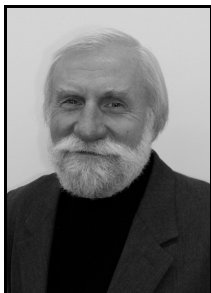


Krzysztof GNIOTEK, Janusz ZIĘBA, Michał FRYDRYSIAK
POLITECHNIKA ŁÓDZKA, KATEDRA AUTOMATYZACJI PROCESÓW WŁÓKIENNICZYCH

Pomiary rezystancji styku nitek elektroprowadzących

Prof. dr hab. inż. Krzysztof GNIOTEK

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej, kierownik Katedry Automatyki Procesów Włókienniczych PL. W 2005 roku uzyskał tytuł profesora nauk technicznych. Specjalizuje się w zakresie systemów pomiarowych i kontrolnych. Szczególnie interesuje się podstawowymi problemami metrologii, instrumentacją pomiarów i metodyką badań doświadczalnych. W 2003 roku, wraz z pracownikami, zdefiniował zakres i określił podstawowe zasady nowego obszaru wiedzy, nazwanego tektroniką.



e-mail: krzysztof.gniotek@p.lodz.pl

Dr inż. Janusz ZIĘBA

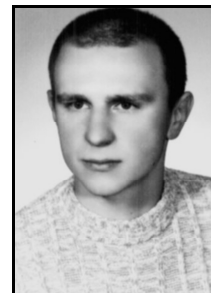
Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej o kierunku automatyki przemysłowej. W roku 1983 uzyskał stopień doktora na Wydziale Włókienniczym. Jest adiunktem, w Katedrze Automatyki Procesów Włókienniczych na Wydziale Inżynierii i Marketingu Tekstyliów. Zajmuje się badaniami w zakresie elektroniki, sterowania maszynami włókienniczymi i odzieżowymi oraz elektrotechniką i elektroniką tekstylną. Jest autorem lub współautorem około 60 publikacji.



e-mail: janusz.zieba@p.lodz.pl

Mgr inż. Michał FRYDRYSIAK

Absolwent wydziału Inżynierii i Marketingu Tekstyliów. W roku 2003 obronił pracę magisterską w Katedrze Automatyki Procesów Włókienniczych i związał się z nią rozpoczynając studia doktoranckie nad modelowaniem i symulacją układów tektonicznych pod opieką naukową prof. dr hab. Krzysztofa Gniotka. Swoją wiedzę w tej dziedzinie zgłębiał również podczas studiów na uniwersytetach w Ghent (Belgia) oraz w Libercu (Republika Czech).



e-mail: michal.frydrysiak@p.lodz.pl

Streszczenie

W referacie przedstawiono modele struktur włókienniczych przewodzących prąd elektryczny, pojedynczych przędz oraz wytworzonych z nich wyrobów dzianinowych i tkanych. Zdefiniowano pojęcie rezystancji elementarnego styku dwóch przędz. Opisano metodę i układy do pomiaru rezystancji styku i tekstylnej elektrody oraz przedstawiono wybrane wyniki pomiarów. Dla zilustrowania zjawiska przepływu prądu przez elektrodę dzianinową przedstawiono rozkład temperatury na jej powierzchni za pomocą kamery termowizyjnej. Rozkład temperatur pokazano również dla styku dwóch przędz elektroprowadzących. Opisano też wpływ sposobu doprowadzenia prądu do elektrody na wartość rezystancji i zmiany temperatury na jej powierzchni. Przedstawiono układy pomiarowe dla dwóch wariantów doprowadzeń liniowych i punktowych oraz wybrane wyniki pomiarów.

Słowa kluczowe: pomiary, rezystancja styku, przędze elektroprowadzące.

Measurements of contact resistance of electro conductive yarns

Abstract

The presented paper shows the models of electro conducting textile structure, single yarns, knitting and weaving fabrics. The contact resistance definition of two electro conductive yarns for different contact area is determined. It is a result of different placement of the yarns. The paper shows the method and measurement system to contact resistance measurement of single yarns and textile electrode. The selected test results are also presented as well as the temperature surface distribution on textile, knitting electrodes. The temperature surface distribution was also presented for two electro conductive yarns. The authors describe the influence of the electrical leads to resistance value and temperature value. This paper includes measurement schemes for two versions of lead connection: linear and punctual, and received results.

Keywords: measurements, contact resistance, electro conductive yarns.

1. Wprowadzenie

Nitki elektroprowadzące są produkowane z włókien metalowych, węglowych lub wytwarzanych z polimerów przewodzących [1]. Wykorzystuje się je jako elementy grzejne [6], ekrany, rzadziej jako przewody do przesyłania danych pomiarowych. Mogą

być wykorzystane również jako uzwojenia tekstylnych obwodów magnetycznych z tekstylnymi rdzeniami magnetycznymi [5]. Ich właściwości elektryczne nie mogą być scharakteryzowane typowymi dla elektrotechniki pojęciami jak przewodność czy rezystywność. Wynika to z ich często nieciągłej, rozbudowanej i nierównomiernej struktury. Jest to szczególnie widoczne w przypadku przędz z włókien ciętych, kiedy pojęcie powierzchni przekroju poprzecznego praktycznie nie istnieje ze względu na puszystość przędzy, a nierównomierność liniowa rezystancji może być rzędu kilkudziesięciu procentów. Na przykład dla przędzy z włókien poliakrylonitrylowych wielkość ta, wyrażona współczynnikiem zmienności rezystancji, ma wartość 77 %. Natomiast dla badanych przędz metalowych Bekinox, współczynnik ten wynosi 5,3 %. Do czasu opracowania odpowiedniego wskaźnika, z wykorzystaniem pojęć włókienniczych, np. takich jak masa liniowa mierzona w texach, proponuje się określanie ich zdolności do przewodzenia prądu przez średnią rezystancję jednego metra długości. Z punktu widzenia wartości tego parametru nitki elektroprowadzące można podzielić na trzy grupy:

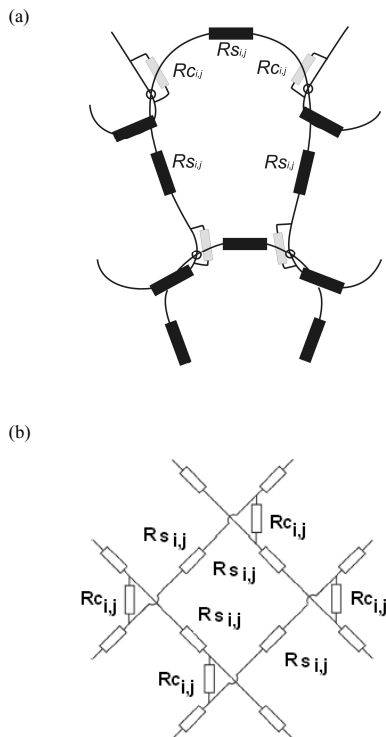
- 1) o małej rezystancji, ($10^{-1} - 10^2$) Ω/m , włókna metalowe np. firmy Bekinox stosowane m.in. do łączenia tekstylnych obwodów elektrycznych,
- 2) o średniej rezystancji ($10^2 - 10^4$) Ω/m , włókna węglowe np. firmy Carbonne Lorraine stosowane m.in. jako materiały antystatyczne,
- 3) o dużej rezystancji ($10^4 - 10^6$) Ω/m , polimery z proszkiem węglowym lub siarczkiem miedzi np. firmy DuPont, które stosuje się min. jako grzejniki tekstylne w odzieży tektonicznej.

Nitki opisywane w artykule należą do grupy o małej rezystancji i są używane m. in. do wykonywania elektrod przeznaczonych do fizykoterapii. Ważnym zagadnieniem w tej dziedzinie medycyny jest elektrostymulacja mięśni i/lub nerwów. Może być ona alternatywą lub uzupełnieniem farmakoterapii. Wykonuje się ją z użyciem elektrod umieszczanych na skórze, do których dołącza się elementy układu elektrycznego powodującego przepływ prądu, zwykle o niewielkiej wartości [8]. Dla pacjenta bardzo istotne jest wrażenie, jakie odnosi po umieszczeniu elektrody na powierzchni ciała. Powszechnie uważa się, że tradycyjne elektrody metalowe są niewygodne i źle przylegają do skóry; często wymagają także użycia dodatkowych warstw w postaci specjalnych żeli. Wady te nie mają elektrody tekstylne wykonywane w postaci elektroprowadzących tkanin lub dzianin. Są one bardziej naturalne, miękkie i lepiej się przystosowują do kształtu powierzchni. Przepływ prądu przez te wyroby odbywa się zarówno przez elementy ciągłe jak i poprzez punkty, w których się stykają. Stąd ważną sprawą jest pomiar rezystancji styku tych elementów.

2. Modele elektryczne dzianin i tkanin elektroprowadzących

W pracy [2, 3, 7] zaproponowano model elektryczny dzianiny oraz tkaniny wykonanej z nitek elektroprowadzących. Model dzianiny jest kombinacją szeregowo-równoległych połączeń rezy-

stancji między węzłami oczka oraz rezystancji styku między łącznikami oczek w strukturze dzianiny. Natomiast model tkaniny to szeregowo-równoległe połączenie rezystancji między przepłotami poszczególnych nitek osnowy i wątku. Oba modele przedstawia rysunek 1.

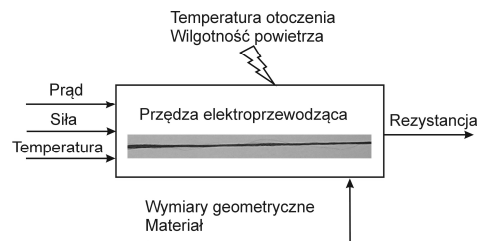


Rys. 1. Model elektryczny dzianiny (a) [7] i tkaniny (b) [4]
Fig. 1. Electrical model: knitting fabric (a) [7] and woven fabric (b) [4]

Analiza właściwości elektrycznych takich płaskich wyrobów włókienniczych związana jest ściśle z analizą schematów zastępczych uwzględniających rezystancje styku łącznika oczka i rezystancji łuku oczka, w przypadku dzianiny lub rezystancji punktu styku osnowy i wątku oraz odcinka nitki w przypadku tkanin. Ważnym staje się wtedy pomiar rezystancji elementarnego styku dwóch przędz, przy różnym kącie opasania i oddziałującej sile na przędze składowe. Jest oczywiste, że rezystancja poszczególnych styków ma wpływ na zastępczą rezystancję całego materiału.

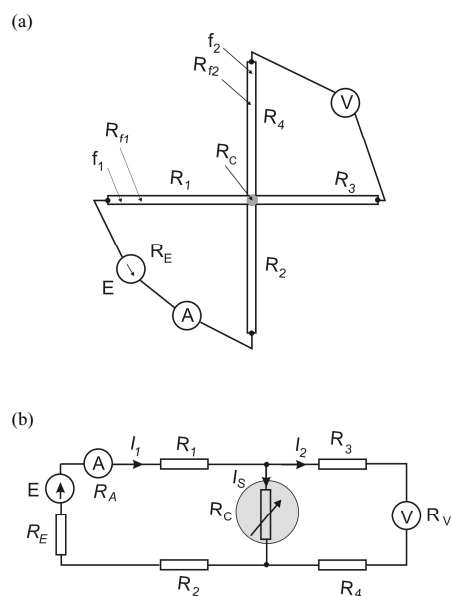
3. Modele rezystancji styku

Zagadnienie pomiaru rezystancji styku dwóch przędz elektroprzewodzących jest istotne dla tekstylnych konstrukcji układów elektrycznych i elektronicznych i odgrywa kluczową rolę w wielu współczesnych aplikacjach takich jak np. tekstroniczne czujniki do pomiaru rytmu oddechowego czy tętna [2, 3, 7]. Autorzy wstępnie zdefiniowali czynniki, które wpływają na zmiany rezystancji styku w aplikacjach tekstronicznych (rysunek 2) [8]. Zależy ona od czynników materiałowych (surowca - s), warunków otoczenia (temperatury - T , wilgotności - W), wymiarów geometrycznych tych elementów (np. najmniejszego wymiaru poprzecznego - d) oraz siły docisku - F . W opisywanych badaniach przedstawiono model matematyczny pokazany na rysunku 2. Rysunek przedstawia model jakościowy, w którym wielkościami wejściowymi są: natężenie prądu, siła docisku, temperatura; wielkościami stałymi: materiał z którego wykonana jest przędza i jej wymiary geometryczne, a wielkościami zakłócającymi: m.in. temperatura otoczenia i wilgotność powietrza.



Rys. 2. Czynniki wpływające na rezystancję styku dwóch przędz elektroprzewodzących
Fig. 2. Factors influencing on contact resistance of two electroconductive yarns

Model strukturalny rezystancji styku pokazano na rys. 3a, a odpowiadający mu schemat na rysunku 3b. Na rysunku E to siła elektromotoryczna źródła zasilania o rezystancji wewnętrznej R_E , zaś R_1, R_2, R_3, R_4 rezystancja poszczególnych części przędzy elektroprzewodzącej. Metoda pomiarowa została zaproponowana przez profesora De Meyera z Uniwersytetu w Ghent (Belgia) [4].



Rys. 3. Model strukturalny rezystancji styku (a) i odpowiadający mu schemat elektryczny (b)
Fig. 3. Structural model of contact resistance two electroconductive yarns (a) and electrical scheme (b)

Włókno elektroprzewodzące f_1 o rezystancji R_{f1} , skrzyżowane z włóknem f_2 , dzieli się na dwie rezystancje R_1 i R_3 . Drugie włókno f_2 , o rezystancji R_{f2} , składa się z rezystancji R_2 i R_4 . Do wolnych końców obu włókien włączono źródło napięcia E o rezystancji wewnętrznej R_E i woltmierz V o rezystancji R_V . Miejsce styku włókien ma rezystancję R_C , która teoretycznie może się zmieniać w przedziale $R_C = (0, \infty) \Omega$. W rzeczywistości rezystancja styku będzie zmieniała się od wartości minimalnej, przy dobrym styku, do wartości maksymalnej przy złym styku. Przy założeniu, że

$$R_3 + R_4 \ll R_V \text{ oraz } I_2 \ll I_S \quad (1)$$

rezystancję styku można zapisać jako

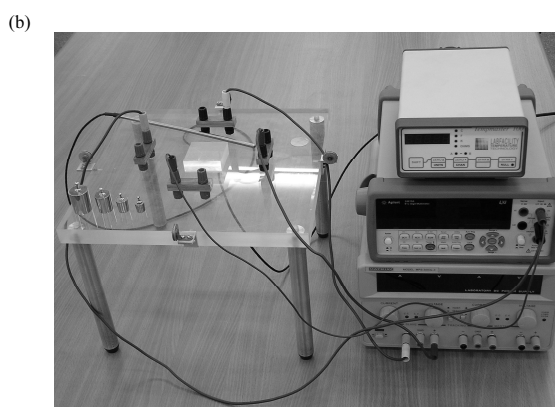
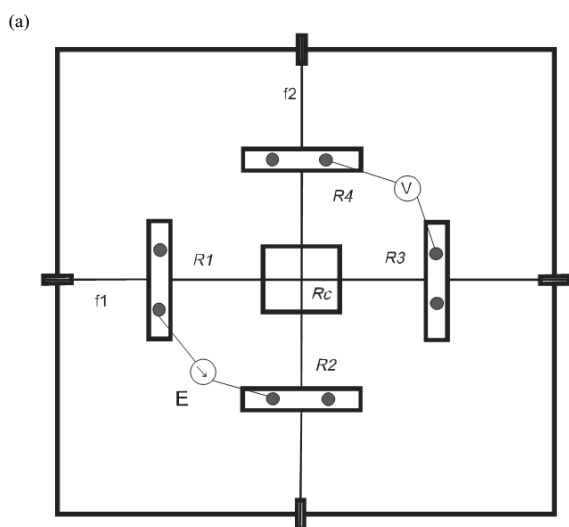
$$R_C = \frac{U_V}{I_1}, \quad (2)$$

gdzie U_V i I_1 wskazania woltmierzera i amperomierzera.

4. Stanowisko pomiarowe i wyniki badań

W celu określenia poszczególnych elementarnych rezystancji skonstruowano stanowisko pomiarowe pokazane na rysunek 4. Stanowisko składa się z płyty izolacyjnej z zaciskami laboratoryjnymi spełniającymi wymagane funkcje elektryczne i mechaniczne. Długość odcinków nitki między zaciskami wynosi 10 cm. Do pomiaru prądu użyto przyrządu Agilent 34410A (6.5 cyfrowy Multimetr) o zakresie pomiarowym 100 mA i niedokładności podanej przez producenta: $\pm 0,010\%$ wartości odczytanej $\pm 0,004\%$ wartości zakresu pomiarowego. Napięcie mierzono multimetrem cyfrowym typu DM 9090 na zakresie pomiarowym 200 mV z niedokładnością $\pm 0,5\%$.

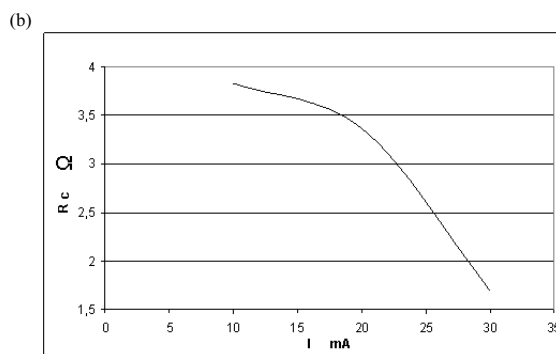
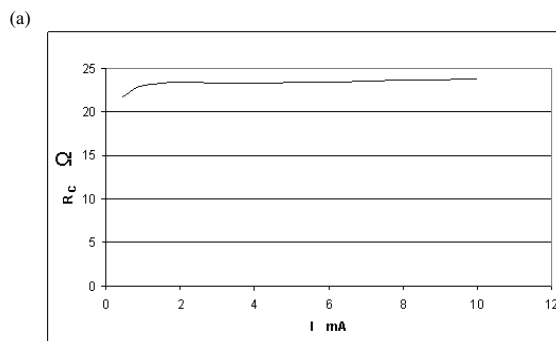
Badania przeprowadzono dla dwóch wariantów ułożenia przędzy. W pierwszym z nich przędza zasilająca leży swobodnie na drugiej, a w drugim, w celu polepszenia kontaktu, obwiązano ją wokół drugiej. Wybrane wyniki badań przedstawiono na rysunkach 5 i 6.



Rys. 4. Połączenia elektryczne (a) i widok stanowiska pomiarowego (b)
Fig. 4. The scheme of electrical leads (a) and measuring stand (b)

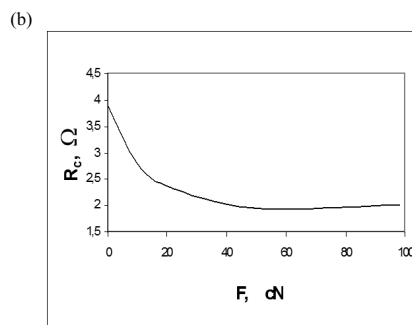
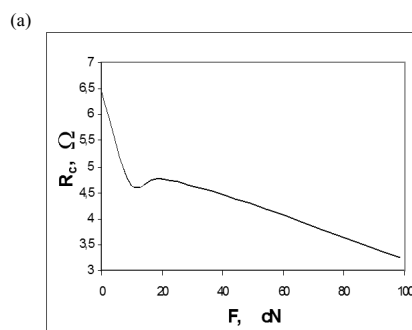
W przypadku przędzy skrzyżowanych rezystancja styku niewiele zmienia się przy wzroście wartości prądu. Opasanie jednej przędzy drugą powoduje zmniejszanie się tej rezystancji ze wzrostem prądu. Wynika to z dwóch przeciwstawnych zjawisk fizycznych. Zwiększenie prądu wpływa na podgrzanie włókien elektroprzewodzących w przędzy powodując wyprostowanie się włókien, zwiększając jednocześnie powierzchnię styku pomiędzy nimi. W konsekwencji prowadzi to do zmniejszenia rezystancji przędzy. Przeciwstawnym zjawiskiem jest wzrost rezystancji przędzy pod wpływem temperatury. Jak widać z rysunku 5 (b) zjawisko pierwsze, w tym przypadku, dominuje. Strata mocy w punkcie styku,

która jest konsekwencją emisji ciepła do otoczenia, dla dwóch różnych wartości prądu: 10 mA i 30 mA, przy pełnym kącie opasania układu dwóch elektroprzewodzących przędzy, zmienia się w przedziale od 0,17 do 3,50 W.



Rys. 5. Rezystancja styku dla skrzyżowanych nitki elektroprzewodzących (a); Rezystancja styku nitki elektroprzewodzących przy pełnym kącie opasania (b)

Fig. 5. Contact resistance for crossed electroconductive yarns (a); Contact resistance of electroconductive yarns for round engirding angle (b)



Rys. 6. Rezystancja styku dwóch elektroprzewodzących przędzy dla pełnego kąta opasania, dla dwóch różnych wartości prądu (a) 10 mA i (b) 30 mA

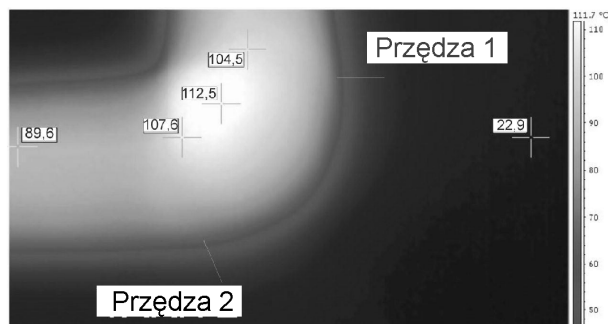
Fig. 6. Contact resistance of two electroconductive yarns for round engirding angle, for two different current value (a) 10 mA and (b) 30 mA

Rezystancja styku dwóch elektroprzewodzących przędz zależy od wzajemnego ich ułożenia względem siebie. W przypadku luźno ułożonych przędz rezystancja styku jest większa niż rezystancja przędz, w których jedna owija drugą. Wynika to z większej powierzchni styku i większej siły docisku. Oprócz tego istotna jest również mikrostruktura przędz. Przędza używana w badaniach składa się z elementarnych monofilamentów, które są ze sobą skręcone. Jej rezystancja jest wypadkową rezystancją elementarnych mikropołączeń monofilamentów i zależy od parametrów technologicznych takich jak współczynnik skrętu.

Na opisanym stanowisku mierzono także temperaturę styku badanych nitok. Do pomiaru temperatury użyto termometru Tempmaster 100 o niedokładności $\pm 0,04$ °C oraz kamery termowizyjnej ThermoCam E65 o niedokładności ± 2 °C, pracującej z rozdzielczością 0,01 °C. Przykładowy obraz nagrzania nitki podczas przepływu prądu 40 mA, pokazano na rysunku 7. Jak z niego wynika temperatura w punkcie styku może osiągnąć wartość przekraczającą 100 °C.

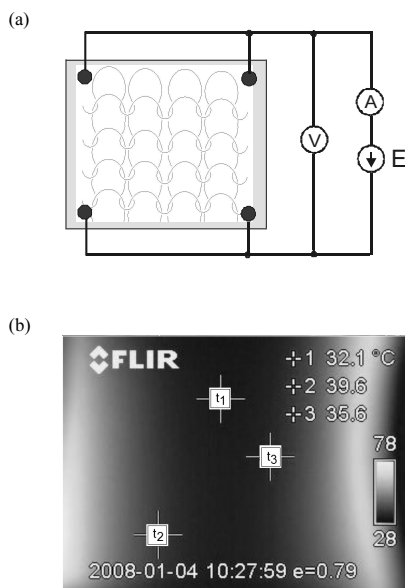
5. Przepływ prądu przez elektrody dzianinowe

Z przędzy Bekinox wykonano elektrody dzianinowe do elektrostymulacji mięśni. Miały one kształt prostokąta. Rysunki 8 i 9 przedstawiają rozkład temperatury na powierzchni elektrody przy różnych sposobach doprowadzenia zasilania.



Rys. 7. Rozkład temperatury na powierzchni styku układu dwóch przędz elektroprzewodzących

Fig. 7. Temperature distribution on yarn's surface for two electroconductive yarns



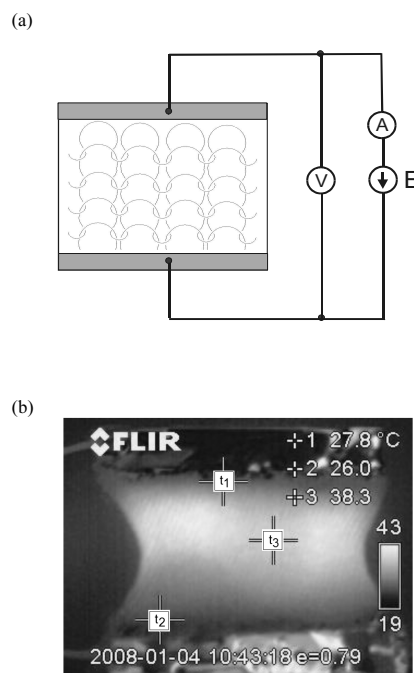
Rys. 8. Schemat pomiarowy rezystancji tekstylnej elektrody (a) i rozkład temperatury na jej powierzchni (b)

Fig. 8. The measurement scheme of textile electrode resistance (a) and infrared photo (b)

W przypadku zasilania punktowego obliczona wartość rezystancji elektrody wynosi $R=3,42 \cdot 10^{-3}$ Ω ($U=0,015$ V i $I=4,38$ A). Zdjęcia ilustrują rozkład temperatury, który jest wynikiem ścieżki prądu w elektrodzie. Maksymalna temperatura występuje po bokach elektrody; wynika to z większej rezystancji spowodowanej zakłóceniami w strukturze dzianiny. Zakłócenia te są związane z przerwaniem ciągłości nitok. Najmniejsza wartość temperatury występuje w środku elektrody, ponieważ w tej części struktura dzianiny jest ciągła i wartość rezystancji elektrody jest najmniejsza.

W przypadku zasilania liniowego rezystancja elektrody $R=6,22 \cdot 10^{-3}$ Ω ($U=0,028$ V i $I=4,50$ A). Rozkład temperatury na powierzchni elektrody wskazuje na wpływ odległości od zacisków doprowadzających napięcie. Było to częściowo spowodowane odkształceniem elektrody przez doprowadzenia. Najwyższe wartości temperatury występują tutaj w części środkowej.

W Politechnice Łódzkiej i na Uniwersytecie w Ghent (Belgia) są prowadzone prace nad szczegółowym modelem matematycznym elektrycznych właściwości elektrod tkaninowych i dzianinowych przy różnych sposobach zasilania. Ostateczne wyniki tych prac nie są jeszcze opublikowane.



Rys. 9. Schemat pomiarowy rezystancji tekstylnej elektrody (a) i rozkład temperatury na jej powierzchni (b)

Fig. 9. The measurement scheme of textile electrode resistance (a) and infrared photo (b)

6. Wnioski

- Nitki elektroprzewodzące stają się coraz częściej elementami układów elektronicznych w tektonicznych systemach pomiarowych.
- Rezystancja styku dwóch nitok elektroprzewodzących jest istotnym elementem elektrycznych modeli wykonanych z nich tkanin i dzianin.
- Rezystancja styku zależy ona od czynników materiałowych, temperatury i wilgotności względnej powietrza, wymiarów geometrycznych tych elementów oraz siły docisku.
- Względne zmiany rezystancji styku od wartości przepływającego prądu są większe w przypadku skrzyżowania nitok niż w przypadku ich wzajemnego opasania.
- W przypadku pełnego kąta opasania nitok zwiększenie siły ich wzajemnego docisku powoduje spadek wartości rezystancji styku, przy czym charakter tych zmian zależy od wartości prądu płynącego przez punkt styku.

- Temperatura punktu styku, podczas przepływu prądu o wartości 40 mA, może osiągnąć wartość przekraczającą 100 °C.
- W przypadku przepływu prądu w prostokątnych elektrodach dzianinowych, wykonanych z nitki elektroprzewodzących, wartości temperatury na powierzchni elektrody zależą od sposobu doprowadzenia zasilania; przy zasilaniu punktowym największe wartości występują w częściach brzegowych, a w przypadku zasilania liniowego w częściach środkowych elektrod.

7. Literatura

- [1] J. Kucharska-Kot : Pomiar wybranych właściwości elektromechanicznych nitki elektroprzewodzących, Przegląd – WOS 1/ 2008, str. 42-44.
- [2] J. Zięba , M. Frydrysiak : Textronics - electrical and electronic textiles. Sensors for breathing frequency measurement, Fibres & Textiles in EE, Vol.14, No.5 (59), s.43-48, 2006.
- [3] J. Zięba, M. Frydrysiak, K. Gniotek: Textronics System for the Breathing Measuring. Fibres & Textiles in Eastern Europe 2007, Vol.15, No. 5(64), s.107-110.
- [4] J. Banaszczyk, G. De May, A. Shwarz, L. Van Langenhove : Current distribution modeling in electroconductive textiles, 14th International Conference MIXDES 2007, Ciechocinek, POLAND.
- [5] M. Rubacha, J. Zięba : Magnetic Cellulose Fibres and Their Application in Textronics. Fibres & Textiles in Eastern Europe 2007, Vol.15, No. 5(64), s.111-116.
- [6] M. Frydrysiak, S. Ziegler, K. Gniotek: Mathematical Model of Textronics Fabric with Heat Actuators. Fibres & Textiles in Eastern Europe 2007, Vol.15, No. 5(64), s.103-106.
- [7] J. Zięba, M. Frydrysiak, K. Gniotek : Contact resistance measurement for electroconductive yarns in flat textronic products, IX International Scientific Conference – IMTEX, 8-9 10 2007, Łódź, s. 135- 137, ISBN 978-83-911012-6-1.
- [8] K. Gniotek, J. Zięba, M. Frydrysiak: Elektrody do elektrostymulacji, Zgłoszenie patentowe P – 384676, 2008.

Artykuł recenzowany

INFORMACJE

XII Konferencja Automatyków „RYTRO'2008”

W dniach 20-21 maja 2008 roku w hotelu „Perła Południa” w Rytrze odbyła się po raz 12. konferencja automatyków, która należy do najważniejszych wydarzeń branżowych roku. Jej celem było przedstawienie tendencji w systemach automatyki i pomiarów, promocja najnowszych wyrobów producentów urządzeń pomiarów i automatyki oraz wzajemne poznanie i integracja środowiska automatyków. Główne hasło konferencji podkreślało więź pracowników nauki, projektantów, producentów i użytkowników sprzętu z branży automatyki przemysłowej. Środowisko naukowe reprezentowali profesorowie: Ryszard Tadeusiewicz (AGH), który wygłosił referat na temat sterowania głosowego w systemach automatyki, Leszek Trybus (Pol. Rzeszowska), który wygłosił referat na temat dwustronnej komunikacji i czasu rzeczywistego w pakiecie CPDev, Jan Maciej Kościelny (Pol. Warszawska), który wygłosił referat na temat symulatorów procesów, Tadeusz Skubis (Pol. Śląska), który wygłosił referat na temat wybranych przetworników analogowo-cyfrowych, oraz Wiesław Wajs (AGH), który wygłosił referat na temat diagnostyki systemu w rozproszonym systemie pomiarowym. Sponsorami konferencji było 12 ważnych firm z branży automatyki: ABB Sp. z o.o., Automatic Systems Engineering Sp. z o.o., Danfoss Sp. z o.o., Emerson Process Management Sp. z o.o., Honeywell Sp. z o.o., Jumo Sp. z o.o., Limatherm Sensor Sp. z o.o., Lumel S.A., Skamer-ACM Sp. z o.o., Technokabel S.A., Turck Sp. z o.o., Wika Polska S.A. Firmy były reprezentowane przez prezesów i członków kierownictw, oraz przez odpowiedzialnych pracowników technicznych. Konferencja odbywała się pod patronatem Komitetu Automatyki i Robotyki PAN oraz Politechnik Warszawskiej, Rzeszowskiej i Śląskiej, gdzie istnieją silne ośrodki naukowe w zakresie automatyki i pomiarów. Patronat medialny sprawowało 6 czasopism technicznych, wśród nich miesięcznik naukowo-techniczny *Pomiary Automatyka Kontrola*, oraz 2 wortalne internetowe.

W części technicznej konferencji prezentowane były najnowsze osiągnięcia z dziedziny automatyki, stosowane aktualnie w praktyce, oferowane przez firmy obecne na konferencji. Zaprezentowana została także w kilku aspektach działalność i pozycja firm z branży automatyki, w realiach współczesnych uwarunkowań ekonomicznych i technicznych. Przedstawiciele producentów i użytkowników sprzętu automatyki przemysłowej mieli możliwość nawiązania i poszerzenia kontaktów, przez rzeczowe dyskusje na sali obrad, przy stoiskach firmowych oraz w kularach. Formuła części technicznej konferencji była bardzo atrakcyjna dla uczestników. Polegała ona na prezentowaniu różnych aspektów działalności każdej firmy przez różnych prezenterów, w określonej sekwencji czasowej, co zagwarantowało dużą dynamikę prezentacji oraz dotrzymanie harmonogramu czasowego prezentacji. O zainteresowaniu uczestników programem świadczyła bardzo duża frekwencja na sali obrad.

Organizatorzy zadbali o doskonałe warunki pobytu i przyjemne spędzenie przez uczestników czasu wolnego. W czasie uroczystej kolacji, trwającej do wczesnych godzin porannych, wystąpiły znane grupy i artyści estradowi: Formacja Schatelet, Patrycja Markowska z zespołem, The Salsa Kings i inni. Artyści poprzez dialogi i konkursy wciągnęli wielu uczestników w rytm relaksującej zabawy. Uczestnicy konferencji wyrażali zadowolenie z poziomu merytorycznego konferencji, poznania nowych rozwiązań i poszerzenia swoich horyzontów zawodowych. W rozmowach kularowych podkreślali oryginalną formułę i specyfikę konferencji, oraz jej znaczenie dla środowiska automatyków. Na przedostatniej stronie okładki kilka retrospektywnych fotografii oddaje atmosferę konferencji.

Opracowanie: Redakcja PAK