася у бік вивчення можливостей та пошуків шляхів виробництва в космосі матеріалів з набагато кращими та принципово новими властивостями.

Сьогодні в ІЕЗ ім. Є.О.Патона разом з ІЕД НАН України ведуться наземні відпрацювання цілої низки технологічних процесів зонної плавки монокристалів кремнію, призначених для проведення космічних експериментів, спрямованих на вивчення можливостей одержання методом електронно-променевої зонної плавки досконалих і надчистих напівпровідникових матеріалів в умовах мікрогравітації.

В ІЕД НАН України розроблено та виготовлено систему електроживлення (СЕЖ) для відповідної установки [1]. Особливістю цієї СЕЖ, на відміну від раніше створених (тривалість роботи яких складала кілька сотень секунд), є тривалість безперервної роботи в умовах космосу протягом 8 годин при забезпеченні високої точності (похибка 1 %) температури плавлення.

Постановка задачі. Відомо, що нові принципи побудови силових перетворювачів дозволили підвищити енергоефективність силових вузлів СЕЖ бортових технологічних пристроїв (БТП), проте надійність та довговічність високовольтних вузлів (ВВ) цих пристроїв, від яких залежить довготривалість надійної роботи всієї установки, потребують окремого дослідження.

Основні положення. Відомо, що в процесі експлуатації електрична ізоляція зазнає руйнівної дії різних факторів, основними з яких є напруженість електричного поля E в ізоляції, температурні режими, механічні дії та ін.

Викликає інтерес розподілення енергії, що запасається в паразитних реактивних елементах високовольтного трансформатора (ВТ) ВВ СЕЖ БТП. Якщо величина паразитної ємності обмоток достатньо мала, сумарна магнітна енергія W_M визначається за формулою

$$W_M = \frac{1}{2}(L_S I_H^2 + L_0 I_0^2), \quad (1)$$

де L_0 – власна індуктивність осердя; I_0 – амплітуда струму намагнічування; L_S – індуктивність розсіювання; I_H – амплітуда струму навантаження.

Особливої уваги потребує визначення індуктивності розсіювання L_S між первинною та i -ою обмотками ВТ

$$L_S = \frac{\mu_0 W_i^2 \rho}{2\pi} \ln \left(\frac{q_{ii}^2}{q_{i1} \cdot q_{ii}} \right), \quad (2)$$

де μ_0 – магнітна постійна; ρ – середня довжина обмотки; q_{ii} – середньгеометрична відстань (СГВ) між перетином первинної і i -ої обмоток; q_{i1} , q_{ii} – СГВ перетинів обмоток від самих себе.

При проектуванні СЕЖ БТП відношення реактивної потужності до потужності в навантаженні вибирається постійним при зміні потужності, рівня напруги та частоти.

Відомо, що напруженість зовнішнього електричного поля E з ростом частоти не зменшується, а навпаки, зменшення розмірів трансформатора призводить до деякого її збільшення.

Необхідно відзначити, що ВВ СЕЖ БТП мають обмежений об'єм та масу. Цей фактор, звичайно, спричиняє насичення магнітопроводу, що, в свою чергу, призводить до збільшення потоків розсіювання. Крім цього, сама структура ВВ впливає на втрати в обмотках, осерді, а також на втрати від індуктивності розсіювання, яка зменшує потужність ВТ у цілому. Враховуючи, що ВВ складається з n модулів, то збільшення потужності досягається пропорційним збільшенням кількості ідентичних модулів ВВ.

Висновок. Визначаючи реактивну енергію в об'ємі конструкції ВВ та знаючи максимальну потужність СЕЖ БТП, можна зробити вибір оптимального варіанту цього пристрою в цілому.

Розглянуті вище процеси, які відбуваються у ВВ СЕЖ БТП, дозволяють оцінити надійність та довготривалість їхньої роботи.

1. Патент 83148 Україна, МПК С 30 В 1/100, С 30 В 13/100, С 30 В 35/100. Установка для електронно-променевої зонної плавки матеріалу в космосі в умовах мікрогравітації і космічного вакууму / Патон Б.Є., Аснис Ю.А., Юрченко М.М., Шевченко П.М. та інші, заявл. 05.03.07, опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.

2. Юрченко М.М., Твердохліб Ю.О., Юрченко О.М., Сенько В.І. Особливості забезпечення надійності високовольтних вузлів систем електроживлення бортових технологічних установок // Техн. електродинаміка. Тем. вип. «Проблеми сучасної електротехніки». – 2010. – Ч.2. – С. 154–156.

УДК 621.314.214

НАДЕЖНОСТЬ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ УЗЛОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ БОРТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Юрченко Н.Н.¹, докт.техн.наук, Юрченко О.Н.¹, докт.техн.наук, Твердохлеб Ю.А.¹, Сенько В.И.², докт.техн.наук,

¹ – Институт электродинамики НАН Украины,

пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина,

² – Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,

пр. Победы, 37, Київ-57, 03056, Украина.

Рассмотрены особенности построения узлов систем электропитания бортовых технологических установок с учетом современных требований к надежности и долговечности их работы. Библи. 2.

Ключевые слова: высоковольтные узлы, индуктивность рассеивания, электрофизические характеристики электроизоляционных материалов.

RELIABILITY OF HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY SYSTEMS FOR ON-BOARD TECHNOLOGICAL SET-UPS

Yurchenko M.M.¹, Yurchenko O.M.¹, Tverdokhlib Yu.O.¹, Senko V.I.²,

¹ – Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,

Peremogy pr., 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine,

² – National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnical Institute”,

Peremogy pr., 37, Kyiv-57, 03056, Ukraine.

It is being considered particularities of high voltage power supply systems for on-board technological set-ups with taking into account modern requirements to their reliability and life. References 2.

Key words: high voltage power supply systems, leakage inductance, electrophysical characteristics of electroinsulating materials.

1. Patent 83148 Ukraine, IPC C 30 B 1/100, C 30 B 13/100, C 30 B 35/100. The set-up for electron-beam zone melting in cosmos under micro gravitation and cosmic vacuum / Paton B.Ye., Asnis Yu.A., Yurchenko M.M., Shevchenko P.M. at al. Priority date 05.03.07. Published 10.06.08. Bull. № 11. (Ukr)

2. Yurchenko M.M., Tverdokhlib Yu.O., Yurchenko O.M., Senko V.I. Some particular features for reliability providing of high voltage modules for power supply systems of on-board technological set-ups // Tekhnichna elektrodynamika. Tematychnyi vypusk «Problemy suchasnoi elektrotehniky». – 2010. – Vol. 2. – Pp. 154–156. (Ukr)

Надійшла 04.01.2011

Received 04.01.2012