

УДК 534

## ОБ ОБРАЗОВАНИИ НАНОСТРУКТУР ПРИ АВТОРЕЗОНАНСНОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВИБРОРЕЗАНИИ

**В.Л. Крупенин, Л.В. Колик**

Существующие в настоящее время технологии ультразвуковой обработки материалов весьма часто оказываются малоэффективными из-за высокой энергоемкости, малых скоростей обработки и других факторов. Система авторезонансной нанообработки поверхностей призвана устранить эти недостатки и поставить ультразвуковые технологии на соответствующее им высокое место, так как часто они являются единственным методом эффективной обработки сверхтвердых (жаропрочные стали, титановые сплавы, специальные сплавы и т.п.) и хрупких (различные виды стекла, керамики и т.п.) материалов.

1. В процессе ультразвуковой обработки поверхностного слоя материала происходит его пластическое деформирование при высокочастотном виброударном воздействии инструмента, который строками движется вдоль поверхности, соударяясь с ней при малых импульсах удара. При этом изменяется как геометрия (чистота) самой поверхности, так и структура тонких поверхностных и приповерхностных слоев материала, в которых возникают слои упорядоченных наноструктур. Эти наноструктуры в приповерхностных слоях обрабатываемого материала несут ответственность за физические свойства получаемой поверхности, а ее качество, в свою очередь, зависит от параметров ультразвуковой обработки.

Исследования, проведенные после обработки материала ультразвуковым резанием и (или) выглаживанием показали, что структуры, возникающие при таком воздействии, имеют характерный размер 5 – 10 нм. Таким образом, для получения реальной информации о качестве обработки и подборе режима ультразвуковой обработки необходимо применять методы современных нанотехнологических диагностик [1].

Была создана и существенно развита теория авторезонансных технологических машин и разработаны технологии, позволяющие настраивать ультразвуковые технологические машины в авторезонансные режимы.

2. Авторезонанс – явление, при реализации которого система общего вида совершает движение как бы в воображаемом «мире без трения» [2]. Авторезонанс гарантирует максимальную эффективность функционирования машины с учетом обратного действия на нее поверхностных и приповерхностных нанослоев обрабатываемой среды.

По сравнению с используемыми в настоящее время технологиями обработки авторезонанс в разы увеличивает технологическую эффективность машин и устройств. При этом существенным фактором является значительное снижение энергопотребления, которое, согласно теории и проведенным исследованиям [3], оказывается минимально возможным на данном классе устройств. Предварительные исследования, а также данные испытаний опытных и промышленных образцов подтвердили изменение структуры поверхностных и приповерхностных нанослоев обрабатываемых материалов с улучшением их пользовательских свойств, при многократном снижении потребляемой энергии и металлоемкости машин.

Разработки и ноу-хау, принадлежащие российским ученым, позволяют установить необходимое оборудование практически на любой токарный станок и улучшить качество и материалоемкость обработки, уменьшив энергозатраты. При этом за счет организации целенаправленного воздействия на приповерхностные слои обрабатываемых материалов, в

которых образуются системы наноструктур, удастся снизить себестоимость производства, исключив из технологических процессов ряд промежуточных операций (например, шлифование).

Ультразвуковая обработка обычно применяется после чистовой токарной обработки. Ультразвуковой инструмент, зажатый в резцедержку токарного станка, под действием статической силы, создаваемой прижимом, и динамической силы, создаваемой ультразвуковой системой, пластически деформирует и упрочняет поверхностный слой детали. При этом увеличивает микротвердость, снимает остаточные макро- и микронапряжения, сглаживает неровности поверхности и создает, в итоге, улучшенный поверхностный слой с регулярным характером микрорельефа.

Результаты применения данного способа улучшения поверхностного слоя деталей совмещают в себе лучшие показатели отдельных, классических способов обработки.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 09-08-00941-а)

### Литература

1. Баранов Ю.В., Сахвадзе Г.Ж, Столяров В.В.. Некоторые особенности эффекта Иоффе в наноструктурных материалах. \ВНТР, (vntr.ru) -2009-№2, - С. 7-18.
2. Astashev V.K., Babitsky V.I. Ultrasonic Processes and Machines. Dynamics, Control, Applications. Berlin: Springer. 2007. -330 p.p.
3. Асташев В.К. Влияние ультразвуковых колебаний резца на процесс резания. \Проблемы машиностроения и надежности машин, 1992. - №3. - С.81-86

*Поступило: 24. 03. 2009.*