

Е. С. Скорбященский

*Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара***ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ**

Досліджувалася зміна розчинності в сплавах металів при впливі постійним та змінним магнітним полем на рідкий розплав, що протікає, при температурі близької до температури кристалізації розплаву. Дослідження проводили на сплавах на основі алюмінію з 20 % міді. Методами металографічного та рентгеноструктурного аналізу в оброблених магнітним полем зразках визначали середній розмір хорди зерна α -фази, зміст евтектики, періоди решіток зразків. Причому період решітки зразків обчислювали по лінії (422), порівнюючи з дифрактограмою еталона (чистого алюмінію). Використовуючи залежність, згідно із правилом Вегарта, за даними рентгеноструктурного аналізу, визначили період кристалічних решіток твердого розчину міді в алюмінії й розраховували кількість розчиненої міді в сплаві. Показано, що в оброблених магнітним полем зразках середній розмір хорди зерна α -фази зрушився убік збільшення, що можна пояснити зменшенням кількості центрів кристалізації. Крім того, установлено, що зміст евтектики в оброблених магнітним полем зразках зменшився, у порівнянні з необробленими зразками, що говорить на користь збільшення розчинності міді в α -фазі. Порівняння зразків, що кристалізувалися при однакових ізотермічних умовах показує, що магнітна обробка збільшує розчинність міді в сплаві.

Ключові слова: розчинність, кристалізація, магнітне поле, ізотермічні умови, параметр решітки, хорда зерна α -фази.

Исследовалось изменение растворимости в сплавах металлов при воздействии постоянным и переменным магнитным полем на протекающий жидкий расплав при температуре близкой к температуре кристаллизации расплава. Исследования проводили на сплавах на основе алюминия с 20 % меди. Методами металлографического и рентгеноструктурного анализов в обработанных магнитным полем образцах определяли средний размер хорды зерна α -фазы, содержание евтектики, периоды решетки образцов. Причем период решетки образцов вычисляли по линии (422), сравнивая с дифрактограммой эталона (чистого алюминия). Используя зависимость, согласно правилу Вегарта, по данным рентгеноструктурного анализа, определили период кристаллической решетки твердого раствора меди в алюминии и рассчитали количество растворенной меди в сплаве. Показано, что в обработанных магнитным полем образцах средний размер хорды зерна α -фазы сдвинулся в сторону увеличения, что можно объяснить уменьшением количества центров кристаллизации. Кроме того, установлено, что содержание евтектики в обработанных магнитным полем образцах уменьшилось, по сравнению с необработанными образцами, что говорит в пользу увеличения растворимости меди в α -фазе. Сравнение образцов, кристаллизовавшихся при одинаковых изотермических условиях показывает, что магнитная обработка увеличивает растворимость меди в сплаве.

Ключевые слова: растворимость, кристаллизация, магнитное поле, изотермические условия, параметр решетки, хорда зерна α -фазы.

In this work the solubility change in the metal alloys under the constant and variable magnetic field action on liquid melt passing at the temperature of near the melt temperature crystallization was investigated. Researches were carried out on the aluminium alloys with 20 % copper. The average size of α -phase grain chord, eutectic content, lattice parameters in treated samples by the magnetic field were determined by methods of metallographic and X-ray diffraction analyses. Thus the lattice spacing of samples was calculated on a line (422), comparing with clean aluminium standard diffractogram. The crystalline lattice spacing of copper solid solution in the aluminium and the amount of dissolved copper in alloy were determined on the data of X-ray diffraction analysis according the Vegart rule. It is shown the average size of α -phase grain chord in treated samples by the magnetic field was moved toward an increase that can be explained by number of crystallization centres reduction. The eutectic content in treated samples as compared with untreated samples is decreased, that argue for benefit of copper solubility increase in α -phase. Comparison of samples that crystallized in equal isothermal terms shows that magnetic treatment increases a copper solubility in the alloy.

Key words: solubility, crystallization, magnetic field, isothermal terms, lattice parameter, chord of α -phase grain.

Вступление

В настоящее время в промышленных технологиях литья алюминиевых сплавов уделяется внимание разработке и исследованию способов внешних воздействий на расплавы [1; 2; 3] (таких как ультразвук, вибрация, высокотемпературный перегрев, электрический ток, магнитное поле и др.). Данные воздействия способствуют получению мелкозернистой структуры и повышению механических и эксплуатационных свойств отливок без введения специальных модифицирующих добавок. Основное достоинство внешних воздействий заключается в том, что они не меняют химический состав расплава и не приводят к накоплению нежелательных примесей в литейных сплавах при дальнейших переплавах. Совершенствование производственного процесса требует новых подходов к методам воздействия на структуру сплава, поэтому обработка магнитным полем расплавов непосредственно перед дальнейшей кристаллизацией является актуальной [4]. Преимущество этого метода заключается в том, что тонкую струю расплава обрабатывают магнитным полем до попадания в литейную форму, что позволяет избавиться от проблем, связанных с неравномерным воздействием на отливку сложной формы. Кроме того, этот метод эффективен в случае, когда для увеличения растворимости сложно применить большую скорость охлаждения, например при изготовлении массивных деталей.

В данной работе проводили исследование влияния постоянного и переменного магнитного поля на процесс формирования твердых растворов при кристаллизации алюминиевых сплавов.

Методика эксперимента

Исследования проводили на сплавах на основе алюминия с 20 % меди. На протекающий жидкий расплав при температуре близкой к температуре кристаллизации воздействовали переменным и постоянным магнитным полем. После обработки расплав заливался в графитовую форму для кристаллизации. Режимы изотермической обработки и воздействия магнитным полем представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режимы изотермической обработки и воздействия магнитным полем

№ п/п образца	Температура перегрева, °С	Время выдержки, мин.	Температура при отливке, °С	Магнитное поле B_{max} (Тл)
1.0	710	10	710	0
1.1	710	10	710	1
2.0	930	10	710	0
2.1	930	10	710	1
3.0	800	10	800	0
3.1	900	10	800	1

Металлографический анализ образцов проводили на автоматическом структурном анализаторе «EPIQUANT». Параметры решетки образцов определяли с помощью рентгеноструктурного анализа на дифрактометре «ДРОН-2» в медном монохроматическом излучении. Период решетки образцов вычисляли по линии (422), сравнивая с дифрактограммой эталона (чистого алюминия).

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенного количественного анализа в полуавтоматическом режиме построено распределение по размерам зёрен α -фазы (рис. 1). Из дан-

ного распределения видно, что в обработанных магнитным полем образцах средний размер хорды зерна α -фазы сдвинулся в сторону увеличения, что можно объяснить уменьшением количества центров кристаллизации.

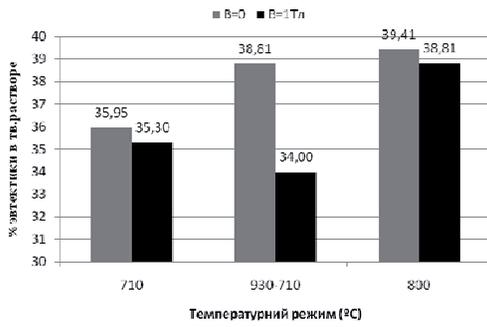
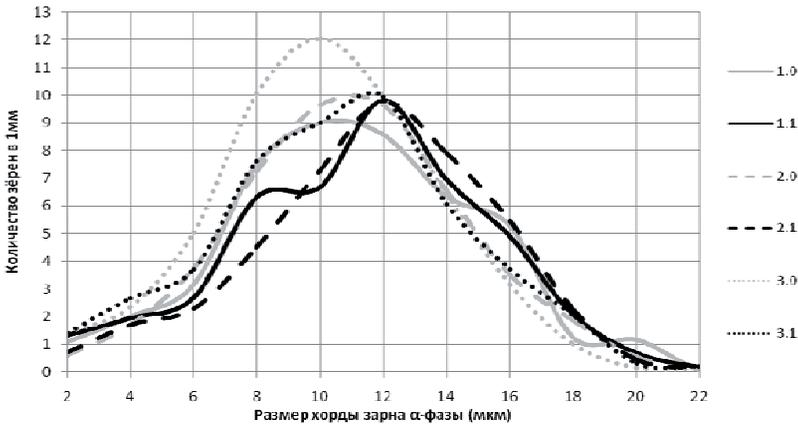


Рис. 2. Диаграмма содержания эвтектики в сплаве при различных температурных режимах выплавки (чёрный – обработанные магнитным полем образцы, серый – необработанные образцы)

По данным металлографического анализа (рис. 2), содержание эвтектики в обработанных магнитным полем образцах уменьшилось, по сравнению с необработанными образцами. Это может говорить об увеличении растворимости меди в α -фазе.

По данным рентгеноструктурного анализа, определили период кристаллической решётки твёрдого раствора и рассчитали количество растворённой меди в алюминии, используя зависимость, согласно правилу Вегарта (концентрация добавленного элемента линейно зависит от параметра кристаллической решетки основного сплава) и коэффициент для этой зависимости, приведенный в [5].

Результаты, представленные в виде диаграммы на рис.3 показывают, что при увеличении периода кристаллической решетки растворимость меди в алюминии уменьшается. Причем, по сравнению с необработанным образцом №1.0 растворимость меди в обработанном образце № 1.1 увеличилась на 0,08 %, в образце № 2.1 на 0,1 %, в необработанном образце № 3.0 на 0,04 % и образце № 3.1 на 0,14 %.

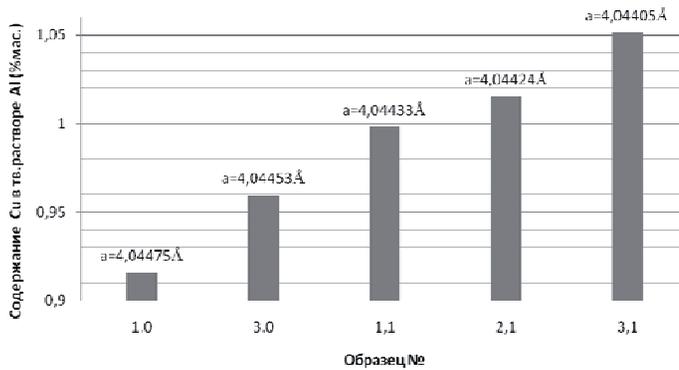


Рис. 3. Диаграмма растворимости меди в алюминии при комнатной температуре, в необработанных и обработанных магнитным полем образцах

Таким образом, сравнение образцов, кристаллизовавшихся при одинаковых изотермических условиях, показывает, что магнитная обработка увеличивает растворимость меди в сплаве.

Выводы

На основании проведенных исследований можно заключить: при воздействии магнитным полем на кристаллизующийся расплав наблюдаются:

- увеличение среднего размера зерна α -фазы, что может свидетельствовать об уменьшении количества центров кристаллизации;
- уменьшение количества эвтектики как следствие увеличения растворимости в α -фазе, что говорит об эффективности магнитного фактора воздействия при кристаллизации сплава.

Библиографические ссылки

1. **Петров С. С.** К вопросу о механизме модифицирования силуминов обработкой расплавов электрическим током / С. С. Петров, А. Г. Пригунова, С. В. Пригунов // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2007. – № 4. – С. 26-33.
2. Применение токов высокой частоты в электротермии / Под ред. А. Е. Слухоцкого // Л., 1968. – 340 с.
3. **Лозинский М. Г.** Промышленное применение индукционного нагрева / М. Г. Лозинский // М., 1948. – 471 с.
4. **Деев В. Б.** Технология обработки литейных сплавов магнитным полем при заливке / В. Б. Деев, И. Ф. Селянин, С. А. Цецорина // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. – 2007. – Вып. 20. – С. 112-116.
5. **Миркин Л. И.** Рентгеноструктурный контроль машиностроительных материалов / Л. И. Миркин. – М., 1979. – 134 с.

Надійшла до редколегії 10.07.12.