

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ УПРОЧНЯЮЩЕ-ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ВАЛА С ПОПЕРЕЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОТВЕРСТИЯМИ

Луцко В.Ф.¹, Аршинов К.И.¹, Юркевич С.Н.²

¹*Институт технической акустики НАН Беларуси, Витебск, Беларусь,
itaaki@vandex.ru*

²*ОАО «558 Авиационный ремонтный завод», Барановичи, Беларусь,
yurkevi4@tut.by*

Известно, что упрочняюще-чистовая обработка поверхности за счет пластической деформации повышает надежность и долговечность деталей машин. Применение ультразвуковых колебаний для обработки поверхности существенным образом влияет на состояние поверхностного слоя изделия [1–6]: а) создаются остаточные сжимающие напряжения; б) уменьшается шероховатость; в) возникает регулярный микрорельеф поверхности.

Известно, что процессы шлифовки и полировки поверхности валов могут быть заменены на процессы алмазного [7] или ультразвукового выглаживания поверхности вала [8]. Тем не менее, упрочняюще-чистовая обработка вала с поперечными технологическими отверстиями представляет собой проблему, т.к. использование традиционных инструментов обработки вала ведет к деформации краев отверстия и поломке инструмента.

Цель настоящей работы состоит в разработке оборудования ультразвуковой финишной обработки поверхности вала с поперечным отверстием.

На рис. 1 изображена конструкция устройства для упрочняюще-чистовой обработки и схема его монтажа в резцедержателе суппорта токарного станка.

Устройство включает в себя ультразвуковой преобразователь 1, соединенный с волноводом 2, на торцевой части которого жестко закреплены две одинаковые цилиндрические вставки (деформирующие ролики) 3, изготовленные из твердого сплава. Ролики 3 расположены симметрично относительно оси волновода и отнесены друг от друга на расстояние не менее, чем диаметр поперечного технологического отверстия детали 4. Для того, чтобы предотвратить возможную деформацию края отверстия 4 передним роликом, необходимо обеспечить идентичность траекторий движения обоих роликов, а для этого устройство должно обладать высокой жесткостью. Высокая жесткость конструкции достигается расположением крепежного фланца 6 в узловой плоскости продольной волны волновода 2. С помощью фланца 6 вся акустическая система как единый технологический узел крепится к подвижному стакану 8, установленному внутри корпуса 9. Данное конструктивное решение позволяет максимально приблизить деформирующие элементы к месту крепления узла и, тем самым, значительно повысить жесткость системы. Таким образом, предотвращается смещение переднего ролика 3 при прохождении им отверстия 4, в то время, как второй ролик находится в контакте с обрабатываемой поверхностью вала 5. Использование поджимающей пружины 10 позволяет установить необходимый диапазон технологических усилий прижима деформирующих роликов 3 к обрабатываемой поверхности детали 5. Устройство с помощью планки 11 крепится в резцедержателе суппорта токарного станка 12. Смена контактных точек инструмента осуществляется поворотом волновода 2 с последующей фиксацией волновода с помощью контргайки 7.

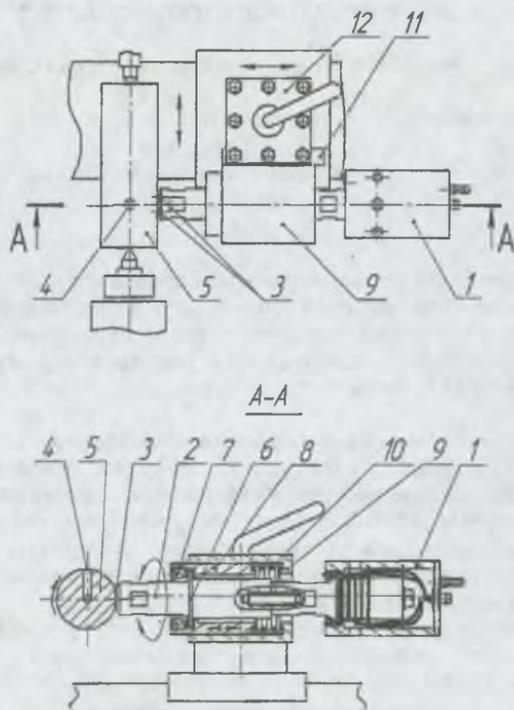


Рис. 1. Конструкция устройства для упрочняюще-чистовой обработки и схема его монтажа в резцедержателе суппорта токарного станка

На рис. 2 показан внешний вид устройства ультразвуковой упрочняюще-чистовой обработки поверхности вала, смонтированного на базе токарно-винторезного станка модели 1К62. Устройство ультразвуковой упрочняюще-чистовой обработки 1 крепится в резцедержателе 2 станка. Резонансная частота колебаний пьезоэлектрического преобразователя равна 20,0 кГц. Пластическую деформацию поверхностного слоя детали осуществляют инструментом в виде двух роликов 3, контактирующих с обрабатываемой поверхностью вала 4. Амплитуда ультразвуковых колебаний деформирующих роликов в диапазоне электрической мощности генератора 400 ÷ 600 Вт составляет 10÷14 мкм. Регулировка и установка необходимой статической силы прижима деформирующих роликов к обрабатываемой поверхности вала производится с помощью тарированной пружины. Для охлаждения пьезоэлектрического преобразователя используется сжатый воздух при давлении 0,2÷0,3 МПа. При расходе воздуха не более 100 л/мин температура пьезокерамики не превышает 40°C.

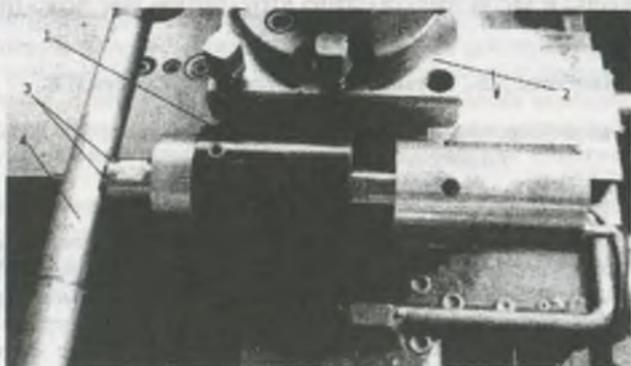


Рис. 2. Внешний вид оборудования ультразвуковой упрочняюще-чистой обработки поверхности вала

Для оценки эффективности работы вышеописанного устройства была проведена упрочняюще-чистовая обработка вала диаметром 35 мм с поперечным технологическим отверстием, изготовленного из стали марки Ст45. Измерение микротвердости поверхности осуществлялось с помощью ультразвукового твердомера модели ТКМ-459, а шероховатость поверхности – профилометром модели 283. Исходная шероховатость поверхности вала после токарной обработки составляла $R_a=30$ мкм, а микротвердость поверхностного слоя $HRC=27\pm 2$. Ультразвуковую упрочняюще-чистовую обработку вала осуществляли в следующем режиме: скорость перемещения рабочего инструмента по поверхности вала 0.6 м/мин; продольная подача составляла 0.2 мм/об; статическое усилие прижима ≈ 50 Н. В результате ультразвуковой обработки участок поверхности вала, обработанный одним деформирующим роликом, имеет следующие значения измеряемых параметров: $R_a=1.25\pm 1.6$ мкм, $HRC=30.6\pm 2.4$. Участок поверхности вала, обработанный вторым роликом, приобрел следующие значения параметров: $R_a=0.9\pm 1.1$ мкм, $HRC=32.4\pm 1.8$. При этом, форма кромки и диаметр технологического отверстия не изменились.

Список литературы

1. Муханов, И.И. Ультразвуковая упрочняюще-чистовая обработка стали и чугуна / И.И. Муханов // Вестник машиностроения. – 1966. – № 11. – с. 64 – 66.
2. Коновалов, Е.Г. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко // Минск: Высшая школа. 1968. – 364 с.
3. Клубович, В.В. Ультразвуковая обработка материалов / В.В. Клубович, А.В. Степаненко // Минск: Наука и техника. 1981, 294 с.
4. Абрамов, О.В. Ультразвуковая обработка материалов / О.В. Абрамов, И.Г. Хорбенко, Ш. Швегла // Москва – Братислава: Машиностроение – Альфа, 1984. – 280 с.
5. Холопов, Ю.В. О возможностях безабразивной ультразвуковой финишной обработки металлов / Ю.В. Холопов // Мир техники и технологий. - 2005. - №7. - С. 36-39
6. Муханов, И.И. Импульсная упрочняюще-чистовая обработка деталей машин ультразвуковым инструментом / И.И. Муханов // НТО МАШПРОМ. М.: Машиностроение. 1978. 44 с.
7. Марков, А.И. Ультразвуковая обработка материалов / А.И. Марков // Москва: Машиностроение. 1980. 237 с.
8. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник под ред. д-ра техн. наук проф. А.Н. Резникова. М.: «Машиностроение». 1977. 391 с.