

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СТРУЖКОПОДРІБНЮВАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БАГАТОГРАННИХ НЕПЕРЕТОЧУВАНИХ ПЛАСТИН НА ЯКІСТЬ ПОДРІБНЕННЯ СТРУЖКИ

У статті розглянуті конструктивні елементи і геометричні параметри передньої поверхні багатогранної непереточуваної пластини, які впливають на процес стружкоподрібнення при чистовому токарному обробленні, а також наведені результати експериментального дослідження їх впливу на подрібнення стружки при обробленні сталі 45. Запропоновано конструкцію різальної пластини для чистового оброблення і надане теоретичне обґрунтування доцільності її використання.

Ключові слова: багатогранні непереточувані пластини, стружкоутворення, стружкоподрібнення, стружкозавивальна канавка, кут нахилу різальної кромки.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день інструментальна промисловість випускає широку номенклатуру багатогранних непереточуваних пластин (БНП), які застосовуються при чистовому токарному обробленні. При цьому форми передньої поверхні пластин, котрі виконують функцію подрібнення стружки, різноманітні та рекомендуються для тих самих режимів різання. Однак дослідження з визначення, які ж стружкоподрібнювальні елементи є найбільш надійними і які вони мають параметри форми, не проводилися.

Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Як свідчить наукова література, до конструктивних елементів БНП, які подрібнюють стружку, належать: міністружколом, фаска, стружкозавивальна канавка, уступ, виступ та кут нахилу різальної кромки. У конструкціях різних пластин вони можуть бути наявні всі одразу або мати різні комбінації.

Міністружколом являє собою невелику замкнену лунку при вершині пластини. Він призначений для подрібнення стружки на малих глибинах різання й копіювальних операціях. Фаска та стружкозавивальна канавка – найбільш поширені й прості форми стружкоподрібнювальних елементів пластин [1, 2]. Уступ – це віддалений від різальної кромки бік стружкозавивальної канавки [3]. Виступ – це елемент, який знаходиться вище рівня різальної кромки та впливає на напрямок сходу стружки, відіграє роль опори стружки або стружкозавивального елемента залежно від розташування виступу й розмірів зрізаного шару металу.

Кут нахилу різальної кромки призначений для відведення стружки в певному напрямку та створення нерівномірно деформованих ділянок у поперечному перерізі стружки, які сприяють її завиванню і подальшому руйнуванню. Аналіз номенклатури пластин для чистового оброблення показує [4], що вони, як правило, характеризуються наявністю кута нахилу різальної кромки. У роботах із теорії різання [5, 6] відзначається, що зміна кута нахилу різальної кромки неоднозначно впливає на фактори процесу різання.

Але нерозв'язаними залишаються питання призначення доцільних параметрів та комбінацій конструктивних елементів на передній поверхні пластин.

Постановка завдання. Визначення параметрів форми передньої поверхні є актуальним завданням, розв'язання якого дозволить звузити розмаїття форм передньої поверхні, пов'язаних безпосередньо з подрібненням стружки.

Матеріал і результати досліджень. Проведемо дослідження щодо впливу кута λ на процес стружкоподрібнення при чистовому обробленні ($t = 0,2 - 1$ мм; $s = 0,05 - 0,2$ мм/об).

Збільшення кута λ при вільному різанні зменшує ступінь деформації стружки, середню температуру контакту, висоту нерівностей обробленої поверхні та стабілізує процес завивання стружки. У той же час збільшується тертя на передній поверхні, зростає зношування задньої поверхні та головна складова сили різання. Тому при виборі величини і знака кута нахилу різальної кромки необхідно з комплексу його впливів на різні сторони процесу різання вибирати ті, які в даному конкретному випадку є найважливішими для роботи інструмента й виконання технологічних вимог до операції виготовлення деталі. При чистовому обробленні головним критерієм є надійне подрібнення стружки без зниження продуктивності.

Для одержання кута нахилу різальної кромки та уступу проточимо за допомогою універсального заточувального верстата 3В642 на твердосплавній пластині із плоскою передньою поверхнею (SNUA 120408) канавку. У зв'язку з особливістю конструкції БНП канавка розташована від допоміжної різальної кромки на відстані, рівній величині радіуса при вершині, у цьому випадку 0,8 мм (рисунк 1).

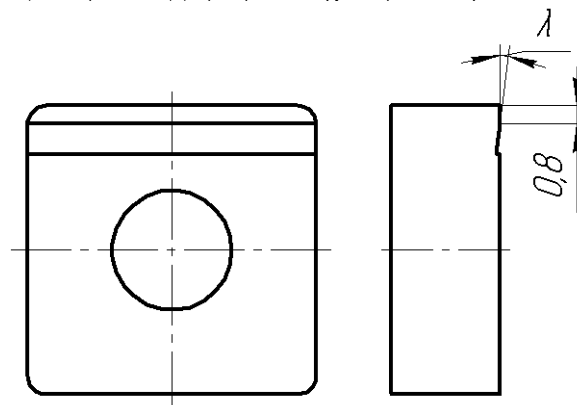


Рисунок 1 – Форма канавки

Експеримент проводився на верстаті 1К62, була використана державка PSSN R 2020K12 з геометричними параметрами пазу під різальну пластину: $\gamma = -8^\circ$; $\lambda = 0$; $\varphi = 45^\circ$.

У таблиці 1 наведені результати дослідження із впливу кута нахилу різальної кромки на процес стружкоподрібнення.

Таблиця 1 – Дослідження впливу кута нахилу різальної кромки на процес стружкоподрібнення

| Ескіз | Режими різання й отримана стружка | Аналіз результатів |
|-------|---|---|
| | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Не дроблена; 2) $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,4$ мм. Гвинтова спіраль довжиною $l = 60 \dots 80$ мм з діаметром завивання $d_{зав.} = 8$ мм | Немає стабільного руйнування стружки, тому що значення кута λ недостатньо для створення нерівномірно деформованих ділянок у стружці |
| | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Півкільця й коротка гвинтова спіраль: $d_{зав.} = 5$ мм; 2) $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,4$ мм. Конічна спіраль (1 – 2 витки): $d_{зав.} = 5 \dots 6$ мм та спіраль: $l = 20 \dots 100$ мм; $d_{зав.} = 16$ мм | Стружка дробиться, але процес подрібнення не стабільний |
| | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Одновиткова спіраль: $d_{зав.} = 8$ мм і клубки звитої стружки; 2) $S = 0,1$ мм; $t = 0,4$ мм. Спіраль: $l = 5 \dots 80$ мм; $d_{зав.} = 5$ мм і клубки звитої стружки | Росте зношування по задній поверхні через значне збільшення кута λ |

При значенні кута нахилу різальної кромки $\lambda = -5^\circ$ процес подрібнення стружки найбільш ефективний. Але для підвищення стружкоподрібнювальної характеристики пластин без зниження стійкості необхідно використати й інші конструктивні елементи.

Для оцінювання впливу конструктивних елементів на якість стружкоподрібнення використаємо пластину SNMG 120408-PF виробництва фірми «Sandvik Coromant», тому що вона має всі вищеперераховані елементи. Кут λ дорівнює $-5^\circ 30'$. Експеримент проводився на верстаті 1K62, використана державка PSSN R 2020K12 з геометричними параметрами паза під пластину: $\gamma = -8^\circ$; $\lambda = 0$; $\varphi = 45^\circ$. Використані різальні пластини з вихідною геометрією та кореговані на універсальному заточувальному верстаті 3B642 при режимах різання, оптимальних для даної геометрії [4]. Результати зведені в таблицю 2.

Таблиця 2 – Дослідження стружкоподрібнювальних конструктивних елементів багатограних непереточуваних пластин

| Вид передньої поверхні | Режими різання й отримана стружка | Аналіз результатів |
|--|--|---|
| Вихідна геометрія | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Спіраль довжиною $l = 12 - 16$ мм; $d_{зав.} = 2,5 - 3,5$ мм і півкільця; 2) $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,4$ мм. Циліндрична спіраль: $l = 40 - 180$ мм; $d_{зав.} = 2,2 - 2,6$ мм і гвинтова спіраль $l = 25$ мм | Стружка подрібнюється, але процес не стабільний |
| Відсутній міністружколом і фаска перед ним (фаска перед канавкою наявна) | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Циліндрична спіраль: $l = 12 - 16$ мм; $d_{зав.} = 3$ мм і півкільця; 2) $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,4$ мм. Невеликі звити клубки діаметром 20 мм | Унаслідок відсутності фаски й міністружколома: 1) стружка з більшою жорсткістю перетину не змінює свій вигляд; 2) стружка з меншою жорсткістю перетину сковзає по передній поверхні. Виступ відіграє роль опори, по якій рухається стружка й продовжує рухатися до контакту із задньою поверхнею пластини, після чого відбувається розгинання й руйнування |
| Відсутній виступ | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Невеликі звити клубки діаметром 10 – 12 мм; 2) $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,4$ мм. Конічні спіралі (1 – 3 витки) з максимальним діаметром $d_{зав.} = 5$ мм | Через відсутність виступу: 1) стружка з більшою жорсткістю перетину, не знаходячи на своєму шляху перешкоди, продовжує завиватися до контакту із задньою поверхнею пластини або з деталлю, після цього відбувається розгинання стружки й руйнування; 2) при перетині стружки з меншою жорсткістю відбувається завивання стружки до зламу в стружкозавивальній канавці |
| Відсутня фаска, міністружколом і канавка (виступ збільшився на 0,3 мм) | 1) $S = 0,17$ мм/об; $t = 0,8$ мм. Півкільця й гвинтові спіралі (1 – 2 витки): $d_{зав.} = 5 - 6$ мм; 2) $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,4$ мм. Півкільця й гвинтові спіралі (1 – 2 витки): $d_{зав.} = 4 - 5$ мм | Унаслідок відсутності даних елементів і збільшеного виступу стружка не звивається в спіралі, а дробиться кільцями через збільшений виступ, що відіграє роль стружкозавивального елемента |

У результаті проведеного дослідження пластин на стружкоподрібнювальну здатність було підтверджено, що найбільш ефективними елементами для подрібнення стружки є від'ємний кут нахилу різальної кромки, стружкозавивальна канавка та виступ.

Виходячи із проведених досліджень, запропонуємо конструкцію пластини, яка забезпечує надійне подрібнення стружки при чистовому токарному обробленні (рисунок 2).

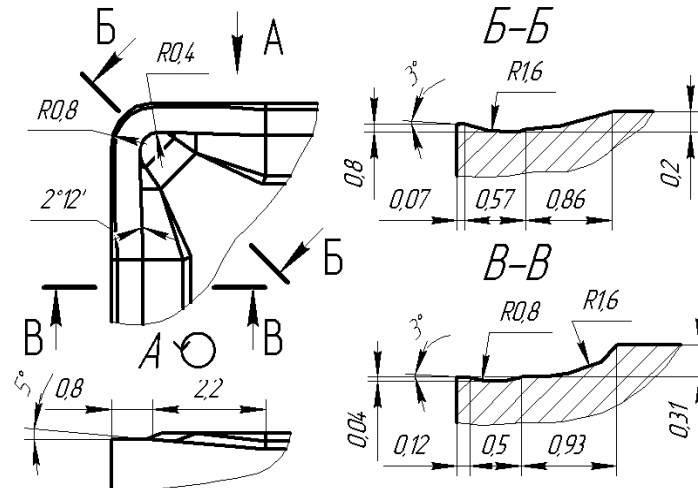


Рисунок 2 – Конструкція розробленої пластини

При використанні даної конструкції пластини залежно від глибини різання відбуваються процеси за двома групами схем стружкоутворення: при глибині різання порівняно з величиною радіуса при вершині пластини й при глибині, коли при зрізанні припуску бере участь і прямолінійна ділянка різальної кромки.

При глибині різання порівняно з величиною радіуса при вершині пластини зі збільшенням товщини зрізу будуть реалізовані такі схеми стружкоутворення:

- 1) з повною передньою поверхнею;
- 2) з укороченою передньою поверхнею й стабілізуючою фаскою;
- 3) з укороченою передньою поверхнею, напрямною фаскою та виступом у ролі опори;
- 4) з укороченою передньою поверхнею, зміцнювальною фаскою й з виступом у ролі опори та уступом із функцією стружкозавивального елемента;
- 5) з укороченою передньою поверхнею, зміцнювальною фаскою й з канавкою і виступом у ролі стружкозавивальних елементів.

При глибині різання, коли при зрізанні припуску бере участь і прямолінійна ділянка різальної кромки, зі збільшенням товщини зрізу будуть реалізовані такі схеми стружкоутворення:

- 1) з повною передньою поверхнею й виступом у ролі опори;
- 2) з укороченою передньою поверхнею, стабілізуючою фаскою та виступом у ролі опори;
- 3) з укороченою передньою поверхнею, напрямною фаскою й виступом у ролі стружкозавивального елемента;
- 4) з укороченою передньою поверхнею, зміцнювальною фаскою та з виступом у ролі стружкозавивального елемента.

При збільшенні товщини зрізу роль головного стружкозавивального елемента переходить від стружкозавивальної канавки до виступу. Це дозволяє розширити діапазон стружкоподрібнення в межах напівчистових режимів різання й значно спростити конструкцію пластини.

Висновки. 1. Найбільш ефективними елементами для подрібнення стружки є від'ємний кут нахилу різальної кромки $\lambda = -5^\circ$, стружкозавивальна канавка й виступ.

2. Запропоновано конструкцію пластини, що забезпечує надійне подрібнення стружки.

Література

1. Белей, И.Н. Сравнительный анализ конструктивных и геометрических параметров форм передней поверхности и их влияние на характер стружки / И.Н. Белей, А.А. Пливак, С.В. Майданюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 6. – С.17 – 21.
2. Ермаков, К.С. Новое в стружколомании / К.С. Ермаков, Н.В. Тарасенко, В.М. Лутов. – Липецк: Липецкое книжное издательство, 1960. – 36 с.
3. Васин, С.А. Проектирование сменных многогранных пластин: методологические принципы / С.А. Васин, С.Я. Хлудов. – М.: Машиностроение, 2006. – 352 с.
4. Sandvik Coromant. Металлообработка. Токарный инструмент / Sandvik Coromant.
5. Бобров, В.Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов / В.Ф. Бобров. – М.: Машигиз, 1962. – 152 с.
6. Грановский, Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.

Надійшла до редакції 30.11. 2010

© И.Н. Белей

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТРУЖКОДРОБЯЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СМЕННЫХ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН НА КАЧЕСТВО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТРУЖКИ

В статье рассмотрены конструктивные элементы и геометрические параметры передней поверхности сменной многогранной пластины, влияющие на процесс стружкодробления при чистовой токарной обработке, а также приведены результаты экспериментального исследования по влиянию их на дробление стружки при обработке стали 45. Предложена конструкция режущей пластины для чистовой обработки и дано теоретическое обоснование целесообразности ее применения.

Ключевые слова: сменные многогранные пластины, стружкообразование, стружкодробление, стружкозавивающая канавка, угол наклона режущей кромки.

THE ANALYSIS OF EFFECT OF CRUSHING CHIPS CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF INDEXABLE INSERTS ON QUALITY OF CRUSHING OF A CHIP

In a paper constructive elements and geometrical parameters of forward surface indexable inserts subdivisions of a chip influencing process are considered at fair turning handling. Also results of an experimental research on their effect on chip crushing are resulted at processing the Steel 45. The design indexable inserts for fair handling is offered and the theoretical justification of expediency of its application is given.

Keywords: indexable inserts, chip formation, chip deformation, flute curling a chip, active face slope.