

УДК 621.793

ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СКАНИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Студенты гр.10603117 Рудик П.С., Шуляковский Е.А.

Научный руководитель – ст. преподаватель Швец И.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В настоящее время применяют различные виды термической обработки: нормализацию, улучшение, закалку с предварительным азотированием или цементацией. Однако, эти виды являются весьма энергоемкими и длительными процессами, требующими наличия дорогостоящего оборудования. На сегодняшний день, для решения ряда проблем традиционной закалки таких как: цена, коробление детали, снижение вязкости и сопротивляемость ударным нагрузкам используют современные методы обработки точечными потоками энергии, наиболее перспективным из которых является лазерная обработка.

Этот вид обработки основан на местном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении с высокой скоростью из-за отвода теплоты во внутренние слои металла. При этом время нагрева и время охлаждения незначительны, практически отсутствуют выдержка при температуре нагрева. В результате этого, лазерная закалка позволяет:

1. Получить поверхностный слой высокой твердости (для стали 40X - 56-58 HRC);

2. Избежать или минимизировать термические деформации и коробление деталей;

3. Возможность подвергать термообработке только необходимый участок поверхности, а не изделие целиком;

4. Обеспечить глубину закаленного слоя от 0,2 до 1,5 мм.

Примером более эффективного использования данной технологии над традиционными являются исследования «Харьковского политехнического института». Они сравнили значения твердости после объемной закалки, улучшения и лазерной закалки сталей 40, 40X и 38X2MЮА. Результаты были сведены в диаграмму (рис.1).

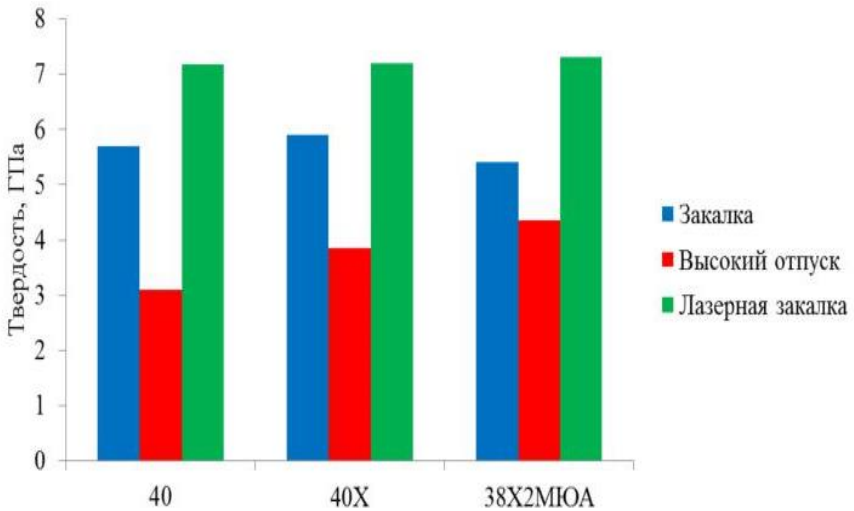


Рис. 1 –Изменение значений твёрдости сталей в зависимости от метода обработки.

Диаграмма показывает, что лазерное упрочнение позволяет повысить твердость поверхностных слоёв в 1,3-1,35 раза по сравнению с объемной закалкой и в 1,7-2,32 раза по сравнению с твердостью сталей, полученной после улучшения.

С помощью данной установки(рис.2)производилось лазерное термоупрочнение.



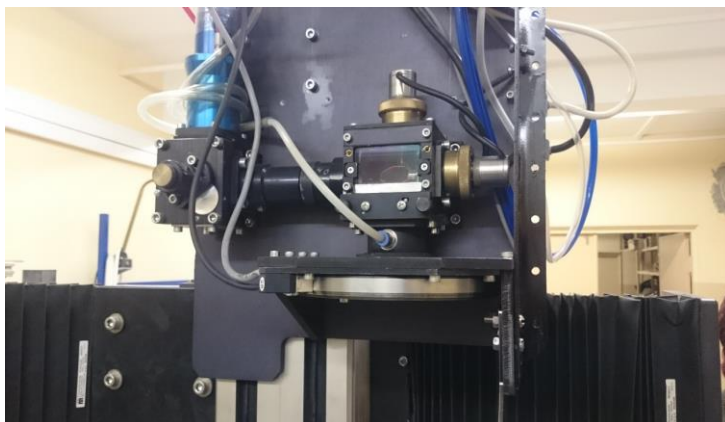


Рис. 2 – Лазерная установка

Лазерное термоупрочнение имеет следующие входные параметры:

- мощность излучения;
- диаметр пятна фокусирования $D_{\text{п}}$;
- время облучения или скорость обработки т.е. скорость перемещения пятна по детали $V_{\text{п}}$;
- распределение мощности по облучаемой поверхности (в пятне).

Для измерения микротвердости использовался микротвердомер марки ПМТ-3. Основными частями которого являются: штатив с предметным столиком и головка с механизмом нагружения.

В качестве испытуемого образца была взята заготовка из стали 40Х, протравленная в 4% растворе HNO_3 , закаленная и отпущенная на твердость 41...48 HRC. Образец подвергался лазерной обработке по следующим режимам: $P=0,5; 0,6$ кВт. На каждом из режимов обработки проводили лазерным лучом так, чтобы на поверхности заготовки оставался след в виде прямой линии (рис. 3). Микротвердость определяли при нагрузке весом 100 г и выдержке 5 сек. Под микроскопом наблюдается чёткий отпечаток в форме ромба (рис. 4).

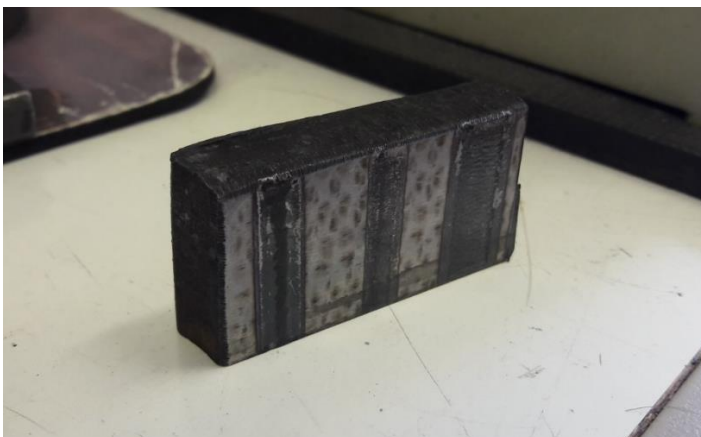


Рис. 3 – Заготовка после лазерной обработки.

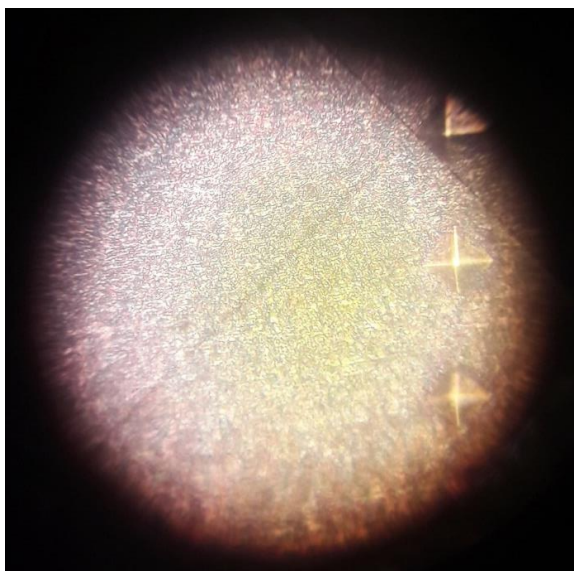


Рис. 4 – Наблюдаемый отпечаток под микроскопом.

В зоне термического влияния наблюдается формирование различных по структуре слоев:

А) Первый слой - зона оплавления, преобладает мартенсит.

Б) Второй слой - переходная зона, наблюдается структуры

отпуска - тростит и сорбит.

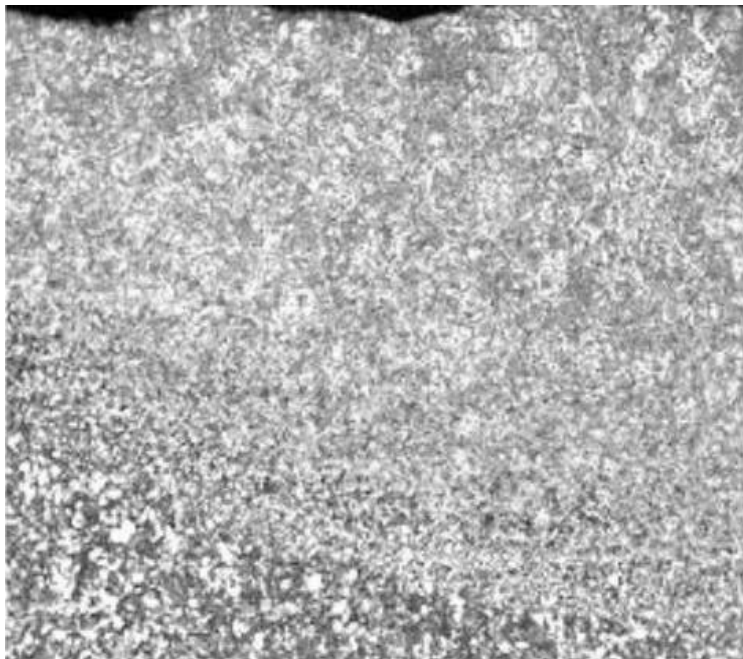


Рис.5 – Микроструктура заготовки

Микроструктура заготовки после упрочнения показана на (рис. 5). Обработав значение твёрдости был получен график зависимости микротвёрдости от мощности лазера по глубине (рис. 6).

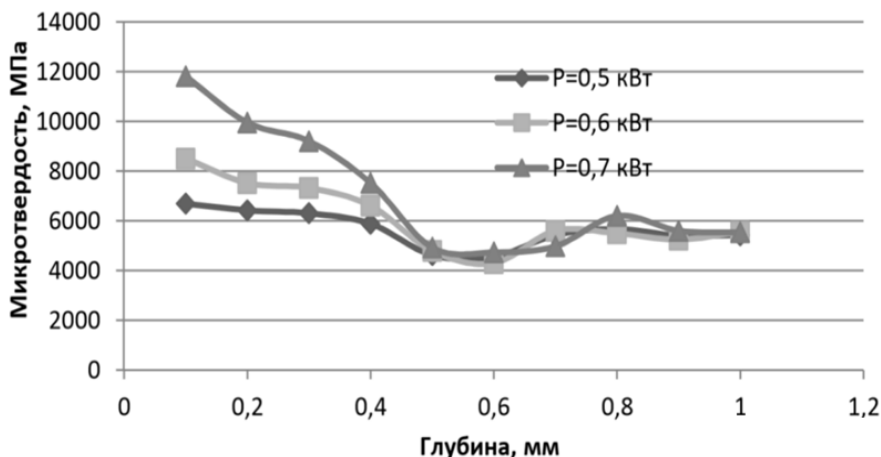


Рис. 6 – График зависимости микротвердости от мощности лазера по глубине.

Измерение микротвердости по глубине показало, что при лазерной обработке происходит увеличение микротвердости в 1,5-2 раза, причем в большей степени при повышенных мощностях лазера

Также образец из стали 40Х был исследован по параметру: скорость обработки. После лазерной закалки с различной скоростью был построен график распределение микротвердости по глубине (рис. 7).

Как видно из графика, при меньших скоростях перемещения луча (300 мм/мин) достигается более высокая твердость по всей глубине упрочненного слоя. Однако очевидным является факт, что для каждого материала существуют свои максимальные пороговые значения твердости и глубины упрочненного слоя. Распределение твердости по глубине слоя после лазерной обработки без переплава для различных материалов можно найти в литературных источниках либо получить на образцах-свидетелях.

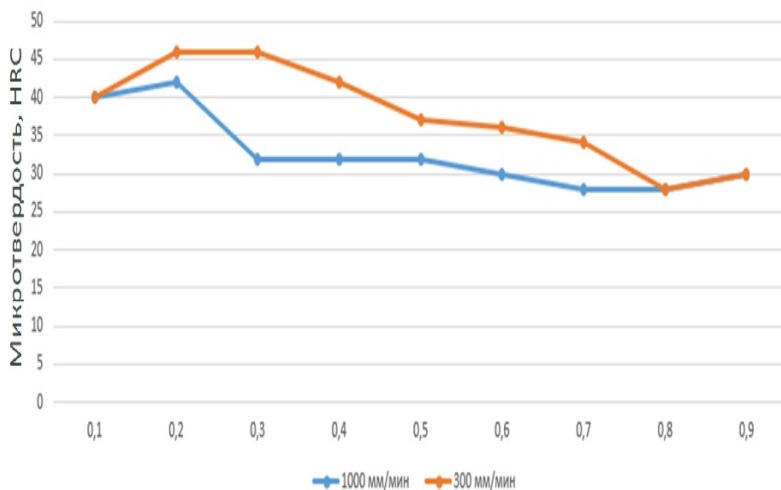


Рис. 7 – Распределение микротвердости по глубине при разной скорости перемещения луча

Поэтому для обеспечения эффективности лазерной закалки на первый план выходит необходимость предварительного расчета требуемой твердости и толщины упрочненного слоя. По результатам этих расчетов далее производится выбор эффективного материала и режимов лазерной закалки на конкретном оборудовании.

В результате можно сделать вывод, что применение упрочняющей лазерной технологии взамен традиционным является эффективным, что подтверждают результаты эксперимента.

Литература

1. Курсовое проектирование деталей машин / С.А. Чернавский [и др.] – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.
2. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин/ П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов.– М.: Высшая школа, 2001. – 416 с.
3. Surface hardening of gears by laser beam processing. Zhang, H., Shi, Y., Xu, C.Y., Kutsuna, M. / Surface Engineering. Volume 19, Issue 2, April 2003, P. 134 – 136.