

3. Потапов А. А., Вячеславова О.Ф., Бавыкин О.Б. Особенности разработки технологического процесса изготовления деталей с применением фрактального анализа поверхностного слоя // Механические свойства современных конструкционных материалов. Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН. – 2012. С. 202-204.

4. Таран. Ю.Н. и др. Фрактальная модель роста зерен при затвердевании сплавов // Сучасні проблеми металургії. Наукові праці. Том 3. – Дніпропетровськ 2001. – С. 414-421.

5. Соценко О. В. Фрактальная модель формирования графита в высокопрочном чугуна // Литье: технологии и оборудование. – 2009г. – № 1 – С. 54-56.

6. Сычев М. М. и др. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум. – СПб. – :СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с.

7. Соценко О. В. Компьютерная DLA-модель формирования шаровидного графита в высокопрочном чугуна // Металл и литье Украины. – 2009. – № 9. С. 3-9.

8. Макаренко К. В., Тотай А. В., Тихомиров В. П. Использование фрактального формоизма для описания структур конструкционных материалов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2011. – № 4 – С. 55-64.

9. Смирнов Б. М. Фрактальные кластеры // Успехи физических наук. – 1986. – Т. 149, вып. 2. – С. 177-217.

УДК. 536:669:621.762

Є. Г. Афанділянц, К. Г. Лопатько, А.А. Щерецький*

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

*Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України, Київ

Тел./факс.: 0662246796, e-mail: aftyev@yahoo.com

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ АЛЮМІНІЄВИХ НАНОЧАСТИНОК

Особливістю матеріалу в нанорозмірному стані є наявність на його поверхні великої кількості атомів, що мають некомпенсовані зв'язки. Це зумовлює підвищену вільну поверхневу енергію нанооб'єктів та їх інтенсивну взаємодію з навколишнім середовищем.

Серед численних методів одержання металевих наночастинок електроіскрова обробка гранул в рідині дозволяє отримувати нанооб'єкти при високих температурах, тисках і швидкостях охолодження, тобто наночастинки з високої енергонасиченістю та широким спектром структурних станів і властивостей.

Термодинамічний аналіз електроіскрової обробки металів в рідині показав, що процес супроводжується розкладанням робочого середовища, в разі води, на окислювачі O , O_2 , H_2O , OH і відновники H_2 , H , а у випадку органічної рідини також – C , CO , CO_2 та інші речовини.

Залежно від параметрів процесу отримання наночастинок спостерігається, як окислення, так і відновлення продуктів електроіскрової ерозії. При цьому на поверхні наночастинок можуть адсорбуватися кисень, водень, вуглець або сполуки, що їх містять. Можлива спільна або роздільна реалізація процесів десорбції з поверхні адсорбованих елементів і фаз, окислення і відновлення поверхні наночастинок.

Дослідження електроіскрової обробки металевих гранул в рідині показало принципову можливість отримання металевих наночастинок и високу ефективність їх застосування.

Враховуючи високу енергонасиченість наночастинок, отриманих електроіскровою обробкою металевих гранул в рідині, представляло інтерес дослідити можливість отримання вказаним способом наночастинок такого металу, що широко застосовується, як алюміній та вивчити закономірності їх фазових перетворень.

Аналіз результатів дослідження показує, що при нагріванні алюмінієвих наночастинок в інтервалі від 98 до 238 °C відбувається десорбція газів і вологи з їх поверхні, яка супроводжується зменшенням маси нанопорошку на 3,25%.

Процес плавлення алюмінієвих наночастинок починається при 650 і закінчується при 680 °C, при цьому час плавлення становить порядку 3 хв. Порівняння параметрів плавлення алюмінієвих наночастинок з аналогічними характеристиками масивного алюмінію, що містить 0,01% домішок (Al = 99,99%) і 0,3% домішок (Al = 99,7%), показує, що плавлення алюмінієвих наночастинок починається при температурі на 10 °C нижче, ніж масивного 99,99% Al і на 4 °C вище, ніж масивного 99,7% Al. Температура ліквідус алюмінієвих наночастинок на 15 °C нижче і на 2 °C вище, відповідних масивних матеріалів.

Час плавлення алюмінієвих наночастинок на 16% менше ніж масивного матеріалу, що містить 99,99% Al, і на 7% - 99,7% Al. Необхідно відзначити, що якщо максимальна швидкість плавлення масивного матеріалу, що містить 99,99% Al,

досягається в середині тимчасового інтервалу плавлення ($t_{пл}$), то для алюмінієвих наночастинок максимум швидкості досягається при $t = (0,66-0,67)t_{пл}$ (рис. 5в).

Теплота плавлення алюмінієвих наночастинок менше ніж масивного алюмінію. З підвищенням дисперсності наночастинок таке розходження збільшується і якщо при розмірах 160 - 200 нм воно становить 1 - 10%, то при розмірах від 35 до 36 нм теплота плавлення алюмінієвих наночастинок в 2,1-2,3 рази менше, ніж масивного алюмінію.

При нагріванні розплавлених наночастинок до температури вище 727 °С, в інтервалі від 727 до 800 °С спостерігається екзотермічна реакція з виділенням тепла в кількості 15,6 Дж/г, що відповідає утворенню карбідів Al_4C_3 .

Необхідно відзначити, що утворення Al_4C_3 відбувається при температурах на 1000 - 1200 °С нижче і в 15 - 25 разів швидше, ніж утворення карбиду алюмінію шляхом прожарювання суміші сажі і порошку металевого алюмінію. При цьому теплота утворення Al_4C_3 в 60 - 120 разів менше ніж масивного карбиду алюмінію.

УДК. 621.74.046:620.178.16

Е. Г. Афтандилянц, В. П. Лихошва, О. А. Пеликан, Л. М. Клименко

Физико-технологический институт металлов и сплавов

НАН Украины, г. Киев

Тел./факс.: 0444240250, e-mail: aftyev@yahoo.com

ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК

Напряженно-деформированное состояние отливки при охлаждении после затвердевания определяется разностью между допустимой скоростью деформации и скоростью нарастания свободной литейной усадки. Зарождение трещин происходит по межкристаллитным границам в том случае, когда литейная усадка металла не компенсируется межзеренной деформацией, в результате чего возникают напряжения, превосходящие прочность межкристаллитного сцепления.

При диспергировании первичной и вторичной структуры взаимное смещение кристаллов в процессе затрудненной усадки происходит легче, чем в металле с крупными кристаллитами. Удлинение образца в результате межзеренной деформа-