

УДК 621. 914

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙ ПРИ РІЗАННІ НЕЗАГАРТОВАНОЇ СТАЛІ КОМБІНОВАНИМ ІНСТРУМЕНТОМ, ОСНАЩЕНИМ НТМ

Г.М. Виговський, Я.А. Степчин, О.А. Громовий, М.Л. Білявський
Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир

У роботі проведений аналіз вібрацій комбінованого інструмента, оснащеного НТМ, що реалізує обробку незагартованої сталі комбінуванням випереджаючого поверхневого пластичного деформування та різання. Показано, що при зрізанні попередньо зміцненого шару, вібрації комбінованого інструмента в порівнянні з класичним різанням у середньому менші на 82%.

ВСТУП

Підвищення продуктивності металообробної промисловості вимагає від верстато-інструментальної галузі розроблення і впровадження високоефективного устаткування, нового прогресивного різального інструмента, інструментальних матеріалів та прогресивних технологій.

Упровадження у виробництво фінішної обробки поверхонь деталей машин і механізмів із необхідними наперед заданими якісними показниками (точність, оптимальна шорсткість, мікротвердість, міцність, структура поверхневого шару, рельєф мікрогеометрії тощо) при мінімальних матеріальних витратах є важливим для машинобудування.

Ефективне використання переваг надтвердих матеріалів при обробці поверхонь з незагартованих сталей неможливе, що пояснюється високою інтенсивністю зношування різального інструмента.

Відомо, що найбільша довжина контактної площадки на передній поверхні різального інструмента — при різанні незагартованої сталі. Збільшення її твердості від HRC 18 (HB200) до HRC 50 знижує більш ніж удвічі у зв'язку зі зменшенням питомої сили тертя та адгезійної взаємодії [1].

Шляхом підвищення мікротвердості поверхневого шару методами поверхневого пластичного деформування (ППД) можна підвищити ефективність обробки інструментом, оснащеним НТМ.

Авторами в роботі [2] відзначено, що глибина зміцненого шару незагартованої сталі алмазним вигладжуванням – 185 мкм з середньою мікротвердістю, яка в 1,5-2 рази більша за мікротвердість серцевини металу.

Глибина зміцненого шару після алмазного вигладжування незагартованої сталі дозволяє продовжувати наступну операцію, зрізання частини зміцненого шару інструментом, оснащеним НТМ.

Авторами в роботі [3] був представлений спосіб обробки незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами, оснащеними надтвердими матеріалами (НТМ).

За даними [4-6] встановлено, що процес різання з попереднім пластичним деформуванням є менш напруженим. Так, зниження тангенціальної сили різання для незагартованої вуглецевої сталі 20 становить 32 – 44%, а температури 8 – 27% (в порівнянні зі звичайним різанням при однакових режимах обробки).

ПОСТАВЛЕННЯ ЗАВДАННЯ

Одними з вагомих факторів, який впливає на стійкість інструмента, є рівень та характеристики вібрацій, що виникають у технологічно – оброблювальній системі (ТОС). Проблема впливу вібрацій, що виникають при різанні, на стійкість інструмента та продуктивність обробки розглядалася у роботах А.І. Каширіна, В.Н. Подураєва, І.Г. Жаркова, В.Л. Заковоротного, А.І. Ісаєва, А.І. Маркова, А.Д. Макарова, В.С. Корсакова, А.Д. Шустикова.

Проте не були вивчені питання пов'язані із вібраціями комбінованого інструмента, оснащеного НТМ, при обробці незагартованих сталей, що впливають на ефективність обробки.

Отже, розроблення економічно ефективного комбінованого методу обробки поверхонь деталей з незагартованих сталей та математичних моделей, що характеризують досліджуваний процес, є одним із основних етапів вирішення актуальної проблеми – підвищення ефективності обробки незагартованих сталей різальними інструментами, оснащеними НТМ, та розширення їх функціональних можливостей.

Робота пов'язана з виконанням НДР Житомирського державного технологічного університету "Удосконалення процесів обробки плоских поверхонь деталей торцевим фрезеруванням" РК №01060013148 та "Прогресивні інструменти та технологічні процеси для виготовлення деталей верстатів" РК №01060013149.

Виходячи з окресленого, мета даної роботи полягає в експериментальному дослідженні вібрацій комбінованого інструмента, оснащеного НТМ, при різанні незагартованої сталі з (без) випереджаючого поверхневого пластичного деформування.

РЕЗУЛЬТАТИ

Раніше авторами, в роботі [4], був запропонований спосіб обробки незагартованих сталей інструментами, оснащеними НТМ, який полягає в тому, що початкове формування нагартованого поверхневого шару оброблюваної поверхні здійснюють поверхневим пластичним деформуванням, а кінцеве зняття частини зміцненого шару здійснюють різальними елементами, які мають більший виліт стосовно деформуючих елементів, що дає можливість забезпечити підвищення стійкості інструментів, оснащених НТМ, при обробці поверхонь з незагартованих сталей.

Принципова схема роботи досліджуваного комбінованого інструмента, що реалізує процес різання з випереджаючим поверхневим деформуванням (ВПД), – на рис. 1.

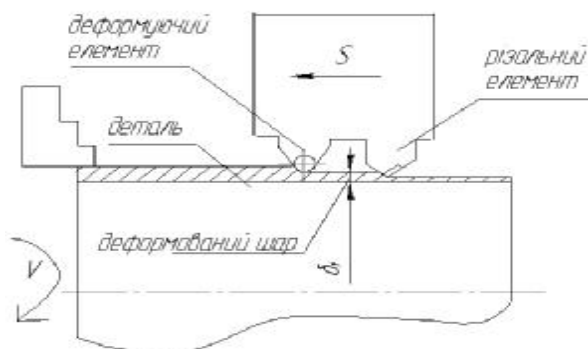


Рисунок 1 – Принципова схема роботи досліджуваного комбінованого інструмента, оснащеного НТМ

Вимірювальна установка, що використовувалася для досягнення поставленої мети, це – вимірювальний комплекс на основі крейтові системи LTC, виробництва Lcard, представлена на рис. 2.

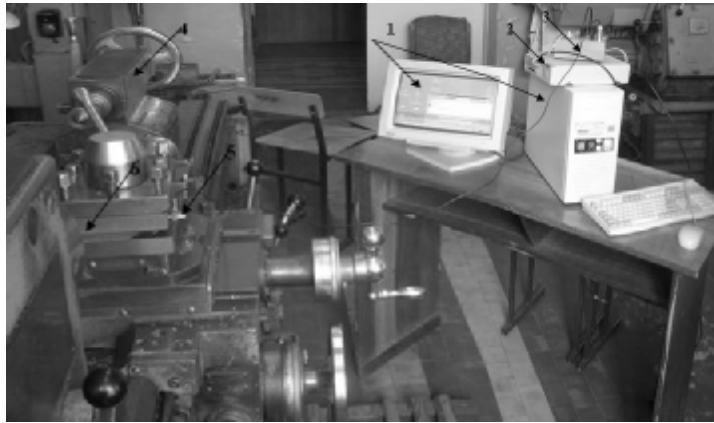
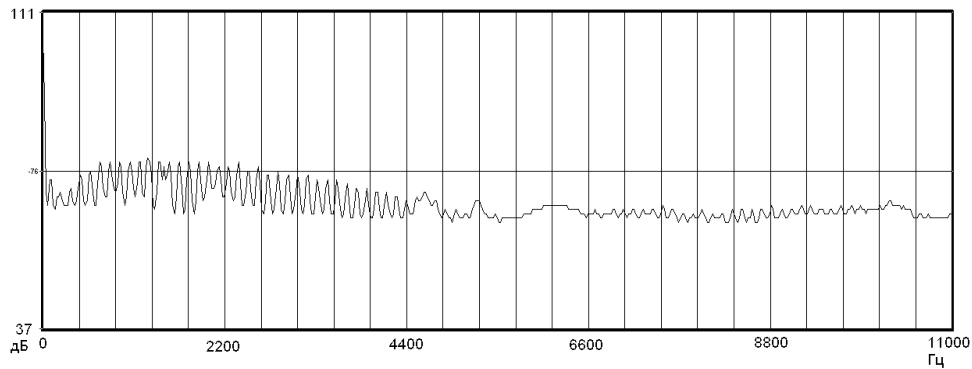
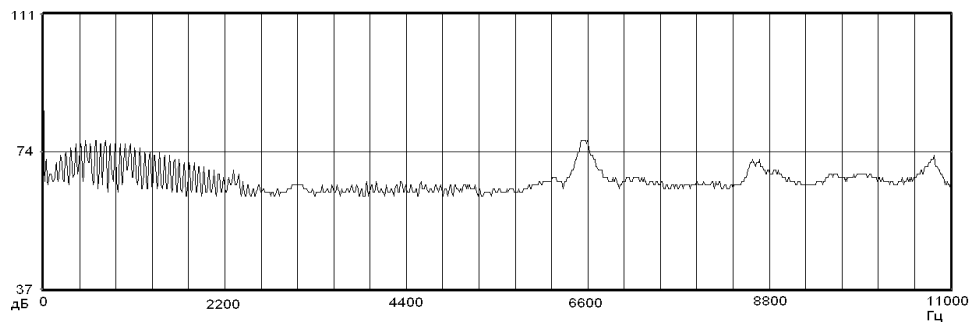


Рисунок 2 – Загальний вигляд установки для експериментальних досліджень: 1 – ПЕОМ, 2 – крейт LTC; 3 – підсилювач заряду; 4 – верстат 16К20; 5 – п'єзоакселерометр ДН-13; 6 – комбінований інструмент

Результати обробки експериментальних даних представлені на рис. 3. Режими різання: $n = 300 \text{ хв}^{-1}$, $S = 0,05 \text{ мм/об}$, $t = 0,1 \text{ мм}$, матеріал: сталь 40Х (НВ200), матеріал деформуючого ролика – сталь ШХ15 (HRC 64), зусилля пластичного деформування $P \approx 300 \text{ Н}$.



а)



б)

Рисунок 3 – Спектральний аналіз, в діапазоні 0 – 11000 Гц, вібрацій комбінованого інструмента при різанні незагартованої сталі:
а) - з ВПД; б) – без ВПД

Для формування кількісних висновків стосовно зміни рівня вібрації при різанні незагартованої сталі інструментом, оснащеним НТМ, з ВПД, в порівнянні з різанням незагартованої сталі без ВПД, було виконано порівняння спектрів вібрацій комбінованого інструмента в діапазоні 0 – 500 Гц.

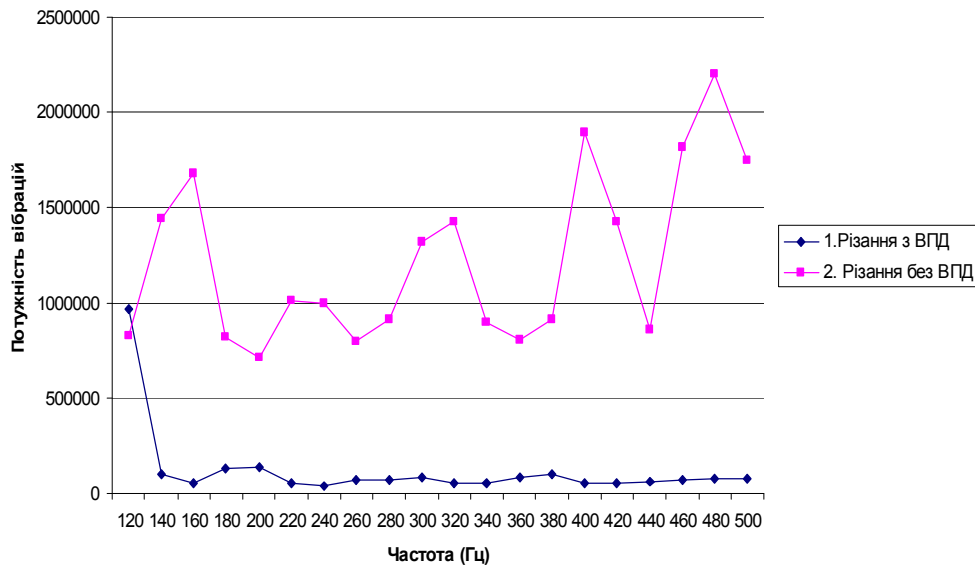


Рисунок 4 – Однакові потужності вібрацій комбінованого інструмента при точінні незагартованої сталі з ВПД - 1 і без ВПД - 2

За даними, представленими на рис. 4, розрахуємо відсоток зменшення потужності вібрацій (R), окремо для кожної частоти, з досліджуваного спектра (0 – 500 Гц) за математичною залежністю:

$$R = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100\% , \quad (1)$$

де V_{\max} , V_{\min} - відповідно максимальна та мінімальна потужності вібрацій, що відповідають вибраній частоті з досліджуваного спектра.

Результати розрахунку відсотка зменшення потужності вібрації, у відсотках, комбінованого інструмента, оснащеного НТМ, при різанні незагартованої сталі з ВПД представлені на рис. 5.

З рис. 5 випливає, що в середньому в досліджуваному діапазоні спектра 0 – 500 Гц вібрації комбінованого інструмента при різанні незагартованої сталі з ВПД, в порівнянні з різанням без ВПД, зменшуються на 82%.

Оскільки спостерігається зменшення вібрацій комбінованого інструмента, припускаємо, що зростає і стійкість, тому вважаємо процес різання інструментом, оснащеним НТМ, з випереджаючим поверхневим деформуванням незагартованої сталі в порівнянні з класичним різанням менш напруженим.

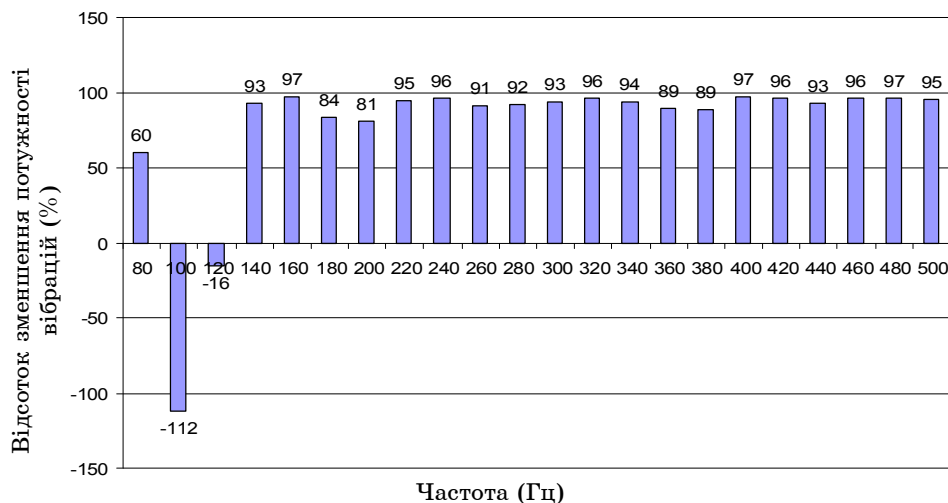


Рисунок 5 – Графік зменшення потужності вібрацій комбінованого інструмента, оснащеного НТМ, на частотах 0 - 500Гц при точінні незагартованої сталі з ВПД стосовно точіння без ВПД

ВИСНОВКИ

1 Проведені експериментальні дослідження вібрацій комбінованого інструмента, оснащеного НТМ, при різанні незагартованої сталі; представлений спектральний аналіз вібрацій досліджуваного інструмента.

2 Встановлено, що в досліджуваному діапазоні спектра 0 – 500 Гц, вібрації комбінованого інструмента при різанні незагартованої сталі з випереджаючим поверхневим деформуванням, в порівнянні з різанням без випереджаючого поверхневого деформування, зменшуються на 82%.

3 З метою підвищення ефективності процесу обробки незагартованої сталі комбінованими інструментами, оснащеними НТМ, з випереджаючим поверхневим деформування є доцільним продовжувати дослідження щодо встановлення раціональних режимів комбінованої обробки за критерієм мінімуму вібрацій комбінованого інструмента.

4 У подальшому планується створення прогресивних конструкцій комбінованих інструментів, оснащених НТМ, з випереджаючим поверхневим деформуванням для обробки поверхонь із незагартованих сталей.

SUMMARY

The analysis of vibration combined tool in this article, at machining non – hardened steel became combining of surface plastic deforming with cuttings is conducted. It is shown that at cutting with SPD, vibrations of combined tool, by comparison to the classic cutting, more than on 82 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Карюк Г.Г. Технологические особенности механической обработки режущим инструментом из сверхтвёрдых материалов. – К.: Наукова думка, 1991. – 283 с.
2. Автаназів І.С., Гавриш А.П., Киричок П.О., Мельничук П.П., Попов Є.С., Третью В.В. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням. – Житомир: ЖДТУ, 2001. - 516 с.
3. Виговський Г.М., Громовий О.А., Білявський М.Л. Комп'ютерне моделювання глибини змінення плоскої поверхні деталі алмазним вигладжуванням // Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – Вип. №21, 2007.

4. Виговський Г.М., Громовий О.А., Білявський М.Л. Розширення області використання торцевих фрез, оснащених НТМ. // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – Ж.: ЖДТУ. 2007. – Вип. 2
5. Виговський Г.М., Громовий О.А., Білявський М.Л. Підвищення ефективності обробки незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами з випереджаючим поверхневим деформуванням // Матеріали VII Всеукраїнської молодіжної науково – технічної конференції «Машинобудування України: очима молодих», м. Одеса, – 2007.
6. Крайнев Д.В. Повышение эффективности процесса резания сталей перлитного и аустенитного класса путем использования предварительного пластического деформирования: Дис. канд. техн. наук : 05.03.01. – Волгоград, 2006. – 167 с.

Виговський Г.М., канд. техн. наук;
Степчин Я.А., канд. техн. наук;
Громовий О.А., канд. техн. наук;
Білявський М.Л.

Надійшла до редакції 15 квітня 2008 р.