

УДК. 621.791.92

Лазерное легирование алюминиевых сплавов

Ковтунов Александр Иванович

akovtunov@rambler.ru

SPIN-код: 2146-5286

Бочкарев Александр Геннадьевич(*)

a.bochkarev93@mail.ru

SPIN-код: 6326-8128

Сандер Андрей Андреевич

andrey280599@mail.ru

Белоногов Савелий Олегович

savelij.belonogov.2001@mail.ru

Зеленцов Егор Александрович

egorzelenstow2@gmail.com

ТГУ, Тольятти, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования процессов формирования покрытий системы алюминий — никель при лазерном легировании алюминиевых сплавов. Для создания покрытий предложено предварительно никелировать алюминиевые изделия и осуществлять последующую лазерную обработку поверхности получая слой, содержащий алюминиды никеля. Установлено влияние режимов лазерного легирования на геометрические параметры и шероховатость наплавленного валика. Показано влияние режимов лазерного легирования на химический и фазовый состав и микротвердость получаемых покрытий.

Ключевые слова: алюминий, алюминиды никеля, химическое никелирование, лазерное легирование, структура, микротвердость

Введение. Алюминий и алюминиевые сплавы благодаря сочетанию низкой плотности, высокой удельной прочности, высокой теплопроводности и хороших технологических свойств широко применяются в промышленности. Изделия из алюминия и алюминиевых сплавов применяются практически во всех отраслях народного хозяйства: строительстве, энергетике, в авиакосмической отрасли, судостроении, транспортном машиностроении [1, 2].

Однако низкая твердость и износостойкость алюминия и алюминиевых сплавов приводит к преждевременному выходу из строя деталей из этих сплавов [3]. Для повышения износостойкости изделий из алюминия и алюминиевых сплавов применяют металлические и неметаллические износостойкие слои и покрытия [4]. В системе Al–Ni, согласно диаграмме состояния [5], образуется пять соединений: Al_3Ni , Al_3Ni_2 , AlNi (β'), AlNi_3 (α'), Al_3Ni_5 , которые отличаются высокой твердостью [6] и могут обеспечить повышение износостойкости поверхности алюминия и алюминиевых сплавов.

Методы и материалы; результаты. Формирование покрытия системы алюминий — никель проводили в две стадии. На первой стадии на пластинах 100×100 мм толщиной 2 мм из сплава АМг2, широко применяемым способом химического осаждения, формировали покрытие никель-фосфор толщиной 25–30 мкм с содержанием фосфора 6–9 %. На второй стадии лазерной обработкой никелевого покрытия и основного металла получали

на поверхности пластин слой сплава системы алюминий — никель легированное фосфором.

Заключение. В результате лазерного легирования формировались покрытия на основе сплавов алюминий никель с толщиной слоя от 0,04 до 2 мм. Среднее содержание никеля в наплавленном металле изменяется от 1,5 до 50 % в зависимости от режимов лазерного легирования. Исходя из диаграммы состояния и проведенного микрорентгеноструктурного анализа в структуре получаемых покрытий наблюдается фазовый состав: фаза на основе твердого раствора никеля и других легирующих элементов в алюминии (Al), NiAl_3 , Ni_2Al_3 .

Микротвердость покрытий в зависимости от химического состава составляет 35–150 HV, что в 1,4–6,0 раз выше микротвердости основного металла.

Таким образом, увеличение содержания никеля увеличивает содержание алюминидов никеля в наплавленных валиках повышает твердость покрытий. Резкое повышение твердости при содержании никеля выше 40 % связано с появлением в структуре покрытий фазы Ni_2Al_3 , которая отличается более высокой твердостью чем фаза NiAl_3 . Повышение твердости способствует повышению износостойкости поверхности алюминиевых изделий и увеличению их срока службы.

Список источников

- [1] Арзамасов Б.Н., Соловьева Т.В. Герасимов С.А. и др. *Справочник по конструкционным материалам*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 640 с.
- [2] Тихомиров А.В., Тихомиров И.А. *Алюминиевые сплавы для изготовления поршней к судовым ДВС: проектирование, технология, контроль*. Москва, РУСАЙНС, 2024, 124 с.
- [3] Криштал М.М., Ивашин П.В., Полунин А.В. и др. Об адгезионной прочности теплоизоляционных и износостойких керамических покрытий на алюминиевых сплавах. *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета)*, 2013, № 3–2 (41), с. 133–138.
- [4] Петрова Л.Г., Александров В.Д., Моршилов М.В. Формирование интерметаллидных соединений при лазерном легировании алюминиевых сплавов металлами. *Металлург*, 2024, № 6, с. 71–76. https://doi.org/10.52351/00260827_2024_6_71
- [5] Лякишев Н.П. *Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник*. Т. 1. Москва, Машиностроение, 1997, 1024 с.
- [6] Колачев Б.А. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов*. Москва, МИСИС, 2005, 432 с.