**Шпортько Ганна Юріївна. Закономірності структуроутворення евтектичного силуміну з підвищеним рівнем механічних властивостей після керованого переходу з рідкого стану в твердий : Дис... канд. наук: 05.16.01 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Шпортько Г.Ю. Закономірності структуроутворення евтектичного силуміну з підвищеним рівнем механічних властивостей після керованого переходу з рідкого стану в твердий. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.01 – Металознавство і термічна обробка металів. – Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2007.  Дисертація спрямована на підвищення рівня механічних властивостей силумінів.  В роботі виконано аналіз зарубіжної та вітчизняної літератури з питань перетворень в металевих розплавах евтектичних силумінів (теорія металургійної спадковості), їх високошвидкісного твердіння, утворення в системі Al-Si метастабільних проміжних фаз, впливу температури перегріву та швидкості охолодження його розплаву на структурні характеристики та механічні властивості сплавів після їх твердіння.  Досліджено закономірності формування структури евтектичного силуміну в литому стані в залежності від температури нагріву розплаву та швидкості його охолодження.  Досліджено структуру рідкого евтектичного силуміну та проведено дослідження впливу температури ізотермічної витримки розплаву (термочасової обробки) на параметри ближнього порядку структури кластерів.  Досліджено закономірності твердофазних перетворень швидкозатверділих тонких плівок, які отримані із розплаву з різним нагрівом над лінією ліквідус методом спінінгування.  Проведено дослідження впливу термочасової обробки розплаву на структуру та механічні властивості силуміну АК12 (АЛ2). | |
| |  | | --- | | В дисертації викладені теоретичне узагальнення і нове вирішення науково-технічної задачі, яка полягає в виявленні закономірностей структуроутворення евтектичних силумінів при керованому переході з рідкого стану в твердий. Це дозволяє отримати вироби з силуміну, який досліджували, з необхідними структурними характеристиками та підвищеним рівнем механічних властивостей.   * + - 1. Аналіз літератури свідчить про те, що розбудова теорії металургійної спадковості про зв’язок між структурою рідкого та твердого стану, впливу температури нагріву розплаву та швидкості його охолодження на структурні характеристики, фазовий склад та механічні властивості евтектичного силуміну є актуально задачею.       2. Металографічним методом, в тому числі – методом стереометричної металографії та електронної мікроскопії і електронографії встановлено наступні закономірності формування структури евтектичного силуміну під впливом температури нагріву розплаву та швидкості його охолодження:   в структурі клиноподібних зразків евтектичного силуміну утворюються дві евтектики, які мають різну об'ємну долю висококремнієвої фази та різну диференційованість фазових складових. Це пояснюється тим, що твердіння сплаву за даних умов відбувається згідно з діаграмою метастабільних фазових рівноваг в системі Al - Si;  при температурах нагріву розплаву 720, 780 та 830 С перед твердінням показано стрибкоподібне порушення монотонності механічних властивостей і структурних параметрів евтектичного силуміну в залежності від температури нагріву та швидкості охолодження сплаву, а також – зміна морфології фаз. Це пов’язано зі структурними перебудовами в рідкій фазі, за якими змінюється характер межчасткової взаємодії алюмінію і кремнію та, імовірно, утворюються кластери зі стехіометрією вже раніш вивчених проміжних метастабільних фаз;  збільшення швидкості охолодження розплаву збільшує вміст висококремнієвої фази в евтектиці від ~12% (в рівноважній евтектиці Al – Si) до 67 … 69% при швидкості охолодження 0,3 С/с або до 55 … 58% при швидкості охолодження 103 С/с. Це явище пояснюється тим, що нерівноважна евтектика разом з - твердим розчином та кремнієм може включати також і метастабільні проміжні фази;  збільшення швидкості охолодження розплаву утруднює дифузійні переноси та сприяє утворенню тонкодиференційованих евтектичних структур;  тонка структура евтектичного силуміну, яка вивчена за допомогою електронної мікроскопії і електронографії тонких плівок, включає поліедричні зерна евтектичних фаз (алюмінію та кремнію) при швидкості охолодження розплаву 103 С/с; при збільшенні швидкості охолодження до 105 С/с утворюються тонкоперемежовані гілки кремнію і алюмінію, які формують структуру с високим ступенем кооперативності. Це свідчить про зміну механізму твердіння рідкої фази під впливом швидкості охолодження.   * + - 1. На підставі даних прямого дифракційного методу дослідження рідкої фази евтектичного силуміну (АК12оч), які було проведено в перебігу ізотермічних витримок розплаву при температурах 720, 780, 830, 900 С та вище (+10 С)і нижче (-10 С) цих температур, зафіксовано і встановлено наступне:   кластери різнойменних атомів (Al, Si) мають тип упакування, подібний по просторовому розташуванню атомів структурі метастабільної проміжної - фазі тетрагональної сингонії;  характер взаємодії атомів в кластерах силуміну, який досліджували, змінюється від переважної взаємодії однойменних атомів Si - Si (при 720 С) до взаємодії різнойменних атомів (при 780 С та вище). Після попереднього нагріву до 900 С та ізотермічних витримок при 720+10 С фіксується переважна взаємодія різнойменних атомів Al - Si, яке є стійкою протягом 40 хвилин;  параметри ближнього порядку кластерів змінюються стрибкоподібно при температурах 720 С, 830 С та незначно при 780 С, що є суттю структурних перетворень в розплаві. В температурних інтервалах 730...780 С та 840...900 С зміна структури кластерів в розплаві є незначною.  Для удосконалення методики спінінгування та методики рентгеноструктурного аналізу при кріотемпературах сконструйовано, виготовлено та використано в процесі дослідження установку для отримання швидкозатверділих плівок керованої товщини та установку для дослідження фазового складу тонких плівок в широкому інтервалі температур включаючи кріогенні. Новизна розробок захищена трьома авторськими свідоцтвами.  На основі даних рентгеноструктурних досліджень тонких плівок евтектичного силуміну, які отримано методом спінінгування, встановлено наступне:  фазовий склад швидкозатверділих плівок складається з двох ОЦК та ГЦК твердих розчинів, а також метастабільних проміжних фаз: тетрагональної - фази та гексагональної - фази;  тверда метастабільна проміжна - фаза з тетрагональною упаковкою успадковує параметри ближнього порядку кластерів рідкої фази з упаковкою по типу тетрагональної. Що встановлено вперше для евтектичного силуміну;  підвищення температури нагріву розплаву від 780 С до 830 C не змінює фазовий склад швидкозатверділих тонких плівок, але впливає на параметри фаз. Параметр ГЦК твердого розчину збільшується, ОЦК твердого розчину – зменшується. Знижується ступінь тетрагональності () метастабільних проміжних фаз. Це можливо пов’язано зі зміною стехіометрії кластерів рідкої фази евтектичного силуміну;  тривала витримка при 20 C швидкозатверділих тонких плівок евтектичного силуміну виявляє кінетику розпаду пересиченого ОЦК твердого розчину та метастабільної проміжної - фази, та зменшення тетрагональності метастабільної проміжної - фази.  На основі експериментальних досліджень показано, що формування структури евтектичного силуміну в твердому стані відбувається під впливом початкової будови рідкого стану сплаву перед твердінням, яка може змінюватися в результаті термочасової обробки розплаву. Це підтверджує відомі положення теорії металургійної спадковості та конкретизує ці положення для евтектичного силуміну.  Механічні випробування литих зразків зі сплаву АК12 (АЛ2) показали, що при температурах нагріву, які відповідають температурам структурних перебудов в рідкому стані, відбувається стрибкоподібний ріст механічних властивостей відливок, причому, зростають як міцнісні ( до 200 МПа), так і пластичні властивості ( до 4 %).  На підставі теоретичних розробок та експериментальних досліджень запропоновано використання термочасової обробки розплаву перед твердінням при виготовленні виробів зі сплаву АК12 (АЛ2). Ці рекомендації прийняті до застосування при розробці технологічних процесів виготовлення виробів на ДП ВО „Південний машинобудівний завод ім. О.М. Макарова” (витяг з протоколу технічної наради при головному металургу від 21 грудня 2006 року).  Результати роботи знайшли відображення в учбовому процесі на кафедрі металознавства Національної металургійної академії України. Вони використовуються в курсах лекцій, практичних та лабораторних заняттях з дисциплін: „Перспективні напрями у матеріалознавстві”, „Електрона мікроскопія”, „Фізика конденсованого стану”, „Металознавство”, а також при виконанні студентами дипломних проектів та випускних магістерських робіт (акт від 25 грудня 2006 року) | |