

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СПЛАВА АА6063, УПРОЧНЕННЫХ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОМ Al_3Zr

Кищик А.А., Кищик М.С., Михайловская А.В.

НИТУ «МИСиС», Москва, Россия

kishchik.aa@misis.ru

Для улучшения механических и функциональных свойств металлических материалов актуально применение термомеханической обработки, включающей как традиционные методы обработки давлением, так и интенсивную пластическую деформацию. Формирование наноструктурного состояния реализуемо при использовании порошковых технологий, например, метода механического легирования или применением технологий интенсивной пластической деформации (ИПД).

Компактированию подвергали порошки сплава АА6063 без добавок и с добавкой 0,65 об. % Al_3Zr после 12 ч обработки в шаровой мельнице. Порошки компактировали методом горячего прессования при температуре $350^\circ C$ для получения образцов размером $9 \times 9 \times 18$ мм³ для последующей всесторонней изотермической ковки (ВИК). После компактирования в образцах наблюдаются несплошности (поры), что связано с недостаточной консолидацией гранул. Наличием большой пористости были обусловлены низкие значения плотности: 2,47 и 2,45 г/см³ для образцов 6063 и 6063+0,65 об. % Al_3Zr соответственно. При этом, малая добавка алюминида циркония на упрочнение сплава не повлияла. Так, микротвердость чистого сплава после горячего прессования составила 169 ± 13 , а с добавкой Al_3Zr 153 ± 8 НВ.

ВИК образцов размером $9 \times 9 \times 18$ мм³ проводили при температуре $400^\circ C$ Для проработки всех деформационных осей в образце после каждой осадки, образец поворачивали на 90° относительно исходного положения после каждой операции. Скорость деформирования 5 мм/мин, что соответствует начальной скорости деформации $5 \cdot 10^{-3}$ с⁻¹. Для каждой из температур было проведено от 2 до 5 полных циклов ВИК или 6 и 15 осадок.

Стоит отметить, что в образцах композиционного материала (КМ) АА6063 с добавкой Al_3Zr напряжения при деформации на первых этапах ВИК значительно выше, чем у КМ 6063. Однако, напряжение снижается при увеличении накопленной деформации и после 15 осадок напряжение практически не отличается в образцах обоих сплавов.

По сравнению с компактированным состоянием образцы демонстрировали более плотную структуру, при этом, с увеличением числа циклов наблюдали уменьшение пористости в обоих КМ. Плотность образцов после ковки увеличивается с 2,47 после компактирования до 2,64 г/см³ после 15 осадок ВИК для КМ АА6063+0,65% Al_3Zr и с 2,45 до 2,61 г/см³, для АА6063. Микротвердость образцов растет после 15 осадок ВИК. В сплаве АА6063+ Al_3Zr микротвердость матрицы увеличивается с 169 ± 13 до 183 ± 7 НВ, а в образцах матричного материала меняется с 153 ± 8 до 143 ± 3 НВ. Средний размер частиц Al_3Zr с увеличением накопленной при ВИК деформации незначительно уменьшается с $0,4 \pm 0,2$ мкм до $0,3 \pm 0,1$ мкм.

Работа выполнена при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-1752.2022.4) Советом по Грантам Президента Российской Федерации.