

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ5 С ВВЕДЕННЫМ ПОРОШКОМ ZrW_2O_8 ПОСЛЕ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

Судариков А.В.¹, Колубаев Е.А.²
НИ ТПУ, ИШНПТ, А1-48,
E-mail: sudarikov-97@mail.ru
НИ ТПУ, ИШНПТ, профессор ОМ,
E-mail: kolubaevea@tpu.ru

В настоящее время алюминиевые сплавы являются перспективными материалами для использования их в автомобильной, аэрокосмической и ракетной промышленности. Такая популярность обусловлена тем, что они обладают низкой плотностью, хорошей пластичностью и ударной вязкостью. Однако по сравнению с другими композиционными материалами, механические и трибологические свойства у них находятся на низком уровне. Повышение твердости и износостойкости в алюминиевых сплавах на сегодняшний день является актуальной задачей и требует дополнительных исследований.

Одним из эффективных способов локальной модификации и упрочнения поверхности материала является фрикционная перемешивающая обработка (FSP). Данным методом можно получать упрочненные композиционные поверхности с повышенными эксплуатационными характеристиками, при этом сохраняя пластичность материала основы. На рис. 1 приведена томография поверхности обработанного сплава АМг5 с порошком ZrW_2O_8 . Введение в материал матрицы различных упрочняющих мелкодисперсных частиц (SiC , Al_3Ti , Al_2O_3 и др.) приводит к увеличению механических характеристик (рис. 2) и износостойкости поверхности. В нашем случае в качестве модифицирующего компонента использовался порошок вольфрамата циркония ZrW_2O_8 с отрицательным коэффициентом теплового расширения ($KTP = -8,7 \times 10^{-6} K^{-1}$). В сочетании с алюминиевыми сплавами, у которых высокий КТР ($22,4 \times 10^{-6} K^{-1}$), появляется возможность получать усовершенствованные композиты, демонстрирующие низкое тепловое расширение при превосходной термостабильности и проводимости.

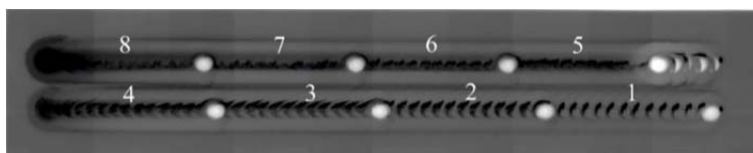


Рис. 1. Томография поверхности сплава АМг5, обработанного в восемь последовательных проходов с введенным порошком вольфрамата циркония ZrW_2O_8

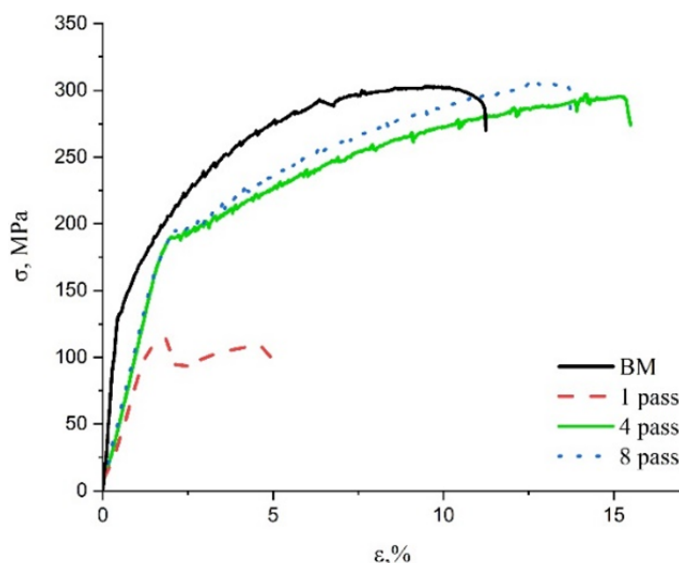


Рис. 2. Кривые напряжение-деформация, полученные в условиях статического растяжения

Для проведения статических испытаний на растяжение лопатки вырезались поперек линии обработки с захватом основного металла. Полученные результаты показывают, что после четырех последовательных проходов предел прочности увеличивается с 191 до 290 МПа, а после восьми до 313 МПа относительно предела прочности чистого АМг5.

Результаты трибологических исследований показали, что среднее значение коэффициента трения снижается в зависимости от числа проходов. Такой эффект обусловлен тем, что в процессе рекристаллизации и термомеханических превращений наблюдается образование оксидов и интерметаллидных фаз ($ZrAl_3$, WAl_{12} , Al_2O_3) в зоне обработки. Образованные в результате температурного распада ZrW_2O_8 фазы, выступая в качестве твердой смазки, позволяют снизить коэффициент трения на 30 %.

Список литературы

1. Баджакке П.А. и соавт. Обработка трением с перемешиванием: новый метод инженерии поверхности // Инженерия поверхности современных материалов. – Спрингер, Чам, 2020. – С. 1–31.
2. Чумаевский А. В. и соавт. Закономерности деформации, фрагментации и пластического течения в монокристаллах меди М1 при фрикционной перемешивающей сварке и сухом трении // Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии. – 2021. – С. 331.
3. Шадрин В.С., Кульков С.Н. Исследование формирования интерметаллидов в алюминии при его спекании с вольфрамом циркония // Перспективные материалы. – 2016. – № 11. – С. 48–54.