

УДК 544.032.65

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБОНИЗИРОВАННОГО СЛОЯ ПОЛИИМИДНОЙ ПЛЕНКИ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Ф.А. Горенский, К.А. Розанов, К.А. Егорова

Научный руководитель – к.т.н., научный сотрудник, Д.А. Синев.

Введение. В последние несколько лет наблюдается значительный прирост объема производства металлообрабатывающего и деревообрабатывающего оборудования [1]. Срок эксплуатации многих режущих деталей и компонентов во многом зависит от параметра износостойкости на истирание материала детали. После истечения срока эксплуатации отработанная деталь требует переточки, перешлифовки на меньший технологический размер или полную замену, что влечет за собой не только лишние материальные убытки, но и остановку всего технологического процесса или оборудования для замены детали.

На сегодняшний день основными методами повышения твердости материала, а, следовательно, и его износостойкости, являются химико-термическая обработка и поверхностная закалка металла. Наиболее перспективные техники высокотемпературной газовой закалки с использованием СО газа и плазменное азотирование позволяют достичь высоких значений твердости для титановой подложки [2], однако, данные методы имеют существенный недостаток, глубина проникновения плазмы и газа в металлическую подложку ограничена, из-за чего значительно сокращается толщина модифицированного слоя. Градиентное оксидирование титана в печи влечет за собой термическую обработку всей детали, повышая твердость не только поверхностного слоя, но и всей детали в целом, что влечет за собой снижение пластических и упругих характеристик для материала, из-за чего растет хрупкость всей детали [3]. Технологии лазерной закалки [4] и лазерной наплавки с использованием присадочных материалов для модификации подложки [5] являются перспективной альтернативой для имеющихся технологий повышения твердости металлических изделий.

Основная часть. Разработанная методика аддитивной лазерной обработки титана с использованием порошка графита [5] позволяет модифицировать поверхностный слой титановой подложки для достижения значительного увеличения твердости поверхностного слоя с сохранением всех упругих и пластических характеристик детали. Данная технология имеет ряд проблем, таких как неоднородность обработки поверхности, которая вызвана недостаточно плотной упаковкой порошка графита или значительной разностью размеров зерен порошковой присадки; необходимость создания индивидуальных трафаретов для каждой новой формы; сложность реализации технологического процесса на производстве в реальных условиях.

В настоящей работе проводится разработка методики формирования твердого поверхностного слоя на титане с помощью метода лазерной обработки с использованием полиимидных пластинок, предварительно обработанных с использованием СО₂-лазера для создания карбонизированного слоя на поверхности полимера. Данная методика позволяет использовать механизм повышения твердости поверхностного слоя титана за счет модификации подложки с использованием графита и исключить из процесса обработки порошковую присадку, трафарет и защитное стекло, что упрощает технологический процесс и исключает дефекты неоднородности, связанные с упаковкой порошкового графита. Пластинка полиимида с карбонизированным слоем уже содержит в себе присадочный материал, что значительно упрощает технологический процесс.

Выводы. В ходе проведенной экспериментальной работы были получены следующие основные результаты:

1. В настоящей работе были исследованы спектры комбинационного рассеивания карбонизированных областей, образованных на полиимиде после обработки полимера лазерным излучением CO_2 -лазера и после обработки полимерной пластинки лазерным излучением с длиной волны 1,06 мкм.

2. На основе полученных данных были выбраны перспективные режимы работы лазерного излучения с наибольшим приростом параметра твердости для титановой подложки. Для данных режимов были созданы шлифы структур и проведена их электронная микроскопия

3. Разработанная методика представляет интерес в качестве альтернативы для технологии обработки титановых подложек с использованием порошка графита в сжатых условиях, так как решает ряд проблем, связанных с неоднородностью поверхностного слоя ввиду особенностей порошковой присадки.

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) и при поддержке программы «Приоритет 2030».

Список использованных источников:

1. Анализ рынка сервисных компаний по обслуживанию металлообрабатывающего оборудования в России/DISCOVERY RG – 2022 – С. 112

2. Meng Y. et al. Thermochemical surface hardening of Ti-6Al-4V: On the role of temperature and treatment media //Surface and Coatings Technology. – 2021. – Т. 422. – С. 127505.

3. Wang X. Q., Han W. Z. Oxygen-gradient titanium with high strength, strain hardening and toughness //Acta Materialia. – 2023. – Т. 246. – С. 118674.

4. Dai J. et al. Characterization and correlation of microstructure and hardness of Ti-6Al-4V sheet surface-treated by pulsed laser //Journal of Alloys and Compounds. – 2020. – Т. 826. – С. 154243.

5. Egorova X. A. et al. Hardness enhancement by laser modification of titanium under an auxiliary graphite layer //Applied Physics A. – 2023. – Т. 129. – №. 12. – С. 855.