

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЕГМЕНТИ ЗА РЯЗАНЕ НА КАМЪК ОТ СПЛАВ Cu-30\%Fe-20\%Sn

Никола Стойчев¹, Здравка Карагьозова², Светлана Янева¹,
Ирен Дрангажова¹, Ставри Ставрев²

¹ Институт по металознание – Българска академия на науките

² Институт за космически изследвания - Българска академия на науките
e-mail: n_stoichev@ims.bas.bg

Ключови думи: рязане на камък; сегменти от ПМ сплав Cu-30\%Fe-20\%Sn , структура; износоустойчивост

Abstract: The aim of this report is to study Sn as substitute for Co in an alloy-carrier of diamond particles for stone-cutting segments. A PM base alloy CuFe30Co20 has been investigated. Here the working characteristics had to be bettered or preserved. Specimens of the alloys are obtained by pressing and sintering of batches of metal powders. Sintering was performed under constant pressure at $600\text{--}800^\circ\text{C}$. In the structures obtained SEM investigations revealed the chemical content of bulk metal regions. Preliminary results on working characteristics of segments have been obtained by testing in real stone-cutting condition.

Резюме: Изследвани са детайли от праховометалургични сплави на медна основа за носители на диамантени частици, приложими за рязане на камък. Цел на работата е замяната на кобалта с калай в сплави, които се използват за режещи сегменти, като се запазят и подобрят работните им характеристики. Изследвана е микроструктурата на сплав Cu-30\%Fe-20\%Sn , аналог на използваната в момента Cu-30\%Fe-20\%Co (CuFe30Co20). Образци от двата сравнявани композита бяха получени от прахови смеси на металите, влизащи в сплавта, с добавки от абразивни компоненти (едри диамантени частици). Синтероването на изходните смеси се провежда под налягане при температури $600\text{--}800^\circ\text{C}$. В получените структури масивните области на медна и желязна основа са идентифицирани с помощта на сканиращ електронен микроскоп. Проведени са предварителни изпитания за живота на работни сегменти, вградени по периметъра на стоманен диск-носител, при условията на мокро рязане на мрамор.

Увод

Необходимостта от режещи инструменти за твърди материали налага нови изследвания в областта на праховометалургичните сплави. От години световен проблем е заместване на някои токсични елементи, замърсяващи околната среда. Такъв елемент е кобалтът, който е широко използван в сплави за носители на абразивни частици в режещите части на инструментите за обработка на камък [1]. В това отношение се разработват нови композиционни материали, в матрицата на които се изключва кобалтът. При замяната на кобалта с калаен компонент, се експериментира уякчаване на сплавта чрез включване на нано-размерни частици (т.н. УДДП – ултрадисперсни диамантени частици пречистени според [2]) за постигане на по-добри експлоатационни качества на режещите сегменти при инструментите за промишлено рязане и обработка на камък. Цел на представения доклад е изследване на праховометалургична сплав и композит на нейна основа, в която кобалтът да се замести с калай, при което се цели увеличаване на съотношението медна фаза / фазова компонента на желязна основа, като технологично се подобри захващането на абразивните диамантени частици и се постигне повишена устойчивост към изронване.

Опитна постановка

Изследвани са праховометалургични сплави на медна основа за носители на диамантени частици, приложими за рязане на камък. Образци от двете сравнявани сплави - използваната в момента сплав CuFe30Co20 и на сплав от типа CuFe30Sn20 , бяха получени от прахови смеси на металите – основни компоненти на сплавите, като в някои случаи се внасяха прахове от съответни двукомпонентни сплави (напр. калаен бронз). Добавките от абразивно действащия материал (диамантени частици $\varnothing 50\ \mu\text{m}$) бяха предварително метализирани [3]. Композитните смеси бяха пресовани и подложени на синтероване под налягане при температури $600\text{--}800^\circ\text{C}$. В някои експерименти бяха внасяни наноразмерни диамантени частици, както с прахообразния калай, така и

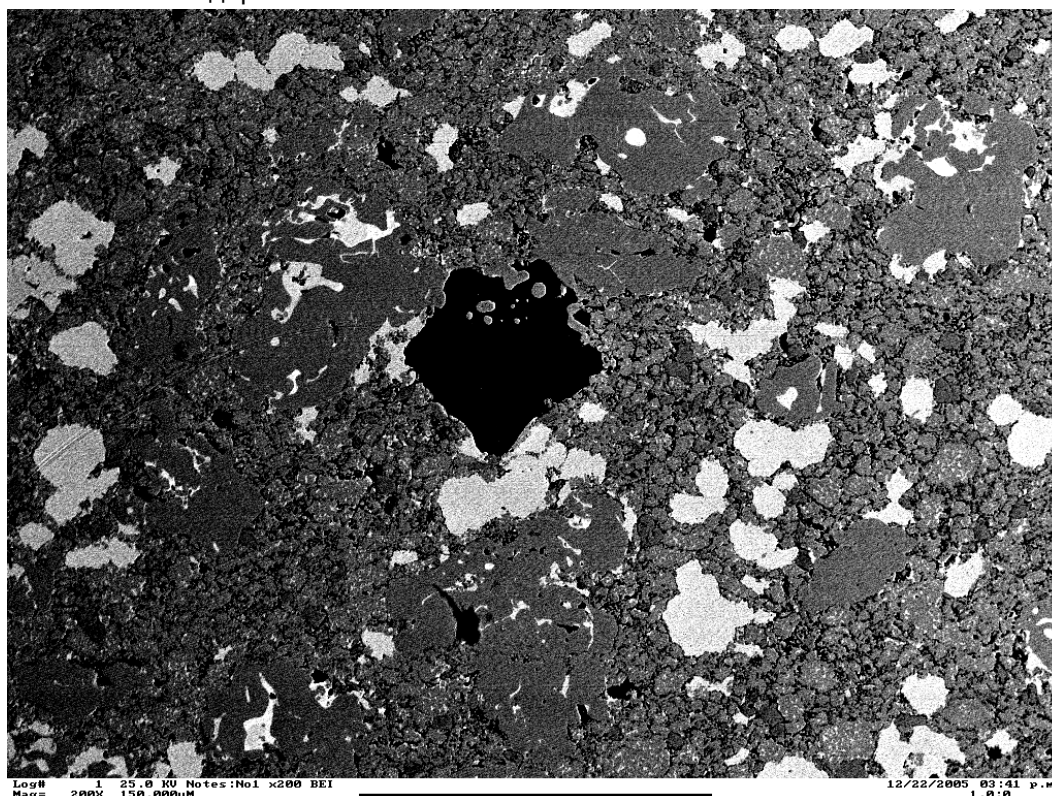
внедрени в металното покритие на едрите диамантени частици, за осигуряване на плътен и устойчив контакт на матрицата (съотв. железни и медни фази) с абразивните зърна.

В изследваните микроструктури наличните фази на медна и желязна основа са идентифицирани с помощта на сканиращ електронен микроскоп.

Проведени са предварителни изпитания за живота на работни сегменти, вградени по периметъра на стоманен диск-носител, при условията на мокро рязане на мрамор.

Резултати и обсъждане

Първоначално са изследвани сплави с кобалтово съдържание около 20%, в които при синтероване на композита са вградени диамантени частици с микро- и нано- размери. По данни за плътността на синтеровани образци, получената стойност 5.54 g/cm^3 предполага около 20% остатъчна пористост. Изследване на структурата чрез сканираща електронна микроскопия и рентгенов микроанализ показват неравномерно разпределение на елементите в различните участъци, което означава, че композитът е съставен поне от две метални фази, а пористостта е съсредоточена около областите на медна основа. При първата сплав (фиг.1,2,3) с интегрален химичен състав Fe –66,32%; Co –10,04%; Cu –21,23%; Sn –2.41%, бяха идентифицирани няколко области, описани в текста под фиг.1

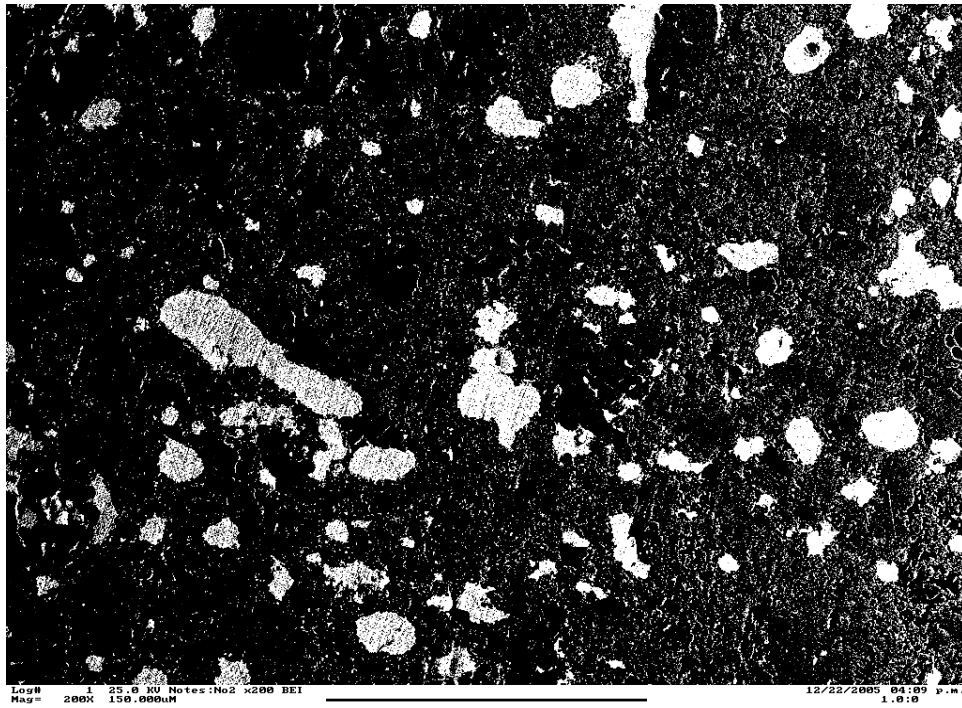


Фиг.1. Микроструктура на напречно сечение на сегмент от дисков режещ инструмент.

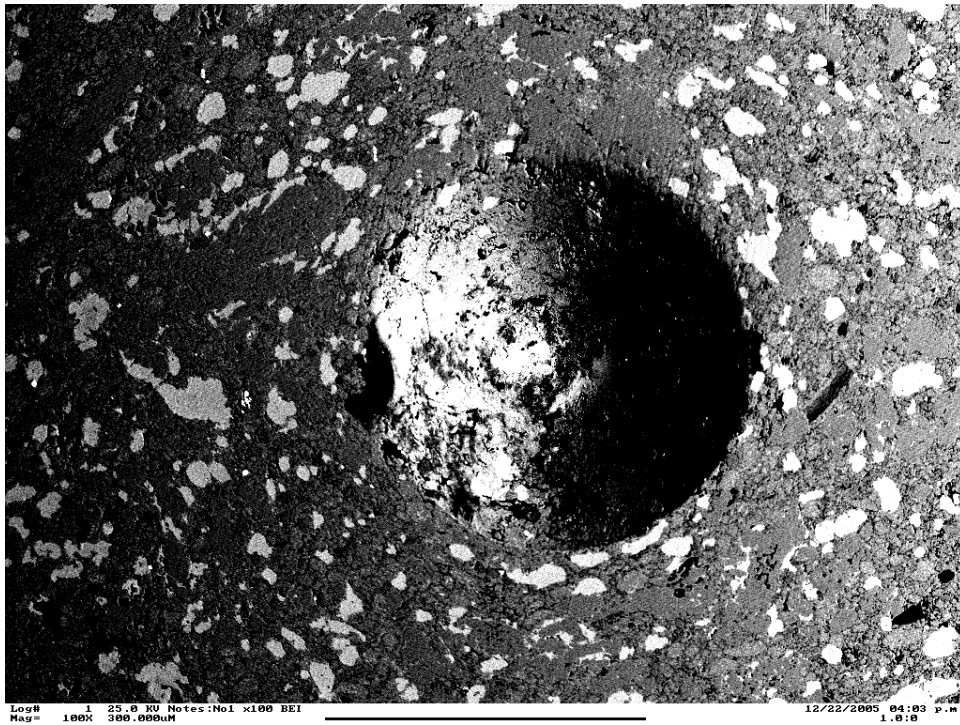
Състав на отделните масивни области:

- Бяла зона – Fe ~ 1%; Co ~ 0,5%; Cu ~ 97%; Sn 1%
- Бяла в контакт със сива – Fe ~ 40 %; Co ~ 15 %; Cu ~ 40 %; Sn ~ 5 %
- Разкъсана сива зона – Fe ~ 75 %; Co ~ 20 %; Cu ~ 4 %; Sn ~ 1 %
- Сива плътна – Fe ~ 80 %; Co ~ 16 %; Cu ~ 4 %

Експериментирано е внасяне на наноразмерни диамантени частици, внедрени в металното покритие на едрите диамантени частици, за осигуряване на плътен и устойчив контакт на матрицата с абразивните зърна. Чрез повишеното съдържание на въглерод в зоните на медна основа е локализирано присъствието на уякчаващите УДДП частици.



Фиг. 2. Микроструктура на повърхност на режещ сегмент.
Рентгеновият микроанализ потвърждава показаните по-горе данни
за състава на различимите области от шлифа



Фиг. 3. Според теста за твърдост по Бринел стойностите от 52,7 до 62,7
отразяват влиянието на пористостта и на по-меките - бели фази

С тази усложнена по състав композитна структура (с включените нано-размерни прахове) бяха постигнати обнадеждаващи резултати за предлагане в практиката на работни елементи от екологично чиста сплав. Проведените експерименти със сплави, в които кобалтът е заместен с калай показват отлични експлоатационни характеристики, като се получава подобрен захващащ ефект на

компактираните в сплавта микро- диамантени частици, а внесената съставка от УДДП (нано-размерни диамантени частици) уякчава предимно зърната с високи концентрации на калай. Резултатите от изпитанията показват подобрена устойчивост и удължен живот на композитните режещи елементи от новата сплав при работни скорости 60 min^{-1} .

Предстоящи са структурни изследвания на сплавите без кобалт и с повишено съдържание на калай.

Изводи

1. Получени са композитни сегменти за инструменти за рязане на камък от праховометалургични сплави на медна основа с повишено съдържание на калай, при част от които е изключен компонентът кобалт.
2. Внасянето на калай под формата на бронз се оказва по-подходящо, тъй като упростибя технологията и позволява синтероването да започва при достатъчно високи температури, без опасност от поява на нискотемпературни евтектикуми, които при ликвация могат да влошат крайната структура на сплавта и на композиционния материал на нейна основа.
3. Установена е подобрена износоустойчивост и удължен живот на изделия от изследваните композити на основата на сплав без кобалт.

Литература

1. "Machines and tools for stone quarrying and processing" OSNET edition vol.1, Edt. By Carosio, S., I.Paspaliaris, 4.3 "Circular saw blades, 4.3.5. The segment", 2003, pp.124-128
2. M i t e v D., S. S t a v r e v. "Comparative research of two liquid phase methods for oxidative purification of shock synthesized nanosize diamond powder" 7th Workshop "Nanostructured materials application and innovation transfer", November 2005, Sofia, Bulgaria, Proceedings NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY Heron Press Science Series Issue 6, 2006 pp73-74
3. S t a v r e v S., Z. K a r a g u i o z o v a. "Formation of Nickel layer – covers on nanodiamond powder" 8th Workshop "Nanostructured materials application and innovation transfer", November 2006, Sofia, Bulgaria, Proceedings NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY Heron Press Science Series Issue 7 (2007 in press)