

УДК 621.373.826

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ

Е. Г. Акунец, И. В. Царенко, В. Н. Панфилов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»,
г. Гомель, Республика Беларусь

Лазерная закалка стали — это процесс, при котором поверхность металла подвергается воздействию лазерного излучения для увеличения его твердости и прочности. Лазерная обработка материалов является одной из технологий, которые определяют современный уровень производства в промышленно развитых странах. Использование лазерной обработки материалов позволяет обеспечить высокое качество получаемых изделий, заданную производительность, а также экономию материальных ресурсов. К числу технологий, которые наиболее широко применяются в современном производстве можно отнести такие как сварка, термоупрочнение, легирование, наплавка, резка, маркировка, размерная обработка и многие другие.

Лазерная закалка стали может привести к изменению морфологии ее поверхности, что может быть важным для ее последующего использования. Некоторые особенности морфологии поверхности стали после лазерной закалки включают в себя [1]:

1. Образование микротрещин и микрошероховатостей: лазерная обработка стали может вызвать образование микротрещин и микрошероховатостей на поверхности материала. Это может быть связано с быстрым остыванием и резким изменением температуры металла в результате лазерного воздействия.

2. Образование микроструктурных изменений: лазерная закалка способна изменить микроструктуру стали на поверхности материала.

3. Улучшение адгезии покрытий: после лазерной закалки сталь может иметь более шероховатую поверхность, что способствует лучшей адгезии различных покрытий или красок.

4. Повышение усталостной прочности: лазерная закалка стали может увеличить ее усталостную прочность за счет формирования улучшенной морфологии поверхности и изменения микроструктуры материала.

5. Профиль поверхности: лазерная закалка может изменить профиль поверхности стали, делая ее более гладкой или шероховатой в зависимости от параметров обработки.

В статье [2] приведены результаты исследования процесса лазерной закалки CO_2 – и волоконными лазерами. Продемонстрированы примеры структуры закаленного слоя, образующегося при лазерной закалке CO_2 – и волоконными лазерами. На примере среднеуглеродистых легированных сталей выполнен сравнительный анализ показателей качества закаленного слоя, полученного при обработке CO_2 – и волоконными лазерами.

По результатам исследований [2] было обнаружено:

- увеличение поверхностной твердости после обработки волоконным лазером по сравнению с CO_2 минимум в 1,1 раза;
- уменьшение соотношения размера зоны отпуска к глубине закаленного слоя при обработке волоконным лазером;
- повышение производительности закалки волоконным лазером более чем в 3 раза благодаря большему уровню выходной мощности, чем у CO_2 и лучшему поглощению излучения; при этом процесс экологичнее, чем с CO_2 – лазером, поскольку нет необходимости наносить поглощающие покрытия.

В работе [3] был исследован износ поверхностей трения скольжения конструкционной стали 40X по нержавеющей стали 12X18H10T. Из сопоставления процессов изнашивания стали 40X, взятой в исходном отожённом состоянии, после ее лазерной и лазерно-ультразвуковой закалки до различных значений микротвердости поверхности и отдельно после объемной термообработки установлено, что во всем диапазоне величин микротвердости вне зависимости от степени дисперсности структур износ носит усталостный характер. Выявлена тенденция возрастания износостойкости и соответственно уменьшения скорости износа при росте микротвердости трущейся поверхности. Из анализа экспериментальных данных получены эмпирические аналитические соотношения, связывающие параметры износа с микродюриметрическими характеристиками поверхности. Показано, что процесс износа сопровождается формированием особого структурно-напряженного состояния в зоне Сен-Венана, характеризующегося постоянным уровнем твердости вне зависимости от предшествующего состояния материала.

Результаты экспериментальных исследований влияния мощности излучения квазинепрерывного оптоволоконного иттербиевого лазера и скорости движения луча лазера на геометрию зоны оплавления стали 40X без учета изменения геометрии зоны термического влияния отражены в работе [4]. На поверхности образцов с размерами 30x10x5 мм с помощью лазерного излучателя ЛК-150/1500-QCW-AC формировали одиночный термический след с отчетливо заметной зоной оплавления, поперечное сечение которого в дальнейшем изучали при помощи микроскопа ЛабoМет-1. В результате изучения геометрических характеристик поперечного сечения зоны оплавления установлены режимы обработки,

при которых изменяется внешний вид сечения зоны оплавления, определены ее ширина и глубина в зависимости от мощности лазерного излучения. Установлены режимы лазерной обработки, при которых достигается наибольшая разница между глубиной зоны оплавления и глубиной кратера, образующегося на поверхности стали.

Влияния процесса лазерной обработки на микроструктуру и распределение элементов между различными структурными составляющими, а также на формирование зоны термического влияния было рассмотрено в работе [5]. Полученные данные о распределении микротвердости в упрочненных слоях и их износостойкости в зависимости от режимов лазерной обработки позволяют управлять процессами, протекающими при упрочнении, и, как следствие, уровнем механических свойств поверхностных слоев путем изменения режимов лазерной обработки.

Проведенный анализ новейших разработок в области лазерной закалки позволяет сделать вывод о перспективности использования этого метода повышения износостойкости поверхности для обработки деталей сельхозмашиностроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ведерникова И. И., Полетаев В. А. Применение лазерного модифицирования для упрочнения рабочих поверхностей деталей машин // JARiTS. Issue 15 – 2019. – С.18-25.
2. Сомонов В. В., Цибульский И. А. Эффективность использования волоконных лазеров для лазерной закалки изделий в промышленности // Электрофизические и электрохимические методы обработки – 2014. - №1(79). – С. 9-12.
3. Гуреев Г. Д., Гуреев Д. М. Влияние лазерной и лазерно-ультразвуковой обработок на изменение износостойкости поверхностей трения стали // Вестник Сам. гос. ун-та – 2007. - №2(15). – С. 138-144.
4. Влияние мощности лазерного излучения и скорости движения луча на геометрию зоны оплавления при лазерной закалке стали 40Х. П.А. Огин, аспирант Д.Л. Мерсон, доктор физико-математических наук, профессор Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия) С.И. Ярьсько, доктор технических наук Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Самара (Россия).
5. Войтович О. Н., Соколов И. О. Исследование влияния параметров лазерной термообработки на свойства упрочненных поверхностных слоев // Вестник Белорусско-Российского университета – 2013. – №2(39). – С. 6-14.