

Рис.1. Доля фракций кристаллов первичного кремния в сплаве 50%Al-50%Si в зависимости от состояния модифицирующей лигатуры Cu-P и скорости кристаллизации.

а, б, в – обработка микроструктурной Cu-P лигатурой;

г, д, е - обработка стандартной Cu-P лигатурой;

а, г - толщина стенки заливаемого образца 20 мм;

б, д - толщина стенки заливаемого образца 12 мм;

в, е - - толщина стенки заливаемого образца 6 мм;

УДК 621.745.5:669.715

В.П. Гаврилюк, В.А. Локтионов-Ремизовский, К.В. Гаврилюк
Физико-технологический институт металлов и сплавов, Киев

К ВОПРОСУ ОБ УРОВНЕ СВОЙСТВ СТАНДАРТНЫХ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Применение литейных алюминиевых сплавов для изготовления деталей узлов и конструкций самолетов, железнодорожного и автомобильного транспорта получило широкое распространение в мировой практике. В частности, за 50 лет масса алюминиевых сплавов на один автомобиль увеличилось с 20 до 160 кг. Уровень литейных технологий позволяет изготавливать из алюминиевых сплавов весьма сложные фасонные отливки, к которым относятся отливки блока цилиндров двигателей внутреннего сгорания (ДВС) современных автомобилей. Был проведен сопоставительный анализ уровней свойств стандартных литейных сплавов с уровнями разброса свойств сплава в отливке. При анализе использовали литейные сплавы, применяемые для изготовления отливок ДВС, и регламентированные стандартами развитых стран. Установлено, что разброс свойств сплавов в отливках равен и может

превышать разность уровней свойств разных стандартных сплавов.

Согласно диаграмме «состав – литейное свойство» сплавов наилучшие уровень и сочетание литейных свойств сплавов находятся в области эвтектических составов. На диаграмме «состав – механические свойства» сплавов наблюдается два максимума: первый соответствует пределу насыщения твердого раствора, а второй в области «металл – упрочняющая фаза» эвтектических составов.

Системы Al – Si – Cu и Al – Si – Mg являются базовыми для построения стандартных литейных сплавов, используемых для отливок блока цилиндров ДВС. Комплекс дополнительного легирования в исследованных стандартных сплавах включает Mn, Cr, Ni и Ti+ Zr.

Построены диаграммы «состав – структура – свойство (прочность и предел текучести и удлинение при растяжении, модуль упругости)» сплавов выбранных базовых систем с указанным комплексом дополнительного легирования. Диаграммы представлены в виде топографической проекции поверхности свойств на концентрационные треугольники и проекцию поверхности ликвидус выбранных диаграмм базовых систем. Установлено наличие концентрационных областей на диаграммах, которым соответствуют максимумы либо минимумы свойств сплавов выбранных базовых систем.

Установлены пределы концентраций основных легирующих элементов алюминия и магния сплавов базовой системы Al – Si – Mg при которых значение модуля упругости сплавов достигает 120000 МПа. На диаграммах «состав – структура – свойство» базовой системы Al – Si – Cu имеется область концентраций основных легирующих элементов кремния и меди в которой модуль упругости сплавов достигает значения 90000 МПа.

Процесс распада пересыщенного твердого раствора сплавов базовой системы Al – Si – Mg при отжиге более чувствителен ко времени выдержки, чем к температуре. Линия максимума на поверхности твердости сплава ориентирована практически вдоль оси температуры.

Распад пересыщенного твердого раствора сплавов базовой системы Al – Si – Cu инициируется более температурой, чем временем выдержки. Линия максимума на поверхности твердости сплава, ориентирована практически вдоль оси времени.

Оптимизацию (конструирование) составов сплавов целесообразно проводить путем сопоставления требований к сплаву с диаграммами «состав – структура – свойство» сплавов. Выбор и назначение режимов термической обработки отливки и детали из конкретного сплава следует проводить на основе диаграмм «температура – время – свойство».

Использование банка данных по диаграммам «состав – структура – свойство» и «температура – время – свойство» сплавов позволяет применить современные технологии расчета и оптимизации состава сплава при кон-

струировании новых сплавов с учетом условий изготовления и эксплуатации детали, что, в свою очередь, существенно снижает трудоемкость разработки.

УДК 621.74:669.714

В.В. Ласковець, В.П. Гаврилюк, К.В. Гаврилюк, К.Ю. Гзовський
 Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ

ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Al-Cu-Ti-Zr НА ПРОЦЕС КРИСТАЛІЗАЦІЇ, СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ

Підвищення рівня технологічних та експлуатаційних властивостей висококомірних ливарних алюмінієвих сплавів дає можливість розширити області їх використання та замінити сталі в багатьох конструкціях та машинах і, як наслідок, вплинути на коефіцієнт їх корисної дії, знизити енерговитрати та підвищити конкурентоздатність виробів вітчизняного машинобудування на зовнішньому ринку.

Однак ливарні висококомірні сплави мають ряд недоліків, серед яких можна виділити нестабільність структури при литві, схильність до утворення гарячих тріщин, нестабільність механічних властивостей. Вирішення цих проблем можливо за рахунок отримання дрібнозеренної структури при литві.

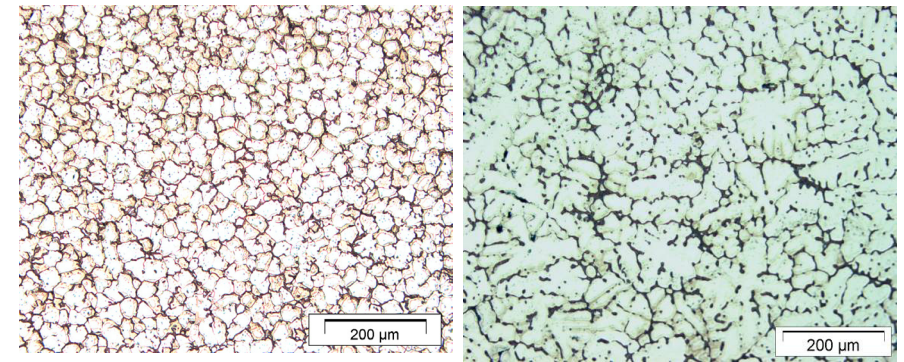
Однією з актуальних проблем металознавства є встановлення механізмів формування дрібнозеренної структури. Особливо актуальною ця проблема є для високолегованих сплавів, що пов'язано з необхідністю врахування взаємодії компонентів в рідкому стані.

Сумісне легування сплавів системи Al-Cu-Mn титаном та цирконієм є ефективним засобом здрібнення зерна, зниження схильності сплавів щодо утворення гарячих тріщин та підвищення рівня механічних властивостей.

Встановлено, що оптимальним співвідношенням титану та цирконію Ti/Zr для здрібнення зерна при високих швидкостях кристалізації та зниження схильності сплавів до утворення гарячих тріщин в атомних долях відсотка є таке, що відповідає складу кластеру Ti₈Zr₅. Сплави, складу яких відповідають даному співвідношенню титану та цирконію, характеризуються: високою схильністю до переохолодження, „спадковою” (що зберігається при переплавах та перегрівих розплаву) схильністю до утворення дрібнозернистої структури (до 30 μm) (рис. 1), мінімальною різницею в розмірі зерна при різних швидкостях кристалізації, мінімальною схильністю до утворення гарячих тріщин як при литві в металеві форми так і при литві у пісчано-глиняні форми, мінімальним розміром метастабільної інтерметалічної фази Al_xTi(Zr) компактної форми (при її утворенні), високою схильністю до

утворення перенасичених твердих розчинів, максимальним рівнем межі пропорційності та твердості після термічної обробки (закалки та старіння) при випробуваннях як при кімнатній так і при підвищених температурах.

Наслідком утворення кластерів із високою щільністю упакування стає зміна механізму кристалізації та зерноздрібнення, а саме: перехід від механізму „кристалізація на частках нерозчинних домішок” до механізму „кристалізація в переохоложеному розплаві” та „кристалізація на частках метастабільної первинної фази”, утворення дрібнокристалічних структур та перенасичених твердих розчинів, підвищення технологічних та механічних властивостей.



a *б*
 Рис. 1. Мікроструктури сплавів системи Al-Cu-Mn-Ti-Zr:
a – оброблений 1% лігатурою AlTi₃Cu_{0,15}; *б* – оптимізований сплав.