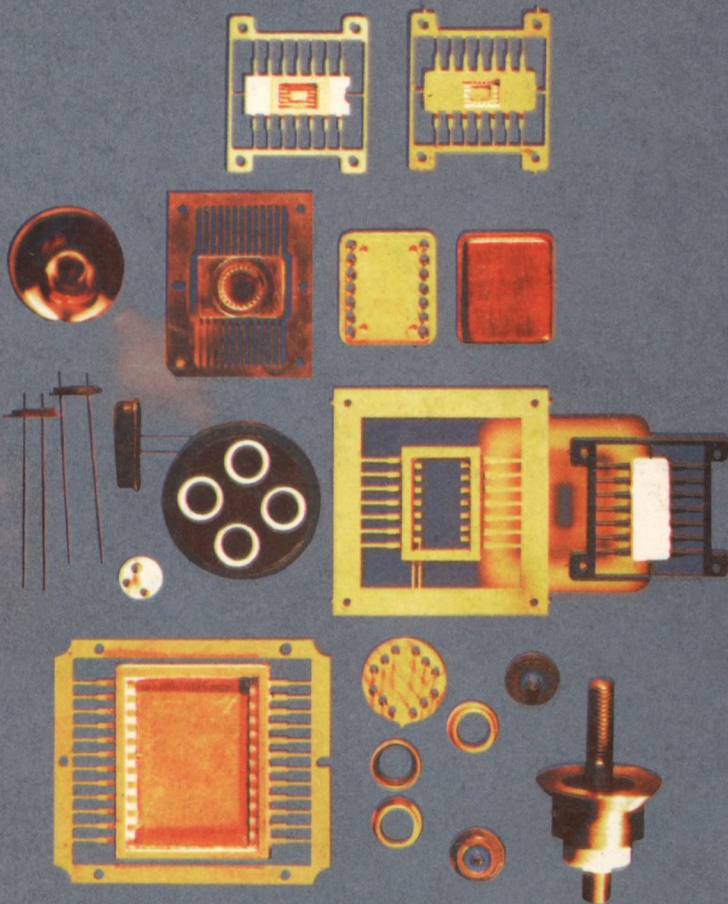


Nr 3(67)  
1989

# MATERIAŁY ELEKTRONICZNE



#### ERRATA

W numerze 3(67) 1989 Materiałów Elektronicznych wielokrotnie na str.3,4,5,6,53,56 błędnie wydrukowano (za tekstem autorskim) imię autorki: "Barbara" zamiast Halina Kozłowska  
Powinno być:

Kazimierz Kaliszuk, Halina Kozłowska, Monika Załęcka-Zapaśnik - "Z badań struktury kompozytowych nakładek stykowych".



**CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE MATERIAŁÓW  
ELEKTRONICZNYCH „UNITRA-CEMAT”**

**INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH**

# **MATERIAŁY ELEKTRONICZNE**

**nr 3 (67) — 1989**

**WYDAWNICTWA PRZEMYSŁOWE „WEMA”  
WARSZAWA 1990**

<http://rcin.org.pl>

## KOLEGIUM REDAKCYJNE

Wiesław MARCINIAK (redaktor naczelny), Andrzej JAKUBOWSKI, Andrzej JELEŃSKI (z-ca redaktora naczelnego), Jan KOWALCZYK, Zdzisław LIBRANT, Bohdan PASZKOWSKI, Andrzej SZYMAŃSKI, Romuald WADAS, Władysław K. WŁOSIŃSKI, Eleonora JABRZEWSKA (sekretarz redakcji)

### Adres Redakcji

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH  
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel. 34 86 10 — redaktor naczelny  
35 30 11 wewn. 105, 454 — z-ca redaktora naczelnego  
35 30 11 wewn. 108 — sekretarz redakcji

PL ISSN 0209-0058



SPIS TREŚCI

Od Redakcji .....	7
Materiały stykowe w programie prac ITME i CNPME - J. KOWALCZYK, K. KALISZUK .....	9
Rozpyłowe granulowanie mieszanin proszków wolframowych - A. LEŚNIEWSKI, T. LUBAŃSKA, H. MROWIEC, M. SZYNKARCZUK, W. SOCHACZEWSKI .....	19
O możliwościach kształtowania struktury fazy trudnotopliwej kompozyto- wych materiałów stykowych - J. KOWALCZYK, J. SENKARA .....	31
Analiza zjawisk zachodzących w kompozytowych materiałach stykowych w łuku elektrycznym - K. KALISZUK, J. SENKARA .....	39
O możliwościach otrzymywania porowatego wolframu metodą odparowania miedzi i spiekania aktywowanego - K. BZIAWA, Dż. CHANTADZE, J. SENKARA ..	43
Z badań struktury kompozytowych nakładek stykowych - K. KALISZUK, B. KOZŁOWSKA, M. ZAŁĘCKA-ZAPASNIK .....	53

CONTENTS

Contact materials in the working programme of the Institute for Electro- nic Materials Technology and Scientific Research and Production Centre - J. KOWALCZYK, K. KALISZUK .....	9
Spraying granulation of tungsten powder mixtures - A. LEŚNIEWSKI, T. LUBAŃSKA, H. MROWIEC, M. SZYNKARCZUK, W. SOCHACZEWSKI .....	19
On possibilities of shaping refractory phase structure of composite contact materials - J. KOWALCZYK, J. SENKARA .....	31
Analysis of the phenomena occuring in composite contact materials in electric arc - K. KALISZUK, J. SENKARA .....	39
About the possibility of obtaining of porous tungsten by the method of copper evaporation and activated sintering - K. BZIAWA, Dż. CHANTADZE, J. SENKARA .....	43
Investigations for electronic materials technology - K. KALISZUK, B. KOZŁOWSKA, M. ZAŁĘCKA-ZAPASNIK .....	53

СОДЕРЖАНИЕ

Стыковые материалы в программе работ ИТЭМ и НЩЭМ - Я. КОВАЛЬЧИК, К. КАЛИШУК .....	9
Распылительное гранулирование смесей вольфрамовых порошков - А. ЛЕСНЕВСКИ, Т. ЛЮБАНСКА, Х. МРОВЕЦ, М. ШЫНКАРЧУК, В. СОХАЧЕВСКИ .....	19
О возможности формирования тугоплавкой фазы композиционных контактных материалов - Я. КОВАЛЬЧИК, Я. СЕНКАРА .....	31
Анализ процессов, происходящих в композиционных стыковых материалах в электрической дуге - К. КАЛИШУК, Я. СЕНКАРА .....	39
О возможности получения пористого вольфрама методом отпаривания меди и активированного спекания - К. БЗИАВА, Дж. ХАНТАДЗЭ, Я. СЕНКАРА .....	43
Исследования композитных структур стыковых накладок - К. КАЛИШУК, Б. КОЗЛОВСКА, М. ЗАЛЕНЦКА-ЗАПАСНИК .....	53



J. KOWALCZYK, K. KALISZUK: Materiały stykowe w programie prac ITME i CNPME

W artykule omówiono rodzaje materiałów stykowych, opracowywanych w ITME i produkowanych w CNPME.

Przedstawiono materiały kompozytowe dla powietrznych łączników średnio-niskich napięć, dla styczników i wyłączników próżniowych oraz dla wysokonapięciowych wyłączników energetycznych z SF<sub>6</sub>.

A. LEŚNIEWSKI, T. LUBAŃSKA, H. MROWIEC, M. SZYNKARCZUK, W. SOCHACZEWSKI: Bezpyłowe granulowanie mieszanin proszków wolframowych

Praca zawiera opis przyjętego toku postępowania przy opracowaniu technologii rozpyłowego granulowania mieszanin proszków wolframu i trójtlenku wolframu z domieszkami modyfikatorów i aktywatorów.

Optymalne warunki procesu zostały dobrane podczas prób technologicznych przeprowadzonych z wykorzystaniem suszarki rozpyłowej firmy BOVEN typu BSL Nr 1. Omówiono także własności prasownicze otrzymanych granulatów pod kątem zastosowania ich do prasowania elementów stykowych na wysokowydajnych automatach firmy Dorst i Stokes.

J. KOWALCZYK, J. SENKARA: O możliwościach kształtowania struktury fazy trudnotopliwej kompozytowych materiałów stykowych

W artykule przedyskutowano możliwości kształtowania struktury fazy trudnotopliwej w materiałach na podstawie wolframu.

Przeprowadzono badania nad wpływem ilości aktywatora spiekania na procesy otrzymywania, strukturę i wybrane własności porowatego wolframu, oraz kompozytu W-Cu spiekane go z fazą ciekłą.

Badano także wpływ boru, krzemu i antymonu na zmianę struktury wolframu podczas nasycania miedzią. Wyniki znalazły praktyczne zastosowanie w produkcji materiałów stykowych.

K. KALISZUK, J. SENKARA: Analiza zjawisk zachodzących w kompozytowych materiałach stykowych w łuku elektrycznym

Przedstawiono próbę porównawczej analizy zjawisk zachodzących w kompozytowych materiałach stykowych w warunkach pracy łączeniowej przy parametrach nominalnych i zwarciovych, na podstawie metalograficznych badań struktury po próbach elektrycznych. Wykazano różnice w mechanizmie destrukcji.

K. BZIAWA, Dż. CHANTADZE, J. SENKARA: O możliwości otrzymywania porowatego wolframu metodą odparowywania miedzi i spiekania aktywowanego

Przedmiotem artykułu jest dyskusja możliwości otrzymywania porowatych szkieletów wolframowych metodą spiekania z fazą ciekłą mieszaniny proszków W, Cu i Ni, a następnie odparowywania Cu w próżni i spiekania aktywowanego. Wykonano badania technologiczne i strukturalne, a także pomiary energii powierzchniowej ciekłych stopów Cu-Ni. Szkielety wolframowe po nasyceniu stopem Ag-Cd testowano w charakterze materiałów stykowych w stycznikach próżniowych.

K. KALISZUK, B. KOZŁOWSKA, M. ZAŁĘCKA-ZAPAŚNIK: Z badań struktury kompozytowych nakładek stykowych

Przedstawiono rezultaty badań jednego z aspektów konstrukcji kompozytu - grubości ziaren szkieletu wolframowego oraz jego wpływu na zachowanie kompozytu podczas próby zwarciovwej zdolności łączenia.

Przedstawiono również rezultaty badań metalograficznych nakładanej na nakładkę warstwy spoiwa.



J. KOWALCZYK, K. KALISZUK: Contact materials in the working programme of the institute for electronic materials technology and scientific research and production centre

The article discusses different kinds of contact materials, designed at our Institute and produced in our Centre.

The paper presents composites for medium and low voltage air-blast circuit breakers, vacuum contactors and switches as well as for high voltage power switches with SF<sub>6</sub>.

A. LEŚNIEWSKI, T. LUBAŃSKA, H. MROWIEC, M. SZYNKARCZUK, W. SOCHACZEWSKI: Spraying granulation of tungsten powder mixtures

The present article describes the procedure of spraying granulation technology of tungsten powder mixtures and tungsten trioxide together with modifier and activator dopants. The optimum conditions of the process have been selected during technological tests where spray drier made by Boven, type BSL No.1 has been used.

The paper also discusses compressibility of the received granulators from the point of view of their applicability for contact materials pressing on highly efficient automatic presses made by Dorst and Stokes.

J. KOWALCZYK, J. SENKARA: On possibilities of shaping refractory phase structure of composite contact materials

The article discusses possibilities of shaping refractory phase structure in the materials based on tungsten. The conducted researches tested the influence of sintering activator amount on the production processes, structure and chosen properties of porous tungsten and W-Cu composite sintered with liquid phase. Also the influence of boron, silicon and antimony on tungsten structure change during copper infiltration has been investigated. The results were applied in practice in contact materials production.

K. KALISZUK, J. SENKARA: Analysis of the phenomena occurring in composite contact materials in electric arc

The paper presents comparative analysis of the phenomena occurring in composite contact materials under the conditions of usual working cycle with nominal and short-circuit parameters on the basis of metallographic investigations of structure after electric tests.

The differences in destruction mechanism have been shown.

K. BZIAWA, Dż. CHANTADZE, J. SENKARA: About the possibility of obtaining of porous tungsten by the method of copper evaporation and activated sintering

The paper discusses the possibility of obtaining of porous tungsten skeletons by the liquid-phase sintering of the mixture of W, Cu and Ni powders with the followed Cu evaporation in vacuum and activated sintering. The technological and structural investigations have been carried out and the surface energy of liquid Cu-Ni alloys has been measured. The tungsten skeleton after infiltration with the Cu-Ni alloy have been tested as contact materials in the vacuum contactors.

K. KALISZUK, B. KOZŁOWSKA, M. ZAŁĘCKA-ZAPAŚNIK: Investigations on composite contact tips structure

The paper presents investigation results of one of the composite structure aspects that is grain size of tungsten skeleton and its influence on composite behaviour during short-circuit connecting capability test.

Also the results of metallographic researches of braze layer deposited on a tip have been presented.



Я. КОВАЛЬЧИК, К. КАЛИШУК: Стыковые материалы в программе работ ИТЭМ и НИЦЭМ

В статье представлены типы стыковых материалов, разрабатываемых в ИТЭМ и производимых в НИЦЭМ.

Были представлены композитные материалы для воздушных выключателей средне - низких потенциалов, для вакуумных контакторов и выключателей а также для энергетических выключателей высокого напряжения с использованием SF<sub>6</sub>.

А. ЛЕСНЕВСКИ, Т. ЛЮБАНСКА, Х. МРОВЕЦ, М. ШЫНКАРЧУК, В. СОХАЧЕВСКИ: Распылительное гранулирование смесей вольфрамовых порошков

В статье содержится описание хода действия при разработке технологии распылительного гранулирования смесей вольфрамовых порошков и трёхокси вольфрама с добавками модификаторов и активаторов. Оптимальные условия процесса были подобраны во время технологических испытаний проведенных с использованием распылительной сушилки фирмы BOVEN типа BSL но I. Были обсуждены тоже прессуемые свойства полученных гранулированных материалов в отношении их применения для прессования стыковых элементов в сверхпроизводимых автоматах фирмы Dorst и Stokes.

Я. КОВАЛЬЧИК, Я. СЕНКАРА: О возможности формирования тугоплавкой фазы композиционных контактных материалов

В статье обсуждены возможности формирования структуры трудноплавкой фазы в материалах на основе вольфрама. Проведены исследования влияния количества активатора спекания на процессы подучения, структуру и избранные свойства пористого вольфрама а также композита W-Cu спечённого с жидкой фазой.

Проведены также исследования влияния бора, кремния и сурьмы на изменения структуры вольфрама во время насыщения медью. Результаты нашли практическое применение в производстве стыковых материалов.

К. КАЛИШУК, Я. СЕНКАРА: Анализ процессов, происходящих в композитных стыковых материалах в электрической дуге

Представлено испытание сравнительного анализа процессов, происходящих в композитных стыковых материалах в условиях нормального рабочего цикла с номинальными параметрами и параметрами короткого замыкания, на основании металлографических исследований структуры после электрических испытаний. Были доказаны различия в механизме деструкции.

К. БЗИАВА, Дж. ХАНТАДЗЭ, Я. СЕНКАРА: О возможности получения пористого вольфрама методом отпаривания меди и активированного спекания

Предметом работы является возможность получения пористых скелетов из вольфрама методом спекания в присутствии жидкой фазы смеси порошков W, Cu и Ni с последующим отпариванием меди в вакууме с активированным спеканием. Проведены технологические и структурные исследования а также измерение поверхностной энергии жидких сплавов Cu-Ni. Вольфрамовые скелеты после пропитки сплавам Ag-Cd были проверены как контактные материалы в вакуумных контакторах.

К. КАЛИШУК, Б. КОЗЛОВСКА, М. ЗАЛЕНЦКА-ЗАПАСНИК: Исследования композитных структур стыковых накладок

Представлено результаты исследований одного из аспектов конструкции композита - толщины зерен вольфрамоого скелета а также его влияния на поведение композита во время испытания способности к соединению при условиях короткого замыкания.

Представлено тоже результаты металлографических испытаний нанесенного на накладку слоя припоя.



## OD REDAKCJI

Materiały przeznaczone na styki elektryczne są grupą materiałów odgrywających coraz poważniejszą rolę w Centrum Naukowo-Produkcyjnym Materiałów Elektronicznych i działającym w jego ramach Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych.

Wszystkie materiały stykowe produkowane w CNPME bazują na oryginalnych własnych technologiach.

W programie produkcyjnym znajdują się materiały stykowe przeznaczone do pracy w komorach próżniowych od nisko do średnio-wysokich napięć, materiały przeznaczone do wyłączników powietrznych oraz pracujące w atmosferze SF<sub>6</sub>.

W ostatnim okresie sukcesem zakończyły się prace nad opracowaniem technologii pokryć galwanicznych typu pallad-nikiel. Technologia ta umożliwia oszczędność znacznych ilości złota zużywanego w przemyśle elektronicznym.

Prace nad materiałami stykowymi prowadzone są w ITME już kilkanaście lat. W tym czasie ukształtował się zespół o wysokich, sądząc po jakości produkowanych materiałów, kwalifikacjach. Spowodowało to podjęcie się realizacji zamówienia rządowego Z R N 8.6 "Kompozytowe materiały stykowe". Realizacja tego zamówienia umożliwiła stworzenie liczącej się bazy produkcyjnej, a także dzięki intensyfikacji prac badawczych opracowanie podstaw teoretycznych dla kilku technologii. Liczymy, że zaowocuje to w najbliższych latach nowymi wdrożeniami. Jedna z prac zrealizowanych w ramach zamówienia rządowego 8.6 nagrodzona została w 1988 roku przez Komitet Nauki i Techniki pierwszą nagrodą.

Dużym ułatwieniem w realizacji prac badawczych i technologicznych jest fakt ich prowadzenia w instytucjach powołanych do produkcji materiałów dla elektroniki. Materiały elektroniczne wymagają ostrego przestrzegania dyscypliny technologicznej, oraz użycia czystych surowców i czynników technologicznych. Sprzyja to osiągnięciu stabilnych wyników, przy zachowaniu wysokiej jakości materiałów.

W wyniku zakończonych już badań przygotowano kilka projektów wynalazczych, wystąpień konferencyjnych oraz artykułów naukowych. Artykuły opublikowane w niniejszym zeszycie omawiają niektóre, ważne dla produkcji materiałów stykowych, zagadnienia technologiczne a także problemy związane z eksploatacją nakładek produkowanych w CNPME. W jednym z następnych zeszytów zostaną omówione i scharakteryzowane materiały produkowane bądź przygotowywane do produkcji w CNPME.

Zespół pracujący nad technologiami materiałów stykowych bardzo ściśle współpracuje z kilkoma ośrodkami przede wszystkim krajowymi, zajmującymi się zbliżoną tematyką. Ich udział w prowadzonych u nas pracach wyraźnie zwiększa ich przydatność przy opracowywaniu nowych technologii. Koledzy z tych ośrodków są współautorami niektórych opracowań ITME. Współpraca ta jest więc korzystna dla obu stron i należy oczekiwać jej dalszego rozwoju.

Jan Kowalczyk



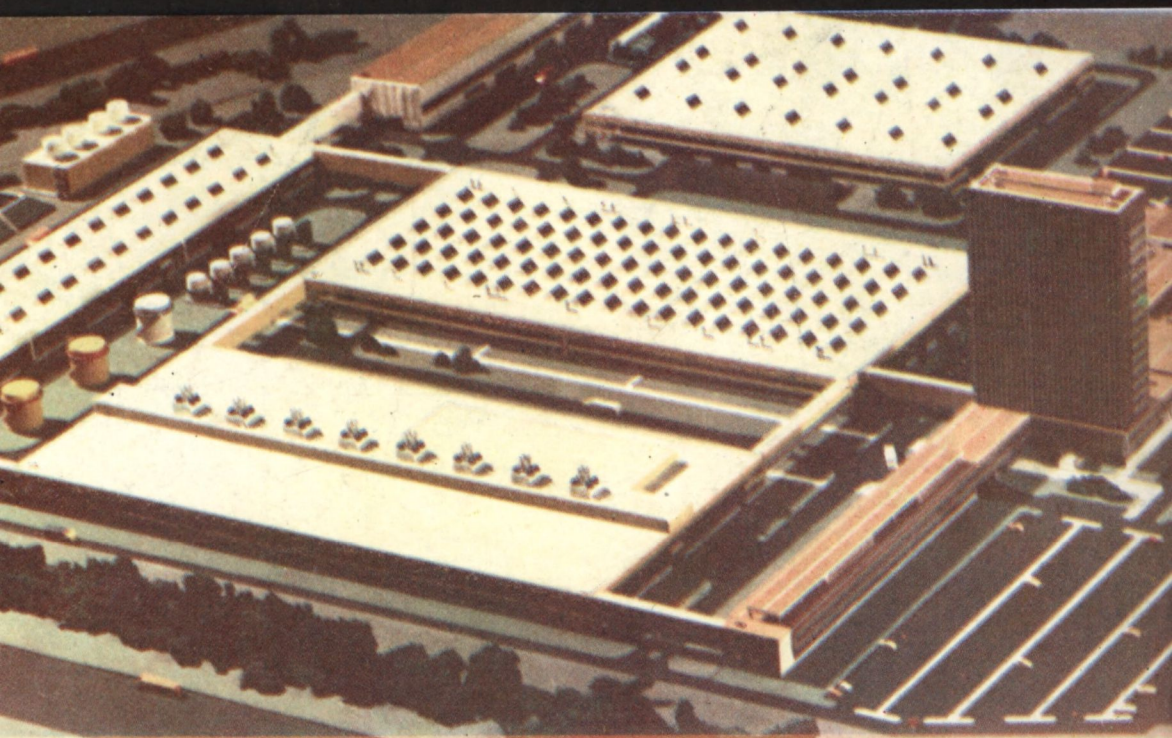


## INFORMACJA DLA AUTORÓW

**Redakcja Materiałów Elektronicznych uprzejmie prosi Autorów o przestrzeganie podanych niżej wskazań:**

1. Objętości artykułów nie powinny przekraczać 15 stron maszynopisu łącznie z rysunkami i tabelami.
2. Artykuły powinny być napisane na pojedynczych arkuszach formatu A4, jednostronnie z interlinią, z marginesem 3,5 cm z lewej strony. Na arkuszu nie powinno być więcej niż 31 wierszy po 65 znaków. Wszystkie strony powinny być numerowane.
3. Na marginesie tekstu należy zaznaczyć miejsca, w których powinny być umieszczone rysunki i tabele.
4. Wszystkie tabele i zestawienia (unikać zbyt dużych) należy wykonywać osobno, nie w maszynopisie całego artykułu, w 3 egzemplarzach na oddzielnych arkuszach i numerować kolejno. U góry każdej tabeli podać tytuł objaśniający.
5. Artykuły należy nadsyłać w 3 egzemplarzach; powinny być dołączone krótkie streszczenia w języku polskim, rosyjskim i angielskim, również w 3 egzemplarzach, także przetłumaczony tytuł artykułu.
6. Wzory należy numerować kolejno cyframi arabskimi w nawiasach okrągłych.
7. Rysunki powinny być nadsyłane w 1 egzemplarzu, nie wklejone do tekstu, lecz załączone oddzielnie w usztywnionej kopercie. Spisy rysunków zawierające teksty napisów pod rysunkami należy sporządzać oddzielnie (niezależnie od tekstu artykułów) w 3 egzemplarzach. Rysunki należy wykonywać na przezroczystej kalce, tuszem.
8. Fotografie powinny być wykonane na białym błyszczącym papierze fotograficznym. Numery fotografii i powiększenie należy podawać na odwrocie — ołówkiem. Numeracją należy objąć rysunki i fotografie łącznie. W przypadku gdy istotne jest rozmieszczenie fotografii, zamieszczenie dodatkowych wskaźników lub skali — prosimy o sporządzenie makiety (niezależnie od fotografii do reprodukcji).
9. Po zakończeniu należy podać wykaz literatury, wymieniając kolejno nazwisko autora i pierwsze litery imion, pełny tytuł dzieła, tytuł czasopisma, numer tomu i zeszytu, miejsce wydania i rok, ewentualny numer strony. Pozytcje wykazu literatury powinny być ponumerowane, w tekście powołania na numer pozycji w nawiasach kwadratowych, np. [1].
10. Słownictwo techniczne, jednostki miar, skróty najważniejszych oznaczeń wielkości we wzorach muszą być zgodne z terminologią przyjętą przez Polskie Normy i Międzynarodowy Układ Miar (SI).
11. Maszynopis powinien być bezwarunkowo przejrzany i czytelnie poprawiony przez Autora. Nazwy fonetyczne liter greckich lub innych oznaczeń należy podawać ołówkiem w lewym marginesie.
12. Redakcja zastrzega sobie prawo przeprowadzania drobnych zmian redakcyjnych, niezbędnych skrótów, korekty stylistycznej itp.
13. Fakt nadesłania pracy do wydrukowania w „Materiałach Elektronicznych” uważany jest za równoznaczny z oświadczeniem Autora, że praca nie była drukowana ani wysłana do druku w żadnym innym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym.
14. Maszynopis artykułu należy zaopatrzyć pełnym imieniem i nazwiskiem Autora oraz nazwą i adresem instytucji. W oddzielnej notatce prosimy o podawanie tytułu naukowego lub zawodowego oraz adresu domowego Autora (celem przesłania honorarium). W przypadku artykułu opracowanego przez zespół Autorów prosimy o podanie procentowego udziału autorskiego. Bez tych danych honorarium będzie dzielone na równe części.





CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE  
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH  
ul. Wólczyńska 133 01-919 WARSZAWA