

УДК 621.9.048.6

Девойно О.Г., Кукин С.Ф., Каленик А.М.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ СОВМЕСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ С ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь*

В ряде известных применений лазерной технологии - таких, как наплавка, легирование полезный эффект достигается за счет оплавления поверхностного слоя изделия. Однако при этом имеют место нежелательные сопутствующие факторы, не позволяющие в полной мере использовать преимущества лазерной обработки. К ним можно отнести наличие после лазерной обработки остаточных растягивающих напряжений и большой шероховатости, требующей последующей механической обработки.

Одним из способов разрешения указанных недостатков может быть сочетание процессов деформации с лазерной обработкой.

Наиболее целесообразно использовать в качестве метода пластической деформации ультразвуковые колебания.[1]

Как известно, поверхностное пластическое деформирование обеспечивает улучшение комплекса физико-механических свойств, в том числе и повышение микротвердости.

Однако влияние ультразвукового ППД на физико-механические свойства лазерно-обработанных слоев изучено недостаточно, поэтому целью исследования явилось установление влияния параметров ультразвуковой обработки на физико-механические свойства формируемых при совместном воздействии с лазерным излучением покрытий.

При этом возможно использование следующих последовательностей:

- схемы, при которых деформацию осуществляют после лазерной обработки;

- схемы, при которой дополнительную пластическую деформацию металла производят в зоне, примыкающей к области теплового воздействия.

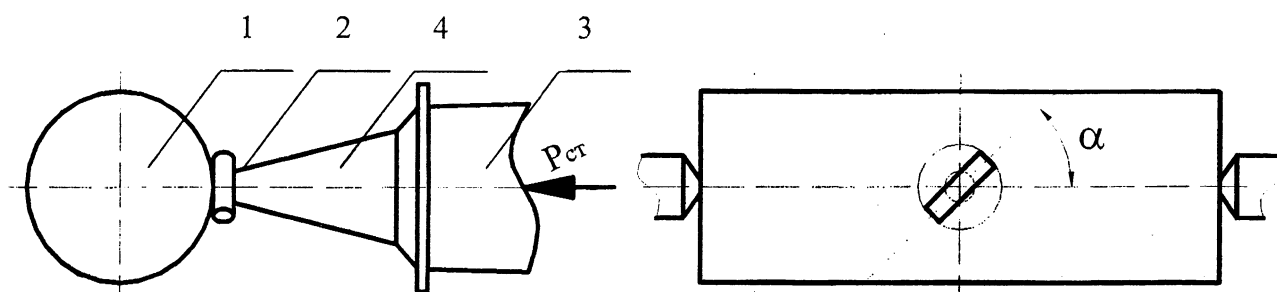
Для получения экспериментальных данных на поверхности образцов была проведена серия опытов, в которых оптимизировались следующие параметры: статическое усилие и угла поворота ультразвукового инструмента относительно оси детали, который, в свою очередь, определяет площадь контакта обрабатываемой детали и инструмента

Использовали цилиндрические образцы размерами $\varnothing 50 \times 150$ мм из стали 45. Лазерную обработку проводили на установке непрерывного действия «Комета-2М», мощностью 1,2 кВт. Поверхностное деформирование проводили по схеме, приведенной на Рисунок 1. Ультразвуковые колебания, от генератора УЗГ2-4М, на деталь 1 передавались индентором 2 в виде ролика из твердого сплава ВК6М через магнитострикционный преобразователь.3 ПМС-15А-18 и конический концентратор 4. Магнитострикционный преобразователь устанавливался в специальном приспособлении, которое закрепляется в резцедержатель токарного станка. Прижим преобразователя осуществлялся проградуированной пружиной.

Параметры микрогеометрии обрабатываемых поверхностей изучали с помощью профилметра-профилографа модели 201, а твердость и глубину упрочненного слоя - на микротвердомере ПМТ-3.

Усилие прижима ролика к обрабатываемой поверхности варьировали от 150 до 640 Н. Амплитуду УЗК индентора устанавливали 15 мкм. Угол поворота ультразвукового инструмента α варьировали от 0° до 90° (Рис 1.).

Исследовался первый вариант их указанных выше последовательностей, При этом варьировали число проходов по обработанным лазерным излучением дорожкам.



- 1 - деталь; 2 – ролик;
- 3 - магнестрикционный преобразователь
- 4 - конический концентратор

Рисунок 1 - Схема ультразвуковой обработки

Проведенные исследования позволили установить, что:

- ультразвуковая обработка приводит к повышению микротвердости лазерно-закаленных зон;

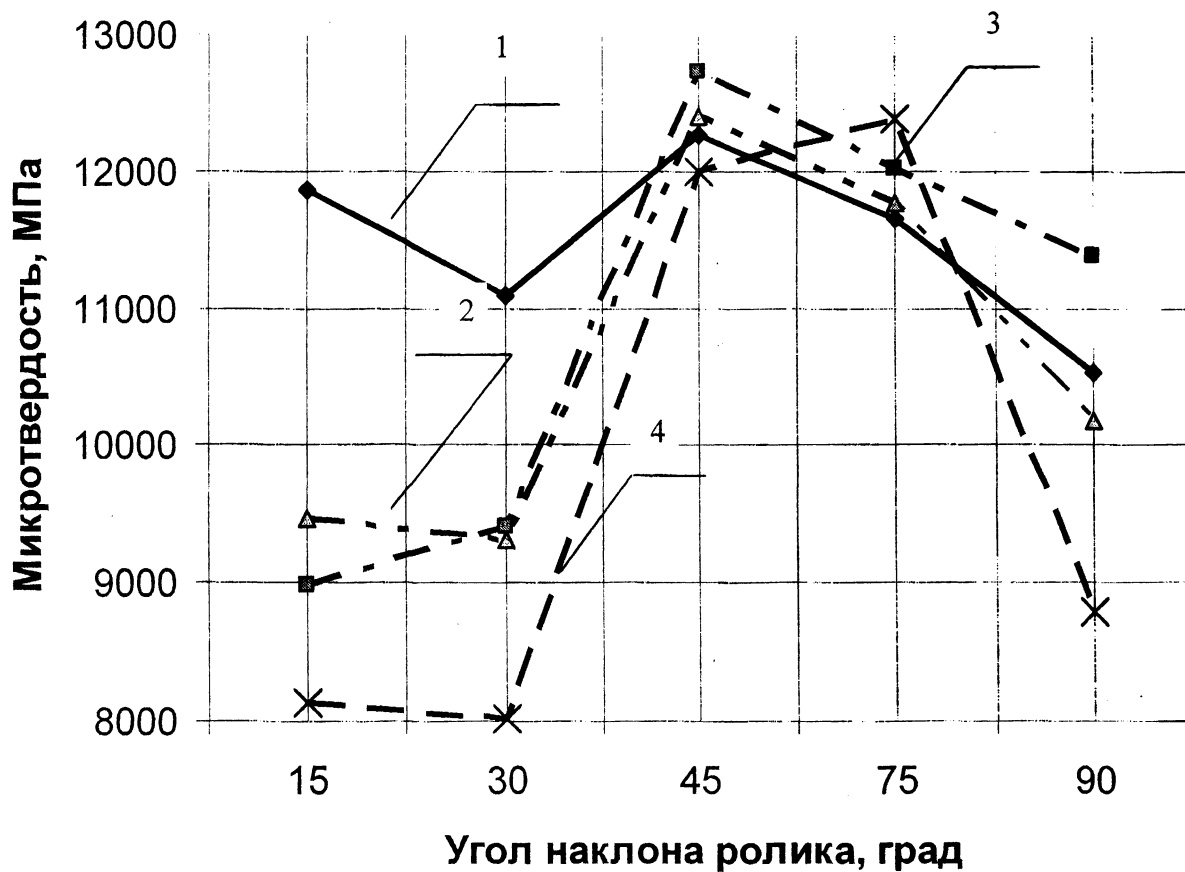
- прирост микротвердости зависит от числа проходов ультразвукового инструмента и достигает максимального значения при трехкратной обработке и далее сохраняет постоянное значение;

- зависимость микротвердости от угла поворота ультразвукового инструмента носит экстремальный характер (Рисунок 2). При этом максимум достигается при угле наклона ролика в $45-75^\circ$ для всех значениях статических нагрузок.

Указанный характер зависимости может быть объяснен изменением формы и площади контактной площадки при взаимном повороте цилиндрических поверхностей заготовки и индентора, что при одних и тех же условиях обработки меняет степень деформации поверхностного слоя, и характер распространения волны деформации. Однако указанный тезис требует проведения дополнительного изучения.

Как показали проведенные исследования, угол поворота ультразвукового инструмента относительно оси детали достаточно сильно влияет на износ роликового индентора: его величина возрастает при увеличении угла поворота, что также связано с уменьшением размеров зоны контакта детали и инструмента и что ограничивает область оптимальных углов поворота инструмента в пределах $45-50^\circ$.

Изучение микрогеометрии поверхности после комбинированной обработки показало следующее. Зоны лазерной обработки имели «усадку» относительно средней линии исходного микрорельефа на 4-5 мкм, что связано с изменением удельного объема материала при фазовых превращениях. В исследованных пределах режимов ультразвуковой обработки значение указанного параметра практически не изменялось.



1- нагрузка 150 Н; 2- нагрузка 270 Н;
3- нагрузка 450 Н; 4- нагрузка 640 Н;
Рисунок 2 - График зависимости микротвердости от угла наклона инструмента

Таким образом, проведенные эксперименты позволяют сделать заключение о перспективности использования ультразвукового ППД для повышения комплекса физико-механических свойств лазерно-обработанных слоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синдеев, В.И., Исакова, Г.А. Особенности формирования поверхностного слоя деталей при лазерно-ультразвуковом воздействиих // Физика и химия обработки материалов/ 1988, №6, с.59-64.
2. Чачин, В.Н., Кардаполова, М.А., Спиридонов, Н.В., Девойно, О.Г., Лазнев В.К. Снижение трещинообразования при оплавлении покрытий из самофлюсующихся сплавов лазерным лучом // Физика и химия обработки материалов/ 1991, №1, с.125-131.
3. Гуреев, Д.М., Медников, С.И., Ямщиков, С.В., Балашов, И.А. Лазерно-ультразвуковое легирование поверхности серого чугуна титаном // Физика и химия обработки материалов/ 1993, №3, с. 109-116.
4. Kykin, S.F., Kykin, A.S., Devoyno, O.G., Kalenik, A.M. The analysis of process on laser hardening with the subsequent ultrasonic surfaseplastik deforming.// International Conference TOOLS 2002/P/51.