

УДК 544.032.65

ОСОБЕННОСТИ АДДИТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТИТАНОВЫХ ОБРАЗЦОВ

Егорова К.А. (Университет ИТМО), Киян А.И. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. т. н. Синева Д.А.
(Университет ИТМО)

Настоящая работа посвящена исследованию влияния слоев вспомогательных веществ на процесс лазерной обработки поверхностного слоя титана. Приведены результаты изменения микроструктуры и микротвердости материалов и управления функциональными свойствами поверхности с помощью лазерных технологий.

Введение. На данный момент, методы аддитивной лазерной обработки являются ведущими направлениями в развитии материаловедения, благодаря достижению более высокого уровня механических и функциональных свойств итогового изделия за счет высоких пространственных и временных градиентов температуры, возникающих при лазерной обработке. Наибольший интерес представляет получение новых свойств материалов путем модификации поверхности с помощью лазерного воздействия под слоем вспомогательных веществ.

Обработка лазерным пучком под слоем графита позволяет уменьшить шероховатость на поверхности, изменить химический состав поверхностного слоя за счет перекристаллизации расплавленного слоя с образованием новой структуры различной зернистости и увеличения износостойкости за счет остаточных напряжений на поверхности металла. Таким образом, появляется возможность управления оптическими и механическими свойствами поверхности за счет ориентированных определенным образом структурных новообразований.

Обработка лазерным лучом под водой позволяет уменьшить повторное осаждение частиц обработанного материала, что приводит к улучшению механической обработки и изменению шероховатости поверхности.

Настоящая работа посвящена изменению микротвердости и микроструктуры поверхностного слоя титана методом аддитивной лазерной обработки под слоем графита или жидкости на коммерчески доступной лазерной установке Минимаркер-2. В качестве структурируемого металла в проведенных исследованиях был использован образец из технического титана марки Ti6Al4V толщиной порядка 0,55 мм. Изучение образцов проводилось с помощью оптического микроскопа Carl Zeiss Axio Imager A1.m, микротвердомера ПМТ-3М, оптического микроскопа ЛОМО МСП-1 с цифровой камерой TourCam UCМOS03100КРА. Исходный образец титана был предварительно подвергнут механической полировке с использованием шлифовальной бумаги различной зернистости (600 – 1800 Р), корундовой пасты Lухог и мини-дрели Dreamel 300.

Основная часть. Микроструктурирование под слоем графита. Для сравнительного анализа влияния слоя графита на результат лазерной обработки были проведены серии экспериментов, в которых обработка производилась путем записи структуры непосредственно на предварительно сформированную оксидную пленку, либо при обработке под слоем графита, толщиной порядка 0,3 мм. Для предотвращения удаления графитного слоя было использовано стекло, толщиной порядка 1,12 мм. Стекло было закреплено на титановой пластине для устранения сдвига во время обработки, а также для максимально возможного уменьшения воздушной прослойки. Таким образом, на поверхности образца были получены двумерные массивы, имеющие различные поверхностные структуры. На данном массиве структур с помощью испытания на микротвердость методом Виккерса было показано, что достигнутое значение в 1520 МПа при обработке под слоем графита превышает полученное значение в 863 МПа при обработке на воздухе. Микроструктурирование под слоем жидкости. Для сравнительного анализа влияния слоя

воды на результат лазерной обработки были проведены серии экспериментов по записи структур в обычных условиях (на воздухе) и под неподвижным слоем дистиллированной воды, толщиной 3 мм. Для уменьшения негативного влияния возмущений слоя жидкости была использована диафрагма. Параметры лазерного воздействия были подобраны так, что коэффициент перекрытия для записанных структур равен нулю по осям x и y . Таким образом, на поверхности образца были получены микроструктуры, которые далее хранились в двух средах – на воздухе и в дистиллированной воде. На всех микроструктурах в дальнейшем исследовался угол смачиваемости. Измерение угла смачивания поверхностных структур, хранившихся под слоем жидкости, было проведено в двух режимах: при протирании поверхности бумажной салфеткой после обработки и при высушивании естественным путем на открытом воздухе. Было показано, что у образцов, обработанных на воздухе, в среднем угол смачивания был изменен с 5 градусов до 60 градусов, а угол смачиваемости, при обработке под слоем жидкости, в среднем был изменен с 91 градусов до 64 градусов.

Выводы. В результате проведенной работы были получены следующие основные результаты:

1. получены значения микротвердости по Виккерсу исходного образца титана (244 МПа) и поверхностного окисленного слоя (826 МПа), хорошо коррелирующие с литературными сведениями;
2. определено, что при аддитивной обработке под слоем графита микротвердость поверхностного слоя титанового образца повышается в 6 раз по сравнению со значением микротвердости исходного титана и в 2 раза по сравнению со значением микротвердости предварительно окисленного образца;
3. определено, что при обработке лазерным излучением на воздухе образцы имели гидрофильную поверхность, которая через некоторый период времени (1 месяц) приобретала гидрофобный характер. При обработке лазерным излучением под слоем жидкости образцы имели гидрофобную поверхность, которая с течением времени приобретает гидрофильный характер;
4. выявлено, что на смачиваемость влияет не только способ получения микроструктур, но и образование нанорельефа, который в настоящий момент не обладает достаточно высокими трибологическими свойствами.

Егорова К.А.(автор)

Подпись

Синев Д.А (научный руководитель)

Подпись