

УДК 621.9.048.6

КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Ходжаев Рустам Рустамович, магистрант

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

xodzhaev.2012@stud.nstu.ru

Введение

В современном машиностроении особое место уделяется надежности и долговечности деталей машин и механизмов, работающих на трение. Эксплуатационные свойства таких деталей достигаются на финишных операциях обработки и направлены на достижение требуемой шероховатости поверхности (как правило, Ra 1,25 и ниже). В настоящее время существуют различные способы обеспечения шероховатости поверхности. Особый интерес вызывает ультразвуковое пластическое деформирование (УЗПД), т.к. данный способ позволяет не только обеспечить шероховатость поверхности в широком диапазоне, но и добиться упрочняющего эффекта.

В данной работе рассматриваются особенности реализации ультразвукового пластического деформирования при обработке внутренних цилиндрических поверхностей.

Методика проведения экспериментальных исследований

Исследование проводилось на установке, описанной в работе [1]. Установка создана на базе токарно-винторезного станка 1А616 и предназначена для обработки методом ультразвукового пластического деформирования наружных цилиндрических и торцовых поверхностей. В данной установке применяется ультразвуковой стержневой магнитострикционный преобразователь фирмы «Ультразвуковая техника - Инлаб». Технические характеристики преобразователя приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики магнитострикционного преобразователя

Присоединительная мощность, не более, кВт	1
Рабочая частота, кГц	$22 \pm 10\%$
Температура охлаждающей жидкости, не более, °C	60
Давление охлаждающей жидкости в линии, кг/см ³	0,3-2

Переменный ток с необходимой частотой обеспечивается ультразвуковым генератором ИЛ 10-0.1 того же производителя,

предназначенным для питания ультразвукового магнитострикционного преобразователя. Технические характеристики генератора представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики ультразвукового генератора ИЛ10-0.1

Входная мощность, Вт	1200
Выходная мощность, Вт	1000
Ступенчатая регулировка мощности, % от номинальной	100%, 75% и 50%
Рабочая частота, кГц	$22 \pm 10\%$
Тип преобразователя	магнитострикционный

Следует отметить, что инструмент, представленный в работе [1] не позволяет производить обработку внутренних поверхностей. Для обработки отверстий необходимо было разработать специальный инструмент, позволяющий обеспечить доступ деформирующего элемента к обрабатываемой поверхности.

Для решения данной задачи был спроектирован и изготовлен инструмент, который представляет собой соединение из двух волноводов (рис.1) [2]. В первом волноводе (поз.1), присоединённом к магнитострикционному преобразователю, возникают продольные колебания. В волноводе выполнено отверстие, в котором установлен посадкой с натягом второй волновод (поз.2), что обеспечивает передачу колебаний от первого волновода второму. При этом происходит преобразование продольных колебаний в изгибные. Деформирующий элемент (поз.3) располагается в точке с наибольшей амплитудой колебаний (пучности).

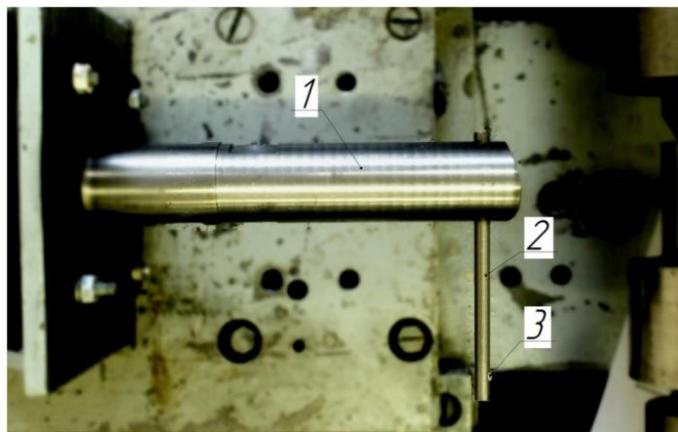


Рис.1. Инструмент для ультразвуковой обработки отверстий

Измерение амплитуды ультразвуковых колебаний в месте расположения деформирующего элемента (рис.1, поз.3), производилось при помощи отсчетного спирального микроскопа ОМС [3], установленного на неподвижное основание колебательной системы (рис.2). Настройка прибора осуществлялась при выключенном генераторе ультразвуковых колебаний. Фокус прибора устанавливается на яркую выделяющуюся точку на измеряемой поверхности.

При включении генератора точка размывалась в линию, длина которой соответствовала значению двойной амплитуды ультразвуковых колебаний. Таким образом, измерения сводились к определению длины размытой линии, образуемой в результате быстрого перемещения яркой точки на поверхности, колеблющейся с ультразвуковой частотой.

В качестве режимов обработки, в соответствии с рекомендациями [4, 5], были приняты следующие параметры:

- статическое усилие поджатия инструмента к обрабатываемой поверхности, $F_{ct}= 87\text{Н}$;

- число оборотов детали, $n = 480 \text{ об/мин}$;

- продольная подача $S=0,13\text{мм/об}$;

- частота ультразвуковых колебаний $f=22\text{кГц}$.

- диаметр деформирующего элемента $d=4\text{мм}$.

- амплитуда ультразвуковых колебаний инструмента $A= 7 \text{ мкм}$.

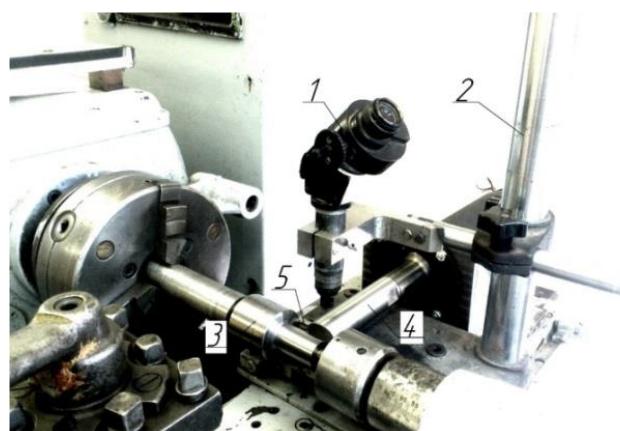


Рис.2. Измерение амплитуды колебаний: 1- микроскоп ОМС; 2 – стойка; 3 – образец; 4 – первый волновод; 5 – второй волновод.

Результаты и обсуждения

Шероховатость обработанной поверхности измерялась на профилографе-профилометре модели 252 завода «Калибр» (рис.3).



Рис.3. Профилограф-профилометр модели 252

Для обеспечения достоверности результатов измерений на каждом образце проводилось по 5 измерений путем поворота образца вокруг своей оси в призме на угол 20°-30°.

Усредненное значение шероховатости на исходной поверхности образцов (незакаленная сталь 45), обработанного точением, составило Ra 3. После применения ультразвуковой обработки, был достигнут параметр шероховатости Ra0,8.

Характерная профилограмма обработанной поверхности изображена на рис.4.

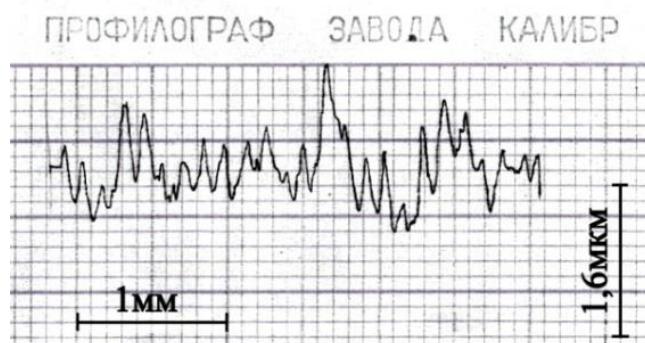


Рис.4. Профилограмма поверхности образца из стали 45 после ультразвуковой обработки

Выводы

В результате проведенного эксперимента можно сделать вывод, что спроектированный инструмент дает возможность обработки внутренних цилиндрических поверхностей ультразвуковым пластическим деформированием. Эффект данной обработки на выбранных режимах заключается в снижении уровня шероховатости поверхности. Дальнейшие исследования планируется посвятить исследованию твердости обрабатываемых поверхностей данным инструментом, а также структуры поверхностного слоя обработанных поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахимянов Х. М., Семенова Ю. С. Установка для ультразвукового пластического деформирования по токарной схеме // Наука. Технологии. Инновации // Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 7-ми частях. 2009. № 3. С. 44–46.
2. Ходжаев Р.Р. Упрочняюще–чистовая обработка внутренних цилиндрических поверхностей ультразвуковым пластическим деформированием // Наука. Промышленность. Оборона // Труды XVII всероссийской научно-технической конференции, Новосибирск, 20–22 апреля 2016 г. Том 3. С. 74–78.
3. Марков Н.Н., Ганевский Г.М. Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов. – М.: Машиностроение, 1981. 367 с., ил.
4. Рахимянов Х. М., Семенова Ю. С. Прогнозирование геометрического состояния поверхности цилиндрических деталей из стали 45 при ультразвуковом

II Всероссийская молодежная научно-практическая школа
"Упрочняющие технологии и функциональные покрытия
в машиностроении"

поверхностном пластическом деформировании // Обработка металлов: Технология. Оборудование. Инструменты. 2011. № 3 (52). С. 11–17.

5. Рахимянов Х. М., Семенова Ю. С., Сауткина М. А., Скрынник В. А., Лихачев А. П. Выбор режимов ультразвукового пластического деформирования для обеспечения геометрического состояния поверхности при ее подготовке перед нанесением покрытия // Инновации в машиностроении: тр. 4 междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 2–4 окт. 2013 г. С. 198-203.