

УДК 539.21

ПЛАЗМЕННОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ
ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА АТОМАМИ ХРОМА

Н. Н. ЧЕРЕНДА, С. А. ТОЛКАЧЁВ, Н. В. БИБИК

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Заэвтектические сплавы Al-Si обладают высокими технологическими и эксплуатационными характеристиками – высокими износостойкостью, коррозионной стойкостью, малыми удельной массой и термическим коэффициентом термического расширения, вследствие чего, например, используются при изготовлении поршней и цилиндров двигателей в автомобилестроении. Однако наличие в структуре крупных первичных кристаллов кремния значительно снижает пластичность и трибологические характеристики сплава, что приводит к необходимости его модификации.

Использование высокоэнергетических потоков частиц, в частности компрессионных плазменных потоков (КПП), позволяет модифицировать свойства поверхностного слоя материала. Нанесение на поверхность покрытия легирующих элементов и последующая обработка КПП позволяет сформировать поверхностный слой толщиной до ~60 мкм, легированный элементами покрытия и обладающий дисперсной структурой. Такие слои, упрочненные интерметаллическими фазами, обладают улучшенными эксплуатационными характеристиками [1, 2].

В данной работе методами рентгеноструктурного анализа, растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного микроанализа исследовано структурно-фазовое состояние поверхностного слоя заэвтектического силумина (22 % Si), легированного атомами хрома под действием КПП. Первоначально на образцы силумина методом вакуумно-дугового осаждения наносилось покрытие хрома толщиной ~2 мкм. Затем образцы с покрытием подвергались воздействию компрессионных плазменных потоков, генерируемых в атмосфере азота магнитоплазменным компрессором компактной геометрии. Образцы обрабатывались тремя импульсами длительностью ~100 мкс. Плотность энергии, поглощенной поверхностью образца, изменялась в диапазоне 22...35 Дж/см² за импульс.

Проведенные исследования показали, что воздействие КПП на систему «покрытие Cr – заэвтектический силумин» ведет к эрозии части покрытия хрома, плавлению покрытия и поверхностного слоя подложки, кристаллизации в условиях сверхбыстрого охлаждения (до 10⁷ К/с). В результате воздействия формируется легированный хромом поверхностный слой, содержащий твердый

раствор на основе алюминия, дисперсные включения кремния, а также дисперсные включения фаз $\text{Al}_{74}\text{Cr}_{20}\text{Si}$ и $(\text{Si},\text{Al})_2\text{Cr}$ (рис. 1).

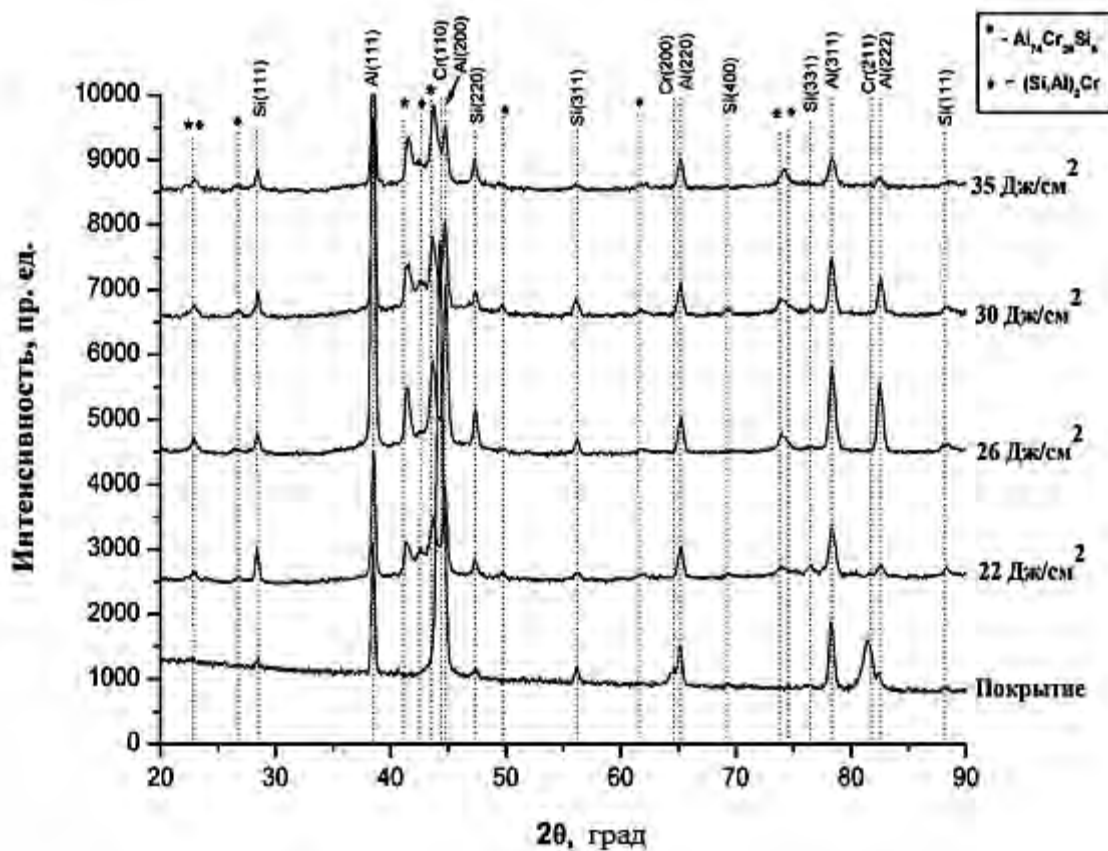


Рис. 1. Дифрактограммы покрытия и образцов, обработанных с различной плотностью поглощенной энергии

С увеличением плотности поглощенной энергии происходит уменьшение концентрации хрома в легированном слое, что связывается с увеличением интенсивности эрозии поверхности. Также с ростом плотности поглощенной энергии происходит уменьшение дифракционных линий кремния в результате его диспергирования и образования фаз системы Al-Cr-Si.

Легирование атомами хрома и диспергирование структуры в результате плазменного воздействия обуславливают изменение микротвердости и коэффициента трения поверхностного слоя силумина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модификация структуры и свойств эвтектического силумина электронно-ионно-плазменной обработкой / А. П. Ласковнев [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 287 с.
2. Surface modification of Al-20Si alloy by high current pulsed electron beam / Y. Hao [et al.] // Applied Surface Science. – 2011. – Vol. 257. – P. 3913–3919.