

ЛИТЫЕ СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ RuAl

Морозов А.Е.,^а Поварова К.Б.,^а Дроздов А.А.^{а,б}

^а *Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН,
119334, г. Москва, Ленинский проспект 49,
e-mail: amorozov@imet.ac.ru*

^б *ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина», 105005, Москва, ул. Радио 23/9, стр. 2*

Тугоплавкий, жаростойкий моноалюминид рутения RuAl с упорядоченной ОЦК типа B2 кристаллической структурой ($T_{пл} = 2062^\circ\text{C}$, плотность $\rho = 7,97\text{ г/см}^3$), является перспективным жаропрочным материалом для работы при высоких температурах (свыше 1500°C) в высокоскоростных (свыше 5 М) газовых окислительных потоках (23 % O_2).

Исследовано влияние легирования на свойства полученных методом вакуумно-дуговой плавки гетерофазных сплавов на основе RuAl со структурой $\beta\text{-RuAl} + (1-20)\text{ об.}\% \epsilon\text{-Ru}$, где твердый раствор на основе Ru (ϵ), имеющий г.п.у неупорядоченную кристаллическую решетку, является вязкой структурной составляющей. Все литые сплавы, имеющие структуру $\beta_{перв.} + (\beta + \epsilon)$ эвт., включая практически однофазный $\beta\text{-RuAl}$, при холодной деформации осаживанием демонстрируют пластичность $\epsilon \geq 10-12\%$ при 20°C . Отжиг деформированных сплавов при температурах $900-1400^\circ\text{C}$ ($0,53-0,76 t_{эвт.}$) приводит к снятию напряжений в результате возврата и начала рекристаллизации. Для полной рекристаллизации необходим отжиг при температуре не ниже $0,85 t_{эвт.}$ (1600°C). Установлено, что введение 4,5 % Hf или Ti, замещающих Al в RuAl, упрочняет сплавы, но уменьшает их способность к холодной деформации осаживанием. Введение 3 % Cr, замещающего в RuAl как позиции Ru, так и Al, повышает способность сплавов к микропластической деформации. Способность к низкотемпературной микропластической деформации возрастает с увеличением (от 2-5 до 15-20 об.%) содержания в сплавах в равновесии с $\beta\text{-RuAl}$ вязкой составляющей ($\epsilon\text{-Ru}$). Сравнение характеристик жаропрочности сплавов на основе моноалюминидов рутения и сплавов на основе других тугоплавких моноалюминидов (NiAl, TiAl) и N_{13}Al показало, что более тугоплавкий RuAl и его сплавы превосходят по жаропрочности, охарактеризованной горячей твердостью, данные сплавы при всех температурах испытаний (до 1200°C), причем при температурах $\geq 900^\circ\text{C}$ твердость RuAl была выше в 2-4 раза.

RuAl не взаимодействует с углеродом, а значит существует возможность получать небольшие детали ответственного назначения в графитовых формах.

Работа выполнена по государственному заданию № 075-00746-19-00