

УДК 621.9.048.6

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРАЦІЙ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ

**Солодовник Є.В. студент, Лисенко С.В. старший викладач,  
Мартиненко О.Д. к.т.н. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*У статті розглянуто застосування вібраційних коливань при обробці матеріалів, що забезпечує дроблення стружки, зняття наросту з вершини різця, забезпечуючи при цьому отримання заданої шорсткості, та продовження періоду стійкості різця.*

*Постановка проблеми.* Сучасні методи обробки металів різанням ведуться шляхом зміни характеру застосування механічного впливу на шар, що зрізається (наприклад, на вібраційний, надшвидкісний), використання якісно нових видів впливу на матеріал зрізаного шару (хімічного, електричного), застосування комбінованих методів обробки, побудованих на суміщенні рівномірного механічного впливу з вібраційним, тепловим, хімічним, електричним впливом.

У машинобудуванні при обробці багатьох матеріалів, особливо таких, як високолеговані сталі та деякі сплави кольорових металів, існує низка проблем, пов'язаних з відведенням та транспортуванням стружки. Це зв'язано з тим, що у процесі різання вищеперелічених матеріалів утворюється довга безперервна стружка як стрічка чи спіраль. Наявність такої стружки знижує якість та надійність обробки, ускладнює експлуатацію автоматизованого обладнання, веде до збільшення виробничого травматизму, виникають проблеми з транспортуванням та зберіганням стружки, що в цілому призводить до зниження продуктивності. Тому вирішення цих проблем є актуальним завданням металообробки.

Для вирішення цих проблем використовується низка технологічних методів, серед яких застосування вібраційного різання.

*Аналіз досліджень.* Сучасні дослідження вібрацій при різанні металів ведуться за двома напрямками. Перше з них (і найбільш вивчене) пов'язане з гасінням вібрацій несприятливих при механічній обробці, що веде до зниження якості поверхні, точності обробки та стійкості інструменту; друге - з освоєнням методу вібраційного різання, що використовує позитивний вплив вібрацій. Застосування вібраційного різання не суперечить широкому використанню засобів гасіння вібрацій. При правильному виборі напрямку коливань, їх частоти та амплітуди використання вібраційного різання гарантує періодичний злам стружки. Крім цього, у процесі досліджень було встановлено, що застосування вібраційного різання не тільки забезпечує гарантоване дроблення стружки, а й покращує низку найважливіших технологічних показників. У ряді випадків створюються передумови для поліпшення оброблюваності матеріалів (насамперед, корозійностійких і жароміцних сталей), а також підвищення стійкості інструменту. Зусилля, що виникають при цьому, носять знакозмінний характер, що призводить до появи субмікроскопічних тріщин навколо яких

концентруються внутрішні напруження. Цей факт є причиною підвищення оброблюваності матеріалів. Особливо чутливі до концентрації напруг корозійностійкі та жароміцні сталі.

Як свідчать дослідження проф. В.М. Подураєва зусилля при віброрізанні знижуються порівняно зі статичним різанням. Що сприяє підвищенню стійкості інструменту. Крім того, підвищується ефективність впливу навколишнього середовища шляхом більш надійного періодичного омивання ріжучого клину інструменту МОР. Це призводить до зниження температури в зоні різання та підвищення стійкості інструменту.

*Метою* даної роботи є розгляд основних кінематичних залежностей, проведення аналізу процесу та технологічних особливостей вібраційного різання, розробка конструкції інструменту, що забезпечує гарантоване дроблення стружки при різанні важкооброблюваних матеріалів.

Різання з вібраціями полягає в тому, що на загальноприйнятій кінематичній схемі різання накладається додатковий синусоїдальний коливальний рух інструменту щодо заготовки (рис. 1).

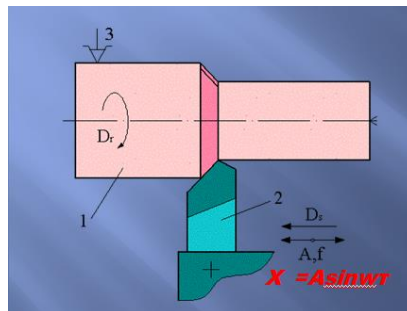


Рис. 1. Схема вібраційного точіння

*A* - амплітуда коливань, *f* - частота коливань (до 50 Гц)

Якщо при звичайному різанні ріжуча кромка інструменту проходить по заготовці шлях у вигляді гвинтової лінії, то при вібраційному цей шлях матиме складнішу криволінійну форму, що отримується при накладенні на гвинтову лінію синусоїди. При цьому слід зазначити, що на довжині розгортки кола оброблюваної поверхні не повинно укладатися ціле число довжин хвиль коливань. В іншому випадку дроблення стружки не буде, незважаючи на жодні варіації режимів різання та параметрів вібрацій (амплітуди коливань *A* та частоти *f*).

При вібраційному різанні кінематика процесу є первинним фактором, що відрізняє його від звичайного різання. Тому всі зміни фізичних параметрів (сила і температура різання, усадка стружки, тощо) і технологічних показників (стійкість різального інструменту, шорсткість обробленої поверхні, точність і т. і.) обумовлюються змінами кінематичних параметрів процесу різання: товщини та довжини зрізаного елемента шару і стружки, законів формування елемента шару, часу роботи і часу відпочинку ріжучого інструменту.

Найбільший ефект, особливо при обробці матеріалів, що важко обробляються, досягається саме при переривчастому різанні. Слід зазначити, що тільки різання з вібраціями дозволяє забезпечити надійний поділ стружки на

окремі частини, а також підвищити ефективність дії МОР і всієї обробки в цілому.

При звичайній обробці переріз шару, що зрізається, являє собою прямокутник, ширина якого дорівнює його товщині, а висота - глибині різання. При цьому воно протягом усього шляху різання залишається незмінним (рис. 2, а). При різанні з вібраціями переріз шару, що зрізується, постійно змінюється (рис. 2, б) як у поперечному перерізі (перпендикулярно поверхні різання), так і в поздовжньому (вздовж напрямку різання).

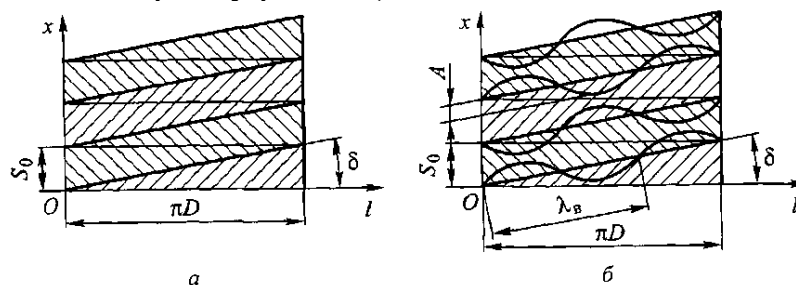


Рис. 2. Рух вершини різця при звичайному (а) та вібраційному (б) різанні.

Застосування вібраційного різання дозволяє призвести до зниження динамічної ударної в'язкості, підвищення крихкості руйнування при різанні, зниження роботи тертя та температури різання.

У процесі вібраційного різання відбувається дроблення стружки, тим самим покращуються умови праці робітника. Застосування зазначеного способу вібраційного різання є одним із нових технічних засобів, що забезпечує підвищення ефективності автоматизації виробництва[2].

Вібраційне різання може забезпечуватись за допомогою збудників коливань різних типів (електричні, гідравлічні, механічні, комбіновані), з використанням приводу, енергії так і без нього. У першому випадку для створення вібрацій використовується джерело енергії. Однак необхідність використання двигуна призводить до збільшення габаритних розмірів та збільшенню економічних витрат.

В механічних вібраторах без додаткового приводу енергії джерелом порушення вібрацій є двигун верстата або оброблювана деталь. Більшість відомих в даний час пристроїв для обробки з вібраціями мають своє джерело енергії для надання необхідних коливань, що дозволяє регулювати режими вібрації в дуже широкому діапазоні. Разом з тим всі ці пристрої дуже складні. Більш простим, і в багатьох випадках, більш доцільним є використання автоколивань, рис.3.

Автоколивання - незгасаючі стаціонарні коливання, підтримувані за рахунок енергії, яка підводиться до системи від джерел неколивального характеру.

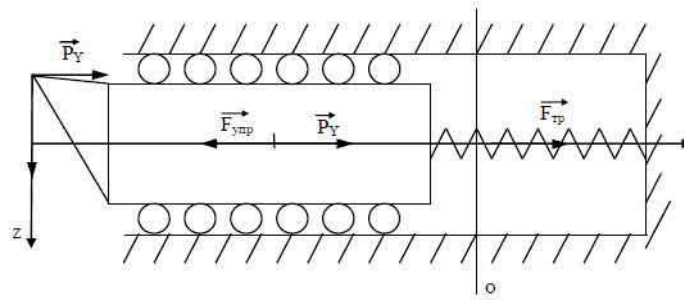


Рис. 3. Схема встановлення різця

У цьому випадку відпадає необхідність в спеціальному енергетичному джерелі коливань: маслонуосній станції, електродвигуна, ультразвуковому генераторі, а коливальний характер буде обумовлений безпосередньо процесом різання.

Згідно з дослідженням Д.Кумабе при вібраційному різанні сила різання в 3-10 разів менша, ніж при звичайному різанні. Таке положення досягається при певному рівні амплітуди коливань інструменту. Пояснюється зменшення сили різання тим, що в результаті короточасного її впливу різець не встигає отримати переміщення, яке відповідає статичному прикладанню цієї сили. Наведений приклад у роботі Д.Кумабе, коли час контакту інструменту складає 0,1 періоду коливань інструменту, забезпечує фактичну лінійну швидкість металу в 10 разів більшу швидкості різання. Тобто, швидкість переміщення стружки по передній поверхні інструменту буде приблизно в 10 разів перевищувати швидкість різання. Таке становище говорить про те, що ми маємо справу, практично, з високошвидкісним різанням, однак температурний режим буде значно кращим[3].

*Висновок.* Аналіз застосування вібраційного різання показав, що підвищити ефективність процесу можна, використовуючи високочастотні вібрації, спрямування яких співпадає з напрямком тангенційної складової сили різання. Це дозволяє підвищити швидкість різання, стійкість інструменту, знизити сили різання, шорсткість поверхні.

### Список літератури:

1. Мазур М. П., Внуков Ю. М., Грабченко А. І. та інші, Основи теорії різання матеріалів. Підручник для студентів вищих навчальних закладів, 2012.-535с.
2. Лисенко С.В. Використання вібраційних технологій для поліпшення показників оброблюваності матеріалів. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Випуск 168. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві., с. 52-59. 2016 р
3. Кумабэ Д. Вибрационное резание/ Пер. с яп. Масленникова С.Л. – М.: Машиностроение, 1985.-424 с.