

## МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ЛИГАТУРЫ Al-Ti-C

Котенков П.В.<sup>\*</sup>, Попова Э.А., Игнат'ев И.Э., Шубин А.Б., Пастухов Э.А.

Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [p.kotenkoff@yandex.ru](mailto:p.kotenkoff@yandex.ru)

## MASTER ALLOYS Al-Ti-C

Kotenzov P.V.<sup>\*</sup>, Popova E.A., Ignat'ev I.E., Shubin A.B., Pastukhov E.A.

Institute of Metallurgy, UB RAS, Ekaterinburg, *Russia*,

Annotation. Master alloys Al-Ti-C with submicron TiC particles and micron Al<sub>3</sub>Ti particles of L1<sub>2</sub> structural type were obtained. TiC was synthesized by interaction of titanium dissolved in the aluminum melt and carbon of graphite piston that transmits low-frequency vibrations to the melt and causes intensive mixture of its volume.

Многие алюминиевые сплавы обладают склонностью к образованию крупнозернистой структуры и ее составляющих, что приводит к анизотропии свойств и повышенному количеству дефектов. Существует множество модифицирующих лигатур, добавки которых в алюминиевые сплавы позволяют получить мелкозернистую структуру [1-4], что приводит к улучшению механических свойств и уменьшению газовой пористости слитка. Традиционно для модифицирования алюминиевых сплавов используют лигатуры Al-Ti-B, Al-Ti-C. Вследствие хорошего кристаллографического соответствия кристаллических решеток диборидов и карбидов титана с решеткой алюминиевой матрицы достигается высокая степень измельчения зерна.

В работе для получения лигатурного сплава Al-Ti-C использован метод воздействия на расплав Al-Ti низкочастотными колебаниями, передаваемыми через графитовый поршень. В результате взаимодействия растворенного в алюминии титана с углеродом образуются субмикронные частицы TiC, а интенсивное перемешивание расплава способствует их равномерному распределению в объеме [5]. Оптимальный температурный и временной режим (1200-1250°C, 2 мин) при 1 мас.% Ti расплаве обеспечивает получение лигатурных сплавов состава Al-0.85%Ti-0.05%C без коагуляции частиц и образования оксикарбидов. Несвязанный с углеродом титан образует алюминиды Al<sub>3</sub>Ti размерами ≤ 10 мкм, морфология которых характеризуется заостренным кубическим строением, аналогичным триалюминидам скандия в сплавах Al-Sc. Получение лигатурных сплавов Al-Ti-C, где наряду с субмикронными частицами TiC структурного типа NaCl образуются микронные частицы Al<sub>3</sub>Ti структурного типа L1<sub>2</sub>, позволит при их использовании эффективно измельчать зерно алюминиевых сплавов.

1. Мальцев М.В. Модифицирование структуры металлов и сплавов. М.: Металлургия, 214 (1964).

2. Напалков В.И., Махов С.В. Легирование и модифицирование алюминия и магния. М: МИСИС, 376 (2002).
3. Haimin Ding, Xiangfa Liu, Lin Yu, Guoqun Zhao. The influence of forming processes on the distribution and morphologies of TiC in Al–Ti–C master alloys. Scripta Materialia. Volume 57, 575–578 (2007).
4. Yücel Birol. Grain refining efficiency of Al–Ti–C alloys. Journal of Alloys and Compounds. 422, 128-131 (2006).
5. Попова Э.А., Долматов А.В., Киселев А.В., Бодрова Л.Е., Петрова С.А., Пастухов Э.А., Ватолин Н.А. Карбидообразование в алюминиевых расплавах при воздействии на них упругими колебаниями низких частот. Металлы, 6, 3-7 (2006).

## ФОРМИРОВАНИЕ В АЛЮМИНИЕВЫХ РАСПЛАВАХ КОМПЛЕКСНЫХ АЛЮМИНИДОВ С КУБИЧЕСКОЙ $L1_2$ РЕШЕТКОЙ

Котенков П.В.<sup>\*</sup>, Попова Э.А.

Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [p.kotenkoff@yandex.ru](mailto:p.kotenkoff@yandex.ru)

## FORMATION OF COMPLEX ALUMINIDES WITH CUBIC $L1_2$ LATTICE IN ALUMINUM MELTS

Kotekov P.V.<sup>\*</sup>, Popova E.A.

Institute of Metallurgy, UB RAS, Ekaterinburg, Russia

The conditions of formation of complex aluminides with cubic lattice of  $L1_2$  structural type in aluminum melts were investigated.

Малые добавки переходных металлов (ПМ), в том числе редкоземельных, вводят с бинарными лигатурами для модифицирования и легирования алюминиевых сплавов с целью измельчения их зерна, повышения температуры рекристаллизации, уменьшения чувствительности к коррозионному растрескиванию, дисперсионного упрочнения, повышения механических свойств, улучшения свариваемости и т.д. [1,2]. Лигатуры содержат алюминиды, которые служат потенциальными зародышами для первично кристаллизующейся фазы  $\alpha$ -Al, обеспечивая образование однородной равноосной макроструктуры. При этом чем ближе размерное и структурное соответствие решеток зародышеобразующих или дисперсионноупрочняемых фаз и  $\alpha$ -Al, тем выше эффект модифицирования или легирования.

При равновесных условиях кристаллизации только в системах Al–Sc и Al–Er образуются алюминиды с ГЦК решеткой структурного типа  $L1_2$ , идентичного решетке  $\alpha$ -Al. В таких же системах, как Al–Ti, Al–Zr, Al–Hf, образуются алюминиды с тетрагональной решеткой типа  $D0_{22}$ ,  $D0_{23}$ . Нами в последние годы раз-