

УДК 621.9.026

## ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

К. С. Шатило, Е. Г. Акунец, Е. Н. Демиденко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»,

г. Гомель, Республика Беларусь

В современном машиностроении большое внимание уделяется вопросу повышения надежности и износостойкости изделий. Как известно, одними из причин износа деталей в узлах машин являются процессы трения, коррозии и др. В процессе эксплуатации поверхностный слой деталей машин подвергается наиболее сильному физико-химическому и механическому воздействию, поэтому разрушение деталей начинается с поверхности. Лазерное упрочнение и легирование – методы, известные в борьбе с поверхностным разрушением деталей машиностроения (усталостным разрушением, абразивным износом, эрозией, коррозией, кавитационным износом и др.). В лазерном упрочнении обычно используют двух- и трехстадийные термические циклы. Под действием лазерного упрочнения и легирования происходят фазовые и структурные превращения обрабатываемого поверхностного слоя, что позволяет придать ему высокие трибологические и прочностные свойства. Но однозначно предсказать результаты легирования: глубину, твердость и структуру легированного слоя, концентрацию легирующего элемента – пока трудно [1].

В настоящее время лазерная обработка используется для повышения прочностных характеристик различных материалов, в том числе и углеродистых сталей. Ее преимуществами являются высокая скорость нагрева и охлаждения, точность и качество обработки, но для достижения большего эффекта целесообразно применять комбинированные способы упрочнения [2].

Сущность процесса заключается в локальном нагреве участка поверхности детали до сверхкритических температур лазерным излучением. После прекращения действия излучения этот участок охлаждается в результате теплоотвода энергии во внутренние слои металла. Нагрев может осуществляться как с оплавлением, так и без оплавления поверхности металла. Основная цель лазерного упрочнения – повышение твердости и износостойкости поверхности детали. Весомые преимущества лазерной обработки по сравнению с традиционными методами термической обработки материалов – это отсутствие дополнительных операций отпуска. Отпуск снимает внутренние

напряжения, но при этом снижает твердость обработанного слоя. Например, в результате нагрева выше температуры плавления нормализованной стали 45 (рис. 1), по экспериментальным данным наблюдаются следующие результаты: в верхнем слое глубиной 20...25 мкм наблюдается полное растворение ферритной сетки. Микротвердость в этой зоне 7500...8200 МПа. Ниже следует зона закалки из твердого состояния с микротвердостью 7200...8500 МПа. На месте бывших перлитных зерен образуется мартенсит с небольшим количеством остаточного аустенита. Глубина зоны термического влияния составляет 0,55...0,60 мм при ширине зоны 9,8 мм. Микротвердость ферритных зерен составляет 2800–3500 МПа при исходной твердости феррита 980...1100 МПа.

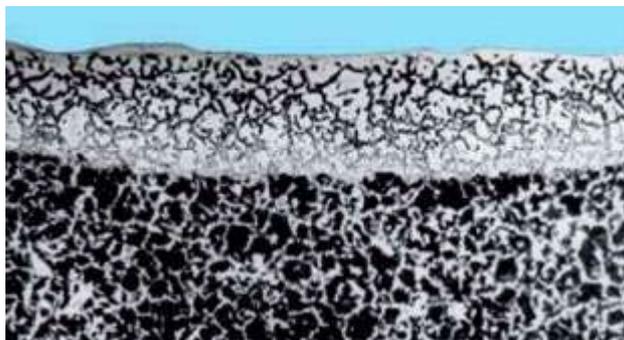


Рис. 1 – Микрошлиф стали 45, упрочненный сканирующим лазерным лучом

Повышение микротвердости связано с фазовым наклепом. При закалке сталей, прошедших закалку и отпуск после лазерного упрочнения, за вторым слоем следует третий – зона отпуска. Данная технология применяется для упрочнения клапанов, колец, подшипников в автомобилестроении и упрочнении металлорежущего инструмента. Применяются лазеры мощностью от 10...100 Вт до 2 кВт [3].

Лазерную термообработку детали можно произвести как с оплавлением, так и без оплавления поверхностного слоя материала. Чаще всего используют обработку без оплавления с сохранением исходной шероховатости  $R_a = 0,16-1,25$  мкм.

Лазерный способ термоупрочнения имеет довольно большие перспективы в промышленности, так как обладает значительным повышением твердости, высокой производительностью, точностью, относительно малым затраченным временем на упрочнение, и возможностью упрочнять не полностью деталь, а ее отдельные части [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков В. Лазерное упрочнение и легирование сталей // Фотоника. – 2011. – Т. 27. – №. 3. – С. 34-37.

2. Технология лазерного микролегирования углеродистых сталей для упрочнения деталей сельскохозяйственных машин / А. Г. Пастухов, О. А. Шарая, А. Г. Минасян, Н. В. Водолазская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 2(10). – С. 34-46.

3. Егунов А. И. Использование лазеров для повышения прочностных характеристик деталей машин / А. И. Егунов, Д. И. Гвоздев, А. А. Горохов // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : материалы VIII Международной научно-технической конференции: в 2 частях, Курск, 28 декабря 2010 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2011. – С. 75-79.

4. Мавланов М. Ш. Лазерное упрочнение деталей машин / М. Ш. Мавланов, М. Л. Хазин // Уральская горная школа - регионам : материалы международной научно-практической конференции. Уральская горнопромышленная декада, 4-13 апреля 2022 года, г. Екатеринбург, Екатеринбург, 11 апреля 2022 года. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2022. – С. 102-103.