

УДК 621.9

**І.В. Луців, докт. техн. наук, проф., О.О. Стахурський**

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ БАГАТОЛЕЗОВІЙ ОБРОБЦІ**

**I.V. Lutsiv, Dr., Prof., O.O. Stakhurskyi**

### **CHARACTERISTICS FEATURES OF CHIP FORMATION IN THE MULTI EDGE MACHINING**

В залежності від форми поверхонь різальних елементів, їх кривизни, ступеню зношування, характеристик оброблюваного матеріалу, а також параметрів обробки, стружка може бути різних типів, різної форми та розмірів [1]. При багатолезовій обробці із кінематичним міжінструментальним зв'язком (КМІЗ) можуть утворюватись як стружки сколювання і надлому, так і зливна стружка [2]. Різання пластичних матеріалів з великими швидкостями призводить до утворення саме зливної стружки, яка є найбільш небезпечною для функціонування обладнання [3]. Обробка із КМІЗ передбачає звільнення лез від жорсткого зв'язку і надання рухомості в осьовому напрямку, вирівнювання складових сил різання, що діють на різальні елементи, виключення впливу на деформації тих факторів, що визначають точність і якість обробки.

Найбільш суттєвим для формування стружки є товщина зрізаного шару, значення переднього кута інструменту та швидкості різання [4]. Зливна стружка, наприклад, при дволезовій токарній обробці із КМІЗ, на перший погляд, не відрізняється від стружки, отриманої при звичайному поздовжньому точінні, проте, в дійсності, при обробці із КМІЗ діє ряд факторів, що суттєво впливають на стружкоутворення. Зокрема, при дворізцевому точінні за методом поділу подачі різці знаходяться в одному січенні зрізу і поділяють зрізуваний шар між собою в процесі узгоджених взаємних переміщень один відносно іншого. Подача при багатолезовому різанні із КМІЗ (для будь-яких видів обробки) також поділяється між різальними елементами і є величиною змінною. Таким чином, змінною є і товщина зрізаного шару кожним різцем, змінюються і кінематичні передні кути різальних елементів.

Величина товщини зрізаного шару є пропорційною величині подачі:  $a_{zp} = s \sin \varphi$ . Очевидно, що при багатолезовій обробці із КМІЗ товщина зрізу є величиною змінною:  $a_{zp} = s/n[1 + \Delta s_n(t)/s] \cdot \sin \varphi$ , де  $\Delta s_n(t)$  - різниця у значеннях миттєвих подач двох сусідніх різальних елементів відповідно до їх слідів. Ця формула показує, що при багатолезовій обробці стружка виявляється тоншою, ніж при однорізцевій обробці, але змінної товщини. Це створює умови для переходу, при певних умовах, зливної стружки в елементну.

При різанні із застосуванням КМІЗ форма зрізаного шару на відміну від звичної обробки характеризується не лише поперечним, але і поздовжнім січенням, яке визначається в площині, перпендикулярній до різального леза. При звичному різанні це січення є прямокутником, висота якого дорівнює товщині зрізаного шару, а довжина - шляху різання. При вирівнюванні осьових зусиль механізмом КМІЗ січення визначається відносним положенням траєкторії переміщень двох ближніх різальних лез на сусідніх проходах.

Аналіз стружкоутворення при багатолезовій обробці із застосуванням КМІЗ дозволяє зробити висновок, що елементи стружки можуть утворюватись як в процесі неперервного різання, так і за рахунок дроблення стружки під час обробки.

В першому випадку утворення елементів стружки визначається самою фізикою процесу різання та її особливостями для лезової обробки, що характерно і для обробки

із застосуванням КМІЗ. Проте, внаслідок коливних рухів різальних елементів очевидно суттєво змінюються умови різання на кожному із них. При цьому має місце певна нерівномірність процесу стружкоутворення, яка залежить від величин параметрів верстатно-інструментального оснащення із КМІЗ, його налагодження, режимів обробки та умов різання. Зміна фізичної картини перетворення окремих елементів зрізаного шару в стружку може стосуватись пластичного деформування і руйнування оброблюваного матеріалу, процесів тертя на конкретних поверхнях, або змінювати лише механіку окремих елементів стружки. Тоді, коли при однакових умовах в звичному різанні отримують неперервну, міцну стружку зливної форми, то при обробці із КМІЗ може утворюватись стружка подрібненої форми. Адже, з одного боку застосування КМІЗ суттєво впливає на зміну геометрії різання, може полегшувати процес руйнування матеріалу, при цьому можуть змінюватись і кут дії, і кут сколювання (зсуву).

З іншого боку, внаслідок коливних рухів різальних елементів суттєво змінюється товщина і ширина стружки. При значних коливаннях площі поперечного перерізу стружки міцність її по слабкому січенні (зокрема, по впадині) може виявитись недостатньою і стружка зламається. Таким чином, утворюються елементи стружки у вигляді окремих спіральок, кілець чи завитків. При обриві елементів стружки посилюється нерівномірність процесу стружкоутворення, що сприяє подальшому подрібненню. Довжина елементів стружки зменшується із збільшенням нерівномірності умов різання на різальних елементах.

Найбільш ефективним і надійним способом дроблення стружки при обробці із застосуванням КМІЗ є кінематичне дроблення [2]. При цьому досягається стабільне утворення елементів стружки розрахункової довжини незалежно від виду матеріалу, а також більшості умов обробки. Практично всі відомі способи кінематичного дроблення стружки базуються на вібраційному різанні, тобто накладенні на постійну подачу додаткових коливних рухів інструменту. При цьому для обробки внутрішніх поверхонь доцільніше використовувати в якості додаткових вібрацій зворотно-поступальні коливання інструменту, а при обробці зовнішніх поверхонь - зворотно-гойдальні, чи зворотно-поступальні коливання.

Аналіз роботи вирівнювальних пристроїв КМІЗ при багатолезовій обробці дозволяє виявити їх переваги для дроблення стружки порівняно з існуючими методами. Можливість гарантованого утворення елементів стружки забезпечується самим механізмом кінематичного міжінструментального зв'язку.

### **Література**

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г., «Резание металлов». М.: Высш. шк., 1985.
2. Луцив И.В., Нагорняк С.Г., «Эффективные способы дробления сливной стружки//Технология и организация производства». №4. 1990.
3. Лавров Н.К., «Завивание и дробление стружки в процессе резания». М.: Машиностроение, 1970.
4. Максаров В.В., «Теория и методы моделирования и управление процессом стружкообразования при лезвийной механической обработке». Автореф. дис. ... доктора техн. наук. - СПб, 2000.