

Konstrukcja adaptera dielektrycznego do klucza nasadowego

Łukasz Cyganik

1. Wstęp


Wykonywanie prac przy liniach elektroenergetycznych lub przy obsłudze urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem (np. przy obsłudze pojazdów elektrycznych, których napięcie baterii pokładowych sięga kilkuset wolt) wiąże się z wysokim ryzykiem porażenia prądem. Pomimo że do tego typu prac istnieje na rynku szereg specjalistycznych narzędzi izolowanych, izolacyjnych lub hybrydowych [1], to ryzyko porażenia nie jest całkowicie wyeliminowane, zwłaszcza w przypadku, gdy wykonywana czynność wymaga użycia kilku narzędzi, które muszą być ze sobą połączone (np. izolowane nasadki z kluczem pneumatycznym). Specjalistyczne narzędzia izolowane do prac pod napięciem w większości posiadają izolację elektryczną na powierzchni zewnętrznej narzędzia oraz metalowy rdzeń, który zapewnia odpowiednie własności mechaniczne. W przypadku łączenia ze sobą kilku narzędzi, z których jedno nie jest izolowane/izolacyjne (np. izolowana nasadka z kluczem pneumatycznym posiadającym metalową obudowę, przy dokręcaniu zacisków do połączeń linii napowietrznych) występuje wysokie ryzyko porażenia operatora prądem płynącym przez rdzeń nasadki do metalowej obudowy klucza. W takich przypadkach konieczne jest zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń elektroizolacyjnych eliminujących ryzyko porażenia prądem. Do tego celu może służyć adapter dielektryczny (rys. 1) do klucza nasadowego, którego konstrukcję opisano w niniejszej pracy.

2. Konstrukcja adaptera dielektrycznego

Podstawowym założeniem podczas projektowania adaptera dielektrycznego było osiągnięcie wysokiej wytrzymałości na moment skręcający, przy zachowaniu

Streszczenie: W artykule przedstawiono konstrukcję adaptera dielektrycznego do klucza nasadowego lub grzechotkowego, który może być zastosowany do prowadzenia typowych prac związanych z obsługą linii elektroenergetycznych, serwisem pojazdów elektrycznych lub innych urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem. Zastosowanie adaptera dielektrycznego ma na celu poprawę bezpieczeństwa pracy poprzez dodatkowe zabezpieczenie operatora przed porażeniem prądem elektrycznym. Adapter dielektryczny wykonano z pręta szklano-epoksydowego, charakteryzującego się bardzo dobrymi własnościami elektroizolacyjnymi oraz wytrzymałością mechaniczną. We wnętrzu pręta szklano-epoksydowego w uprzednio wykonanych otworach umieszczono gniazda stalowe z otworami kwadratowymi 1/2", pozwalające na zamocowanie do klucza lub nasadki (za pośrednictwem dwustronnego trzpienia kwadratowego 1/2"). Wykonano 2 sztuki prototypu adaptera dielektrycznego, które następnie poddano testom mechanicznym pod względem przenoszonego momentu obciążenia. Uzyskane wyniki wskazują, że adapter o zadanych wymiarach geometrycznych przenosi moment o wartości maksymalnej 90 Nm. Ponadto dla obu próbek adaptera wykonano pomiar prądu upływu, który wynosił 0,02 mA przy napięciu 6 kV.

Słowa kluczowe: adapter, dielektryk, klucz nasadowy, klucz grzechotkowy, elektromobilność

 **THE CONSTRUCTION OF THE DIELECTRIC ADAPTER FOR A SOCKET WRENCH**

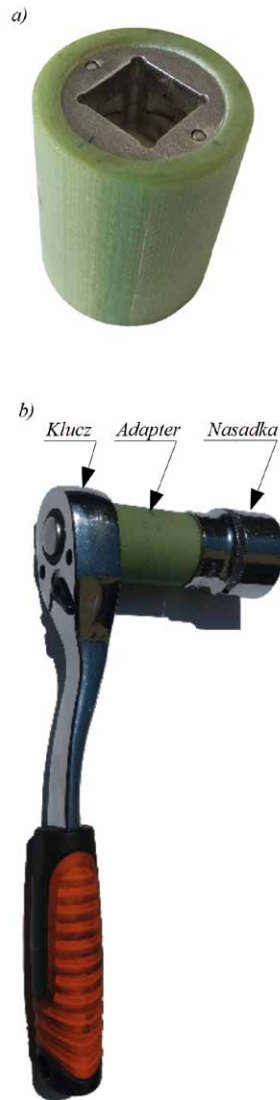
Abstract: This article presents the construction of the dielectric adapter for a socket or ratchet wrench, that can be used to conduct a typical works related to power lines, service of an electrical vehicles or other electrical equipment working under voltage. The use of the dielectric adapter is aimed to improve a working safety by providing an additional protection for the operator against the electrical shock. The dielectric adapter is made from glass-epoxy rod, that have an excellent mechanical and dielectric properties. Inside the glass-epoxy rod in the pre-made holes are installed a steel 1/2" square sockets, that allows for attachment to the wrench or socket (through square double ended lug 1/2"). The two pieces of the dielectric adapter prototype were made and mechanically tested for maximal torque transmission. In addition, the leakage current measurement was made for both prototypes of the dielectric adapter and was 0,02 mA at 6 kV.

Keywords: adapter, dielectric, socket wrench, ratchet wrench, electromobility

bardzo dobrych własności elektroizolacyjnych w pełnym przekroju adaptera. Dlatego też adapter dielektryczny wykonano z pręta szklano-epoksydowego TSE-155 o odporności temperaturowej

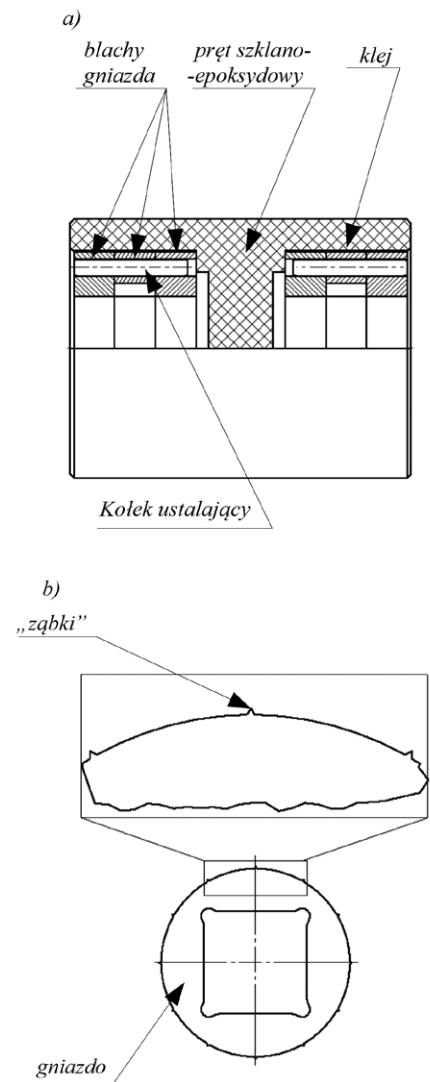
155°C, wytrzymałości na rozciąganie 300 MPa oraz wytrzymałości dielektrycznej 35 kV/25 mm w kierunku równoległym do warstw kompozytu [2, 3]. We wnętrzu pręta szklano-epoksydowego

wykonano po obu stronach nieprzewodzące okrągłe otwory na stalowe gniazda z otworami kwadratowymi 1/2" (rys. 2). Gniazda zostały wykonane ze stali nierdzewnej (gat. 1.4301), co zapewnia wysoką odporność na korozję i wytrzymałość zmęczeniową na oddziaływanie dynamicznych sił występujących podczas pracy na powierzchniach styku pomiędzy gniazdami adaptera i nasadki/kłucza nasadowego (w porównaniu do samego pręta szklano-epoksydowego). Ponadto, aby zwiększyć moment obrotowy przenoszony przez adapter, gniazda ze stali nierdzewnej zostały wprasowane do otworów w pręcie szklano-epoksydowym za pomocą kleju LOCTITE 9492 A&B. Co więcej, gniazda stalowe na powierzchni zewnętrznej (powierzchni styku z otworem w pręcie) posiadają specjalne „ząbki” o wysokości ok. 0,3 mm, które wcinają się w materiał pręta i umożliwiają zwiększenie przeniesionego przez adapter momentu obrotowego. Średnica otworów pod gniazda w pręcie szklano-epoksydowym wynosiła $\varnothing 24$ mm, a głębokość 15,5 mm. Pomiędzy otworami znajduje się warstwa litego pręta szklano-epoksydowego o grubości 8 mm, oddzielająca gniazda ze stali nierdzewnej i stanowiąca barierę dielektryczną. Stalowe gniazda z otworami kwadratowymi 1/2" zostały wykonane z pakietu 3 blach ze stali nierdzewnej o grubości 5 mm wycinanych laserem, a następnie



Rys. 1

- a) adapter dielektryczny;
b) adapter dielektryczny z kluczem i nasadką

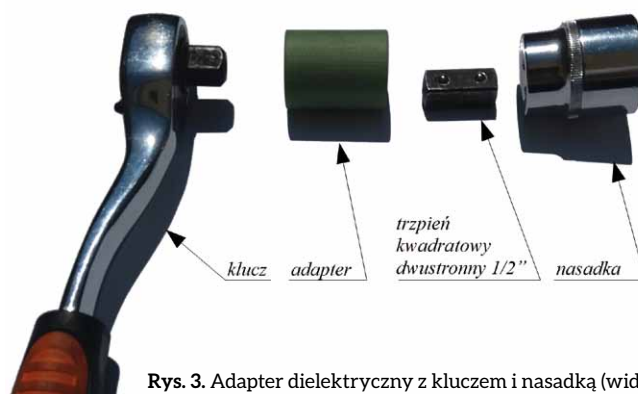


Rys. 2. Konstrukcja adaptera dielektrycznego:
a) widok w półprzekroju; b) widok gniazda adaptera z zaznaczonymi „ząbkami”

spakietowane za pomocą dwóch kołków ustalających o średnicy 2 mm. Środkowa blacha w pakiecie gniazda posiada specjalne wyżłobienia na kulkę blokującą położenie trzpienia klucza nasadowego. Wykonanie gniazd z pakietu 3 blach miało na celu uproszczenie technologii wykonania zarówno wyżłobień pod kulkę blokującą w środkowej blasce pakietu, jak również „ząbków” wcinających się w pręt szklano-epoksydowy na powierzchni zewnętrznej każdej blachy. Mimo to stalowe gniazda mogą być również wykonane z litego materiału oraz posiadać trzpień 1/2" do bezpośredniego zamocowania nasadki zamiast otworu na kwadrat 1/2".

3. Testy adaptera dielektrycznego

Adapter dielektryczny z gniazdami pakietowanymi z blach ze stali nierdzewnej wykonano fizycznie w ilości 2 szt. (rys. 1 a). Dla obu próbek adaptera wykonano pomiar prądu upływu, który wyniósł 0,02 mA przy napięciu 6 kV (pomiar wykonany testerem izolacji GPT-9803). Ponadto obie próbki adaptera poddano testom na maksymalny moment obrotowy, jaki adapter jest zdolny przenieść. Testy wykonywano poprzez utwierdzenie adaptera (za pośrednictwem kwadratu dwustronnego 1/2" do klucza grzechotkowego) w imadle i obciążenie kluczem dynamometrycznym do osiągnięcia zadanego momentu. Moment zadawano stopniowo co 10 Nm, zaczynając od wartości początkowej 10 Nm do wartości końcowej 100 Nm. Dla każdej wartości zadanego momentu (tj. 10, 20,



Rys. 3. Adapter dielektryczny z kluczem i nasadką (widok po rozłożeniu)

30... Nm) próbę obciążenia wykonywano trzykrotnie. Przed wykonaniem testów na pręcie szklano-epoksydowym oraz na powierzchni gniazd stalowych naniesiono cienkopisem znaczniki wzajemnego położenia początkowego. Po każdej próbie obciążenia sprawdzano, czy nastąpiło uszkodzenie pręta lub trwałe przemieszczenie kątowe któregoś z gniazd względem pręta (na podstawie obserwacji znaczników). Wyniki testów mechanicznych dla każdej próbki przedstawiono w tabeli 1. Wyniki wskazują, że adapter o zadanej średnicy umożliwia przeniesienie momentu o wartości 90 Nm.

4. Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych testów adaptera dielektrycznego wskazują, że jego własności izolacyjne oraz wytrzymałość mechaniczna pozwalają na prowadzenie typowych prac związanych z obsługą linii elektroenergetycznych,

serwisem pojazdów elektrycznych lub urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem. Przenoszony moment dokręcenia uzyskiwany w testach pozwala np. na dokręcanie zacisków przebijających izolację do połączeń linii napowietrznych. Ponadto przenoszony moment obrotowy adaptera w łatwy sposób można zwiększyć np. poprzez zwiększenie średnicy zewnętrznej pręta szklano-epoksydowego.

Adapter dielektryczny jest przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P.428420.

Literatura

- [1] NOWIKOW H., MATUSIAK G., WŁODARCZYK M., NADER R., DUDEK B.: *Analiza porównawcza narzędzi izolowanych i ich hybrydowych odpowiedników stosowanych w technice prac pod napięciem*. XII Konferencja „Prace pod napięciem w sieciach NN, SN i WN w Polsce i na świecie”, Chorzów 2016.
- [2] Holtex. Karta techniczna dla kompozytów szklano-epoksydowych.
- [3] RAVI-CHANDAR K., SATAPATHY S.: *Mechanical Properties of G-10 Glass-Epoxy Composite*. Institute for Advanced Technology, The University of Texas at Austin, Technical Report (Sept. 2005 – Sept. 2006).

Tabela 1. Wyniki testów mechanicznych obciążania próbek adaptera dielektrycznego momentem

Testy mechaniczne momentu obciążenia (3-krotne obciążenie)		
Moment [Nm]	Próbka 1	Próbka 2
10	✓	✓
20	✓	✓
30	✓	✓
40	✓	✓
50	✓	✓
60	✓	✓
70	✓	✓
80	✓	✓
90	✓	✓
100	✗ przy drugiej próbie pęknięcie pręta szklano-epoksydowego	próby nie przeprowadzono

Łukasz Cyganik
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut
Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL,
Katowice

artykuł recenzowany