

УДК 621.9.048.6



А.Б. Таровик,
аспірант,
Донецький
національний техніч-
ний
університет
art-tarovik@yandex.ru



О.М. Михайлов,
д.т.н., професор, зав. каф.,
Донецький національний
технічний
університет
tm@mech.dgtu.donetsk.ua

ЗНИЖЕННЯ РАДІАЛЬНОЇ І ТАНГЕНЦІАЛЬНОЇ СИЛИ РІЗАННЯ ПРИ КОМБІНОВАНІЙ ОБРОБЦІ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ВИРОБІВ

А.Б. Таровик, О.М. Михайлов. Зниження радіальної і тангенціальної сили різання при комбінованій обробці тонкостінних циліндричних виробів. У роботі наведені розроблені експериментальні установки, завдяки яким вдалося знизити тангенціальну силу різання на 25%, радіальну силу різання на 17%. При цьому найбільш раціональними режимами різання були глибина різання 1,5 мм і швидкість різання 40 м/хв.

A. Tarovik, A. Mikhaylov. Reduction of the radial and tangential cutting force in a combined processing of thin-walled cylindrical products. In the work presents the developed experimental equipments, which made it possible to reduce the tangential cutting force by 25%, the radial cutting force by 17%. The most rational cutting conditions were cutting depth of 1.5 mm and a cutting speed of 40 m/min.

Введення. Зниження сил різання при обробці тонкостінних циліндричних виробів є актуальним завданням сучасного машинобудування. Рішення даної задачі реалізується за рахунок застосування радіального і тангенціального накладення частотних коливань на інструмент.

Постійний розвиток техніки на сучасному етапі вимагає використання деталей, які мають тонкі стінки (з метою економії матеріалу і полегшення конструкції в цілому). Рішення проблеми зниження металоємності виробів у поєднанні, як правило, з вимогами поліпшення точностних характеристик і функціональних параметрів, призвело до появи все зростаючого числа, які входять у ці вироби деталей, що характеризуються як нежорсткі, одну з основних груп яких складають тонкостінні циліндричні деталі, одержувані, переважно, гострінням [1].

В даний час у всіх провідних галузях промисловості все в більших масштабах застосовують високоенергетичні і комбіновані методи обробки матеріалів, в тому числі і ультразвуковий метод обробки [2].

З появою тонкостінних виробів виникає необхідність створення нових методів і технологій для їх обробки. Ультразвукове різання є одним з таких перспективних методів обробки. При ультразвуковому різанні створюються передумови для зменшення впливу складових сили різання на формоутворення деталей, особливо нежорстких [3,4].

Проведені експериментальні дослідження повинні підтвердити або спростувати теорії, які говорять про те, що при накладенні ультразвукових коливань на інструмент при обробці тонкостінних виробів можливе істотне зниження сил різання [1,3,4,5].

Таким чином, метою даної роботи є зниження сил різання при точінні тонкостінних циліндричних виробів із застосуванням ультразвукових коливань інструменту. Для цього необхідно розробити пристосування для радіального і тангенціального напрямку коливань; провести експериментальні дослідження; проаналізувати зміну радіальної і тангенціальної сили різання при звичайному точінні і при точінні з застосуванням ультразвукових коливань на інструмент.

Матеріал і результати дослідження. Для обробки тонкостінних циліндричних виробів розроблена експериментальна установка для радіального накладення частотних коливань (рис. 1).

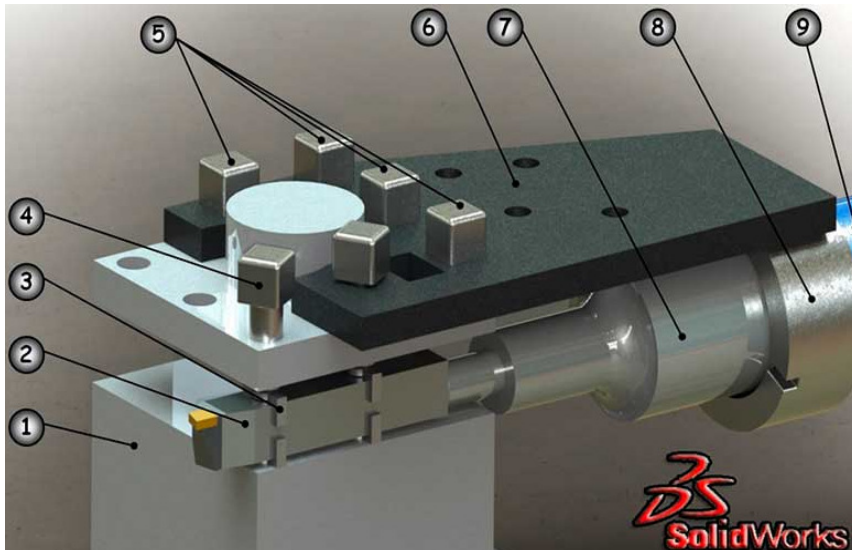


Рис. 1. Експериментальна установка для радіального напрямку коливань: 1 – різцетримач; 2 – різець; 3 – напрямні опори; 4,5 – гвинти М14; 6 – сталевий лист; 7 – концентратор ступеневий; 8 – кільце; 9 – перетворювач магнітострикційний

Установка складалася із ступеневого концентратора 7, до якого через шпильку прикріплювався різець 2. До сталевому листу 6 приварювалося кільце 8, на якому кріпився по зовнішній різьбі магніострикційний перетворювач 9. Ступеневий концентратор 7 з різцем 2 кріпився по внутрішній різьбі до магніострикційного перетворювача 9. Зібраний вузол встановлювався на різцетримач 1 верстата і закріплювався гвинтами 5. Різець 2 встановлювався в робоче положення між напрямними опорами 3 і підтискався гвинтами 4.

На рис. 2 представлена експериментальна установка для тангенціального накладення частотних коливань.

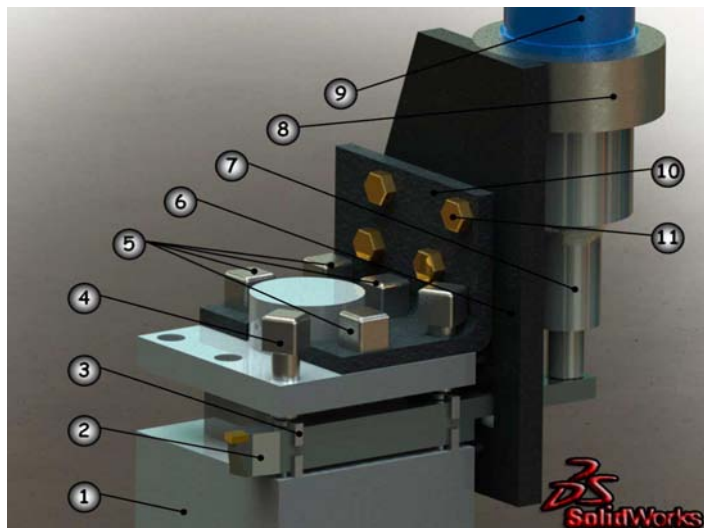


Рис. 2. Експериментальна установка для тангенціального напрямку коливань: 1 – різцетримач; 2 – різець; 3 – напрямні опори; 4,5 – гвинти М14; 6 – сталевий лист; 7 – концентратор ступеневий; 8 – кільце; 9 – перетворювач магніострикційний; 10 – сталевий кутник; 11 – гвинт М12

Установку, що складається з магніострикційного перетворювача 9, кільця 8, ступеневого концентратора 7 і сталевого листа 6, встановлювали вертикально і закріплювали гвинтами 11 до сталевого кутника 10, який, у свою чергу, кріпився до різцетримача 1 за допомогою гвинтів 5. Різець 2, що має подовжену хвостову частину, встановлювався в робоче положення між напрямними опорами 3 і закріплювався гвинтами 4. Різець до концентратора кріпився за допомогою шпильки.

Ультразвукова обробка здійснювалася на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1МБ1.

Джерелом височастотних коливань служив магнітострикційний перетворювач моделі ПМС-1-1. Джерелом живлення ультразвукової установки був ультразвуковий генератор моделі УЗГ-1-1.

Як ріжучий інструмент був узятий різець прохідний (кут $\varphi=45^\circ$) з механічним кріпленням квадратної твердосплавної пластини Т5К10.

Для експерименту була взята заготовка у вигляді тонкостінної циліндричної гільзи з габаритними розмірами $\varnothing 100 \times 200$, товщина стінки 6 мм, матеріал заготовки – сталь 45.

Для подальшого дослідження були виділені наступні фактори:

- глибина різання $t = 0,5; 1,0; 1,5$ мм;
- швидкість різання $v = 40; 60; 80$ м/хв;
- подача $s = 0,5$ мм/об;
- частота коливань $f = 20$ кГц;
- амплітуда коливань $a = 15$ мкм.

Вимірюваним параметром була радіальна і тангенціальна складові сили різання. Виміри проводилися за допомогою датчиків на основі тензорезисторів і видавалися на екран комп'ютера за допомогою програмного продукту «PicoLog Recorder».

На рис. 3, 4 і 5 зображені графіки зміни середнього значення радіальної і тангенціальної сили різання від швидкості різання для звичайного і ультразвукового різання при глибині різання 1,5; 1,0 і 0,5 мм.

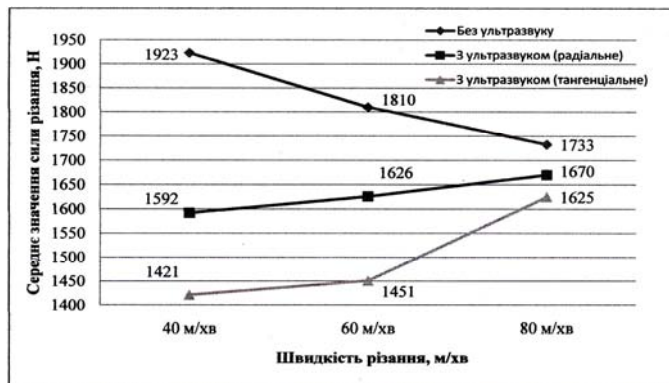


Рис. 3. Графік зміни середнього значення сили різання від швидкості різання для звичайного і ультразвукового різання при глибині 1,5 мм

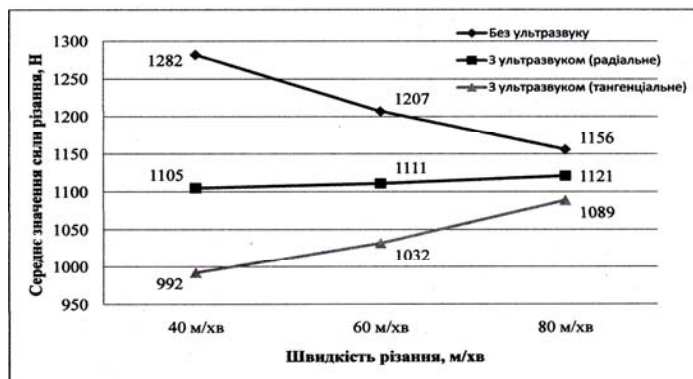


Рис. 4. Графік зміни середнього значення сили різання від швидкості різання для звичайного і ультразвукового різання при глибині 1,0 мм

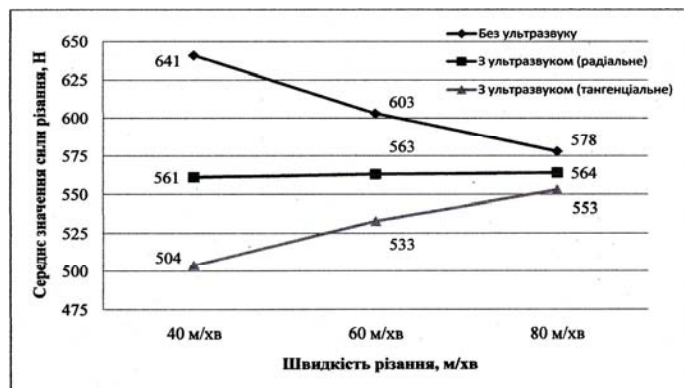


Рис. 5. Графік зміни середнього значення сили різання від швидкості різання для звичайного і ультразвукового різання при глибині 0,5 мм

З даних графіків видно, що для звичайного різання з підвищенням швидкості середня складова сили різання зменшується. Для різання з ультразвуком спостерігається зворотна залежність, а саме з підвищенням швидкості різання середнє значення складової сили різання підвищується.

При використанні ультразвукового різання, фактор швидкості різання більшою мірою впливає на зниження сили різання, ніж глибина різання. Але вплив глибини різання також значимо, особливо при обробці тонкостінних циліндричних виробів, де воно може зіграти вирішальну роль.

Найменш ефективним виявилось ультразвукове різання при швидкості 80 м/хв, про що говорить незначне зниження сили різання від 2,31 до 3,67% при радіальному напрямку коливань та від 4,33 до 6,23% при тангенціальному напрямку коливань. При швидкості 60 м/хв спостерігалось зниження сили

різання від 6,63 до 10,13% при радіальному напрямку коливань та від 11,57 до 19,85% при тангенціальному напрямку коливань.

Але найбільш ефективним виявилось ультразвукове різання при швидкості 40 м/хв, відсоткове зниження сили різання склало від 12,55 до 17,21% при радіальному напрямку коливань та від 21,39 до 26,11% при тангенціальному напрямку коливань. Причому найбільший відносний ефект дало різання при швидкості 40 м/хв і глибині різання 1,5 мм.

З наведеного вище матеріалу випливає, що ефект від застосування ультразвукового різання тонкостінних циліндричних деталей спостерігається, причому застосування даного виду обробки дозволило знизити радіальну силу різання на 17%, а тангенціальну силу різання на 25%, що безсумнівно може вважатися позитивним результатом.

Висновки. Таким чином, дослідження показали, що найбільш раціональними умовами обробки на прикладі тонкостінної циліндричної гільзи є глибина різання 1,5 мм і швидкість різання 40 м/хв, що призвело до зниження радіальної складової сили різання на 17,21% і тангенціальної складової сили різання на 26,11%.

Серед завдань для подальшого вивчення слід відзначити необхідність дослідження впливу товщини стінки, амплітуди і частоти коливань на ультразвукове різання тонкостінних циліндричних виробів.

Література

1. Пашков Е.В. Технологические основы обработки точением тонкостенных цилиндрических деталей: учеб. пособие для студ. машиноприборостроит. спец. / Е.В. Пашков; Севастоп. гос. техн. ун-т. – Севастополь: СевГТУ, 2000. – 425 с.: ил.
2. Аверьянова И.О. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: учеб. пособие / И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. – М.: ФОРУМ, 2008. – 304 с.: ил.
3. Кумабэ Д. Вибрационное резание: пер. с яп. С.Л. Масленникова / 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: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07: защищена 31.05.2011 / Солис Пинарготе Нестор Вашингтон; Инженерный факультет Российского ун-та дружбы народов. – М., 2011. – 20 с.
5. Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов / А.И. Марков. – М.: Машиностроение, 1980. – 237 с.: ил.

Надійшла до редакції 15.04.2014