УДК 629.7:621.3.062

А. А. Харченко, В. С. Чорний

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ АВІАЦІЙНОЇ КОМУТАЦІЙНОЇ ТА ЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ

Анотація: *Розглянуто особливості функціонування комутаційної та захисної апаратури системи електропостачання літака МиГ-29. Проаналізовано основні недоліки електромеханічних реле й контакторів, зокрема зношування контактів, виникнення електричної дуги, теплові втрати та чутливість до вібрацій. Обґрунтовано доцільність застосування безконтактних комутаційних апаратів SSR на основі напівпровідникових елементів MOSFET та IGBT. Запропоновано структурний підхід до інтеграції таких пристроїв у бортову систему електропостачання та оцінено очікуване підвищення швидкодії, надійності й ефективності захисту електричних мереж.*

Ключові слова: *комутаційна апаратура, захисна апаратура, безконтактний комутаційний апарат, система електропостачання.*

Annotation: *The features of the operation of switching and protective equipment in the electrical power supply system of the MiG-29 aircraft are considered. The main disadvantages of electromechanical relays and contactors are analyzed, including contact wear, electrical arcing, thermal losses, and sensitivity to vibration. The feasibility of using solid-state relays (SSRs) based on MOSFET and IGBT semiconductor components is substantiated. A structural approach to integrating such devices into the onboard electrical power supply system is proposed, and the expected improvements in switching speed, reliability, and electrical network protection efficiency are evaluated.*

Keywords: *switching equipment, protective equipment, solid-state switching device, electrical power supply system.*

Система електропостачання літака МиГ-29 містить значну кількість комутаційних і захисних пристроїв, які забезпечують керування електричними колами, розподіл електроенергії та захист споживачів від аварійних режимів. До її складу входять реле, контактори, вимикачі, перемикачі, автомати захисту мережі та запобіжники. Надійність цих елементів безпосередньо впливає на працездатність бортового обладнання та безпеку експлуатації повітряного судна[1].

Проведений аналіз показав, що традиційна електромеханічна апаратура має низку експлуатаційних недоліків. Під час комутації виникає електрична дуга, яка спричиняє підгоряння й зношування контактів, збільшення перехідного опору та нагрівання. Додатковими чинниками зниження надійності є окиснення контактних поверхонь, механічні вібрації, ударні навантаження та інерційність спрацювання окремих елементів захисту[2-3]. Це може призводити до порушення роботи електричних кіл і збільшення потреби в технічному обслуговуванні.

Одним із перспективних напрямів удосконалення є застосування безконтактних комутаційних апаратів SSR (Solid State Relay), силова частина яких побудована на напівпровідникових ключах MOSFET та IGBT[3-4]. Такі пристрої здійснюють перемикання без механічного розриву контактів, що усуває електричну дугу та зменшує механічне зношування. Вони характеризуються високою швидкодією, значним ресурсом комутацій, можливістю інтеграції з цифровими системами керування та підвищеною стійкістю до вібрацій[5].

У роботі запропоновано структурний підхід до інтеграції безконтактної апаратури в систему електропостачання МиГ-29. Він передбачає використання силового напівпровідникового ключа, блока керування, датчиків струму й напруги, а також засобів захисту від короткого замикання та перевантаження. Під час модернізації необхідно забезпечити сумісність із параметрами бортової мережі, належне тепловідведення, електромагнітну сумісність і збереження функцій аварійного відключення.

Розрахункова оцінка, наведена в кваліфікаційній роботі, показала, що час спрацювання традиційного електромеханічного контактора становить близько 40 мс, тоді як для SSR – приблизно

0,5 мс. Отже, швидкодія комутації може зрости орієнтовно у 80 разів. За струму навантаження 200 А теплова потужність контактного апарата оцінюється приблизно у 800 Вт, а SSR – у 20 Вт, що відповідає зменшенню теплових втрат приблизно у 40 разів. Ресурс безконтактних пристроїв може перевищувати 10^7 циклів комутації.

Таким чином, впровадження безконтактної комутаційної апаратури SSR у систему електропостачання літака МиГ-29 є перспективним напрямом її модернізації. Запропоновані рішення дають змогу підвищити швидкодію захисту, зменшити теплові втрати та вплив механічних навантажень, а також покращити надійність бортової електромережі. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення конструктивного виконання апаратури, перевірку її сумісності з бортовими системами та проведення випробувань у визначених умовах експлуатації.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ EN 60947-1:2017. Апаратура комутаційна та апаратура керування низьковольтна. Частина 1. Загальні правила. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017.

2. ДСТУ EN 60947-2:2017. Апаратура комутаційна та апаратура керування низьковольтна. Частина 2. Автоматичні вимикачі. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017.

3. MIL-STD-704F. Aircraft Electric Power Characteristics. Department of Defense Interface Standard. USA, 2004.

4. RTCA DO-160G. Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment. Washington : RTCA, 2010.

5. ДСТУ EN 61000-6-2:2018. Електромагнітна сумісність. Частина 6-2. Родові стандарти. Несприйнятливість для промислових середовищ. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

Харченко Анастасія Андріївна *– слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61009, email:* anasttasia03@icloud.com.

Чорний Владислав Сергійович *– викладач кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, email: vladchornui9@gmail.com, ORCID* https://orcid.org/0009-0006-6206-6189.

Anastasiia Kharchenko – Student , Faculty of Aviation Engineering, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, *Kharkiv, Sumska St. 77/79, Ind61009, e-mail:* anasttasia03@icloud.com.

Vladyslav Serhiiovych Chornyi – *lecturer, Faculty of Aviation Engineering of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St. 77/79, email: vladchornui9@gmail.com, ORCID https://orcid.org/0009-0006-6206-6189.*