

BIODEGRADABLE METAL MATERIALS FOR BONE TISSUE PROSTHETICS

Olga Panáková

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xpanak02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Marie Sedlaříková

E-mail: sedlara@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper is focused on use of metal materials as a bone replacement. This paper also includes description of techniques of preparation, which involves selection of material and its procession. Furthermore there are stated results of experiments, this is EDAX, electrochemical experiments and monitoring the decay of the sample. Those are amended with pictures.

Keywords: Metal materials, corrosion, samples preparation, material degradation.

1. ÚVOD

Dospělá lidská kostra se skládá z 206 kostí. Většinu lidí se nejméně jednou za život nějaká kost zlomí. Pokud se toto stane v mládí, kdy je organismus schopný se s touto situací vyrovnat, tak to není problém. Kost opět sroste. Jsou ale případy, kdy takovýto srůst není možný. Jedná se o jedince, kteří mají genetickou chorobu postihující kosti, nebo postižený jedinec je už tak starý, že se jeho organismus nedokáže vypořádat se zlomeninou sám. Právě pro tyto pacienty je zaměřena tato práce, která popisuje přípravu a vlastnosti biodegradabilních kovových materiálů, které by v budoucnu mohly pomoci k léčbě zlomenin.

2. PŘÍPRAVA VZORKŮ

Jako nosný materiál byla použita PUR pěna Bulpren S 28089 která má otevřenou strukturu a velikost buňky 740-1040 mm. [1] Druhým nosným materiálem byla PUR pěna, se kterou bylo připraveno pět vzorků.

Vzoreček z pěny byl ponořen do roztoku obsahující destilovanou vodu a práškové kovy v různém poměru. Po důkladném protřepání byl vzorek vyjmut a vypálen v peci s inertní atmosférou při teplotě 1100 °C. [2]

2.1. POUŽITÉ MATERIÁLY

Pro přípravu vzorků bylo použito práškové železo, které tvoří základ všech vzorků. Dalšími přísadami byly práškové stříbro a křemík. Poměr prvků obsažených ve vybraných vzorcích je uveden v tabulce 1.

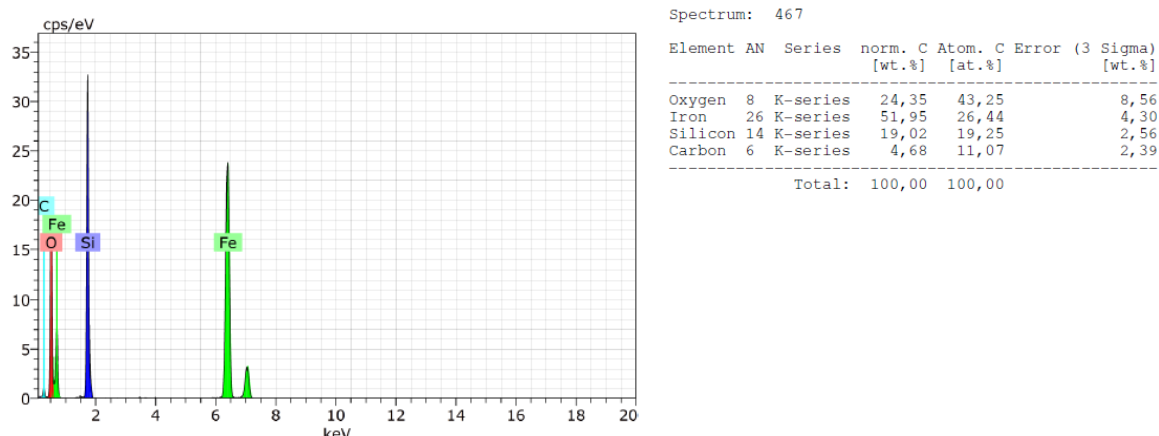
Číslo vzorku/ jednotlivé zastoupení prvků	Železo	Stříbro	Křemík
1	100%	0%	0%
2	95%	5%	0%
3	95%	0%	5%
4	90%	5%	5%

Tabulka 1: Zastoupení prvků ve vzorcích

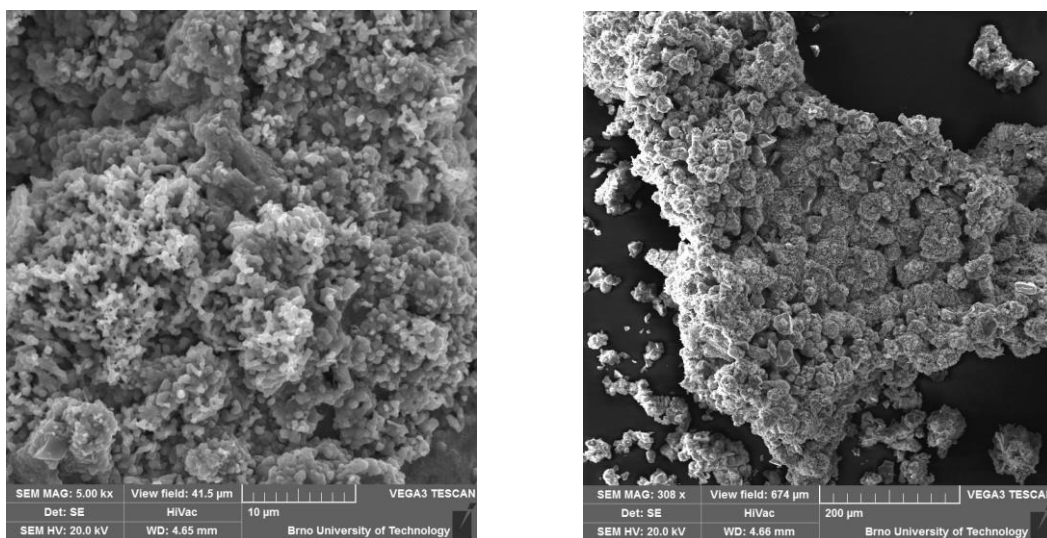
3. ANALÝZA VZORKŮ

U vzorků byl sledován úbytek popřípadě nárůst hmotnosti. Současně byla struktura vzorků pozorována elektronovým mikroskopem Tescan s EDAX analýzou. Měření korozního potenciálu byly prováděny pomocí potenciostatu firmy Autolab. Vzhledem k množství provedených dat je uveden jako příklad pouze vybraný vzorek s obsahem 95% železa a 5% křemíku.

Na obrázku 1 je uvedena EDAX analýza, která nám ukazuje zastoupení jednotlivých prvků ve vzorku. Kyslík obsažený ve vzorku je samozřejmostí, neboť měření nebylo prováděno ve vakuu. Uhlík je pozůstatek z pálení vzorku. Množství železa a křemíku odpovídá přípravě, kdy část kovů ulpěla na stěnách pece. Jelikož se nenachází žádný další prvek, můžeme říci, že vzorek byl připraven bez kontaminace.



Obrázek 1: Hmotnostní zastoupení prvků vzorku s obsahem 95% železa a 5% křemíku



Obrázek 2: Zobrazení vzorku s obsahem 95% železa a 5% křemíku pomocí elektronového mikroskopu s analyzátozem EDAX

3.1. ELEKTROCHEMICKÉ MĚŘENÍ VZORKU S OBSAHEM 95% ŽELEZA A 5% KŘEMÍKU

Na jednotlivých vzorcích bylo provedeno měření korozního potenciálu. Korozní potenciál vypočtený

z Tafelovy rovnice se shoduje s korozním potenciálem naměřeným, což vypovídá o správném měření.

Korozní proud [A]	Proudová hustota [A/cm ²]	Korozní potenciál naměřený [V]	Korozní potenciál vypočítaný [V]	Korozní rychlost [mm/rok]
8,05E-05	8,05E-05	-6,36E-01	-6,36E-01	2,17E+02

Tabulka 2: Výsledky elektrochemického měření vzorku s obsahem 95% železa a 5% křemíku

3.2. POZOROVÁNÍ ÚBYTKU A NÁRŮSTU HMOTNOSTI VZORKŮ

Jednotlivé vzorky byly ponořeny do několika fyziologických roztoků: fyziologický roztok (4,5 g NaCl v 500 ml destilované vody), fyziologický roztok s peroxidem vodíku (4,5 g NaCl a 0,3 ml peroxidu vodíku v 500 ml destilované vody), Ringerův roztok (8,6 g NaCl, 0,3 g KCl, 0,25 g CaCl₂ v 1000ml destilované vody), fyziologický roztok s kyselinou vinnou a NaOH (4,5 g NaCl, 1,5 g kyseliny vinné a 0,2 g NaOH v 500 ml destilované vody, pH 3,5). [3]

Vzorky byly vloženy do sušárny nastavené na teplotu 38°C. Vzorky byly v roztocích po dobu šesti dní, následně byly očištěny v ultrazvukové čističce a byly vysušeny po dobu 24 hodin při teplotě 50°C. Po vysušení byly vzorky zváženy. Tento postup byl opakován po 10 týdnech.

4. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Celkem bylo připraveno devět vzorků, vždy po sedmi kusech. Jednalo se o vzorky: Fe s přídavkem Si, Ag, v poměru od 5 do 10%. Největší úbytek hmotnosti byl zaznamenán u vzorku obsahující 90% železa, 5% křemíku a 5% stříbra, který byl ponořen do fyziologického roztoku. Procentuální úbytek je 0,0157 gramů na den. Naopak největší nárůst hmotnosti byl naměřen u vzorku obsahujícího 100% železa, ponořeném ve fyziologickém roztoku s kyselinou vinnou, kdy procentuální nárůst na den je 0,0047 gramů. Tento nárůst je způsoben reakcemi vzorku s roztokem a vytvořením vrstvy na povrchu vzorku.

Následující postup bude zaměřen na přípravu dalších vzorků, které budou mít jiné příměsi a procentuální zastoupení než vzorky doposud připravené. Jedním z prvků, jehož vliv na pevnost i rozpustnost vzorků budeme zkoumat, je hořčík a fosfor.

5. ZÁVĚR

Výzkum biodegradabilních kovových materiálů je teprve na začátku. Bohužel si toto odvětví vyžaduje velké množství času, neboť určení ideálního postupu výroby vzorku musí být mnohdy opakováno a to s malými změnami. Sledování úbytku nebo nárůstu hmotnosti vyžaduje také dostatek času.

REFERENCE

- [1] Eurofoam. Bulpren-S [online]. Eurofoam: (c) 2004 – 2010. [cit. 1.3.2015]. Dostupné z: <http://www.eurofoam-tp.cz/bulpren-s.php>
- [2] ElsevierWegener, Bernd., Sievers, Birte., Utzschneider, Sandra., Müller, Peter., Jansson, Volkmar., Röbber, Sophie., Neis, Berthold., Stephani, Günter., Kieback, Bernd., Quadbeck, Peter.,: Microstructure, cytotoxicity and corrosion of powder- metallurgical iron alloys for biodegradable bone replacement materials [online]. 15 December 2011. Pages 1789–1796 [cit.20.2.2015]. Dostupné z: ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921510711002054>
- [3] Panáková, Olga.: Biodegradabilní kovové materiály jako náhrady kostí. Brno, 2014. Bakalářská práce. VUT, fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.