держат элементы субструктуры глобулярной или приближенной к ней формы, с ободками по периметру, представляющими собой зоны с более высокой степенью пересыщения α-фазы атомами легирующих и примесных элементов – наиболее вероятно, меди и магния.

По сечению листа толщиною 2,5 мм структура неоднородная: мелкокристаллическая (15…40 мкм) в слоях, соприкасающимися с поверхностью валков при прокатке, до грубых зерен размером 70…250 мкм на ½ его сечения.

Гомогенизация образцов листа из сплава Д16 при температуре 490 ^{o}C и времени обработки 1 час приводит к укрупнению зерен твердого раствора алюминия, которые на поверхности листа в среднем составляют 70…200 мкм. Аналогичная тенденция наблюдается в его сечении. Области мелких и крупных кристаллов, которые наблюдались в образцах без термической обработки, не столь явно выражены. Усиливается процесс распада пересыщенного твердого раствора алюминия, проявляющийся в виде увеличения темных зон внутри зерен, занимающих практически всю их поверхность. Увеличение времени выдержки до 3…5 часов (рис. 1 б, в) приводит к формированию и выделению из пересыщенного твердого раствора алюминия интерметаллидных фаз, происходит рост и коагуляция θ- и S-фаз, которые выделяются как по границам зерен, так и внутри их. Появляются участки с пережогом. Однако структура по сечению (толщине) листа становится более однородная. Отсутствуют зоны с преимущественно мелкими или крупными зернами α-фазы.

Сопоставление данных о гомогенизации структуры изделий из сплава Д16, полученных с использованием способов обработки давлением в твердом состоянии, с результатами настоящих исследований свидетельствуют, что специфичность процесса литья-прокатки позволяет существенно сократить время гомогенизации листа, которое не должно превышать трёх часов.

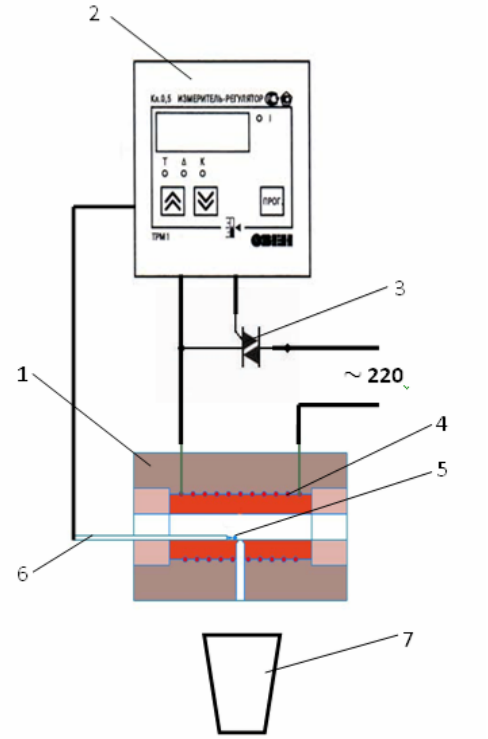
Пригунова А.Г., Шеневідько Л.К., Шейгам В.Ю., Кошелєв М.В., Ісайчева Н.П.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ І МОРФОЛОГІЇ ФАЗ У ПРОЦЕСІ КРИСТАЛІЗАЦІЇ

E-mail: adel_nayka@ukr.net

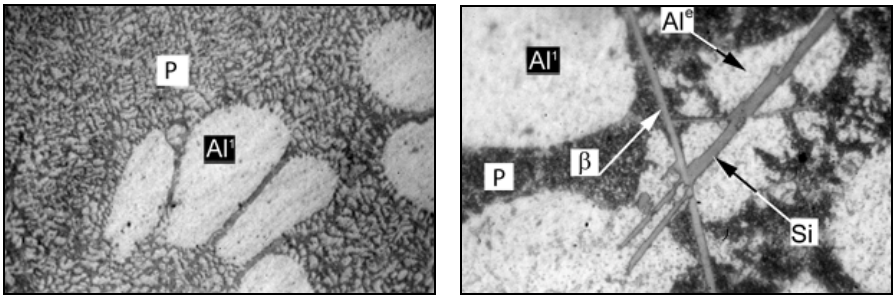
Діаграми рівноважного стану є одним з основних інструментів прогнозування фазових перетворень при кристалізації виливків. Проте на практиці такі умови не реалізуються, особливо при фізико-хімічних впливах на розплав. Метод «стоп-гартування» з використанням установки, наведеної на рис. 1, дозволяють досліджувати фазові перетворень і морфологію структурних складових у сплавах незалежно від ступеня їх метастабільності.



1 – піч опору; 2 – вимірювач-регулятор температури ТРМ1; 3 – симистор; 4 – нагрівач; 5 – дослідний зразок; 6 – термопара-штовхач; 7 – гартівна шахта

Рис. 1. Схема установки «стоп-гартування»

Зразки розплавляють у печі опору (1), нагрівач (4) якої виконано з ніхромового дроту. Температура зразка вимірюється хромель-алюмелевою термопарою (6), з'єднаною з вимірювачем-регулятором температури ТРМ1 (2). Тримач зразків разом із дослідним зразком (5) установлюється в фокусі циліндричних екранів теплоізоляції, чим зведено до мінімуму градієнт температури по перетину зразка (5) і помилку виміру температури. Керування температурою здійснюється регулятором температури (2) та симистором (3). Похибка визначення температури не більше ± 1 ºС. При охолодженні краплі розплаву до необхідної температури фазового перетворення, встановленої за даними диференційно-термічного аналізу, витримці при заданій температурі протягом 3…5 хв. зразок скидається термопарою-штовхачем (6) із нагрівальної камери в гартівну шахту (7), заповнену розчином NaCl у воді. При цьому швидкість охолодження зразка складає понад 10^3 °С/с, що є достатньою для фіксування процесів структуроутворення в рідко-твердому стані. Висновки про характер фазових перетворень базуються на даних мікроструктурного, мікрорентгеноспектрального та фазового аналізу одержаних зразків. Зафіксована у вигляді дрібнокристалічної евтектики рідина при травленні забарвлюється в чорний колір і легко відрізняється від зростаючих в цей момент фаз. На фотографіях мікроструктур ця псевдорідина позначена символом Р (рис. 2).



а - $t_{гарт.}$ = 610 °С

$P \rightarrow Al_{\alpha}$

б - $t_{гарт.}$ = 560 °С

$P \rightarrow \beta\text{-}FeSiAl_5 + Si + Al_{\alpha}$

Рис. 2. Початкові етапи кристалізації сплаву Al – 8% Si – 0,9% Fe

Запропонований метод «стоп-гартування» дозволяє визначати характер фазових перетворень і морфологію фаз на всіх етапах кристалізації сплавів, досліджувати і відповідно корегувати технологічні процеси в умовах виробництва, які являють собою нерівноважні системи.

Самарай В.П., Крижановський К.С.

(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

КОНТРОЛЬ ЗАПУСКУ ІНДУКЦІЙНОЇ ПЕЧІ

E-mail: samaraj@ukr.net

Надійний онлайн-моніторинг роботи індукційних печей є підставою успішного плавлення будь-яких сплавів. Під надійним моніторингом розуміється якнайбільший контроль максимальної кількості електричних, економічних і металургійних параметрів якості.

Даний підхід контролю був реалізований на Дунаєвецькому ливарно-механічному заводі Хмельницької області. Після зупинки і довгого простою ливарний цех перебував у занедбаному стані з 2013 року. Але відбувалось повільне переоснащення плавильної дільниці і були встановлені дві індукційні печі Китайського виробництва місткістю 1 тонна з одним тиристорним перетворювачем. З піччю була передана загальна електрична схема підключення, але не була передана технічна документація у вигляді електронної схеми плати керування тиристорами. Ще одна проблема містилась у неможливості вивести піч на реальний режим плавлення – піч вмикалася, грілася, але не відбувалося плавлення чавунної шихти.

Були наявні лише наступні прилади: 1 – вхідний вольтметр між 3-фазним випрямлячем і інвертором; 2 – вихідний вольтметр між інвертором і робочім контуром індуктора; 3 – амперметр між інвертором і робочім контуром індуктора. Під час роботи печі спостерігалася навіть невідповідність показань приладів між собою. На жаль, неможливо було наявно побачити якість генерації, форму і параметри генерованих інвертором сигналів і неможливо було взагалі впевнитися, що власно відбувається: чи не відбувається взагалі запуск інвертора у штатному режимі. У якості контуру розробником було обрано ускладнену паралельно-послідовну схему включення індуктора і батареї конденсаторів.

Завдяки розрахункам, огляду, багатьом випробовуванням і контролю параметрів за допомогою приладів було виявлено неякісний конденсатор у контурі індуктора, неправильне налаштування автомата-вимикача перед шафою керування, неправильне налаштування плати керування, неправильно розрахований і налаштований задатчик максималь-