

- [1] Christensen G.J.: The tooth-whitening revolution. J.Am.Dent.Assoc. 133, 2002, 1277-1279.
- [2] Haywood V.B.: Commonly asked questions about nightguard vital bleaching. J.Am.Dent.Assoc., 128, 1997, Supl., 195-198.
- [3] Haywood V.B.: Historia, bezpieczeństwo i skuteczność współczesnych metod wybielania zębów. Zastosowanie metody nocnego wybielania żywych zębów z użyciem łyżki indywidualnej. Quintessence Int., 2, 1993, 1, 121-137.
- [4] Pawlaczek-Kamieńska T.: Zaburzenia barwy zębów pochodzenia wewnętrznego i zewnętrznego. Stom. Współcz., 1., 1998, 5, 16-20.

## ZAGADNIENIE TRANSPORTU OBRAZU ELEKTROMAGNETYCZNYM SYGNAŁEM W OŚRODKU ELEKTRYCZNIE CZYNNYM

MARIUSZ WÓJCIK

KATEDRA BIOMATERIAŁÓW,  
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI  
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA W KRAKOWIE

### Streszczenie

*W artykule przedstawiono pewne rozważania dotyczące transportu obrazu w za pomocą elektromagnetycznego sygnału rozwijającego się w ośrodku elektrycznie czynnym. Celem były teoretyczne rozważania pozwalające uwidocznienie związku pomiędzy impulsem elektromagnetycznym a wywołanym przez niego transportem jonów we włóknie nerwowym. Aparat matematyczny pozwolił na uzyskanie pewnych rozwiązań zgodnych z eksperymentalnym podejściem z znanym z literatury medycznej. Ten rodzaj analiz umożliwi głębsze wniknięcie w strukturę geometrii przepływu ładunków elektrycznych w włóknach przewodzących tak naturalnych jak i sztucznych kompozytach.*

[Inżynieria Biomateriałów, 47-53,(2005),209-212]

### Wstęp

Komórka nerwowa, czyli neuron, jest podstawową jednostką morfologiczną i czynnościową układu nerwowego. Informacje przekazywane są zakodowane w postaci zmian potencjału błony, które przesuwają się na podobieństwo fali wzdłuż wypustek neuronu i są przenoszone przez synapsy na inne komórki nerwowe. W przekazie informacji zasadniczą rolę spełniają występujące w błonie komórki nerwowej kanały jonowe, przez które jony potasu i sodu, wapnia i chlorków oraz inne przepływają do i z komórki [1]. Autor w artykule "Modelowanie transportu obrazu modyfikowanym włóknem polimerowym" [2] przedstawił zagadnienie przeniesienia sygnału prądowego wywołanego transportem impulsu elektromagnetycznego. Znalezione pole prądu Maxwella wynika z układu równań:

- [5] Chmielewski K.: Wybielanie zębów metodą nakładkową. Mag. Stomat., 5, 2000, 18-22.
- [6] Mokhlis G.R., Matis B.A., Cochran M.A., Eckert G.J.: A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. J.Am.Dent.Assoc, 131, 2000, 1269-1277.
- [7] Duun J.R.: Dentist-prescribed home bleaching: current status. Compendium, 19, 1998, 8, 760-764.
- [8] Król K., Nowakowska-Socha J., Grocholewicz K.: Nocne nakładkowe wybielanie zębów żywych z zastosowaniem 10%-15% nadtlenku karbamidu. Przegląd piśmiennictwa. Porad. Stomat., 2, 2004, 8-32.
- [9] Leonard R.H., Haywood V.B., Philips C.: Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. Quintessence Int., 28(8), 1997, 527-534.

## PROBLEM OF AN IMAGE TRANSPORTATION BY AN ELECTROMAGNETIC SIGNAL IN AN ELECTRICALLY ACTIVE OBJECT

MARIUSZ WÓJCIK

BIOMATERIALS DEPARTMENT,  
FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS  
UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, CRACOW

### Abstract

*Discussion on image transportation using electromagnetic signal developing in electrically active object was presented in paper. The theoretical considerations allowing revealing connections between an electromagnetic impulse and its effect on ions transport in the nerve fibres was the main aim. The mathematical modelling allows obtaining some solutions concordant with an experimental approach known from the medical literature. Such analysis give a possibility to penetrate into the geometry of the flow of electrical charges in a natural as well as an artificial conductive composites fibres.*

[Engineering of Biomaterials, 47-53,(2005),209-212]

### Introduction

Neuron belongs to basic morphological and functional units in the nerve system. Transmitted information is codes in changing of the membrane cell potential that passes as wave along neuron endings and next are transported by synapses into others neurons. Ion channels at membrane cell play the main role during information transportation where potassium, sodium, calcium and chlorine ions flow into cell and back [1]. Author considered the problem of the transportation of the current signal that was caused by the electromagnetic impulse in the article "Modelling of Image Transportation Using Modified Polymers Fibres" [2]. The electromagnetic fields have been derived from the Maxwell equations:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \text{rot}E = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial t} - \text{rot}H = j \quad (1)$$

where:  $E, H, j: R^3 \times R^3 \rightarrow R^3$ , are intensities of electric, magnetic and the current fields (FIG.1). For adequate assumptions

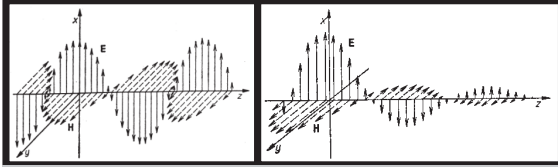
$$\frac{\partial H}{\partial t} + \text{rot} E = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial t} - \text{rot} H = j \quad (1)$$

gdzie:  $E, H, j: R^3 \times R^1 \rightarrow R^3$ , są natężeniami pól elektromagnetycznych i gęstości prądu.

Autor przy odpowiednich założeniach rozważa impuls postaci:

$$E_x(x) = f(x_k, x_l) + \sin(x_3 - t + \varphi_n) \quad H_x(x) = g(x_k, x_l) + \sin(x_3 - t + \psi_n)$$

gdzie funkcje  $f, g$  oznaczają rozmycie natężenia pola elektromagnetycznego w kierunkach ortogonalnych do rozchodzenia się impulsu pola.



**RYS.1. Pola elektryczne i magnetyczne fali TEM rozchodzącej się w próżni (z prawej) i w ośrodku stratnym [ 1 ].**

**FIG.1. Maxwell's fields of TEM (Transverse Electromagnetic) wave in a vacuum (left) and lose object (right) [ 1 ]**

### Modelowanie transportu obrazu

Spełnienie przez takie pola równań Maxwella prowadzi do kolejnych równań cząstkowych, hiperbolicznych, których rozwiązania mogą podać kształt pola prądu na ekranie odbiorczym, ortogonalnym do kierunku rozchodzenia się impulsu. Równania te mają postać:

$$-\Delta f + \frac{\partial}{\partial x_1} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = \frac{\partial j_1}{\partial t} \quad (2)$$

$$-\Delta f + \frac{\partial}{\partial x_2} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = \frac{\partial j_2}{\partial t} \quad (3)$$

Ponieważ funkcja  $f$  zależy jedynie od współrzędnych przestrzennych, zatem gęstości prądu mogą być jedynie funkcjami liniowymi czasu z wypisanymi współczynnikami. Ponieważ jednak gęstość prądu nie może silnie rosnąć czy maleć zatem odpowiednie współczynniki są zerami a stała addytywna jest jedynie funkcją zmiennych przestrzennych. Dostajemy zatem z (2,3):

$$(j_1, j_2) = (A_1(x), A_2(x)) \quad (4)$$

gdzie:

$$\Delta f - \frac{\partial}{\partial x_1} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = 0 \quad (5)$$

$$\Delta f - \frac{\partial}{\partial x_2} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = 0$$

Pozostałe związki posiadają postać:

$$\frac{\partial j_2}{\partial x_1} = \frac{\partial j_1}{\partial x_2}, \quad \frac{\partial j_3}{\partial t} = 0 \quad (6)$$

oraz z powodu założonego identycznego rozmycia pól magnetycznych i elektrycznych w płaszczyźnie ortogonalnej do kierunku rozchodzenia się impulsu,

$$\Delta f = \frac{\partial j_3}{\partial x_2} - \frac{\partial j_2}{\partial x_3}, \quad \Delta f = \frac{\partial j_3}{\partial x_1} - \frac{\partial j_1}{\partial x_3} \quad (7)$$

Rozwiążemy obecnie równania (5). Dostaniemy:

$$\frac{\partial f}{\partial x_2} - \frac{\partial f}{\partial x_1} = B_1(x_1), \quad \frac{\partial f}{\partial x_1} - \frac{\partial f}{\partial x_2} = B_2(x_2) \quad (8)$$

A wobec tego otrzymamy ostatecznie:

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} - \frac{\partial f}{\partial x_2} = B = \text{const.} \quad (9)$$

A zatem funkcja  $f$  musi posiadać określone własności, zależące od stałych:

the author considered the impulse of the form:

$$E_x(x) = f(x_k, x_l) + \sin(x_3 - t + \varphi_n) \quad H_x(x) = g(x_k, x_l) + \sin(x_3 - t + \psi_n)$$

where functions  $f, g$  denote adequate distributions of the electromagnetic fields on the orthogonal directions to the direction of the move of the impulse.

### Main results

Fulfilling of the Maxwell's equations by the electromagnetic impulse lead to the another partial differential equations which can give us the formula of the current field on the receiver. Receiver is orthogonal to the direction of the move of the impulse. These equations have the form:

$$-\Delta f + \frac{\partial}{\partial x_1} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = \frac{\partial j_1}{\partial t} \quad (2)$$

$$-\Delta f + \frac{\partial}{\partial x_2} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = \frac{\partial j_2}{\partial t} \quad (3)$$

Function  $f$  depends on space variables only and the densities of the current  $j$  are linear function of time with adequate coefficients. We assume that adequate coefficients are equal zero and the additive constant are functions of the space variables because the current density can arise strongly as well as be lower. Hence we have from (2,3):

$$(j_1, j_2) = (A_1(x), A_2(x)) \quad (4)$$

where:

$$\Delta f - \frac{\partial}{\partial x_1} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = 0 \quad (5)$$

$$\Delta f - \frac{\partial}{\partial x_2} \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \right) = 0$$

Other equations have the form:

$$\frac{\partial j_2}{\partial x_1} = \frac{\partial j_1}{\partial x_2}, \quad \frac{\partial j_3}{\partial t} = 0 \quad (6)$$

and because of an assumption about the identical dispersion of magnetic and electric fields of variables in the orthogonal plane to the direction of the movement of the electromagnetic impulse hence we have:

$$\Delta f = \frac{\partial j_3}{\partial x_2} - \frac{\partial j_2}{\partial x_3}, \quad \Delta f = \frac{\partial j_3}{\partial x_1} - \frac{\partial j_1}{\partial x_3} \quad (7)$$

We solve now the equation (5). We have:

$$\frac{\partial f}{\partial x_2} - \frac{\partial f}{\partial x_1} = B_1(x_1), \quad \frac{\partial f}{\partial x_1} - \frac{\partial f}{\partial x_2} = B_2(x_2) \quad (8)$$

and from this:

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} - \frac{\partial f}{\partial x_2} = B = \text{const.} \quad (9)$$

Therefore the function  $f$  has adequate properties and it depends on the two constant:

$$\text{const} = x_1 + x_2, \quad \text{const} = f - Bx_1$$

Hence the solution function  $f$  has the form:

$$f(x_1, x_2) = \text{const} + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \Phi(x_1 + x_2), \quad \Phi$$

is an arbitrary function.

We write now the equality:

$$\frac{\partial A_1}{\partial x_2} = \frac{\partial A_2}{\partial x_1} \quad (10)$$

and:

$$A_3(x) = j_3 \quad (11)$$

(from the stationary of the component of the electrical current).

Because of assumed homogeneous of the object we can write:  $A_1(x) = A_2(x) = A$  what gives us next equality:

From this we have:

$$j_i(x) = A(x_1 + x_2) + h_i(x_3), \quad i = 1, 2,$$

$$const = x_1 + x_2, \quad const = f - Bx_1$$

A wobec tego rozwiązaniem problemu będzie funkcja:

$$f(x_1, x_2) = const + a_1x_1 + a_2x_2 + \Phi(x_1 + x_2), \quad \Phi \text{ jest dowolną funkcją.}$$

Zapiszmy jeszcze związki:

$$\frac{\partial A_1}{\partial x_2} = \frac{\partial A_2}{\partial x_1} \quad (10)$$

oraz, wobec stacjonarności prądu:

$$A_3(x) = j_3. \quad (11)$$

Z racji homogeniczności ośrodka musimy przyjąć

$A_1(x) = A_2(x) = A$ , co tworzy kolejny związek:

$$\frac{\partial A}{\partial x_1} - \frac{\partial A}{\partial x_2} = 0 \quad (12)$$

skąd ostatecznie

$$j_i(x) = A(x_1 + x_2) + h_i(x_3), \quad i = 1, 2,$$

gdzie  $A(x)$  jest dowolną funkcją.

Dostajemy po odjęciu stronami zależności (6)

$$\frac{\partial A_3}{\partial x_2} - \frac{\partial A_3}{\partial x_1} = 0,$$

skąd:

$$j_3(x) = \Psi(x_1 + x_2) + h(x_3), \quad \Psi$$

zależy od funkcji  $f$ ,

gdzies  $h_3(x_3) = A \sin(\alpha x_3)$  pełni równania (5,6).

$$\frac{\partial j_1}{\partial x_2} = \frac{\partial j_2}{\partial x_1}$$

Zauważmy, że równości spełniają funkcję

$$j_i(x) = h_i(x) + B_i(x_1, x_2), \quad i = 1, 2$$

Ponieważ założyliśmy równoprawność obu współrzędnych, zatem możemy składowe odpowiedniego prądu zapisać w postaci:

$$j(x) = h(x) + B(x_1, x_2)$$

co prowadzi do poprzednio uzasadnionej postaci:

$$j(x) = const + B(x_1 + x_2), \quad h = const,$$

gdzie  $B$  dowolna funkcja.

Ostatnia zależność opisuje właśnie rozważaną w [1] pompę jonową, głównie jonów sodowych i potasowych prowadzących w przewodzie nerwowym impuls elektryczny do zespołu centralnego. Jonów na przemian dodatnich i ujemnych [4]. Przeanalizujemy pole prędkości tych jonów na podstawie równania ciągłości. Zauważmy, że zależność  $h(x)$  nie została w pracy analizowana z powodu konieczność wypowiedzenia się o np. stratności przewodu, co nie jest zadaniem powyższej pracy. Natomiast funkcje te staną się ważne dla określenia pola prędkości elementu przesuwającego się pod wpływem prądu do ośrodka sterującego. Wypiszmy równanie ciągłości:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \text{div}(qv) = 0 \quad \text{lub} \quad \frac{\partial q}{\partial t} + \text{div}(j) = 0 \quad (13)$$

Dlatego:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\text{div}j, \quad j = qv$$

Ostatnie równanie pozwala wyliczyć pole gęstości ładunku jonów w transporcie impulsu do centralnego ośrodka kodującego. Równanie skalarne wymaga dodatkowych warunków dla uzyskania wszystkich składowych wektora, a więc geometrycznych warunków dla transportu impulsu. Geometrycznymi warunkami dla takiego impulsu może być na przykład symetria względem pewnej helisy kołowej (RYS.2), jeśli przewód będzie miał symetrię radialną w przekrojach. Ponieważ wektor prądu  $j$  jest znany jako funkcja współrzędnych zatem ograniczone rozwiązanie  $q(x,t)$  równania ciągłości musi mieć punkt osobliwy. Dlatego też funkcja  $q(x,t)$  będzie miała charakterystyczna wibrację i relaksację w opi-

where  $A(x)$  is an arbitrary function.

We subtract the equation (6):

$$\frac{\partial A_3}{\partial x_2} - \frac{\partial A_3}{\partial x_1} = 0,$$

and from this:

$$j_3(x) = \Psi(x_1 + x_2) + h(x_3), \quad \Psi \quad (12)$$

depends on the function  $f$ , where:  $h_3(x_3) = A \sin(\alpha x_3)$  satisfies the equations (5,6).

$$\frac{\partial j_1}{\partial x_2} = \frac{\partial j_2}{\partial x_1}$$

Let's see that the equality satisfies the functions

$$j_i(x) = h_i(x) + B_i(x_1, x_2), \quad i = 1, 2.$$

Considering equal rights of the variables, hence we can write adequate components of the electrical current as:

$$j(x) = h(x) + B(x_1, x_2)$$

which leads to the form of the current:

$$j(x) = const + B(x_1 + x_2), \quad h = const,$$

where  $B$  is arbitrary function.

The last formula describes the sodium and potassium potential of the ions both positive and negative alternatively (considered in [1]) which conduct the electric current impulse in the nerve fibre to the central body [4]. We will analyse the velocity field of these ions on the base of the continuity equation. We can see that we do not analyse the dependence  $h(x)$  because we do not assume about e.g. lossiness of the electric conduit. These functions can be important for the description of the velocity of field element flowing under the current into the main steering base.

We consider now the continuity equation:

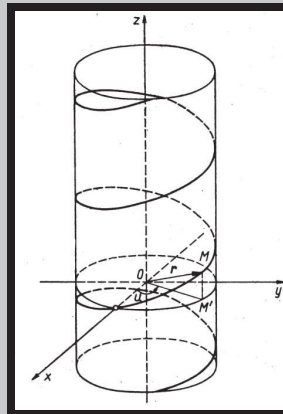
$$\frac{\partial q}{\partial t} + \text{div}(qv) = 0 \quad \text{or} \quad \frac{\partial q}{\partial t} + \text{div}(j) = 0 \quad (13)$$

Therefore:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\text{div}j, \quad j = qv$$

The last equation gives us the density of the ions in transport of the impulse to the receiving set centre. The equation requires additional conditions for finding all components of the vector. The symmetry of helices can be the geometrical conditions for the impulse transportation when fibres will have the radial section symmetry (FIG.2). Because  $j$  is known as a function of the variables therefore the bounded solutions  $q$  of the continuity equation have singular points. Therefore the function  $q(x,t)$  will be the vibration (and a relaxation) in our process.

Considering the technical possibilities for manufacturing of symmetric polymer fibres composites modified with mag-



RYS. 2. Koncepcja trajektorii impulsu elektrycznego związanej z symetrią helisy kołowej.  
FIG. 2. Conception of the electrical impulse trajectory according to circle helices.

sanym procesie transportu impulsu elektromagnetycznego. Mając na uwadze możliwości techniczne uzyskania kompozytowych włókien polimerowych modyfikowanych dodatkami o właściwościach magnetycznych o tejże symetrii możemy postawić zagadnienie przesyłu impulsu przez takie włókno. To zagadnienie będzie przedmiotem następných rozważań.

## Wnioski

1. Zmienny w czasie impuls elektromagnetyczny w efekcie dojścia do ekranu daje nam stacjonarny obraz źródła świecenia. Prąd w kierunku rozchodzenia się impulsu może słabnąć jeżeli wpływ ośrodka okaże się istotny i wówczas w praktycznych rachunkach założenie o homogeniczności ośrodka będzie musiało zostać przekonstruowane.
2. Prądy w kierunkach ortogonalnych również są stacjonarne i mogą wywoływać różnice potencjałów na ekranie, podkreślając własności punktów o maksymalnych natężeniach.
3. Funkcje rozmywające impuls punktowy mają określone ograniczenia, niemniej moc ich zbioru jest dostatecznie duża by przekazywać dobrze zarysowany sygnał wstępny. Dalsze rachunki wymagają już określonych własności technologicznych, dlatego nie będziemy uzyskiwać związków rozbudowywać dalej. Wnioski te zależą już będą od ściśle zarysowanych warunków brzegowych oraz danych pomiarowych.

## Piśmiennictwo

- [1] W.Z.Traczyk, Fizjologia człowieka, Wydawnictwa Lekarskie, 2004.  
 [2] M.Wojcik, "Modelowanie transportu obrazu modyfikowanymi włóknami polimerowymi", Ogólnopolska Konferencja Naukowa - Modelowanie Cybernetyczne Systemów Biologicznych, Kraków, 2005.

netic additives we can consider the problem on impulse transportation through such fibres. This problem will be discussed in the next paper.

## Conclusion

1. The amplitude of the electromagnetic impulse depends on the time and gives a stationary image of the electromagnetic source. The electrical current in the movement direction of electromagnetic impulse can be weakening for real conductor.
2. The currents for orthogonal direction are stationary too and they can cause the potentials difference on the receiving centre underlining properties of the points with maximal potentials.
3. The functions which weaken the impulse point have certain restrictions, however the initial power of the set impulse can be adequate strong to show good synopsis of the signal. Others calculations need technological materials parameters.

## References

- [3] T.Morawski, W.Gwarek, Pola i fale elektromagnetyczne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1998.  
 [4] A.Longstaff, Instant Notes Neuroscience, PWN, 2002.

## MIKROSTRUKTURA ORAZ NAPRĘŻENIA WŁASNE ODLEWANYCH STOMATOLOGICZNYCH STOPÓW Ni-Cr

ADAM BRZEZIAK\*, STANISŁAW J. SKRZYPEK\*,  
 JANUSZ JURASZEK\*\*

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań biogodnych materiałów wykorzystywanych w protetyce dentystrycznej. Badania wykonano na stopach Ni-Cr o nazwach handlowych Wiron, Remanium oraz Rodent. Przeprowadzono identyfikację składników mikrostruktury na zgładach metalograficznych, natomiast na powierzchni bocznej próbek wykonano analizę fazową oraz zmierzono powierzchniowy stan naprężeń własnych. W tym celu zastosowano mikroskopię świetlną, dyfrakcyjną analizę fazową oraz dyfrakcyjną metodę  $\sin^2\psi$ . Wykonano badania metalograficzne materiału. Ocena stanu naprężenia warstwy powierzchniowej, jak i analiza mikrostruktury stomatologicznych stopów Ni-Cr wykorzystane będą do doboru parametrów odlewania i do prognozowania właściwości złącza metal - powłoka ceramiczna.

[Inżynieria Biomateriałów, 47-53,(2005),212-214]

### Wstęp

Stopy Ni-Cr stanowią dużą grupę materiałów wykorzystywanych w protetyce dentystrycznej na mostki, korony

## MICROSTRUCTURE AND RESIDUAL STRESSES OF NICKEL-CHROMIUM DENTAL ALLOY CASTINGS

ADAM BRZEZIAK\*, STANISŁAW J. SKRZYPEK\*,  
 JANUSZ JURASZEK\*\*

### Abstract

The paper presents results of studies on biocompatible Ni-Cr high alloy materials used in prosthodontics. Investigations were carried out on Ni-Cr alloys manufactured under the trade names Wiron, Remanium and Rodent. Metallographic examinations were performed on alloy cross sections, while on the side surface of the specimens the phase analysis was made and the residual stresses was measured. These investigations were carried out by means of optical microscope equipped with digital camera, X-ray diffraction phase analysis and X-ray diffraction  $\sin^2\psi$  method. Estimation of the superficial residual stresses state, as well as the analysis of microstructure of dental Ni-Cr alloys, will be used for fitting casting parameters and for modelling properties of ceramic to metal seals.

[Engineering of Biomaterials, 47-53,(2005),212-214]

### Introduction

Ni-Cr alloys constitute a large group of materials used in dental prosthetics for such applications as bridgeworks,