

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ШЛІФУВАННЯ ТА ЛЕЗВІЙНОЇ ОБРОБКИ ІНСТРУМЕНТАМИ З ПСТМ НА ОСНОВІ НІТРИДУ БОРУ

Сушко О.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**Мельник К.Л., викладач, спеціаліст I категорії**

*Мелітопольський коледж ТДАТУ*

*В статті наведено порівняльний аналіз процесів шліфування та лезвійної обробки інструментами на основі нітриду бору на прикладі загартованих сталей та чавунів.*

**Ключові слова** – надтверді матеріали, лезвійна обробка, інструмент, режими різання, шліфування, модифікації нітридів бору.

*Постановка проблеми.* Процес різання лезвійним інструментом на основі надтвердих модифікацій нітриду бору істотно відрізняється від процесу різання діамантовим інструментом, що зумовлюється його особливими фізико-механічними властивостями. Надтверді матеріали на основі нітриду бору, декілька поступаючись алмазу по твердості, характеризуються високою термостійкістю, високим опором термічним ударам і циклічним навантаженням, а також слабкою хімічною взаємодією з залізом, який є основним компонентом більшості матеріалів, що піддаються обробці різанням [1].

Різання загартованих сталей лезвійним інструментом з нітриду бору супроводжується нижчим рівнем сил різання в порівнянні з обробкою традиційним інструментом. Зі зростанням швидкості різання інтенсивність зменшення сил різання знижується. На інтенсивність зниження коефіцієнта тертя впливає й теплопровідність інструментального матеріалу: чим вона нижча, тим нижче коефіцієнт тертя за інших рівних умов. Так, при терті алмазу з латунню (зовнішнє тертя) вплив швидкості практично відсутній, тоді як при терті нітриду бору з латунню (внутрішнє тертя) швидкість, як тепловий чинник, надає великого впливу на коефіцієнт тертя [2].

Процес лезвійної обробки нітридоборним інструментом, завдяки високій якості, є конкурентоздатним абразивній обробці. Необхідні подальші дослідження зі встановлення впливу швидкості різання на якість обробленої поверхні для можливості порівняльного аналізу процесу шліфування та лезвійної обробки інструментами із ПСТМ на основі нітриду бору.

*Аналіз останніх досліджень.* При лезвійній обробці загартованих

сталей різцями з нітриду бору останні піддаються всім видам зносу: абразивному, дифузійному, хімічному, окислювальному. Проте, в сумарний знос в різні періоди експлуатації інструменту внесок кожного з цих видів неоднаковий. Інтенсивність зносу різна та залежить від умов різання [2]. На зносостійкість різців з нітриду дуже впливають фазово-структурні особливості інструменту. При точінні загартованої сталі різцями з нітриду бору на основі сфалериту (ельбор-Р) оптимум в залежності довжини шляху різання від швидкості зрушений у бік великих її значень. А оптимум для різців на основі вюрциту (гексаніт-Р) зрушений у бік менших швидкостей різання [3]. Це пояснюється відмінністю фізико-механічних властивостей ельбору-Р і гексаніту-Р, й, в першу чергу, різною термостійкістю, теплопровідністю, різними показниками міцності.

При розточуванні загартованих сталей на дооптимальних і оптимальних швидкостях різання знос різців з ПСТМ відбувається в основному по задній поверхні, а збільшення швидкості різання призводить до зносу різця як по задній, так і по передній поверхнях. За критерій затуплення різців з нітриду бору при розточуванні сталі ШХ15 слід приймати знос по задній поверхні не більше 0,4мм. При необхідності забезпечувати високу якість обробленої поверхні, критерій зносу може змінюватися [4].

Встановлений зв'язок між швидкістю різання  $V$  і стійкістю при обробці  $T$  загартованих сталей інструментами з ПСТМ. Отримана узагальнена залежність, яка описує поліекстремальну структуру залежності стійкості від чинників різання: подачі, глибини та діаметру обробки та найповніше відображає закономірності фізичних явищ при різанні [3].

*Формулювання цілей статті.* Метою роботи є порівняльний аналіз процесів шліфування та лезвійної обробки інструментами з ПСТМ на основі нітриду бору при обробці загартованих сталей.

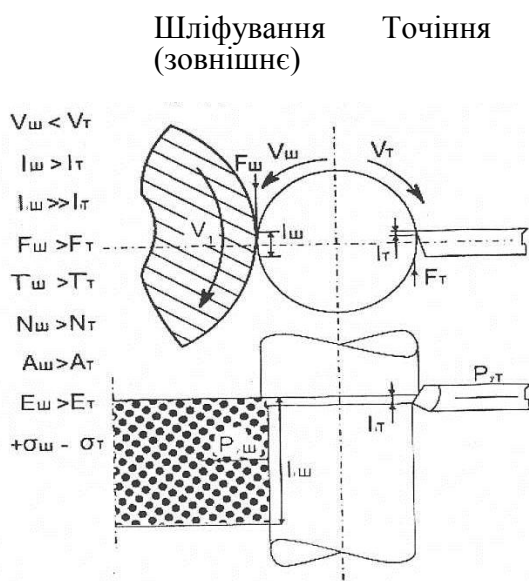


Рисунок 1 - Схема контакту інструменту з оброблюваною поверхнею при шліфуванні і точінні

*Основна частина.* Заміна процесу шліфування лезвійною обробкою інструментами із ПСТМ на основі нітриду бору при обробці деталей із загартованих сталей і чавунів є особливо перспективною. Тут перевага лезвійної обробки виявляється найповніше.

Для докладного аналізу переваг лезвійної обробки розглянемо схеми різання при шліфуванні, точінні і розточуванні. Площа контакту шліфувального круга з деталлю значно пере-

вищує площу контакту різця з деталлю (рис. 1).

Це перевищення складає десятки або, навіть, сотні разів. У зв'язку з цим робота різання та тепловиділення при шліфуванні значно більше, ніж при точінні. Таким чином, локальність контакту інструменту з деталлю при лезвійній обробці і, отже, додатково локальність високої температури до обробленої поверхні є відмітною особливістю точіння і фрезерування порівняно зі шліфуванням. Якщо порівняти довжину контакту круга і різця з оброблюваною деталлю у напрямі вектору швидкості різання, то можна побачити, що при точінні вона істотно менша.

Окружна швидкість деталі при шліфуванні менша, ніж при точінні і, отже, час дії високої температури на поверхню деталі при шліфуванні більше, ніж при точінні. Тому ще однією особливістю процесу точіння, порівняно з шліфуванням, є короткочасність дії високої температури на оброблену поверхню. Так, час дії високої температури при точінні на дуже малу поверхню деталі становить 0,00001 сек.

Таким чином, локальність і короткочасність дії високої температури на поверхню деталі при лезвійній обробці є гарантією того, що висока температура не проникає на велику глибину і не «встигає» провести істотні фазово-структурні зміни в поверхневому шарі деталі. Так, якщо на поверхні деталі при точінні різцями з нітриду бору загартованої сталі температура досягає 1200°C, то, як показують дослідження, на глибині 10 мкм від поверхні вона не перевищує 100°C.

Отже, високі температури, які мають місце при точінні з-за локальності і короткочасності їх дії в дуже тонких шарах деталі, з урахуванням величезних градієнтів, можуть приводити до аморфізації якнайтоншого поверхневого шару деталі, чому сприяє контакт з таким

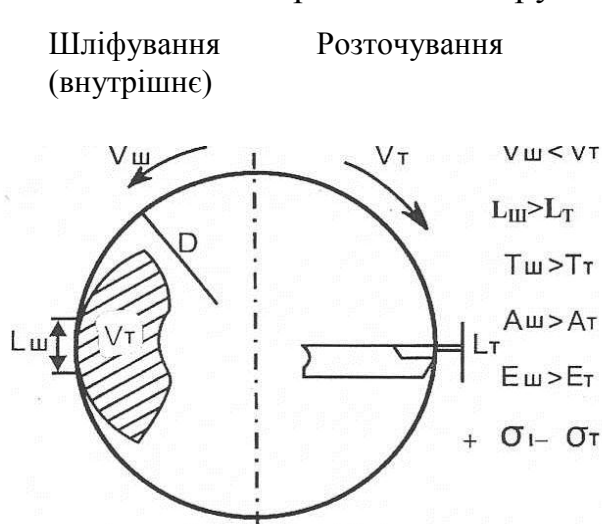


Рисунок 2 - Схема контакту інструменту з оброблюваною поверхнею при шліфуванні і розточуванні

інтенсивним аморфізатором, яким є нітрид бору.

Як відомо, наявність тонкої аморфної плівки на обробленій поверхні деталі підвищує експлуатаційні характеристики останньої. При порівнянні внутрішнього шліфування та розточування переваги лезвійної обробки виявляються ще яскравіше, оскільки величина контакту шліфувального круга тут більша, ніж при зовнішньому шліфуванні [4].

Якщо порівняти характеристики якості обробленої поверхні при шліфуванні і точінні, то можна побачити, що по такому критерію, як шорсткість, точіння не поступається шліфуванню. Так, при

точінні загартованих сталей різцями з нітриду бору можна забезпечити шорсткість  $Ra = 0,3-0,4$  мкм. По критерію шорсткості – відносній опорній довжині профілю  $t_p$  – шліфування поступається точінню. Порівняння залишкової напруги в поверхневих шарах обробленої поверхні після шліфування і точіння показує, що лезвійна обробка забезпечує отримання сприятливої стискаючої напруги в той час, як шліфування - розтягуючої.

Слід зазначити, що при точінні повністю відсутні припали, мікро- і макротріщини в обробленій поверхні. Фазово-структурні зміни в приповерхневому шарі при точінні мінімальні, розшарування поверхні відсутнє.

Розглянуті переваги процесу точіння порівняно з шліфуванням іноді ігноруються під тим приводом, що процес шліфування продуктивніший, ніж точіння. Як показує аналіз порівняння варіантів оброблюваних поверхонь, шліфування далеко не завжди є більш продуктивним точіння. Так, внутрішнє шліфування, особливо поверхонь малих діаметрів, багато разів програє процесу розточування, і лише при обробці великих діаметрів, процеси можна порівнювати. При заміні шліфування на точіння при обробці багатьох деталей із загартованої сталі багатократні переваги утворюються не тільки за рахунок меншого машинного часу, але й за рахунок економії допоміжного часу. Можливість виготовлення на одному верстаті, ліквідуючи обробку на шліфувальному верстаті, значно скорочує цикл обробки.

Як показує практика роботи, особливо закордонна, сьогодні все більше деталей із загартованих сталей обробляються лезвійним інструментом, а не абразивним. При цьому перспективним є не тільки точіння, але й фрезерування. Так, фрезерування чавунних напрямних металорізальних верстатів забезпечує високу якість при дуже високій продуктивності ( $V = 900$  м/хв. при хвилинній подачі  $S = 200-600$  мм/хв.) при практично повній відсутності теплових деформацій [4].

Ще одна перевага, що вигідно відрізняє лезвійну обробку від шліфування – можливість відмовитися від застосування змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР). Так, лезвійна обробка інструментами з синтетичних надтвердих матеріалів широкої гами оброблюваних матеріалів, зокрема загартованих сталей і чавунів, проводиться, як правило, без застосування ЗОР, що значно покращує екологічні показники.

Як показує аналіз енерговитрат цих процесів, шліфування є більш витратним, причому практично завжди, оскільки питома робота різання і потужність завжди більше при шліфуванні. Враховуючи актуальність енерговитратних підходів в оцінці процесу механічної обробки, висновок про те, що лезвійна обробка менш енерговитратною, є вельми важливим.

*Висновки.* Таким чином, порівняльний аналіз процесів шліфування і лезвійної обробки дозволяє зробити висновок про певні переваги останнього перед першим. Це доводить, що найбільш ефективним та конкурентоздатним при обробці загартованих сталей, чавунів різної

твердості, наплавлених матеріалів, що важко обробляються, високолегованих сталей і сплавів є застосування лезвийного інструменту з нітриду бору. Тут перевага надтвердих нітридоборних матеріалів реалізується найповніше.

#### Література.

1. Девин Л.Н. Определение предела прочности при растяжении поликристаллических сверхтвердых материалов // Сверхтвердые материалы. – 1998, № 7. – С. 24-28.

2. Сушко О.В. Лезвийна обробка інструментами на основі надтвердих модифікацій нітриду бору // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2014. – Випуск 148. – С.219-224.

3. Сушко О.В. Залежність зносостійкості інструменту з нітриду бору від режимів різання при точінні // Науковий вісник НУБіП. Серія: техніка та енергетика АПК. – 2015. – Випуск 212, ч.1.

4. Зубарь В.П. Перспективы применения лезвийного инструмента из сверхтвердых материалов (СТМ 2004/4, с.42).

#### Аннотация

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ШЛИФОВАНИЯ И ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАМИ С ПСТМ НА ОСНОВЕ НИТРИДА БОРА**

*О. Сушко*

*В статье представлены некоторые результаты сравнительного анализа процессов шлифования и лезвийной обработки инструментами на основе плотных модификаций нитрида бора закаленных сталей и чугунов*

#### Abstract

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROCESSES OF GRINDING AND BLADE MACHINING TOOLS WITH PSTM-BASED BORON NITRIDE**

*O. Sushko*

*The article presents some results of a comparative analysis of the processes of grinding and blade processing tools based on dense modifications of boron nitride hardened steels and cast irons*