

МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА НА МОДИФИЦИРАНА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ – В95

Анна Бузекова – Пенкова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: a_bouzekova@abv.bg*

Ключови думи: алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах

Резюме: В представената работа са разгледани механичните свойства на алуминиевата сплав – В 95 и създадената в нашето направление сплав – В95 с количествена прибавка на ултрадисперсен диамантен прах /УДДП/ и волфрам /W/.

MECHANICAL PROPERTIES OF MODIFIED ALUMINIUM ALLOY B95

Anna Bouzekova – Penkova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: a_bouzekova@abv.bg*

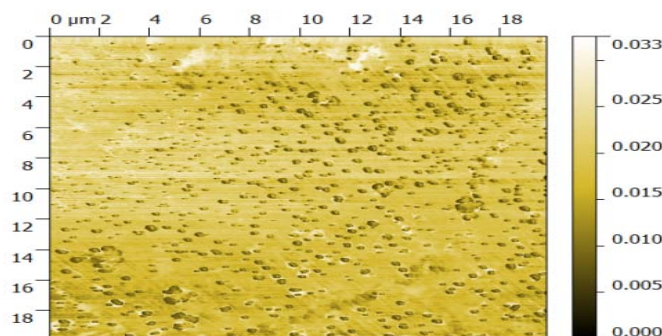
Keywords: Aluminium (Al) alloys, nanodiamonds (ND)

Abstract: In the present work are considered mechanical properties of Al-alloy B95 and created in our department alloy – Al-alloy B95 with some added quantities of ultradispersed diamond powder (UDDP) and tungsten (W).

Въведение

Развитието на модерната технология довежда до все по-големи изисквания към материалите. Стандартните леярски и деформируеми сплави на базата на алуминий често не отговарят на тези изисквания, принуждавайки ни да използваме по-скъпи материали. Поспециално произведени по специална технология (ултра бърза кристализация, механично сплавяване, стопилка смесена с ултрафинни частици и т.н.

Както много групи, така и нашата група прави разработка (изследвания) в създаването на нова, подобрена сплав. Избрали сме сплав В95, поради това че тя е доста често използвана в самолетостроенето, корабостроенето и в много други отрасли. Това е деформируема сплав с най- висока якост, явява се сплав на основата на Al-Zn-Mg-Cu, към която ние сме добавили количествена прибавка на ултрадисперсен диамантен прах /УДДП/ и волфрам /W/, Фиг.1. Ултра дисперсия диамантен прах също е разработен и получен по взривен път в нашето направление [1-4].



Фиг. 1

Фиг. 1 е AFM изображение с увеличение 20x20 микрона, което показва степента на разпределение на наночастиците.

Степента на разпределение (диспергиране) се определя с използването на специализиран софтуер (Gwyddion 2.30). На изображението остават само интересуващите ни наночастици, след което се прави статистика за степента на разпределение върху площта от изображението.

Оценката на ефекта на уякване с помощта на съотношенията на Аксел и Ленел показват, че легирането с частици на УДДП дава резултат още при малки концентрации, като с увеличаване на съдържанието на диамант твърдостта се увеличава. Твърдостта за изходната сплав В95 без УДДП е около 50-60=HV.

След високочестотна закалка се достигат следните резултати за нашата сплав HV=136.6 За сплав В95 след високо честотна закалка HV=125.

1. Стандартно микротвърдост изследване, основаващо се на директно измерване с помощта на оптичен микроскоп TMVS – 1 (Vickers, hardness, tester), Time GROUP. Задръжането е автоматично. Време на задръжане при зададено натоварване 10 sec. Отпечатъка се получава на повърхността на изследвания образец, след премахване на натоварването. Измерената твърдост е по Викерс в МПа. Използва се индентор с формата на правилна четириъгълна пирамида с ъгъл при върха 136°.



Фиг. 2

Образецът беше предварително изрязан на струг с размер $d=50.6$ mm. След това беше шлифован на шлифовачни машини Metasinx – ROW RATHENOW с шкурки от 600 до 2000 и последващо полиране на MULTIPOL 2-precision polishing machine с полираща паста, до получаване на напълно гладка, огледална повърхност.

Образецът е показан на фиг. 3



Фиг. 3

Изследванията направени хаотично в различни точки от повърхността на образецът при натоварване 25 g.

Таблица 1

при натоварване 25 g	123.8 HV	1214 MPa
	127.9 HV	1254 MPa
	129.2 HV	1267 MPa
	126.2 HV	1238 MPa
	126.7 HV	1243 MPa
	121.2 HV	1189 MPa
	127.2 HV	1247 MPa
	126.8 HV	1244 MPa
	138.4 HV	1357 MPa
	128.8 HV	1263 MPa

За да се превърне HV в MPa, 1HV се умножава по 9,807.
1 мегапаскал [MPa] = 0.001 гигапаскал [GPa]

Средна стойност на микротвърдостта при натоварване 25 g HV=127.62 или 1252 MPa или GPa=1.252

Микротвърдостните параметри дават идея за цялостната картина на механичните свойства на материала, както и за неговите структурни особености.

Едрината на зърната в изследваните участъци е приблизително еднаква – наблюдават се по-едри зърна.

Изследвания направени хаотично в различни точки от повърхността на образца при натоварване 100 g.

Таблица 2

при натоварване 100 g	143.0 HV	1402 MPa
	137.0 HV	1344 MPa
	133.0 HV	1304 MPa
	139.3 HV	1366 MPa
	130.3 HV	1278 MPa
	125.5 HV	1231 MPa
	134.5 HV	1319 MPa
	127.1 HV	1246 MPa
	126.3 HV	1239MPa

Средна стойност на твърдостта при натоварване 100 g е HV=132.88 или 1303 MPa или GPa = = 1.303

Колкото е по-голям отпечатъка, толкова по – точни измервания.

2. Нанотвърдост. На същият образец бяха направени изследвания на нанотвърдост на материала по Викерс, но на друг апарат, които е показан на фиг. 4.



Фиг. 4

На Фиг. 4 е показан Nanoindenter UMT-2 на Bruker които е универсален апарат за механични и трибологични изпитания [5].

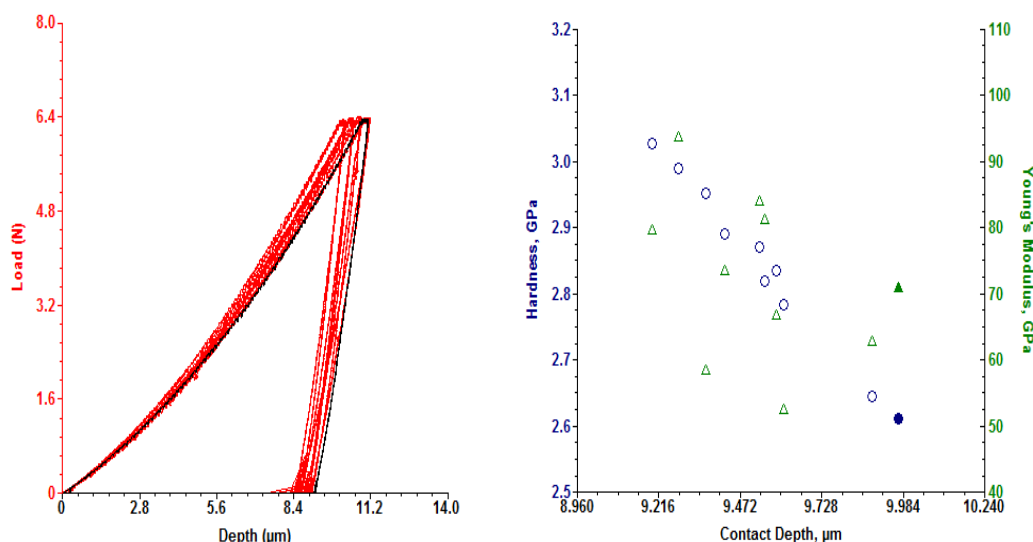
Измерванията изискват нов технологичен подход, даващ възможност за прецизно определяне и контролиране на приложеното натоварване (в mN и nN) и на дълбочината на проникване. Този метод се основава на определяне на индентационната крива (натоварване-дълбочина на проникване) при постоянна скорост на натоварване .

На образеца са направени 10 броя индентации, като отстоянието между отделните точки на натоварване е 1мм. Крайните резултати за твърдост и модул на Юнг са определени чрез статистическа обработка на данните. Изчисленията са направени при коефициент на Поасон – 0.33. Резултатите са представени в Таблица 3.

Таблица 3. Резултати за твърдост и модул на Юнг

Max loading – 7N	Hardness (GPa)	Standard Deviation(GPa)	Young's modulus (GPa)	Standard Deviation(GPa)
AIB95+W+Diamond Nanoparticles	2.842	0.137	72.328	12.612

От получените резултати се вижда, че микротвърдостта е приблизително 6 пъти по-голяма.



Графика 1

Графика 1. Експериментални графики. Отляво – кривите „натоварване-дълбочина на индентацията“ (Load-Depth Curves). Отдясно – резултатната графика с изчислените за всяка индентация твърдост и модул на Юнг.

Изводи:

Съвременните уреди съчетават възможностите за измерване на микротвърдост по класическия метод, чрез големината на отпечатъка, с подхода при наноиндентацията, като позволява да се работи както в областта на микропроникването, така и в малките обхванати-нанопроникването.

Твърдост HV=136.6

Микротвърдост при натоварване 25 g HV=127.62 или 1252 MPa или GPa=1.252

Микротвърдост при натоварване 100 g е HV=132.88 или 1303 MPa или GPa= 1.303

Нанотвърдост GPa= 2.842

Благодарност:

Изказваме благодарност към док. гл. ас. Георги Стефанов от института по Металознание, съоръжения и технологии "Акад. А. Балевски" с център по хидроаеродинамика към БАН

Литература:

1. Експеримент «ВОАП» от програмата на втория космонавт, София
2. BG патент 9318561990 г.
3. USPatent № 5,353,708/11.1994
4. М и т е в а, Ад. Приложение на метода на молекулярната динамика за получаване на кристали, Proceedings of 19-th Summer School " Applications of Mathematics in Engineering", Ed. D.Ivanchev, pp.293-296, Sofia, 1994.
5. К а в а р д з h i k o v, V., L. P a r a s h k e v o v a, A. B a l t o v, E. I v a n o v, I. B o r o v a n s k a, B. M i l o s h e v a, R. K o t s i l k o v a, Mechanics of nanomaterials and nanotechnology; institute of Mechanics,Vo. 3, Part IV, Chapter 3
6. Ф р и д л я н д е р, И. Н. Алюминиевые деформируемые конструкционные сплавы, Проблемы цветной металлургии 1979
7. Ф р и д л я н д е р, И. Н., К. В. Ч у и с т о в, А. Л. Б е р е з и н а, Н. Н. К о л о б н е в, Алюминий-литиевые сплавы. Структура и свойства, – Киев, «Наукова думка», 1992.