

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

Писаренко В.Г., Варава І.А.

(Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ)

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ КРИСТАЛІЗАЦІЄЮ МЕТАЛЕВИХ РОЗПЛАВІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕРМОАНАЛІЗУ І ФУНКЦІОНАЛІВ КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ

В Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України (під керівництвом професора Писаренка В.Г.) розвиваються концептуальні основи та компоненти інформаційної технології системи оптимального керування складними науковими експериментами в багатофазному середовищі [1, 2].

Метою дослідження є удосконалення науково-методичних і практичних підходів до розробки інформаційних технологій управління складними науковими експериментами в багатофазних середовищах. У процесі дослідження використано методи: логічного узагальнення і наукової абстракції – для уточнення категорій «фаза», «багатофазне середовище»; математичне моделювання – для проведення імітаційного моделювання процесів, які перебігають в багатофазних середовищах; статистичного, кореляційного та кластерного аналізу – для визначення розподілу значень ознак фаз у багатовимірному просторі ознак; графічні – для візуального подання отриманих результатів дисертаційного дослідження.

Реалізація мети обумовлює необхідність вирішення таких основних завдань:

- огляд і аналіз інформаційних технологій, які використовуються при експериментальних дослідженнях багатофазних середовищ;
- системний аналіз проблеми управління складними науково-технічними експериментами в багатофазних середовищах;
- розроблення класифікації багатофазних середовищ;
- розроблення функціоналів якості управління складним науково-технічним експериментом в багатофазному середовищі на основі розробленої класифікації;
- розроблення елементів інформаційних технологій для проведення експериментів по вивченню кристалізації металевих розплавів.

Одним із прикладів застосування розроблюваної системи оптимального керування складними науковими експериментами в багатофазному середовищі є задача отримання металевих зразків сталі з підвищеними експлуатаційними характеристиками. В зв'язку з цим було поставлено задачу – створити нову технологію керованої кристалізації розплавом semisolid, що забезпечує отримання зразків сталі з підвищеними характеристиками статичної та динамічної міцності.

Термічний аналіз – метод дослідження хімічних і фізичних властивостей матеріалів, оснований на спостереженні процесів, що відбуваються в речовині в умовах запрограмованої зміни температури [3].

При аналізі металів і сплавів, як правило, фіксують зміни швидкості охолодження або нагрівання, що відбуваються при фазових або структурних переходах у речовині.

Стосовно до алюмінієвих сплавів методи термічного аналізу на даний момент дозволяють визначати наступні характеристики:

- температуру початку й кінця кристалізації;
- хімічний склад по основних легувальних елементах (Si, Fe, Cu, Mg, Ni, Zn, Mn, Ti);
- фазова сполука сплаву й швидкості росту фаз;
- ступінь модифікування твердого розчину;
- ступінь модифікування евтектики;
- оцінка розподіленої пористості;
- оцінка концентрованої усадочної раковини;
- оцінка пластичності.

Крім того, для деталей, товщина стінок яких порівнянна з розмірами проби, термічний аналіз дозволяє прогнозувати їхні механічні властивості: твердість, межа міцності, відносне подовження.

При аналізі якості алюмінієвих сплавів термічний аналіз має ряд істотних переваг перед іншими методами. Його проведення не вимагає тривалого часу й витрати на устаткування на порядок нижче в порівнянні з іншими методами. Термічний аналіз є структурно незалежним, тому що він проводиться не по фрагменту поверхні, а по всьому об'єму проби.

Ключовою обставиною для створення технології керованої кристалізації було обрано виявлення на розрахункових моделях з підтвердженням в реальних експериментах оптимальних умов впливу на остиваючу суміш твердої та рідкої фази, що називається стадією semisolid (твердий / напівтвердий стан). Цей вплив забезпечить значне покращення експлуатаційних характеристик сталевих зразків, що отримуються.

Постановка задачі створення нової технології «Мінідендритність» для вирішення головної задачі оптимального керування кристалізацією. Було створено та використано наступну авторську гіпотезу: необхідно знайти (теоретичним шляхом з наступним підтвердженням на експериментах) оптимальні режими вібраційного та теплового впливу на твердіючий розплав, при якому за обмежений (мінімальний) час забезпечується задовільний для експлуатації мінімум об'ємної долі дендритної фази μ (добре відомої металургам та металознавцям), тобто забезпечити $0 < \mu < 1$.

Найявний у металургів досвід та авторські теоретичні моделі привели до висновку, що створювана технологія «Мінідендритність» повинна задовольняти таким критеріям:

1) мінімізувати загальний об'єм всіх зон семісолида з дендритною структурою до того моменту τ , поки залишається можливість перемішування твердіючого розплаву за допомогою наступних дій на розплав semisolid: подавити та мінімізувати зони дендритної структури при використанні наступних середовищ руйнування таких дендритних зон:

а) вплив вібрацій певного типу на розплав, що остиває;

б) перемішування розплаву шляхом створення додаткових потоків в товщі семісолиду.

2) забезпечити покращення експлуатаційних характеристик в межах, які влаштовують організацію замовника (бажано від замовника позначити максимальний час τ^* для успішного виконання обраного впливу на семісолід та максимальну вартість σ розробки для отримання позитивного результату від дії запропонованої технології для конкретних марок сталі).

Розроблені науково-методичні підходи та рекомендації використано при розробці програмного забезпечення (ПЗ) «ТермоЕхр». Результати дослідження використовуються у діяльності компанії «Robosoft» (м. Дніпропетровськ), у наукових дослідженнях Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України (ФТІМС НАНУ) (м. Київ), у роботі ПП Фірма «ТермоЕксперт» (Київська обл., Фастівський р-н, с. Триліси) та на підприємствах металургійного комплексу.

Література:

1. Писаренко В.Г., Варава И.А. Информационные модели теплофизических процессов при измерениях временной динамики температуры кристаллизирующегося расплава металла // Комп'ютерні засоби, мережі та системи, 2007. – № 6. – С. 67...74.

2. Варава И.А. Методы распознавания образов и выделение кластеров при обработке файлов временной динамики температуры расплава кристаллизирующегося металла // Искусственный интеллект, 2009. – № 1. – С. 19...26.

3. Писаренко В.Г., Варава И.А. Некоторые информационные модели управляемой термоядерной плазмы: монография. – М.: Астра, 2005. – 76 с. – С. 18...19.