

УДК 621.9.048.6

д.т.н. Михайлов А. Н.
(ГОУ ВПО ДНР ДонГТУ, г. Донецк, ДНР),
Таровик А. Б.
(ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

СНИЖЕНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ИНСТРУМЕНТА

В работе приведены разработанные экспериментальные установки, с помощью которых удалось снизить тангенциальную силу резания на 55%, радиальную – на 25%. При этом наиболее рациональными режимами резания были глубина резания 1,5 мм и скорость резания 40 м/мин.

Ключевые слова: *ультразвуковое резание, радиальная сила резания, тангенциальная сила резания, экспериментальная установка, режимы резания.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Снижение сил резания при обработке тонкостенных цилиндрических изделий является актуальной задачей современного машиностроения. Решение данной задачи реализуется за счет применения радиального и тангенциального наложений частотных колебаний на инструмент.

Постоянное развитие техники на современном этапе требует использования деталей, которые имеют тонкие стенки (с целью экономии материала и облегчения конструкции в целом). Решение проблемы снижения металлоемкости изделий в сочетании, как правило, с требованиями улучшения точностных характеристик и функциональных параметров привело к появлению всевозрастающего числа входящих в эти изделия деталей, характеризующихся как нежесткие, одну из основных групп которых составляют тонкостенные цилиндрические детали, получаемые преимущественно точением [1].

Использование традиционных технологий не позволяет зачастую получить желаемую точность обработки и обеспечить требуемую производительность, что вызывает необходимость искать нетрадиционные подходы к устранению возникающих проблем и находить оригинальные реше-

ния в отношении выполнения основных и вспомогательных операций [1].

Во всех ведущих отраслях промышленности все в больших масштабах применяют высокоэнергетические и комбинированные методы обработки материалов, в том числе и ультразвуковой [2]. С появлением тонкостенных изделий возникает необходимость создания новых методов и технологий для их обработки. Ультразвуковое резание является одним из таких перспективных методов обработки. При ультразвуковом резании создаются предпосылки для уменьшения влияния составляющих силы резания на формообразование деталей, особенно нежестких [3, 4, 5].

Постановка задачи. Целью данной работы является измерение сил резания при точении тонкостенных цилиндрических изделий с применением ультразвуковых колебаний инструмента. Для этого необходимо разработать приспособление для радиального и тангенциального направленных колебаний, провести экспериментальные исследования и проанализировать изменение радиальной и тангенциальной сил резания при обычном точении и при точении с ультразвуком.

Изложение материала и его результаты. Для обработки тонкостенных цилиндрических изделий была разработана экспериментальная установка для радиального

(рис. 1) и тангенциального наложения частотных колебаний (рис. 2).

Установка (рис. 1) состояла из ступенчатого концентратора 7, к которому через шпильку прикреплялся резец 2. К стальному листу 6 приваривалось кольцо 8, на котором крепился по внешней резьбе магнитострикционный преобразователь 9. Ступенчатый концентратор 7 с резцом 2 крепился по внутренней резьбе к магнитострикционному преобразователю 9. Собранный узел устанавливался на резцедержатель 1 станка и закреплялся винтами 5. Резец 2 устанавливался в рабочее положение между направляющими опорами 3 и поджимался винтами 4.

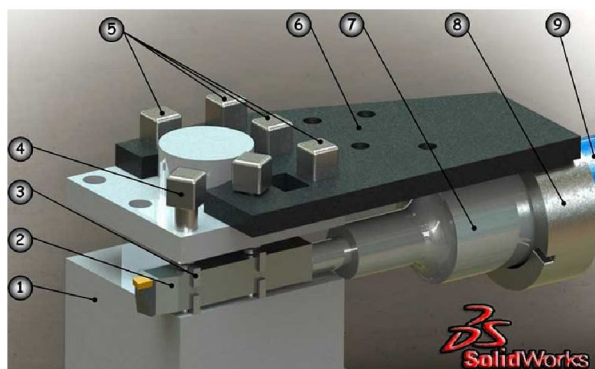


Рисунок 1 Экспериментальная установка для радиального направления колебаний

Установку (рис. 2), состоящую из магнитострикционного преобразователя 9, кольца 8, ступенчатого концентратора 7 и стального листа 6, устанавливали вертикально и закрепляли винтами 11 к стальному уголку 10, который, в свою очередь, крепился к резцедержателю 1 с помощью винтов 5. Резец 2, имеющий удлиненную хвостовую часть, устанавливался в рабочее положение между направляющими опорами 3 и закреплялся винтами 4, а к концентратору крепился с помощью шпильки.

Ультразвуковая обработка осуществлялась на токарно-винторезном станке модели 1М61. Источником высокочастотных колебаний служил магнитострикционный преобразователь модели ПМС-1-1. Источ-

ником питания являлся ультразвуковой генератор модели УЗГ-1-1.

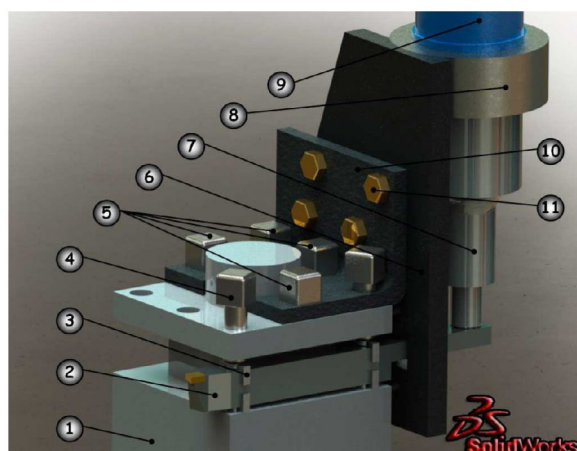


Рисунок 2 Экспериментальная установка для тангенциального направления колебаний

Для эксперимента была взята заготовка в виде тонкостенной цилиндрической гильзы с габаритными размерами $\varnothing 100 \times 200$, толщина стенки 8 мм, материал заготовки – сталь 45.

В качестве режущего инструмента был использован резец проходной (угол $\varphi = 45^\circ$) с механическим креплением квадратной твердосплавной пластины Т5К10.

Для дальнейшего исследования были выделены следующие факторы:

- глубина резания $t = 0,5; 1,0; 1,5$ мм;
- скорость резания $v = 40; 60; 80$ м/мин;
- подача $s = 0,5$ мм/об;
- частота колебаний $f = 20$ кГц;
- амплитуда колебаний $a = 10$ мкм.

Измеряемым параметром были радиальная и тангенциальная составляющие силы резания. Измерения проводились с помощью датчиков на основе тензорезисторов и выдавались на экран компьютера. Данные были получены в милливольтках (mV) с интервалом в 1 миллисекунду (ms).

На рисунках 3-8 изображены графики изменения средних значений радиальной и тангенциальной сил резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки при глубине резания 0,5, 1,0 и 1,5 мм.

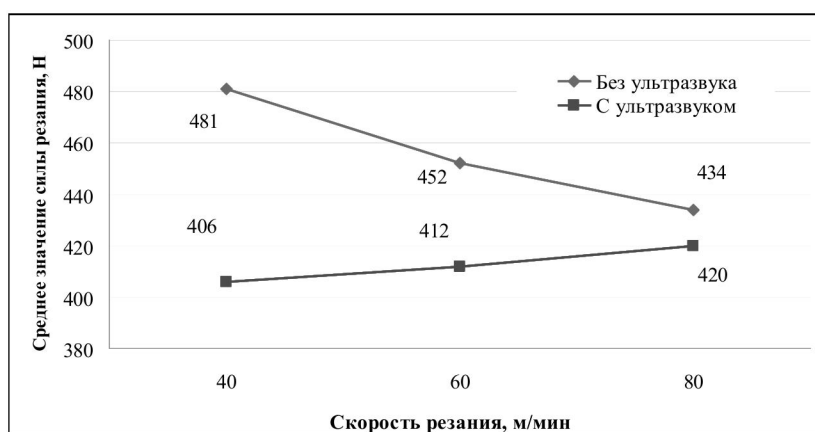


Рисунок 3 График изменения среднего значения силы резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки (радиальное направление колебаний) при глубине резания 0,5 мм

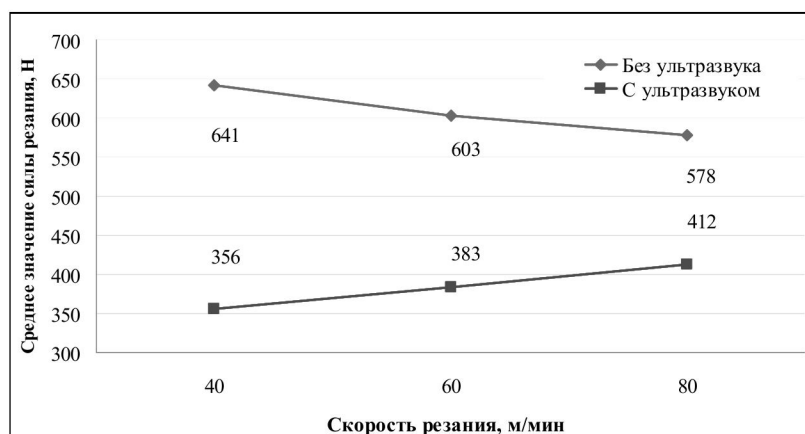


Рисунок 4 График изменения среднего значения силы резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки (тангенциальное направление колебаний) при глубине резания 0,5 мм

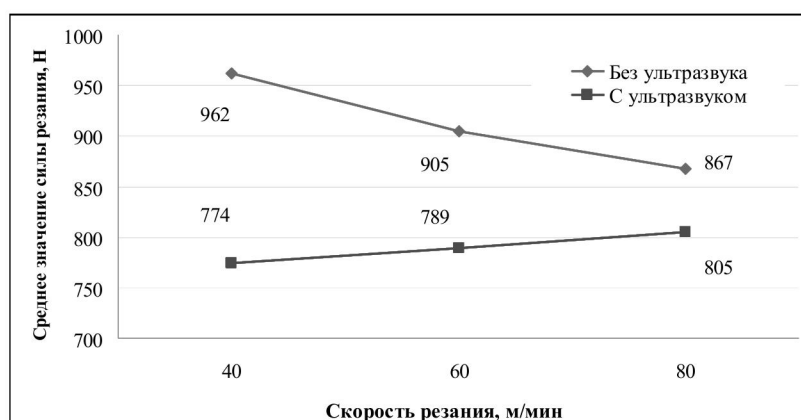


Рисунок 5 График изменения среднего значения силы резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки (радиальное направление колебаний) при глубине резания 1,0 мм

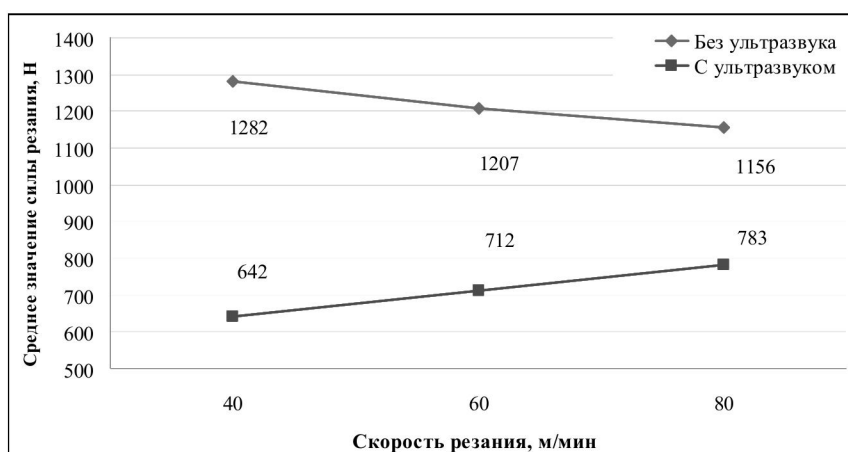


Рисунок 6 График изменения среднего значения силы резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки (тангенциальное направление колебаний) при глубине резания 1,0 мм

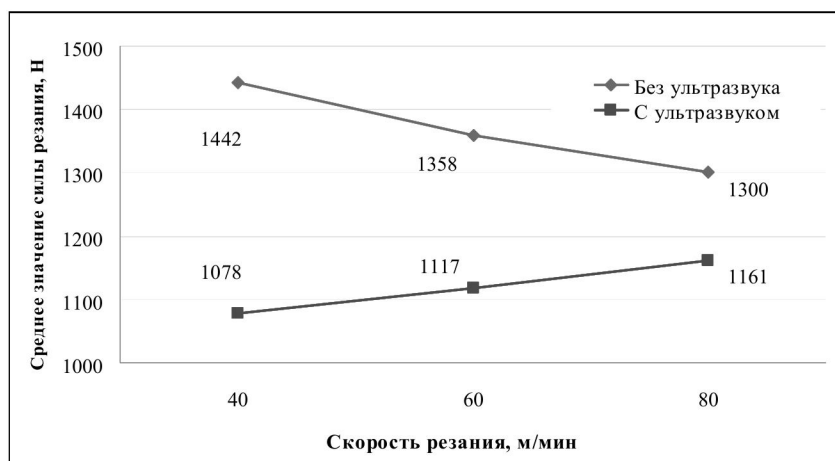


Рисунок 7 График изменения среднего значения силы резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки (радиальное направление колебаний) при глубине резания 1,5 мм

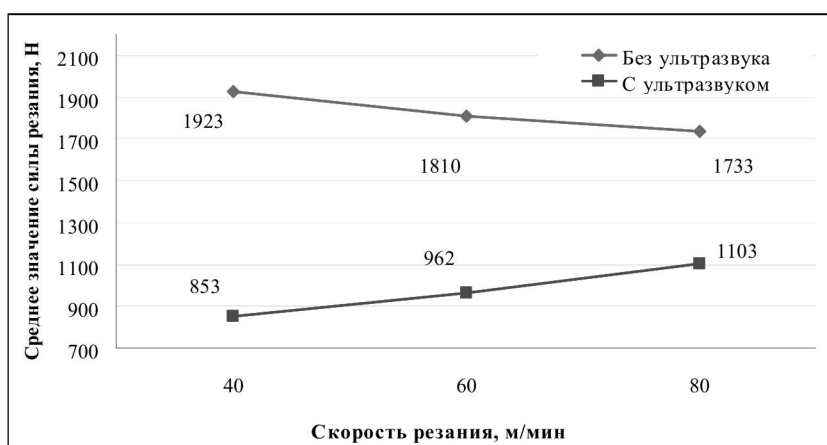


Рисунок 8 График изменения среднего значения силы резания от скорости для обычной и ультразвуковой обработки (тангенциальное направление колебаний) при глубине резания 1,5 мм

Из данных графиков видно, что для обычного резания с повышением скорости средняя составляющая силы резания уменьшается. Для резания с ультразвуком наблюдается обратная зависимость, а именно – с повышением скорости среднее значение составляющей силы резания повышается.

Наименее эффективным оказалось ультразвуковое резание при скорости 80 м/мин, о чем говорит незначительное снижение силы резания от 3,23 до 10,69% при радиальном направлении колебаний и от 28,72 до 36,35% при тангенциальном направлении колебаний. Наиболее эффективным оказалось ультразвуковое резание при скорости 40 м/мин: процентное снижение силы резания составило от 15,59 до 25,24% при радиальном направлении колебаний и от 44,46 до 55,64% при тангенциальном.

Из приведенного выше материала следует, что эффект от применения ультра-

звукового резания тонкостенных цилиндрических деталей наблюдается, причем данный вид обработки позволил снизить радиальную силу резания на 25%, а тангенциальную – на 55%, что несомненно может считаться положительным результатом.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Исследования показали, что наиболее рациональными условиями обработки на примере тонкостенной цилиндрической гильзы являются глубина резания 1,5 мм и скорость резания 40 м/мин, что привело к снижению радиальной составляющей силы резания на 25,24% и тангенциальной составляющей силы резания на 55,64%.

Среди задач для дальнейшего изучения следует отметить необходимость исследования влияния толщины стенки, амплитуды и частоты колебаний на ультразвуковое резание тонкостенных цилиндрических изделий.

Библиографический список

1. Пашков, Е. В. *Технологические основы обработки точением тонкостенных цилиндрических деталей [Текст]: учеб. пособие для студ. машиноприборостроит. спец. / Е. В. Пашков. — Севастополь : СевГТУ, 2000. — 425 с.: ил.*
2. Аверьянова, И. О. *Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки [Текст]: учеб. пособие / И. О. Аверьянова, В. В. Клепиков. — М. : ФОРУМ, 2008. — 304 с.: ил.*
3. Кумабэ, Д. *Вибрационное резание [Текст] / Д. Кумабэ; под ред. И. И. Портнова, В. В. Белова. — М. : Машиностроение, 1985. — 424 с.: ил.*
4. Солис Пинарготе, Н. В. *Разработка направлений повышения качества токарной обработки с применением тангенциального вибрационного резания [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / Солис Пинарготе Нестор Вашингтон; Инженерный факультет Российского университета дружбы народов. — М., 2011. — 20 с.*
5. Марков, А. И. *Ультразвуковая обработка материалов [Текст] / А. И. Марков. — М. : Машиностроение, 1980. — 237 с.: ил.*

© Михайлов А. Н.

© Таровик А. Б.

Рекомендована к печати к.т.н., проф. каф. ТОМП ДонГТУ Зелинским А. Н., к.т.н., доц. каф. ТМ ДонНТУ Лахиным А. М.

Статья поступила в редакцию 31.10.16.

д.т.н. Михайлов О. М. (ДонНТУ, м. Донецьк, ДНР), Таровик А. Б. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)
ЗНИЖЕННЯ СИЛИ РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ВИ-
РОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ ІНСТРУМЕНТА

У роботі наведені розроблені експериментальні установки, завдяки яким вдалося знизити тангенціальну силу різання на 55%, радіальну – на 25%. При цьому найбільш раціональними режимами різання були глибина різання 1,5 мм і швидкість різання 40 м/хв.

Ключові слова: *ультразвукове різання, радіальна сила різання, тангенціальна сила різання, експериментальна установка, режими різання.*

Doc. of Sc. Mikhailov A. N. (DonNTU, Donetsk, DPR), Tarovik A. B. (DonSTU, Alchevsk, LPR)
REDUCING A CUTTING POWER WHEN TURNING THE THIN-WALLED CYLINDRICAL
ITEMS USING TOOL ULTRASONIC VIBRATIONS

The paper presents the experimentally developed appliances enabling reducing the tangential cutting force by 55%, radial - by 25%. The most rational cutting conditions are cutting depth 1,5 mm and cutting speed 40 m/min.

Key words: *ultrasonic cutting, radial cutting force, tangential cutting force, experimental appliance, cutting conditions.*