

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

На правах рукопису

РЯБОВА Наталія Станіславівна

УДК 669.017:620.178.6

ЗАКОНОМІРНОСТІ МЕТАСТАБІЛЬНИХ
ФАЗОВИХ РІВНОВАГ
ТА ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ У ЕВТЕКТИЧНИХ
Al — Si СПЛАВАХ

Спеціальність 05.16.01 —
«Металознавство і термічна обробка металів»

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ
1997

AB 39.018

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі металознавства Державної Металургійної Академії України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Мазур Владислав Іустинович

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук, професор кафедри
технології металів Придніпровської Державної
Академії Будівництва і Архітектури
Воробйов Геннадій Михайлович

кандидат технічних наук, директор науково-виробничого
підприємства "Полипром"
Острейко Євгеній Олегович

Провідне підприємство: Інститут чорної металургії НАН України, м. Дніпропетровськ

Захист відбудеться "13" січня 1997р. в 12³⁰ годин на засіданні спеціалізованої
ради Д 03.11.01 при Державній Металургійній Академії України за адресою: 320635,
м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Державної Металургійної Академії
України за адресою: м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4.

Автореферат розісланий "25" листопада 1997р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради

М.М. Саф'ян

ЛННБ України ім. В. Стефаника



00737636 (W)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В умовах розвитку ринкової економіки в Україні особливо гостро стоїть завдання поліпшення якості і строку використання випущеної продукції без значного її подорожчання. Одним із шляхів досягнення цілей в галузі машинобудування є розробка нових матеріалів і технологій, що дозволяють підвищити рівень механічних і службових властивостей застосовуваних металів і сплавів.

Для одержання сприятливого сполучення структури і властивостей силумінів традиційно застосовуються методи додаткового легування і модифікування. Проте розвиток даного напрямку затруднюється в зв'язку з дефіцитом необхідних легованих металів, а з іншої сторони пов'язаний з забрудненням навколишнього середовища. Більш перспективним є застосування методів рідкофазної обробки сплавів, заснованих на використанні явища металургійної спадковості. З метою розробки оптимальних режимів обробки розплавів необхідне дослідження взаємозв'язку будови рідкої фази в передкристалізаційний період із структурою і властивостями закристалізованого сплаву, а також закономірностей структуроутворення.

Мета роботи. Вивчити закономірності фазових рівноваг і фазових переходів в силумінах. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити вплив температури перегріву і швидкості охолодження на структурні характеристики і механічні властивості доєвтектичного сплаву системи Al - Si;
- вивчити закономірності нерівноваг кристалізації Al-7 % Si;
- вивчити мікроскопічну кінетику кристалізації сплаву Al-7 % Si шляхом побудови ізотермічної діаграми кристалізації.

Наукова новизна роботи:

- вивчені закономірності структуроутворення подвійного доєвтектичного Al - Si сплаву;

- визначені температури перегріву розплаву, прискорене охолодження з яких дозволяє отримати сприятливу структуру і властивості;
- встановлено, що кристалізація швидкозагартованого сплаву відбувається через утворення і розпад метастабільних проміжних фаз типу силіцидів;
- визначені області гомогенності і можливі стехіометричні формули метастабільних фаз;
- знайдена і вивчена раніше невідома метастабільна проміжна фаза;
- розглянуті можливі механізми розпаду метастабільних проміжних фаз в силумінах, які піддаються високошвидкісній кристалізації.

Практична цінність роботи. На основі експериментальних даних про вплив температури перегріву і швидкості охолодження розплаву силуміна визначили температури, перегрів розплаву до яких з наступним прискореним охолодженням дозволяє одержати тонкодиференційовану структуру з високим рівнем механічних властивостей. Визначено, що процес затвердіння доєвтектичного сплаву системи Al-Si включає утворення і розпад метастабільних проміжних фаз типу силіцидів.

Побудована ізотермічна діаграма кристалізації сплаву Al-7% Si після перегріву розплаву до 900° C.

Уточнена гіпотетична діаграма метастабільних фазових рівноваг в системі Al - Si. На основі одержаних результатів запропоновані рекомендації по термошвидкісній обробці розплаву, які дозволяють оптимізувати структуру і властивості силумінів.

Апробація роботи і публікації. Результати роботи доповідались та обговорювались на науковому семінарі "Диаграммы состояний" (Київ, 1995г.) і Міжнародній конференції "Faculty of Foundary Engineering" (Польща, 1995). Матеріали дисертації викладені у 4 друкованих роботах.

Структура і об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, 6 глав, висновків, списку літератури (96 найменувань); викладена на 113 сторінках машинописного тексту, вміщує 43 ілюстрації, 4 таблиці.

ОСНОВИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність роботи, її мета, викладена наукова новизна і основні положення, які виносяться на захист.

У першій главі проведений аналіз літератури, присвяченої предмету дослідження, на основі якого поставлена мета і сформульовані завдання роботи.

У другій главі обгрунтований вибір матеріалу дослідження, склад якого наведений в табл. 1, і викладена методика досліджень.

Таблиця 1

Хімічний склад дослідницького сплаву

Зміст елементів, мас. %							
Si	Mn	Ti	Fe	Zn	Pb	Ni, Mn, Cu	Al
7,3	0,03	0,02	0,1	0,02	до 0,05	сліди	зал.

Для визначення впливу температури перегріву і швидкості охолодження на процес кристалізації і кінцеву структуру сплаву використовували метод одержання клиновидних відливок. Дослідження кінетики кристалізації сплаву проводили методами термічного і загартовано-мікроструктурного аналізу, а також шляхом побудови ізотермічних діаграм фазових перетворень. Фазовий склад загартованого сплаву досліджували за допомогою тонких плівок, які піддавались негайному рентгеноструктурному аналізу.

Дослідження мікроструктури проводили за допомогою металографічного мікроскопу НЕОРНОТ - 30. Для виявлення мікроструктури використовували 0,5% водяний розчин плавикової кислоти. Кількісні характеристики структури сплаву визначали методами кількісної металографії.

Рентгеноструктурний аналіз проводили на дифрактометрі ДРОН-2 в $\text{Cu K}\alpha$

випромінюванні з нікелевим фільтром, і в $Co K_{\alpha}$ випромінюванні без фільтрів. Ідентифікацію невідомої фази проводили по номограммах Б'єстрема методом нанесення міжплощинних відстаней (d/n) у масштабі номограм. Рентгеноспектральний мікроаналіз і кількісний морфологічний аналіз проводили на приладах MS - 46 і CAMEBAKS. При вивченні просторового розташування структурних складових використовували растровий електронний мікроскоп ISM - 35.3 метою одержання рельєфу зразки піддавали глибокому травленню у концентрованому розчині лугу.

Визначення твердості досліджуваних зразків проводили на твердомірі Віккерса при стабільному навантаженні 5 кгс і витримці $30^{\circ} C$.

Межа міцності і відносне видовження при розтяганні визначали за допомогою машини "Instron".

У третій главі розглянуто вплив умов кристалізації на структуру і властивості сплаву Al - 7%Si. Вплив швидкості кристалізації і температури перегріву розплаву на структуроутворення вивчали методом заливки металу в клиновидну форму. Температуру заливки змінювали в інтервалі $660-900^{\circ} C$. Розплав витримували протягом 20 хвилин і заливали у мідну виливницю, швидкість охолодження розплаву в якій змінюється від 0,3 до 10^3 $^{\circ}C/c$.

Проведений мікроструктурний аналіз, кількісний аналіз розмірів первинних дендритів α -твердого розчину і об'ємної долі евтектичної складової, механічні випробування і вивчення морфологічні типів евтектик показали, що структура і властивості сплаву в значній мірі залежать від температури перегріву і швидкості охолодження розплаву. Встановлено, що в інтервалі температур $660-900^{\circ} C$ існують у крайньому випадку три температури ($740,860$ і $900^{\circ} C$), перегрів розплаву до яких, з наступним прискореним охолодженням, дозволяють одержати найбільш рівномірну тонкодиференційовану структуру з високим рівнем механічних властивостей. Ці температури добре узгоджуються з температурами аномалій, які визначилися температурними залежностями структурночутливих властивостей розплавів.

В четвертій главі проведені дослідження кінетики нерівноважної кристалізації доевтектичного Al - Si сплаву.

Металографічний аналіз продуктів високошвидкісної кристалізації

Вивчення фазових перетворень у сплаві проводили методами прецизійного термічного і загартовано-мікроструктурних аналізів.

За результатами прецизійного термічного аналізу були побудовані термограми охолодження розплаву, спочатку перегрітого до 900°C і охолодженого зі швидкістю $10^{\circ}\text{C}/\text{с}$. На термограмах чітко виявляються перегиби при температурі 607°C , відповідній початку кристалізації первинного твердого розчину, і горизонтальна площадка при 577°C , яка відповідає температурі евтектичного перетворення. Поряд з цим, в області температур $577-900^{\circ}\text{C}$ зафіксовано ряд теплових ефектів які очевидно, пов'язані зі змінами в будові рідкої фази, а також з утворенням і розпадом кристалів метастабільних фаз. Всі температури теплових ефектів, виявлених на термограмах охолодження, були нанесені на штрих-діаграму, аналіз якої дозволив визначити статистичні достовірні температури теплових ефектів: $860, 690, 607, 584, 579, 570^{\circ}\text{C}$.

З метою визначення закономірностей формування структури при кристалізації експериментального сплаву був проведений загартовано-мікроструктурний аналіз. Даний метод досліджень заснований на уявленнях, згідно яких високі швидкості охолодження перед кристалізацією дозволяють зберігати високотемпературний стан розплаву і, отже, дослідження структури і фазового складу загартованих сплавів дозволяють судити про зміни в будові рідкої фази.

Температури загартування вибирались в інтервалах між температурами теплових ефектів: $772, 680, 603, 582, 578, 568$ і 530°C . Сплав перегрівали до 900°C і витримували протягом 20 хв. Наступне охолодження розплаву з пічкою до температур загартувань переривали охолодженням у воді при температурі 20°C . При цьому швидкість охолодження складала $10^3 - 10^4^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

Проведені дослідження методами мікроструктурного і кількісного морфологічного аналізів показали, що високошвидкісна кристалізація сплаву з температур $568, 578, 583, 603, 683$ і 772°C приводить до формування евтектик з більшою часткою висококремністої фази, ніж це виходить з рівноважної діаграми стану. В інтервалі тем-

температур загартувань 568-772 °С зафіксована чотирьократна зміна огранки евтектичних гілок висококремністої фази (округла-гранна або гранна-округла), причому огранка змінюється, коли температура загартування виходить за інтервал між температурами теплових ефектів, в середині якого вибиралась температура попереднього загартування.

У сплаві, загартованому з температур, які приводять до зміни евтектики і характеру огранки евтектичних фаз, спостерігаються стрибкоподібні зміни середньої площі і сумарного периметру перетин гілок дендритів висококремністої фази в евтектичній складовій.

При загартуванні сплаву з температури 530 °С формується структура з об'ємною часткою і співвідношенням фаз в евтектиці, які відповідають рівноважним значенням.

Одержані результати можна пояснити припустивши, що для системи Al-Si, поряд з відомою рівноважною діаграмою становища існує метастабільна, і при високих швидкостях охолодження кристалізація сплаву відбувається через утворення метастабільних проміжних фаз типа силіцидів. Проте, на дифрактограмах, одержаних в результаті рентгеноструктурного аналізу загартованих зразків, підданих тривалому збереженню при кімнатній температурі, рефлекси, відповідні метастабільним фазам, не були виявлені. Тому з метою перевірки припущення про можливість утворення метастабільних фаз в системі Al-Si, були проведені рентгеноспектральний аналіз продуктів нерівноважної кристалізації і рентгеноструктурний аналіз тонких плівок безпосередньо після кристалізації.

Вплив температури перегріву розплаву і часу

витримки на фазовий склад тонких плівок

Дослідження проводили методом рентгеноструктурних дослідження тонких плівок. Розплав спочатку перегрівали до 900°C, витримували протягом 20 хвилин і охолоджували з піччю до температур загартувань, при яких за допомогою ніхромової рамки витягували тонку плівку (500-5000 Å). Рамку з плівкою рідкого сплаву охолоджували в льодяній воді, що дозволяло досягти швидкості охолодження порядку 10³ °C/с. Температури загартувань вибирали в інтервалі 530-900°C, особливу увагу

приділяючи температурам теплових ефектів, визначеним по термограмах охолодження розплаву. За результатами розшифровки одержаних дифрактограм будували штрих-діаграми.

На дифрактограмах, одержаних в результаті рентгеноструктурного аналізу плівок, загартованих з температур 772, 860 і 900°C, знайдені інтерференції, відповідаючі α - твердому розчину, кремнію та метастабільним фазам: гексагональній фазі з параметрами решітки $a = 5,0597 \text{ \AA}$ і $c = 11,0255 \text{ \AA}$, тетрагональній ω , ψ - фазі, а також раніше невідомій ρ - фазі. Ідентифікацію невідомої фази проводили по номограмах Б'єрстрема методом нанесення на лінійку міжплощинних віддалей інтерференцій шуканої фази в масштабі номограм.

Було встановлено, що метастабільна ρ - фаза має тетрагональну решітку з параметрами $a = 4,487 \text{ \AA}$ і $c = 5,16 \text{ \AA}$.

На дифрактограмі плівки, загартованої з 740 °C поряд з інтерференціями основних фаз, знайдені інтерференції, відповідні ω , ρ , ψ - метастабільним фазам і велике число найбільш інтенсивних рефлексів ρ - фази.

Якісний рентгеноструктурний аналіз тонкої плівки сплаву, загартованого з 680 °C, показав наявність у структурі поряд з α - твердим розчином і кремнієм, метастабільних ω , ρ і ψ - фаз. Причому спостерігається деяке зниження інтенсивності інтерференцій ψ - фази.

На дифрактограмі сплаву, загартованого з 603°C, крім рефлексів α - твердого розчину і кремнію, зафіксовані рефлексі ρ і ω - метастабільних фаз, а також найбільш інтенсивні лінії, відповідні X - фазі

В структурі плівок, прискорено охолоджених з 582 °C, крім відомих ω і ρ - метастабільних фаз, знайдена метастабільна η -фаза ромбічної сингонії. Фазовий склад сплаву, загартованого з 578 °C, подібний одержаному після високошвидкісної кристалізації з 582 °C, і включає α - твердий розчин, кремній і метастабільні ω , ρ і η - фази.

На дифрактограмі загартованої плівки з 568°C, поряд з інтерференціями раніше описаних фаз, з'явилися інтерференційні лінії, ідентифіковані як від метастабільної X - фази.

На дифрактограмі плівки, одержаної прискореним охолодженням з 530°C, знайдені рефлекси, відповідні тільки α - твердому розчину і кремнію.

Порівняльний аналіз дифрактограм плівок, загартованих з різних температур, дозволив визначити, що зі збільшенням температури загартування інтенсивність інтерференційних ліній ρ і ψ - фаз посилюється. Найбільш інтенсивні лінії цих фаз на дифрактограмах плівок, закристалізованих з 860 і 900 °С. Метастабільна α - фаза краще всього ідентифікована на дифрактограмі плівки, загартованої з 680°C. Зі зростанням температури загартувань спостерігається деяке послаблення інтенсивності цієї фази, а після загартування сплаву з 900 °С на дифрактограмі визначаються тільки найсильніші рефлекси, які відповідають даній фазі.

Інтенсивність інтерференційних ліній метастабільної η - фази, яка з'явилася у сплаві після загартування з 582 °С практично не змінюється при загартуванні з 578 і 568 °С.

Таким чином, якісний рентгеноструктурний аналіз тонких плівок, проведений безпосередньо після загартувань сплаву з різних температур, дозволив встановити, що високошвидкісна кристалізація подвійного доевтектичного сплаву Al-Si супроводжується формуванням метастабільних фаз, які відрізняються кристалографічною природою, обмежена температурним інтервалом.

З метою визначення впливу часу витримки на фазовий склад тонких плівок були проведені додаткові рентгеноструктурні дослідження плівок, загартованих з 710°C і підданих збереженню при кімнатній температурі. Зйомки дифрактограми проводили безпосередньо після загартування, а також через 3, 24 і 168 годин першої зйомки.

На дифрактограмі тонкої плівки, одержаної відразу після загартування, поряд з інтерференціями основних фаз, знайдені рефлекси, відповідні ψ , α і ω - метастабільним фазам.

На дифрактограмі, одержаній через 3 години після кристалізації сплаву, відзначається зниження інтенсивності інтерференційних ліній метастабільних ψ і α - фаз і зафіксовано появу рефлексів, які відповідають метастабільним η і X фазам.

На дифрактограмі, одержаній через добу після загартування ідентифіковані лінії, які відповідають ω , η і X метастабільним фазам. Рефлекси ψ і \mathcal{Z} - фаз не знайдені

Через тиждень у структурі тонких плівок знайдені тільки стабільні фази: α - твердий розчин і кремній.

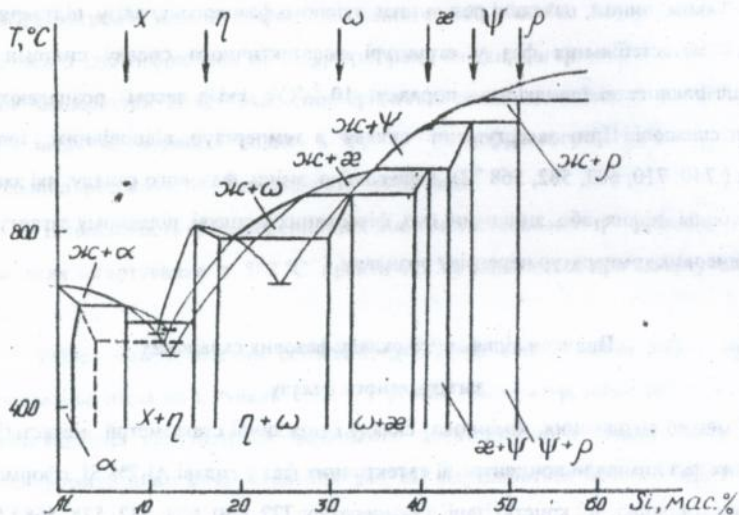
Таким чином, наведені результати якісного фазового аналізу підтверджують наявність метастабільних фаз у структурі доєвтектичного сплаву системи Al-Si, закрystalізованого зі швидкістю порядку 10^5 °C/с, які з часом розпадаються на стабільні складові. При загартуванні сплаву з температур, відповідним тепловим ефектам (740, 710, 603, 582, 568 °C), зафіксовано зміни фазового складу, які заключаються у появі нових або зникненні фаз, фіксованих у сплаві, підданому загартуванню з більш високих температур перегріву розплаву.

Вивчення кількісного складу фазових складових загартованого сплаву

З метою визначення хімічного складу і можливої стехіометрії метастабільних проміжних фаз виміряли концентрації евтектичних фаз у сплаві Al-7% Si, сформованих у ході високошвидкісної кристалізації з температур: 772, 680, 603, 582, 578, 568 і 530 °C. Дослідження проводили методом рентгеноспектрального мікроаналізу на установках MS-46 і CAMEBAKS. Для кожного зразка проводили до 70 замірів, за результатами яких визначили концентрації Si в евтектиці. Співставляючи дані результати з одержаними рентгеноструктурним методом, визначили концентрації метастабільних проміжних фаз, область їх гомогенності і уточнили діаграму метастабільних фазових рівноваг у системі Al-Si (мал.1).

Механізми розпаду метастабільних фаз у силумінах

Проведені дослідження дозволили встановити, що при високих швидкостях охолодження у сплаві Al-7% Si кристалізація метастабільних фаз починається при



Мал. 1. Уточнена діаграма метастабільних фазових рівноваг у системі Al-Si

температурах, які значно перевищують температуру стабільного ліквідуса і їх існування обмежене температурно-часовим інтервалом, вихід за межу якого приводить до їх розпаду.

Розглянуті механізми і умови розпаду метастабільних проміжних фаз. При невеликому переохолодженні сплаву розпад, очевидно, буде відбуватися в результаті каскаду перетворень, пов'язаних з переходом системи від стану з більшою метастабільністю до меншої. Другий механізм реалізується при великих переохолодженнях розплаву у ході затвердіння і при тривалій витримці сплаву при кімнатній температурі і завершується у розпаді метастабільних фаз на стабільні з утворенням дрібнодисперсної структури типу евтектоїдної.

У п'ятій главі вивчали мікроскопічну кінетику кристалізації сплаву Al-Si шляхом побудови ізотермічної діаграми кристалізації після перегріву розплаву до 900 °С. Ізотермічні витримки проводили при температурах, вибраних з урахуванням дослідження продуктів високошвидкісної кристалізації. Після витримки при фіксованій температурі розплав гартували з швидкістю 10³ °С/с. Вивчення структур одержаних зразків дозволило встановити, який стан системи передує загартуванню і який час необхідно для початку кристалізації структурних складових при кожній вибраній температурі термостатування і часу витримки.

За результатами мікроструктурного аналізу була побудована діаграма ізотермічної кристалізації сплаву Al-7% Si, на якій нанесені лінії початку і кінця кристалізації структурних складових.

У шостій главі, на підставі експериментальних даних, одержаних в даній роботі про вплив температур і швидкості охолодження розплаву на структуру, фазовий склад і властивості доевтектичних силуминів був запропонований наступний режим термошвидкісної обробки: нагрів до 860 °С, витримка протягом 20-25 хвилин з наступним охолодженням з швидкістю порядку 10³ °С/с.

Проведені лабораторні плавки показали, що запропонований режим термошвидкісної обробки сприяє формуванню тонкодіфференційованої евтектики, посиленню дендритів α - твердого розчину, що забезпечує достатньо високий рівень механічних властивостей: $\sigma = 180 + 5$ МПа; $\delta = 2,5 - 3$ %; HRB 60.

Основні висновки:

1. В інтервалі температур 660-900 °С існують, по меншій мірі, три температури (740, 860 і 900 °С), перегрів розплаву до яких з наступним прискореним охолодженням (порядку 10^3 °С/с) дозволяє стримати тонкодиференційовану структуру з високим рівнем механічних властивостей. Такий стрибкоподібний характер змін структури і властивостей сплаву, очевидно, зв'язаний з структурними перетвореннями в рідкій фазі.

2. Процес кристалізації швидкозагартованого доевтектичного сплаву системи Al-Si багатостадійний, який включає утворення і розпад метастабільних проміжних фаз типу силіцидів. Методом кількісного рентгеноспектрального мікроаналізу фазових складових продуктів високошвидкісної кристалізації вперше визначені області гомогенності і стехіометрії метастабільних проміжних фаз. Знайдена і ідентифікована нова метастабільна тетрагональна ρ - фаза ($c = 5,16 \text{ \AA}$, $a = 4,487 \text{ \AA}$, $c/a = 1,45$). На основі одержаних даних уточнена гіпотетична діаграма метастабільних фазових рівноваг у системі Al-Si.

3. Розглянуті можливі механізми розпаду метастабільних проміжних фаз. Встановлено, що при невеликих переохолодженнях розплаву відбуваються перетворення, які приводять до зменшення метастабільності і супроводжуються локальним плавленням проміжної фази.

При великих переохолодженнях розплаву у ході кристалізації і при тривалій витримці сплаву при кімнатній температурі, підданого високошвидкісній кристалізації, відбувається розпад метастабільних фаз на стабільні, з утворенням дрібнодисперсної структури типу евтектичної в результаті дифузії атомів на невеликій відстані твердої фази.

4. Побудована термічна діаграма кристалізації сплаву Al-7% Si після перегріву розплаву до 900 °С. Встановлено, що температура і час ізотермічної витримки розплаву впливають на кінетику процесу кристалізації за участю як стабільних так і метастабільних фаз.

5. На основі одержаних результатів були запропоновані рекомендації

термошвидкісній обробці розплаву, які дозволяють покращити структуру і властивості силуминів.

Основний зміст дисертації викладено в наступних працях:

1. Попова Н.С. Методы температурной обработки расплава, как способы получения отливок из экологически чистых силуминов. В кн.: Тез. докл. V Всеукраинская студенческая конференция. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. - Донецк.- 1995 - с. 67.

2. V.I. Mazur, N.S. Popova. Microscopic Kinetic of Crystal lization Al-7Si Alloy.- Mater of the 1st International Conferentional "Faculty of Foundary Engineering".- Cracow.- 1995. - p.137- 140.

3. Мазур В.И., Рябова Н.С. Влияние температуры перегрева и времени выдержки на фазовый состав тонких пленок сплава Al-Si. Теория и практика металлургии. - 1997. - N 2 - с. 28-30.

4. Мазур В.И., Рябова Н.С. Изучение метастабильных фаз в сплаве Al-7%Si. В кн.: Мат. IV Международной конференции. Эвтектика. - Днепропетровск, Украина. - 1997 - с. 45-48.

АНОТАЦІЯ

Рябова Н.С. Закономірності метастабільних фазових рівноваг і фазових переходів в евтектичних Al-Si сплавах. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.16.01 "Металознавство і термічна обробка металів", Державна металургійна Академія України, Дніпропетровськ, 1997.

Захищається наукова праця, яка містить результати досліджень впливу швидкості і температури перегріву на структуру і властивості сплаву Al-7% Si. Вивчена кінетика нерівноважної кристалізації сплаву за участю метастабільних фаз, уточнена гіпотетична діаграма метастабільних фазових рівноваг, розглянуті можливі механізми розпаду метастабільних проміжних фаз, побудована діаграма ізотермічної кристалізації по термошвидкісній обробці силуминів.

Ключові слова: евтектика, нерівноважна кристалізація, метастабільна проміжна фаза, ізотермічна кристалізація, термошвидкісна обробка.

АННОТАЦІЯ

Рябова Н.С. Закономерности метастабильных фазовых равновесий и фазовых переходов в эвтектических Al-Si сплавах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 "Металловедение и термическая обработка металлов", Государственная металлургическая Академия Украины, Днепропетровск, 1997.

Защищается научная работа, содержащая результаты исследований влияния скорости охлаждения и температуры перегрева на структуру и свойства сплава Al-7%Si. Изучена кинетика неравновесной кристаллизации сплава с участием метастабильных фаз, уточнена гипотетическая диаграмма метастабильных фазовых равновесий, рассмотрены возможные механизмы распада метастабильных промежуточных фаз, построена диаграмма изотермической кристаллизации. Предложены рекомендации по термоскоростной обработке силуминов.

Ключевые слова: эвтектика, неравновесная кристаллизация, метастабильная промежуточная фаза, изотермическая кристаллизация, термоскоростная обработка.

ABSTRACT

Ryabova N.S. Conformity of Metastable Phase Equilibriums and Phase Transformation in Eutectic Al-Si Alloy. Thesis for a Candidate of Science degree on speciality 05.16.01 "Physical metallurgy and heat treatment of metal", State Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, 1997.

The following scientific work containing researching results about influence of cooling speed alloys and heating teemperature on the structure and feature of Al-7%Si alloy. Kynethical uneguilibrium of alloy's crystallization with participation of metastable phase has been researched, diagrams of metastable phase equilibriums have been proved, possible

mechanismes of metastable phase decomposition have been investigated, a diagram of izotermical crystallization has been built up. The recommendations for thermal speed silumines processing are being work out.

Key words: eutectic, unequilibrium crystallization, metastable phase, izotermical crystallization, thermal speed treatment.

The Period

ABSTRACT

АВТОРЕФЕРАТ

Відповідальний за випуск М. М. Саф'ян

Підписано до друку 03.11.97. Формат 60x84/16. Папір друкарський. Офсетний друк. Умовн. друк. арк. 0,93. Умовн. фарб.-відб. 0,93. Тираж 80. Замовлення N 1397. Замовлене. ЗАТ Видавництво «Поліграфіст», 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Серова, 7.

BIOBIO

430965

AR 39018

AB 39018

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944