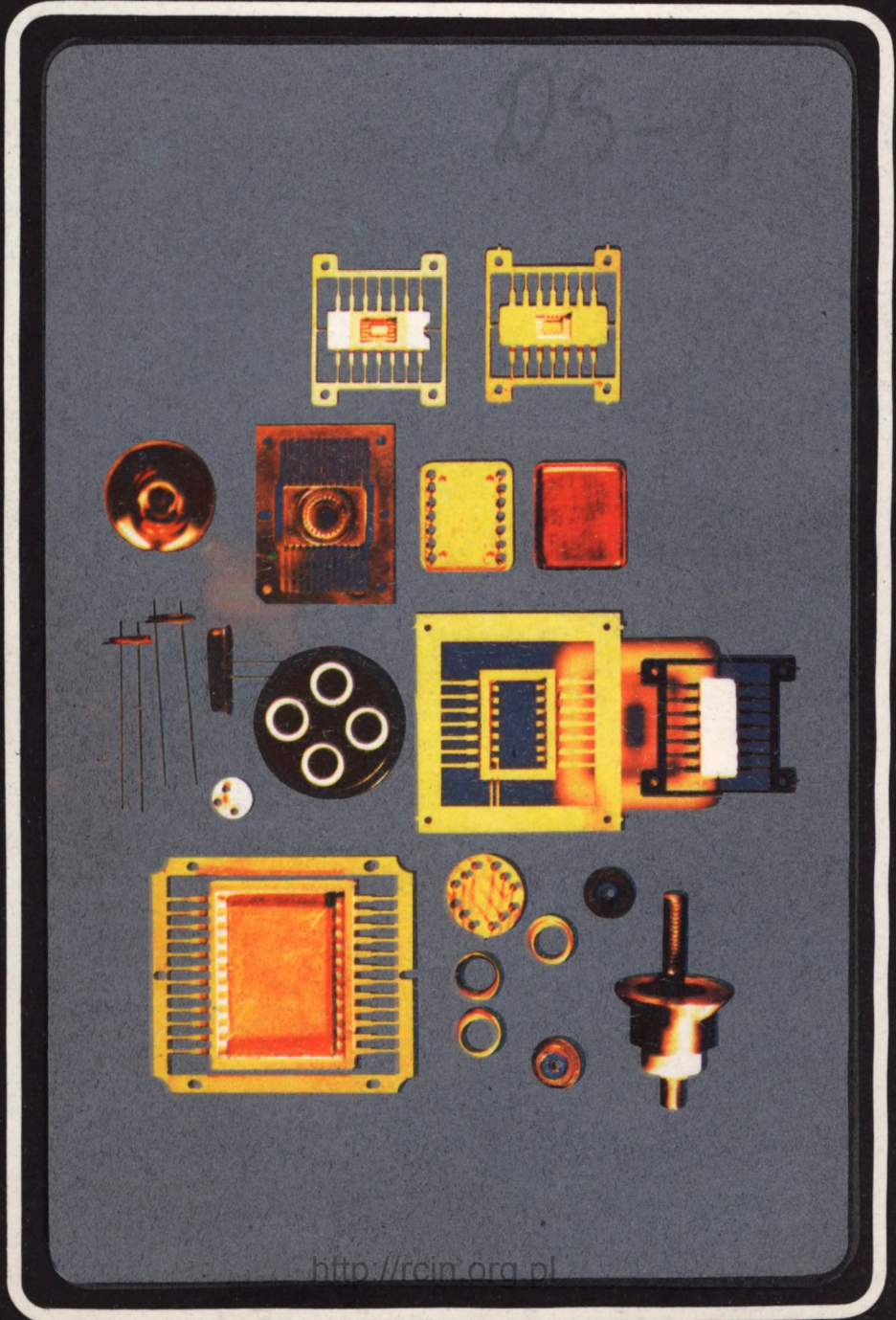


Nr 1(61)
1988

MATERIAŁY ELEKTRONICZNE



CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH UNITRA-CEMAT

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

Nr 1 (61) — 1988

**WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO „WEMA”
WARSZAWA 1988**

<http://rcin.org.pl>

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Jan BEKISZ, Andrzej BUKOWSKI, Bolesław JAKOWLEW, Andrzej JAKUBOWSKI,
Łukasz KACZYŃSKI (sekretarz redakcji), Jan KOWALCZYK, Zdzisław LIBRANT,
Wiesław MARCINIAK (redaktor naczelny), Bohdan PASZKOWSKI, Andrzej SZYMAN-
SKI (z-ca redaktora naczelnego), Romuald WADAS, Władysław K. WŁOSIŃSKI

Adres Redakcji

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel.43-65-31 redaktor naczelny

35-30-11 w. 105 z-ca redaktora naczelnego

43-74-61 w. 321 sekretarz redakcji

PL ISSN 0209-0058

SPIS TREŚCI

Modelowanie zmian prędkości wzrostu monokryształów kwarcu - W. HOFMAN	7
Proszki metali - wytwarzanie i możliwości zastosowania - E. TOMASIK, W. OLENDER, J. KOSOBUDZKI	23
Badania dla uzyskania wolframu o wysokiej gęstości - A. KOSTKOWSKI	33
Nominacje profesorskie - prof. W. Riedl	38
Prace doktorskie - dr K. Pietrzak	40

CONTENTS

The modeling of growth rate variations of quartz single crystals - W. HOFMAN	7
Metall's powders - production and application - E. TOMASIK, W. OLENDER, J. KOSOBUDZKI	23
Hot isostatic pressing of tungsten - A. KOSTKOWSKI	33

СОДЕРЖАНИЕ

Моделирование перемены скорости роста монокристаллов кварца - В. ХОФМАН	7
Металлические порошки - производство и возможности применения - Е. ТОМАСИК, В. ОЛЕНДЕР, Я. КОСОБУДЬСКИ	23
Исследования над получением вольфрама с высокой плотностью - А. КОСТКОВСКИ .	33

W. HOFMAN: Modelowanie zmian prędkości wzrostu monokryształów kwarcu
W pracy przedstawiono prosty, geometryczny model, który umożliwia oszacowanie zmian prędkości wzrostu $\dot{v}_z/t/$ i $\dot{v}_x/t/$ występujących podczas hydrotermalnego procesu monokryształizacji brył kwarcu. Krzywe prędkości $\dot{v}_z/t/$ wykreślono w zależności od postaci funkcji szybkości osadzania masy $\dot{\sigma}_k/t/$.
Porównując otrzymane wyniki z dotychczasowymi danymi doświadczalnymi, wydaje się, że realną zależność $\dot{v}/t/$ dla niskich kryształów kwarcu, otrzymywanych w stałych warunkach temperaturowych w dużych autoklawach, będzie można przybliżyć prostą, której współczynnik kątowy jest dodatni i równy wartości $2\langle m \rangle / 3T^2$, $\langle m \rangle$ odpowiada średniej masie monokryształu a T odpowiada czasowi próby/.
Wynik ten wskazuje na stopniowy wzrost udziału konwekcyjnego transportu masy w trakcie krystalizacji przy czym nasilenie transportu może być wywołane kilkoma czynnikami. Do najistotniejszych należy zaliczyć sukcesywny rozwój przepływu stężeniowego i wzrost radialnych gradientów temperatury w strefie przesyceń oraz zmniejszenie oporów przepływu i wzrost gradientów temperatury w strefie rozpuszczania.

E. TOMASIK, W. OLENDER, J. KOSOBUDZKI: Proszki metali - wytwarzanie, i możliwości zastosowania
W artykule przedstawiono wytwarzanie w ITME proszków ze stopów PbSn, CuP oraz Cu i Ag metodą rozpylania z fazy ciekłej. Podano ich podstawowe własności i zastosowanie /pasty lutownicze, metalurgia proszków, regeneracja części/ w porównaniu ze stanem techniki na świecie.

A. KOSTKOWSKI: Badania dla uzyskania wolframu o wysokiej gęstości
W pracy opisano próby zagęszczania wolframu za pomocą prasowania izostatycznego na gorąco.
Dla czystego wolframu nawet tak wysokie parametry procesu jak ciśnienie 125 MPa i temperatura 1660°C nie spowodowały efektywnego zagęszczenia, dając w wyniku gęstość jedynie 12,64 g/cm³. Wpływ prasowania izostatycznego na gorąco wyraźnie zwiększył się dla wolframu z dodatkiem 1% Ni, pozwalając na uzyskanie gęstości 18,85 g/cm³, co stanowi około 98% wartości teoretycznej.

W. HOFMAN: "The modeling of growth rate variations of quartz single crystals" The simple, geometrical model which enables to evaluate the variations of growth rate v_z/t and v_x/t arising during hydrothermal quartz crystallization is presented. The curves of v_z/t were plotted in dependence on velocity of mass deposition \dot{G}_k/t . Comparing theoretical and experimental results it seems probable that the real dependence \dot{G}/t for low quartz crystals obtained at the constant temperature conditions in large autoclaves can be approximated by a straight line. The slope of line is positive and equal to $2\langle m \rangle / 3T^2$ where $\langle m \rangle$ is an average mass of crystal and T is a period of growth. This effect shows that the intensity of convection increases gradually during crystallization. The intensification of convection can be induced by the extension of concentrated flow in supersaturation zone and by the increase of temperature radial gradients in both hotter and cooler zones of vessel.

E. TOMASIK, W. OLENDER, J. KOSOBUDZKI: "Metall's powders - production and application"

In the paper the production of PbSn, CuP, Cu and Ag alloys using the method of atomization from liquid phase as well as the main properties of powder are presented.

The application of powder metallurgy prepared details and for the metallization and regeneration was outlined in comparison with the world status of technology.

A. KOSTKOWSKI: "Hot isostatic pressing of tungsten"

In the paper the attempts to densify tungsten details with HIP are described.

For pure tungsten 125 MPa and 1660°C HIPing parameters were ineffective in densification, resulting in density not higher than 12,64 g/cm³.

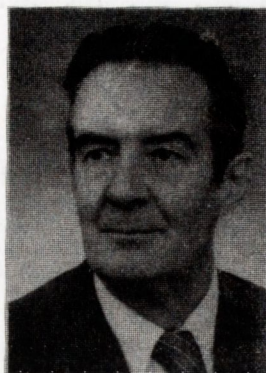
The influence was significantly intensified for the tungsten containing 1% nickel addition allowing to obtain as high as 18.85 g/cm³ density, which is about 98% of the theoretical value, after HIPing at 125 MPa at 1630°C.

В. ХОФМАН: "Моделирование переменей скорости роста монокристаллов кварца"
В работе представлено простой, геометрической модель который делает возможным оценку перемен скорости роста $v_z(t)$ и $v_x(t)$ выступающих во время гидротермальново процесса монокристаллизаций кварца. Кривые скорости $v_z(t)$ вычерчено в зависимости от формы функций быстроты осаждения массы $b_k(t)$.
Сравниваясь полученные результаты к существующим экспериментальным данным кажется, что реальную зависимость $b(t)$ для низких кристаллов кварца, полученных в болших автоклавах в условиях постоянных температур, можно приблизить прямой для которой угловой коэффициент положительный и равный $2\langle m \rangle / 3T^2$ ($\langle m \rangle$ - средняя масса монокристалла, T - время роста). Этот результат указывает на постепенное увеличение конвекций во время кристаллизаций, при чем усиление транспорта может быть вызвано несколькими причинами. Среди них к важным надо считать последовательное развитие концентрационного течения и рост радиальных градиентов температуры в зоне пересечения а также наделение сопротивлений течения и рост градиентов температуры в зоне растворения.

Е. ТОМАСИК, В. ОЛЕНДЕР, Я. КОСОБУДЬСКИ: "Металлические порошки - производство и возможности применения"
В статье представлено производство в ИТЭМ металлических порошков сплавов PbSn, Cu, CuP, Ag методом распыления из жидкой фазы и основные свойства порошков. Показано применение порошков в производстве паяльных паст, элементов и деталей методами порошковой металлургии, для термического напыления и ремонтных работ по сравнению с мировым уровнем.

А. КОСТКОВСКИ: "Исследования над получением вольфрама с высокой плотностью"
В работе представлены пробы уплотнения вольфрама с помощью изостатического горячего прессования. Для чистого вольфрама даже так высокие параметры процесса, как давление 125 МПа и температура 1660°C не привели к эффективному уплотнению, полученная плотность составляла всего 12,64 г/см³. Влияние изостатического горячего прессования в значительной степени возросло для вольфрама с добавкой 1% никеля, позволяя получить плотность 18,85 г/см³, что составляет примерно 98% теоретической величины.

NOMINACJE PROFESORSKIE



Uchwałą z dnia 12 listopada 1987 r. Rada Państwa nadała tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego nauk technicznych docentowi dr inż. Władysławowi Jerzemu Riedlowi z Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie.

Prof. dr inż. Władysław Jerzy RIEDL, urodzony 26 października 1924 r. we Lwowie, ukończył studia w Politechnice Śląskiej, uzyskując dyplom magistra inżyniera chemika w 1948 r. Stopień doktora uzyskał w 1958 r. w Politechnice Warszawskiej. W 1963 r. został mianowany docentem. Pracę rozpoczął w 1948 r. w Uniwersytecie Warszawskim, gdzie do roku 1951 był st. asystentem w Katedrach Chemii Nieorganicznej i Chemii Fizycznej, następnie w latach 1951-55 pracował w Katedrze Projektowania Technologicznego Politechniki Warszawskiej /jako st. asystent Instytutu Chemii Ogólnej/. Od roku 1956 związał się z instytutami naukowo-badawczymi pracującymi dla przemysłu elektronicznego /1956-1971 - Instytut Tele- i Radiotechniczny, 1972 - Przemysłowy Instytut Elektroniki, 1972-1975 - Ośrodek Badawczo Rozwojowy Monokryształów, od 1976 do chwili obecnej - Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych/. W międzyczasie specjalizował się przez rok /1960-61/ w USA, w Laboratorium Fizyki Ciała Stałego New York University. To zdecydowało o wyjściu poza specjalność chemiczną w kierunku rozwijania teoretycznych podstaw technologii materiałów i warstw elektronicznych stosujących matematyczny opis oparty na mechanizmach zjawisk lub choćby określający wzajemne zależności parametrów, co umożliwiała następnie rozwiązywanie wielu praktycznych problemów technologicznych, głównie w dziedzinie kondensacji /krystalizacji/ gaz \rightarrow ciało stałe i ciecz \rightarrow ciało stałe /w próżni lub procesach CVD/. Oprócz wyżej wymienionej zasadniczej działalności, prof. Riedl współpracował z uczelniami, w latach 1970-73 wykładał na Studium Podyplomowym Wydziału Fizyki i Elementów Elektronicznych Politechniki Karl-Marx-Stadt, jednocześnie uczestnicząc w Naukowym Kolegium Konsultacyjnym wydawnictwa Verlag für Grundstoffindustrie w Lipsku. Był za-

praszany na wykłady również przez inne uczelnie: w 1974 r. Uniwersytet w Bolonii, w 1983 r. - Uniwersytet w Tokio, w 1971 r. - Uniwersytet Humbolta w Berlinie, oraz przez Compagnie Internationale pour l'Informatique /Francja/ - 1967 r., Deutsche Vereinigung für Kristallographie /NRD/ - 1971 r. i Instytut Produktów Nieorganicznych dla Elektroniki /Japonia/ - 1983 r.

Jest promotorem prac doktorskich /zakończonych oraz w toku/ w Politechnice Wrocławskiej i Warszawskiej, recenzował liczne prace doktorskie dla różnych uczelni. Od roku 1984 jest członkiem Sekcji Materiałów Elektronicznych i Technologii Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN.

Prof. Riedl jest współautorem pięciu naukowych monografii: "Epitaxie-Endotaxy" /Lipsk, 1969/, "Grundlagen aktiver elektronischer Bauelemente" /Lipsk, 1972/, "Grundlagen passiver elektronischer Bauelemente" /Lipsk, 1973/, "Advances in Epitaxy and Endotaxy" /Elsevier, Amsterdam, 1976/, "Technika warstwowa w mikroelektronice" /PWN, Warszawa, 1973/, oraz podręcznika "Aparatura Kontrolna i Pomiarowa" /PWT, Warszawa, 1959/. Jest autorem 56 ogłoszonych drukiem prac naukowych, ponadto pięciu kompletnych opracowań technologicznych wdrożonych do produkcji, szeregu metod stanowiących fragmenty technologii oraz 9 patentów. Brał także czynny udział w 15 zagranicznych konferencjach naukowych. Szczególnym osiągnięciem prof. Riedla jest rozwiązanie zagadnień wyznaczania nadmiaru energii swobodnej na granicy faz gaz-kryształ podczas procesów CVD.

Za osiągnięcia przyznano mu nagrody, z których najważniejsze to: w 1959 r. Nagroda Państwowej Rady ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej, w 1964 r. Nagroda Resortowa Min. Przemysłu Ciężkiego, oraz w 1977 r. Nagroda Wydziału IV /Nauk Technicznych/ Polskiej Akademii Nauk.

PRACE DOKTORSKIE PRACOWNIKÓW ITME

dr inż. Katarzyna PIETRZAK

st. asystent w Zakładzie Ceramiki i Złaczy ITME

Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Technologiczny

Promotor: prof. dr hab. inż. Władysław WŁOSIŃSKI Politechnika
Warszawska

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Władysław KACZMAR Politechnika
Wrocławska,

prof. dr hab. inż. Henryk ZIENCIK Wojskowa Akademia
Techniczna Warszawa

Data nadania stopnia doktora nauk technicznych: 1988.03.01

Spajalność ceramiki tlenkowej typu Al_2O_3 z miedzią w zależności od stosowanych technik

W pracy dokonano szczegółowego i krytycznego przeglądu literatury dotyczącej tematu. Przedstawiono opis wyników prac własnych. Obejmowały one opracowanie optymalnych warunków technologicznych spajania ceramiki Al_2O_3 z miedzią przy użyciu trzech technik: spajania przy zastosowaniu spoiw amorficznych /szkliv/, spajania przy udziale zewnętrznego pola elektrycznego /w odniesieniu do ceramiki $\beta-Al_2O_3$ / i spajania bezpośredniego. Zamieszczono również wyniki badań strukturalnych otrzymanych złączy przy zastosowaniu mikroskopii optycznej, mikroanalizy rentgenowskiej, skaningowej mikroskopii elektronowej oraz dyfraktometrii rentgenowskiej. Opisano także wyniki przeprowadzonych badań wytrzymałościowych /metodą peel-test/ i ich ocenę statystyczną. Dla złączy spajanych przy użyciu szkliv wartość momentu zrywającego wynosiła /dla ceramiki $\alpha-Al_2O_3$ / $\sigma = 20$ Nm. Dla złączy uzyskanych przez spajanie bezpośrednio wartość momentu zrywającego wynosiła: dla ceramiki $\alpha-Al_2O_3$ $\sigma = 140$ Nm, a dla $\beta-Al_2O_3$, $\sigma = 30$ Nm. Oddzielna część pracy obejmuje pomiary i obliczenia rozkładu tempera-

tur i naprężeń w złączu β - Al_2O_3 -Cu, obciążanym cyklicznie naprężeniami cieplnymi. Obliczenia te przeprowadzono dla cyklu -40°C $+300^\circ\text{C}$, -40°C , w czasie 220 s. Cykl ten odzwierciedla warunki eksploatacyjne pracy złączy. Obliczenia te wykazały, że największe naprężenia w złączu występują podczas jego schładzania w czasie pomiędzy $\hat{T} = 100$ i $\hat{T} = 110$ s i wynoszą one wówczas $+92,81$ MPa. W pracy wykazano słuszność wysuniętej tezy, mówiącej, że niezależnie od stosowanej techniki spajania formujące się w złączu warstwy pośrednie mają charakter dyfuzyjny. Wykazano również, że wytrzymałość uzyskanych połączeń nie zależy od grubości powstałej warstwy pośredniej, ale jedynie od jej struktury i składu.

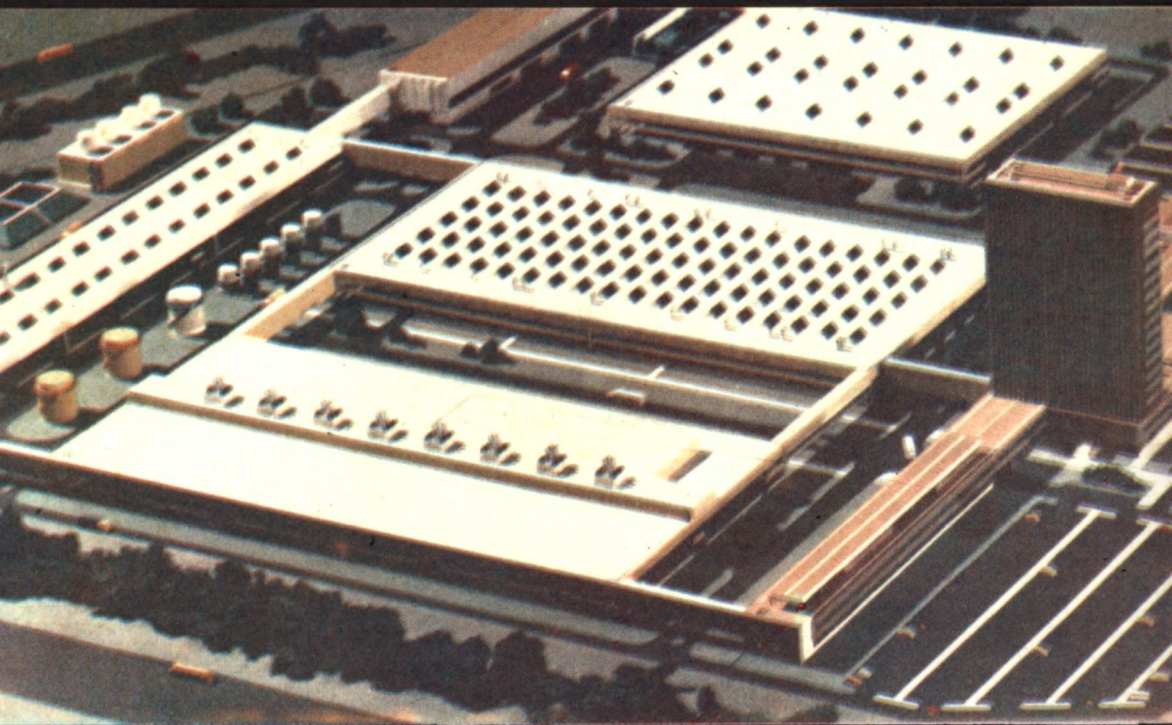
Wyniki pracy zostaną opublikowane w PRACACH ITME nr 26-1988.

Praca dr inż. Katarzyny Pietrzak jest dziesiątym doktoratem promowanym przez prof. dr hab. inż. Władysława K. Włosińskiego, od 1971 r. związanego z naszą instytucją.

INFORMACJA DLA AUTORÓW

Redakcja MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH uprzejmie prosi Autorów o przestrzeganie podanych niżej wskazówek:

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 (co drugi wiersz), 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 (unikając zbyt dużych) należy wykonywać osobno, nie w maszynopisie całego artykułu, w 2 egzemplarzach na oddzielnych arkuszach i numerować kolejno. U góry każdej tabeli podać tytuł objaśniający.
5. Artykuły należy nadsyłać w 2 egzemplarzach; powinny być dołączone krótkie streszczenia w języku polskim, rosyjskim i angielskim, również w 2 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 2 egzemplarzach. Rysunki należy wykonywać na przezroczystej kalce, tuszem.
8. Fotografie powinny być ostre i 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 artykułu 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. Pozycje 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 użytych 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. Konstruktorska 6, 02-673 WARSZAWA