

УДК 544.032.65

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ НА ТИТАНЕ ПРИ АДДИТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Розанов К.А. (Университет ИТМО), Егорова К.А. (Университет ИТМО), Сидорова А.Д.
(Университет ИТМО), Горенский Ф.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Синев Д.А. (Университет ИТМО)

Введение. В настоящее время повышение износостойкости конструкционных материалов за счет современных методов модифицирования поверхности изделий является одной из основных задач в проблеме надежности и долговечности машин и механизмов. Одной из причин, снижающих надежность и долговечность деталей машин, и вызывающих преждевременный выход из строя является износ рабочих поверхностей. Основным фактором, оказывающим влияние на износостойкость металлических изделий, является твердость материала, из которого они изготовлены. Поэтому именно повышение твердости позволяет снизить подверженность металлических деталей к истиранию и разрушению, а, значит, увеличить их срок службы. Реальным способом обеспечения необходимых физико-механических свойств поверхностей и повышения их надежности и долговечности, является нанесение защитных покрытий из твердых самофлюсующихся сплавов, карбидов, боридов и других тугоплавких материалов [1-2].

Существует множество нелазерных методов увеличения твердости, к примеру ведущими являются химико-термическая обработка и поверхностная закалка. Однако они обладают рядом недостатков, например, применение токсичных компонентов, из-за чего возникает необходимость использования тиглей из специальных материалов, что делает процесс обработки дорогостоящим, а также не совсем экологичным [3]. Лазерные методы в отличие от вышеуказанных являются сравнительно эффективными и простыми с точки зрения изменения свойств поверхности.

Целью настоящей работы является повышение твердости поверхностного слоя титана путем обработки с использованием ранее разработанной методики увеличения твердости методом аддитивной лазерной обработки под слоем графита, находящегося в сжатых условиях. Запись структур производится с применением технологической установки на базе импульсного иттербиевого волоконного лазера, работающего на длине волны 1,06 мкм (Минимаркер-2). В качестве структурируемого материала в проведенных исследованиях был использован образец из технического титана марки ВТ1-0 толщиной порядка 1 мм. Исследование образцов проводилось с помощью оптического микроскопа Carl Zeiss Axio Imager A1.m, микротвердомера ПМТ-3М, исходный образец титана был предварительно подвергнут этапу механической шлифовки с применением наждачной бумаги различной зернистости (600–2000 Р).

Основная часть. Для сравнительного анализа влияния разрешения записи и толщины наносимого графитового слоя при лазерной обработке были проведены серии экспериментов, в одной из которых обработка осуществлялась с различным количеством лазерных проходов на миллиметр образца, а в другой с варьирующейся толщиной шаблона, используемого для равномерного нанесения графитового порошка. Запись структур производилась непосредственно на предварительно сформированный на титане оксидный слой. С целью предотвращения удаления графита из зоны лазерного воздействия использовалось предметное стекло, соответствующее ГОСТу 9284–75 и толщиной порядка 1,12 мм, которое было закреплено на титановой пластине для устранения сдвига во время обработки, а также для максимально возможного уменьшения воздушной прослойки. Таким образом, на поверхности образцов были сформированы одномерные и двумерные массивы, обладающие различными структурами поверхностного слоя.

Для исследования однородности распределения механических свойств (твердости) на микроструктуры наносились отпечатки от индентора по методу Виккерса с различной статической нагрузкой в течение 10 секунд. Далее, были численно рассчитаны значения твердости и построены графики зависимостей. Трибологические исследования были проведены путем испытаний на фрикционный износ с применением контртел из алюминия и полиметилакрилата с алмазным порошком в условиях, приближенных к реальным. Конечным этапом стала контактная профилометрия для оценки истирания поверхностного слоя титанового образца.

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

1. В данной работе была продемонстрирована зависимость изменения значения твердости при формировании модифицированных областей на титановой пластине при лазерной обработке с варьируемым разрешением записи
2. Произведен анализ влияния толщины наносимого графитового слоя при лазерной обработке на изменение параметров твердости и износостойкости титановых образцов
3. Были выделены перспективные режимы лазерной обработки для дальнейших испытаний на фрикционный износ

К моменту завершения этапа детализации технологической карты режимов лазерной обработки методика формирования износостойких поверхностных слоев на титане будет представлять интерес для увеличения рабочего ресурса режущих и обрабатываемых инструментов. Проект также представляет интерес для широкого применения в металлообрабатывающей промышленности. Уменьшение времени бесперебойной работы станочного оборудования положительно скажется на увеличении показателей промышленного производства.

Авторы выражают благодарность группе проф. Ю.Р.Колобова (Институт проблем химической физики РАН) и ООО «Лазерный центр» за помощь в исследовании экспериментальных образцов, в том числе за разработку и предоставление оборудования, а также за ценные обсуждения. Работы выполнены при финансовой поддержке научной подготовки бакалавров, магистрантов и аспирантов в рамках выполнения научно-исследовательских работ на базе Физико-технического мегафакультета Университета ИТМО (конкурс НИР МиА)

Список использованных источников:

- 1) Куксенова Л. И., Алексеева М. С. Исследование структурного состояния и износостойкости азотированных сплавов железа с разными типами кристаллической решетки //Вестник научно-технического развития. – 2019. – №. 9. – С. 21.
- 2) Шаройкина А. В., Ярмак Ю. Ю. Влияния термической обработки на износостойкость плазменных карбидных покрытий. – 2021.
- 3) Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. Химико-термическая обработка металлов. – 1985.

Розанов К.А. (автор)

Подпись

Синев Д.А. (научный руководитель)

Подпись