

Wpływ oddziaływania łuku elektrycznego na powierzchnie stykowe łączników W10 w zależności od rozwiązań konstrukcyjnych styków

W artykule omówiono i zbadano efekt oddziaływania łączeniowego łuku elektrycznego prądu stałego na degradację powierzchni styków łączników W10 w zależności od rozwiązań konstrukcyjnych styków. Badaniom poddane zostały łączniki produkcji polskiej ze stykami srebrzonymi galwanicznie oraz łączniki podobnego typu i konstrukcji produkcji angielskiej z dodatkowymi nakładkami stykowymi mocowanymi do podstaw stykowych. Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano odpowiednie wnioski praktyczne.

WSTĘP

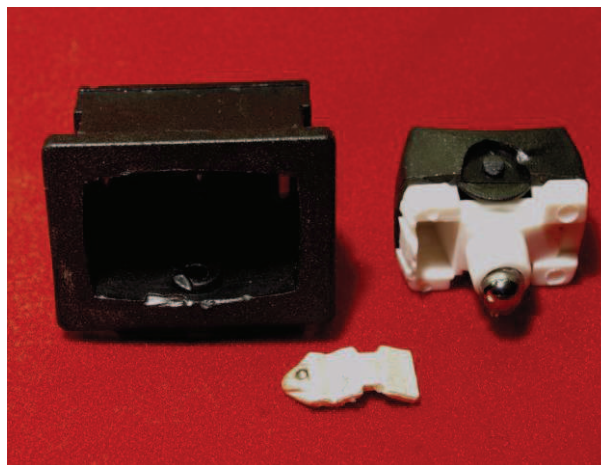
W trakcie pracy wszelkiego rodzaju łączników w tym typu W10 występuje degradacyjne oddziaływanie łączeniowego łuku elektrycznego palącego się w przerwie międzystykowej na powierzchnie stykowe. W celu zwiększenia odporności układów zestykowych na działanie łuku stosuje się, między innymi, różnego rodzaju materiały stykowe oraz różne rozwiązania konstrukcyjne tych układów. W artykule omówiono i zbadano wpływ rozwiązania układu konstrukcyjnego zestyków na jego odporność na działanie elektrycznego łuku łączeniowego niskiego napięcia małej mocy.

Obiektem badań były łączniki W10 produkcji polskiej ze stykami wykonanymi z miedzi srebrzonymi galwanicznie, oraz podobnej konstrukcji i typu produkcji angielskiej ze srebrnymi nakładkami stykowymi. Łączniki te przeznaczone są do zastosowań w obwodach napięcia przemiennego o parametrach znamionowych $I_n=10$ A oraz $U_n=230$ V AC.

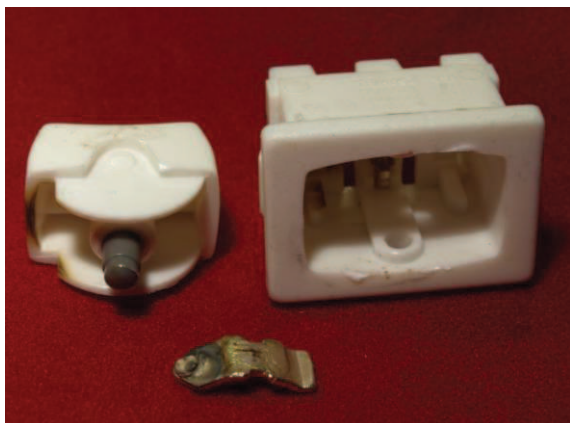
Sposób i zakres badań wartości energii łączeniowego łuku elektrycznego prądu stałego w szczelinie stykowej analizowanych łączników W10, w zależności od biegunowości napięcia omówiono i przeanalizowano w pracy [1].

Poza różnicą rozwiązań konstrukcji zestyku budowa łączników jest podobna. Jediną różnicą poza

stykami jest sposób napędzania styku ruchomego rozłącznego – w konstrukcji polskiej jest to metalowa kulka, natomiast w łączniku produkcji angielskiej zastosowano półkolisty element wykonany z tworzywa sztucznego. Łączniki produkcji angielskiej posiadają podstawy stykowe wykonane z miedzi, natomiast same styki są w postaci srebrnych nakładek stykowych. Widok ogólny obu łączników przedstawiono na rys 1 i 2.



Rys. 1. Widok ogólny elektrycznego łącznika krajowego typu W10 ze stykami miedzianymi posrebrzonymi galwanicznie



Rys. 2. Widok ogólny elektrycznego łącznika produkcji angielskiej z zastosowanymi stykowymi nakładkami srebrnymi mocowanymi do podstaw stykowych

W celu uzyskania dużych wartości energii łuku łączeniowego badania przeprowadzono dla obciążenia stałoprądowego. Z uwagi na fakt, że przy zasilaniu napięciem stałym zjawisko gaszenia na łuku jest znacznie utrudnione to wartość tego napięcia została obniżona do wartości około 140 V dla łącznika produkcji angielskiej i 135 V dla łącznika produkcji polskiej. Odpowiednio dla przyjętych podczas badań wartości napięcia -120 V i prądu 3,7 A łączeniowego nie występowało zjawisko ciągłego palenia się łuku elektrycznego.

Pomiar wartości energii rozładowywanej w szczelinie stykowej polegał na rejestracji przebiegów wartości chwilowych prądu i napięcia podczas palenia się łuku, a następnie po ich wymnożeniu, i scałkowaniu w czasie uzyskaniu wartości energii łuku dla każdego cyklu łączeniowego. Do pomiaru wykorzystano oscyloskop Tektronix TDS 3034B wyposażony w pamięć cyfrową, umożliwiającą obróbkę mierzonego sygnału przy pomocy zaawansowanych funkcji matematycznych.

Rejestracja przebiegów i ich obróbka matematyczna odbywała się w czasie rzeczywistym, wyniki zaś po wykonaniu działań matematycznych były zapisywane do pamięci komputera.

Pomiary zostały przeprowadzone na specjalnie do tego celu zaprojektowanym i wykonanym stanowisku badawczym [2], składającym się z:

- układu mechanicznego pozwalającego na cykliczne napędzanie, tj. załączanie i wyłączanie łącznika,
- układu sterowania składającego się z mikroprocesorowych sterowników czasowych,
- multimetru Metrahit 29S połączonego z komputerem i rejestrującego temperaturę styku nieruchomego rozłącznego badanego łącznika,
- układu do pomiaru wartości spadku napięcia na zestykach łącznika przy pomocy multimetru Keithley 2000 połączonego z komputerem,

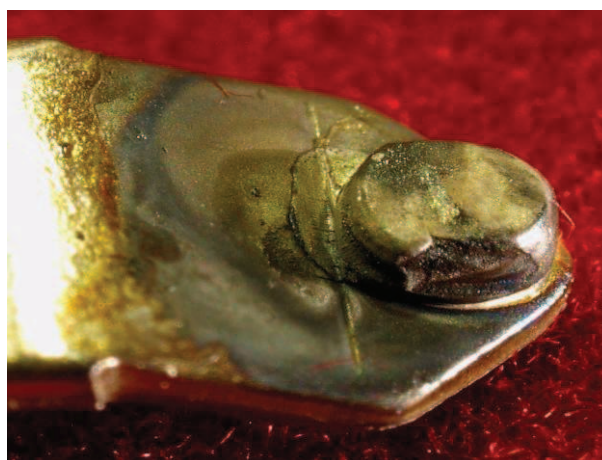
- cyfrowego oscyloskopu Tektronix TDS 3034B współpracującego z sondami napięciową Tektronix P6139A i prądową Hameg HZ 56 odpowiednio wykorzystującą szerokopasmowy czujnik hallotronowy,
- układu obciążenia zestyku pozwalającego na regulację wartości natężenia prądu w zakresie 2-15 A,
- obwód badawczy stanowiska był zasilany z regulowanego zasilacza napięcia stałego.

Komputerowe stanowisko badawcze pozwalało również na jednoczesny pomiar i rejestrację wartości temperatury łącznika, spadku napięcia na zestykach oraz energii łuku elektrycznego w każdym cyklu łączeniowym. Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów sporządzono odpowiednie wykresy zależności zmiany wartości energii łuku w zależności od liczby cykli łączeniowych dla zastosowanych materiałów styków łącznika.

Dla obu typów łączników wykonano pomiary po 100 cykli łączeniowych dla dwóch biegunowości napięcia zasilającego, a następnie łączniki zdemontowano, a ich styki poddano odpowiednim oględzinom.

WYNIKI BADAŃ

Na rysunku 3 przedstawiono dla przykładu widok powierzchni w miejscu styczności styku rozłącznego ruchomego dla styku rozłącznego łącznika produkcji angielskiej. Łatwo można zauważyć, że powierzchnia stykowa jest mocno zdegradowana, a łuk elektryczny nie palił się w centralnej części miejsca styczności, lecz bliżej jego krawędzi bocznej. Widoczne są wyraźnie miejsca powstawania warstw nalotowych oraz dość znaczny ubytek materiału styku na skutek erozji elektrycznej.



Rys. 3. Widok powierzchni styku rozłącznego, ruchomego, łącznika produkcji angielskiej (po wykonaniu pomiarów energii łuku elektrycznego) w przypadku prawdopodobnej wady konstrukcyjnej styku

Przyczyną tego typu deformacji powierzchni stykowej mogą być wady konstrukcyjne styku, powodujące przemieszczenie się rzeczywistego obszaru styczności w kierunku krawędzi powierzchni stykowej. Dla odmiennego bowiem przypadku, gdy styk ruchomy rozłączny łącznika produkcji angielskiej pracował prawidłowo, łuk palił się w centralnej części powierzchni styków i nie spowodował w efekcie nadpalenia się styku (rys. 4).



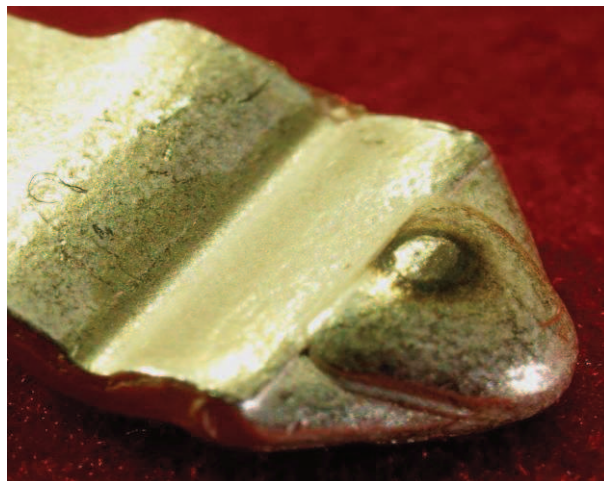
Rys. 4. Widok powierzchni styku rozłącznego, ruchomego, łącznika produkcji angielskiej (po wykonaniu pomiarów energii łuku elektrycznego) dla przypadku prawidłowej konstrukcji styku

Na rysunku 5. widoczne są dla przykładu zmiany na powierzchni styków nieruchomych rozłącznych wyżej wymienionego łącznika. Srebrna nakładka stykowa jest – jak widać – częściowo nadpalona przy krawędzi, zaś stan materiału obudowy w pobliżu styku jest również nienajlepszy, co świadczy o intensywnym oddziaływaniu termicznym łuku elektrycznego.



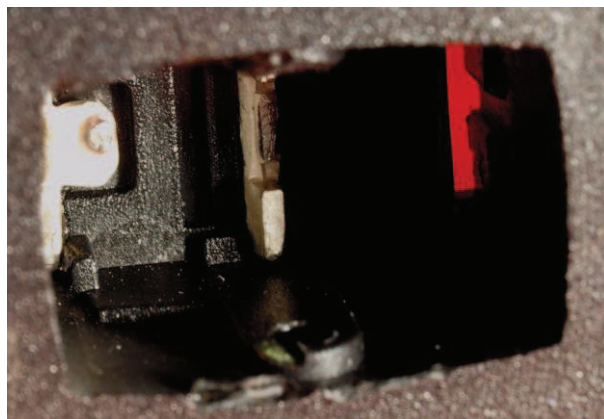
Rys. 5. Widok degradacji powierzchni styku nieruchomego (rozłącznego) oraz materiału obudowy w jego pobliżu w łączniku produkcji angielskiej, po wykonaniu 600 cykli łączeniowych

W łączniku produkcji polskiej powierzchnia styku ruchomego rozłącznego uległa degradacji w znacznie mniejszym stopniu niż w przypadku łącznika produkcji angielskiej. Punkt styczności styku ruchomego nierozłącznego (widoczny dla przykładu na rys. 6) nie uległ widocznemu uszkodzeniu.



Rys. 6. Widok degradacji powierzchni styku ruchomego (rozłącznego), łącznika polskiego, po wykonaniu 600 cykli łączeniowych

W jego otoczeniu są widoczne jednak warstwy nalotowe wywołane efektem palenia się łuku, który w centralnej części punktu styczności doprowadził do niewielkiej degradacji materiału. Wykonane obserwacje wykazały ponadto, że powierzchnia styku nieruchomego rozłącznego łącznika produkcji krajowej jest również znacznie mniej zniszczona w porównaniu ze stykiem łącznika produkcji angielskiej. Obudowa łącznika w pobliżu miejsca styczności nie jest nadpalona, natomiast samo miejsce styczności jest odkształcone jedynie w bardzo niewielkim stopniu (rys. 7).



Rys. 7. Widok stanu degradacji powierzchni styków nieruchomych łącznika polskiego, po wykonaniu 600 cykli łączeniowych

PODSUMOWANIE

Jak stwierdzono już na podstawie badań przeprowadzonych uprzednio [1], łączniki produkcji angielskiej charakteryzowały się mniejszymi wartościami energii wyładowań łukowych w szczelinie stykowej, co może wynikać z nieco innych zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych ich styków. Istotnym czynnikiem wpływającym na rozmiar degradacji łukowej powierzchni stykowej dla tego typu styków jest precyzja ich wykonania. Z przeprowadzonych badań wynika bowiem, że nawet minimalne przesunięcie powierzchni styczności powoduje zapłon łuku elektrycznego przy krawędzi nakładki stykowej, co prowadzi w efekcie do przyspieszenia erozji części powierzchni stykowej.

W przypadku rozwiązań konstrukcyjnych układów styków łącznika produkcji polskiej obszar styczności znajdował się w większości przypadków w centralnej części powierzchni stykowej, co świadczy o wysokiej precyzji ich wykonania.

Literatura

1. *Zukowski P., Kozak Cz.*: Badanie energii łuku prądu stałego w zależności od biegunowości podłączenia styków łącznika., *Mechanizacja i Automatyza Górnictwa* 2010, nr 7, s. 137-140.
2. *Zukowski P., Kozak Cz.*: Symulacja komputerowa zjawisk cieplnych w szczelinie międzystykowej łącznika spowodowanych łukiem elektrycznym. *Mechanizacja i Automatyza Górnictwa* 2008, nr 7-8, s. 96-100.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Bogdan Miedziński

ELECTRIC ARC IMPACT ON CONTACT AREAS OF W10 CONNECTORS WITH RESPECT TO THE CONTACTS CONSTRUCTION SOLUTIONS

The author examined and described the effects of DC electric arc impact on the degradation of contacts of W10 connectors with respect to the contacts construction solutions. The tests were performed for connectors with galvanically silvered contacts, made in Poland, and similar-type connectors with extra tips fixed to contact bases, made in the U.K. Based on the achieved test results, practical conclusions were formulated.

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ НА КОНТАКТНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ W10 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ КОНТАКТОВ

В статье рассмотрен и исследован эффект воздействия электрической дуги постоянного тока на деградацию поверхности контактов соединителей W10 в зависимости от конструкторских решений контактов. Испытаниям подвержены соединители польского производства с контактами гальванически серебрянными, а также соединители похожего типа и конструкции английского производства с дополнительными контактными накладками, прикрепляемыми к контактными основаниям. На основании полученных результатов исследований сформулированы соответствующие практические выводы.