

ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ВІДРІЗНИХ ФРЕЗ ЗА РАХУНОК ВИКОНАННЯ КОМПЕНСАЦІЙНИХ ОТВОРІВ

Такі інструменти як дискові відрізні фрези і пили, характеризуються недостатньою працездатністю внаслідок низької жорсткості. Наукові напрацювання та практичний досвід з дослідження працездатності дискових фрез ґрунтуються переважно на аналізі динамічних характеристик процесу відрізання. Враховуючи особливості роботи відрізних фрез, а саме низьку швидкість різання, малі товщини зрізу, зазвичай коротку дугу контакту і т. д., в якості основного навантажувального фактора доцільно розглядати силу різання. Проблема підвищення динамічної стійкості фрез від дії збуджуючої сили різання може бути вирішена такими способами: впливом на частоту вимушених коливань і впливом на частоту власних коливань фрези.

Питання, пов'язані з підвищенням працездатності відрізних фрез за рахунок впливу на збуджуючу силу різання (а разом з тим і на частоту вимушених коливань) в результаті кінематичного збудження поперечних коливань у процесі відрізання розглянуті в роботах Равської Н.С., Панчука В.Г., Бабенка А.Є. та ін. Даними авторами пропонується виконувати дискові фрези з нерівномірним кроком зубів, що значно ускладнює процес їх загострення. Другий шлях вирішення зазначеної проблеми є менш дослідженим, і тому актуальним.

Оскільки при збігу власної частоти фрези і частоти збуджуючої сили різання динамічна стійкість фрез різко зменшується, то одним з методів впливу на неї є зміна власної частоти фрези за рахунок конструктивних рішень, при яких власні коливання знаходяться в діапазоні високих частот (вище 200 Гц). Тому були розглянуті відомі конструктивні виконання, які можуть бути застосовані для відрізних фрез великих діаметрів, а саме круглі компенсаційні отвори.

В результаті параметричної оптимізації в середовищі SolidWorks Simulation на прикладі відрізної фрези діаметром 250 мм, товщиною 2,5 мм з 80 зубцями були визначені оптимальні конструктивні параметри компенсаційних отворів, а саме їх діаметр (22,65 мм), кількість (12) і діаметр кругового масиву їх розташування (207,22 мм) за умови забезпечення запасу міцності диска фрези (2,5), а також максимально можливого значення частот власних коливань. При цьому перша власна частота фрези збільшилася з 203,15 до 220,87 Гц.

За допомогою прикладних програм імітаційної моделі процесу обробки дисковими фрезами було проведено комп'ютерне моделювання динамічного стану відрізних фрез стандартної конструкції і з компенсаційними отворами в процесі різання. В результаті чого було встановлено, що фреза запропонованої конструкції має кращі показники динамічної стійкості, ніж стандартна, в широкому діапазоні режимів обробки (рис. 1). При змінній частоті обертання фрези (40...60 об/хв) – в 2...4 рази, при змінній подачі на зуб (0,006...0,025 мм/зуб) – в 5...9 разів, при змінній глибині фрезерування (2...9 мм) – в 3...6 разів, при змінній величині фаски зносу (0...0,4 мм) – в 3...4 рази і при змінному радіальному битті (0...0,12 мм) – в 3...6 разів.

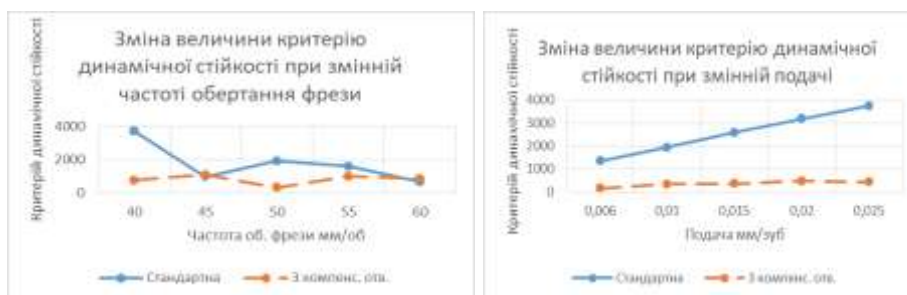


Рис. 1. Залежність динамічної стійкості відрізних фрез від частоти обертання і подачі

В якості критерію динамічної стійкості використовується коефіцієнт наростання амплітуди вимушених коливань фрези при резонансі.

Таким чином, передбачається, що відрізні фрези з компенсаційними отворами матимуть кращу працездатність ніж стандартні в досить широкому діапазоні режимів різання і при величинах радіального биття і зносу, що знаходяться в межах допуску.

Д.С. Большаков, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
 Д.М. Горейко, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
 В.В. Черниш, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
 Науковий керівник – зав. кафедри ПМ і КІТ, д.т.н., проф. Л.Г. Полонський
 Житомирський державний технологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РІЗАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ

Оцінка оптимальної швидкості різання з точки зору забезпечення експлуатаційних властивостей деталей машин. Способи її визначення, що пропонуються для випадків обробки різанням конструкційних матеріалів, можуть бути використані і для точіння напилених покриттів. Але покриття мають специфічні властивості, що не враховуються у відомих способах визначення оптимальної швидкості. Зокрема, на величину оптимальної швидкості різання впливають гетерогенність структури покриття, його пористість та ін.

Процеси різання характеризуються комплексним впливом силового і температурного факторів на стан обробленої поверхні. Одним із наслідків цього впливу є зміна відкритої пористості поверхні. Причому, внаслідок дії сил у напрямку від задньої поверхні різця при відносно невеликій швидкості різання (0,2...0,3 м/с) і температурних впливів на оброблюваний матеріал при високих швидкостях різання (1,5...3,0 м/с) відбувається зміна відкритої пористості відносно її вихідного значення.

Взявши до уваги інформацію, наявну у технічній літературі, на різних швидкостях різання точили зразки з покриттям ПГ-СРЗ різцем з механічним кріпленням різальної пластини з твердого сплаву ВК6М, конструкція якого захищена патентом РФ № 2016710 (рис. 1), і визначали відкриту пористість поверхні після обробки за стандартною методикою (ГОСТ 18898-89). Всі експерименти проводилися при постійних значеннях режимів різання і геометричних параметрів різця. Після їх проведення було побудовано графік залежності «пористість П – швидкість різання V» (рис. 2).

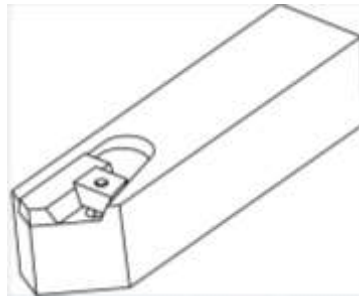


Рис. 1. Різець з механічним кріпленням різальної пластини (патент РФ № 2016710)

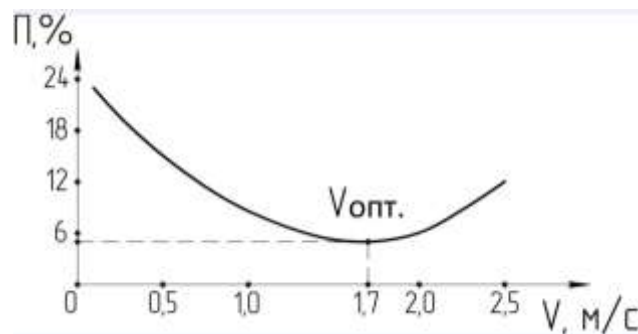


Рис. 2. Крива «П – V» при обробці покриття ПГ-СРЗ
 (подача – 0,15 мм; глибина різання – 0,5 мм; передній кут – (-15°);
 задній кут – 12°; головний кут у плані – 36°; допоміжний кут у плані – 10°)

Характер зміни пористості зі збільшенням V визначається взаємним проявом силового і теплового факторів обробки, інтенсивність дії яких при конкретній температурі, що відповідає тій або іншій V , призводить до зменшення P після обробки від вихідної. При певній V досягається мінімальна зміна P і ця V буде відповідати оптимальній швидкості різання V_{opt} . При критерії оптимальності «пористість поверхні після обробки».

К.А. Зиков, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
О.С. Зінченко, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
А.М. Шостачук, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

СТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ СПОРУД ПРОТИ РУЙНУВАННЯ, ЯКЕ ПРОГРЕСУЄ

Однією з головних небезпек, пов'язаних з безпечною експлуатацією сучасних висотних споруд, є ймовірність її руйнування при пошкодженні опорних конструкцій. Таке пошкодження може мати місце при виникненні пожежі в приміщеннях висотної споруди, приведенні в дію вибухових пристроїв в середині висотної споруди або в безпосередній близькості до неї, при виникненні підземних поштовхів, особливо горизонтальних, а також внаслідок зовнішніх терористичних атак, коли відбувається зіткнення висотної споруди з літальним апаратом. Тому необхідно при проектуванні сучасних висотних споруд забезпечити так звану стійкість висотної споруди проти руйнування, яке прогресує. Під такою стійкістю розуміють відсутність в умовах деяких локальних пошкоджень опорних конструкцій руйнувань катастрофічного характеру (можливо, протягом деякого наперед визначеного часу), які призводять до повного руйнування висотної споруди.

Як показують катастрофічні події, які мають місце в сучасних висотних спорудах, дана задача є актуальною. Її нерозв'язаність на даний момент пояснюється великою кількістю факторів, які необхідно враховувати. Це і масштаби локальних руйнувань, поверх, температура області руйнувань, матеріал, з якого виготовлені опорні конструкції тощо. Останніми роками значно зросла небезпека повітряних атак висотних споруд, як це мало місце 11 вересня 2002 року в Сполучених Штатах Америки. Наприклад, на рис.1 показано фактори, які впливають на величину локальних руйнувань при зіткненні літального апарату з висотною спорудою. Як видно, всі фактори можна розділити на дві групи, одна з яких представляє собою характеристики літального апарату, друга – характеристики висотної споруди.



Рис.1. Вплив факторів на величину локальних руйнувань при зіткненні літального апарату з висотною спорудою

Очевидно, збільшити стійкість висотної споруди проти руйнування, яке прогресує, можна при проектуванні самої висотної споруди, змінюючи її параметри. В першу чергу, необхідно розв'язати плоску задачу, яка значно ускладнюється при переході до тривимірного простору. Для плоскої задачі залежність між стійкістю висотної споруди K та факторами впливу буде мати вигляд:

$$K = K(V, S, h, t), \quad (1)$$

де V – об'єм зони локального руйнування;

S – структура висотної споруди;

h – висота місця зіткнення літального апарату з висотною спорудою;

t – температура зони локального руйнування.

Стійкість K вимірюється в годинах до повного руйнування висотної споруди, які дозволяють здійснити евакуацію її мешканців та відвідувачів. Найскладнішим тут буде визначення впливу структури висотної споруди на її опір руйнуванню при локальному пошкодженні опорних конструкцій. Під структурою будемо розуміти взаємне розташування опорних конструкцій та перекриттів, яке багато в чому буде визначати напружений стан в матеріалі до та після локальних пошкоджень. Поверх h , на якому виникла зона локального руйнування, визначає величину вертикального навантаження на вцілілі опорні конструкції. Від температури t будуть у великій мірі залежати температурні деформації опорних конструкцій.

ОГЛЯД СТРУЖКОЛОМАЮЧИХ ГЕОМЕТРИЙ СУЧАСНИХ ТВЕРДОСПЛАВНИХ БАГАТОГРАННИХ ПЛАСТИНОК ДЛЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ

Проблема видалення стружки із зони різання має важливе значення при токарному обробленні, особливо це актуально при обробці пластичних матеріалів, коли із-за різкого збільшення швидкостей різання значно збільшується об'єм стружки та змінюється її форма. Стружка, нагріта до високих температур, у вигляді безперервної стрічки може намотуватися як на заготовку так і на різець, і цим самим псувати оброблювану поверхню та створювати ризик небезпеки для робітників. Для отримання транспортабельної форми стружки застосовують спеціальні способи стружкозавивання та стружколомання. Для цього зазвичай на передній поверхні різця створюють спеціальні перешкоди у вигляді канавок, лунок, сферичних виступів або поглиблень уздовж різальної кромки, а також накладних нерегульованих уступів і регульованих стружколомів.

Стружколомні канавки та уступи у змінних багатогранних пластинок, найчастіше, отримують методом пресування. Форма передньої поверхні може набувати екзотичного вигляду з використанням лунок, канавок і уступів змінних глибини, висоти і ширини. При цьому ефект стружкодроблення досягається як за рахунок зміни ширини площі контакту стружки з передньою поверхнею різця, так і за рахунок силової дії на стружку, що сходить. Цей ефект посилюється за рахунок зміни по довжині різальної кромки умов контакту стружки з передньою поверхнею різця та поліпшення умов підведення МОР в зону контакту.

Сучасні інструменти повинні скорочувати тривалість налагодження і мати достатню універсальність, щоб підтримувати високий рівень продуктивності. Виробники можуть домогтися цього шляхом зниження номенклатури різального інструменту, що застосовується в умовах швидкої зміни виробничих завдань, за рахунок використання багатоцільових інструментів. Так компанією Mitsubishi Materials Corporation були розроблені стружколоми МР (рис. 1) з цілим рядом нових основних функцій з урахуванням вимог до нової тенденції багатоцільового призначення. Хвилеподібна форма кромки на обох кінцях стружколома, уповільнює процес зносу і гарантує контроль стружки навіть у разі зносу пластини. Широкий фронтальний карман для стружки забезпечує безперешкодне сходження матеріалу, що знижує загальний опір різанню. Крім того, взаємодія цих характеристик знижує тертя, що, як правило, тягне за собою зниження температури в зоні різання. Зменшення кількості тепла також покращує зносостійкість і в цілому забезпечує значне підвищення продуктивності, так як збільшує інтервал заміни ріжучих пластин. Крім того, при постійній підтримці більш низької температури в зоні різання підвищується точність оброблюваної поверхні.



Рис. 1 Пластини Mitsubishi Materials Corporation із стружколомами серії МР

Компанія TaeguTec також розширила діапазон стружколомів двома новими геометріями високопопулярної лінійки маленьких, але потужних пластин RhinoRush. Стружколомаючі геометрії МК і FS були розроблені з метою поліпшення оброблюваності матеріалів за допомогою зниження сил різання і зносу інструменту у вигляді лунок під час обробки різноманітних матеріалів на різних режимах різання. Геометрія МК серії RhinoRush призначена, головним чином, для напівчорнової обробки нержавіючих сталей і жароміцних матеріалів. Конкретні технологічні дослідження довели ефективність стружколомаючої геометрії МК (рис. 2, а). Іншим відкриттям, що доповнює інструментальну лінійку RhinoRush, є стружколом FS (рис. 2, б), призначений, головним чином, для фінішної обробки. Стружколом FS розроблений спеціально для контролю сходу стружки в умовах чистового точіння сталі на низьких подачах і невеликих глибинах різання. Ще однією перевагою стружколомаючої геометрії FS є гостра кромка пластини, яка дозволяє різко знизити навантаження, забезпечуючи тим самим мінімальну вібрацію під час механічної обробки.

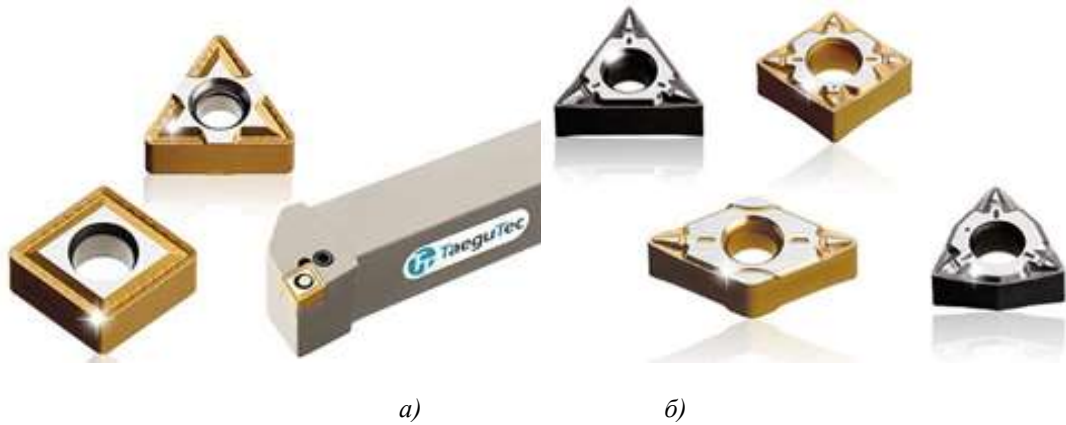


Рис. 2. Пластини TaeguTec із стружколомами серії MK (а) та FS (б)

Компанія Sandvik Coromant представляє геометрію пластин без задніх кутів. Так серія пластин MF використовується для високопродуктивної чистової обробки нержавіючої сталі (рис. 3.1). Двостороння пластина має гострі ріжучі кромки та позитивні передні кути, які забезпечують високу точність обробки, чистоту і відсутність наростоутворення. Для чорнової обробки нержавіючої сталі компанія представляє серію пластин MR (рис. 3.2), універсальна двостороння пластина яких має широкий діапазон дроблення стружки.

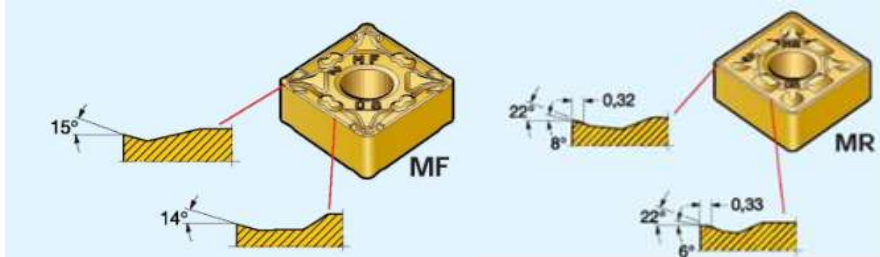


Рис. 3.1 Пластина MF Sandvik Coromant

Рис. 3.2 Пластина MR Sandvik Coromant

Різальний інструмент фірми Seco є сучасним, якісним і високоефективним. У виготовленні різального інструменту втілені всі новітні технології створення нових твердосплавних матеріалів для ріжучих вставок. Завдяки поєднанню сучасних твердих сплавів і оптимальної геометрії ріжучі пластини і вставки Seco дозволяють обробляти практично будь-які матеріали з твердістю до 60HRC, а пластини серії Secomax, створені на основі кубічного нітриду бору, відмінно працюють на обробці загартованих сталей твердістю 45-65 HRC. Багатофункціональність інструменту Seco дозволяє скоротити його номенклатуру і підвищити продуктивність обладнання.

Стружколом MF3 з позитивним переднім кутом призначений для обробки нержавіючих сталей, його також можна використовувати для чистової обробки чавуна (рис. 4.1). Стружколом MF1 використовується для обробки нержавіючої сталі, суперсплавів і титанових сплавів. Використовують також пластини типу MG з хонінговою ріжучою кромкою для підвищеної міцності. Пластини типу MF1 призначені для напівчистових та чистових операцій (рис. 4. 2).

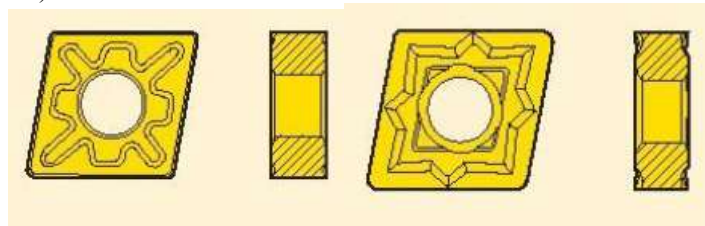


Рис. 4.1. Пластина MF3 Seco

Рис. 4.2. Пластина MF1 Seco

Таким чином огляд твердосплавних багатограних токарних пластин найвідоміших фірм-виробників дозволив виділити основний напрямок вдосконалення геометрії стружколомів, а саме – складний рельєф передніх поверхонь, завдяки якому підвищується продуктивність, стійкість інструменту та забезпечується безпека процесу різання.

В.М. Ночвай, к.т.н, доц.
М.О. Пилипчук, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
М.О. Стецюк, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
В.А. Сторожук, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
Житомирський державний технологічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ МОЛОТКІВ ДРОБАРКИ

Збільшення терміну служби деталей обладнання є однією з головних проблем промисловості по виробництву скловиробів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування зносостійких покриттів, отриманих методами електродугового та газопорошкового наплавлення (ГПН).

При дослідженні деталей молоткової дробарки встановлено, що найбільш інтенсивно спрацьовуються молотки. Не дивлячись на те, що молотки дробарки виготовлені із сплаву 40ХН2М2ВФЛ, вони виходять з ладу від спрацювання робочих поверхонь. Робочі поверхні молотка спрацьовуються нерівномірно. Товщина спрацьованого шару поверхонь А, Д, К, М коливається в межах 3...5 мм. Інтенсивність спрацювання поверхонь Б, В значно більша, товщина спрацьованого шару знаходиться в межах 5...20 мм (рис. 1).

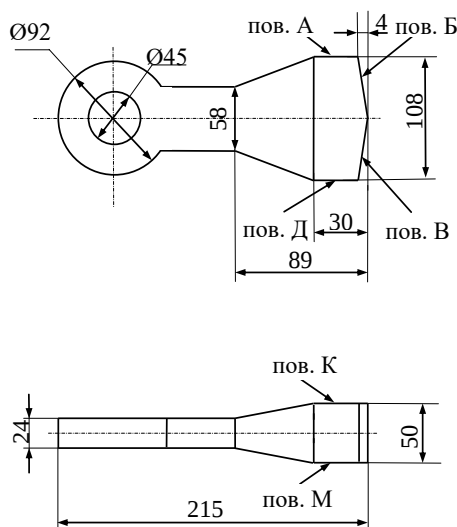


Рис. 1. Молоток дробарки



Рис. 2. Молотки дробарки після відновлення

По результатам проведених досліджень розроблена технологія відновлення і зміцнення молотка дробарки. Приймаючи до уваги габаритні розміри, форму, матеріал та масу деталі, яка складає 3,8 кг, товщину спрацьованого шару матеріалу і умови експлуатації, вибрано методи відновлення номінальних розмірів спрацьованих поверхонь, а також їх зміцнення. З метою відновлення номінальних розмірів деталі вибрано метод ручного електродугового наплавлення на постійному струмі електродами МР-3. Для зміцнення робочих поверхонь вибрано метод ГПН.

Підготовка деталі до відновлення полягає в очищенні від бруду, миття та натурального сушіння. На підготовлені поверхні А, Б, В, Д, К, М, наплавляють повздовжні валики один біля одного по всій ширині цих поверхонь. На отриманий шар металу наплавляють наступні шари металу до отримання номінальних розмірів деталі з врахуванням припуску для нанесення покриття, яке наносять методом ГПН.

Перед нанесенням покриття методом ГПН порошок марки ПГ-120Н-01 просували при температурі 130...150 °С на протязі 2...3 годин з наступним розділенням на фракції з використанням установки мод. 029 з набором сит. Підготовка деталі для наплавлення покриття полягає в очищенні від шлаку зварного шва, струменевій обробці поверхонь корундом в герметичній камері при тиску стиснутого повітря 0,5...0,6 МПа і відстані сопла пістолета до оброблюваної поверхні 80...100 мм.

При наплавленні покриттів застосовано пальник типу ГН-2, в якості пального газу – ацетилен або пропан-бутан. До складу технологічних операцій входить попереднє нагрівання деталі перед наплавленням до температури 250...300 °С, яке бажано виконувати в термопечі з метою економії паливних газів і скорочення допоміжного часу. Відновлені по такій технології молотки мають покриття високої якості (рис. 2). Твердість поверхневого шару покриття становить 55...62 HRC_e.

М.С. Петришин, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
А.С. Шарненков, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
В.А. Лукашевич, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
Науковий керівник – П.П. Мельничук, д.т.н., проф.
Житомирський державний технологічний університет

ОБРОБЛЮВАНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ РІЗАННЯМ

При обробці заготовок деталей машин різанням високими мають бути якість і точність отримуваних поверхонь, продуктивність праці та мінімально можливою собівартість процесу. Однак очікувані показники можуть бути досягнуті лише в результаті обґрунтованого вибору матеріалу для майбутньої деталі з огляду на її службове призначення і режими експлуатації у виробі, методів його механічного оброблення, інструментальних матеріалів, конструктивних рішень і якостей інструменту тощо. Водночас, незалежно від прийнятих конструкторсько-технологічних рішень щодо виготовлення виробів навіть на рівнозначних машинобудівних виробництвах, можливий прояв широкого спектру фізичних і хімічних явищ в зоні різання, що характеризується рядом взаємопов'язаних показників оброблення: параметрів і характеристик (шорсткості поверхні і внутрішні напруження, усадка стружки, відносне зношування інструмента, утворення наросту, теплоутворення, потужність різання тощо). Їх сукупність, як специфічна інтегральна властивість матеріалу, врешті і характеризує його *оброблюваність* різанням, що хоч і носить у своїй більшості порівняльний характер, але відіграє досить значну роль в реальному виробництві. Для кількісної оцінки оброблюваності використовують коефіцієнт оброблюваності K_0 , що визначається відношенням швидкості різання, допустимої при обробці даного матеріалу, до допустимої швидкості різання деякого еталонного матеріалу. Як еталонний матеріал для сталей використовується сталь 45, коефіцієнт оброблюваності якої приймається за одиницю; для чавунів – сірий чавун СЧ20. Як кількісні, так і порівняльні (відносні) параметри оброблюваності матеріалів при їх використанні спроможні спростити і прискорити процес оброблення матеріалів різанням, адже мають бути при цьому уточнені геометричні параметри інструмента, вибрані змащувально-охолоджуючі рідини тощо.

Питаннями оброблюваності матеріалів різанням займалась значна когорта вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема доктори технічних наук, професори Внуков Ю.М., Мазур М.П., Карпов А.В., Кондратов А.С., Соловйов Д.Л., Шпаков П.С. та молоді вчені. На їх погляд найбільш прийнятним визначенням оброблюваності матеріалів різанням є наступне – це *комплексна характеристика матеріалу, основним параметром якої є допустима швидкість різання при заданому періоді стійкості*, хоча в ряді інших досліджень допустиму швидкість різання поєднують з механічними характеристиками оброблюваного матеріалу. Врешті звернемось до досліджень оброблюваності за параметром періоду стійкості. Бобровим В.Ф. в 1975 році був розглянутий метод, що став класичним, який передбачає знаходження залежності $V=f(T)$. Для порівняння оброблюваності двох матеріалів А і В знаходять для них залежність між періодом стійкості і швидкістю різання. Задавшись періодом стійкості $T = 60$ хвилин, визначають відповідні йому швидкості різання і коефіцієнт K_0 відносної оброблюваності як відношення отриманих швидкостей. Класичний метод визнано найбільш точним, але надто тривалим та затратним. До прискорених методів визначення коефіцієнта оброблюваності матеріалів K_0 належить метод торцевого точіння, метод еквівалентної інтенсивності зношування (метод Кондратова А.С.), метод натуральної термопари, метод проникнення свердла та метод Мазура М.П. і його колег, що представляє собою удосконалений метод Кондратова А.С. Сутність прискорених методів розкрита на сторінках наукових робіт згаданих авторів або за їх назвами.

Не зважаючи на достатньо великий набір методів, важливо відмітити, що і при класичному, і прискореному визначенні K_0 використовують обробку матеріалів різанням одним інструментом (різець, свердло), що ставить перед дослідниками завдання підтвердити або спростувати можливість їх використання для оброблення зокрема плоских поверхонь матеріалів різної оброблюваності торцевими фрезами з різною кількістю ножів, які з певною періодичністю знаходяться в зоні різання. Це завдання залишається серед пріоритетних і для автора та його молодих колег. Адже базуючись на вірогідних результатах можна значно вдосконалити процес оброблення звичайних і важкооброблюваних матеріалів та вдосконалити інструмент.

М.С. Петришин, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
Б.Б. Сергієнко, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
Р.А. Симон, магістрант гр. ТМ-134м, ФІМ
Науковий керівник – В.Д. Головня, к.пед.н, доц.
Житомирський державний технологічний університет

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ СТАЛЕЙ

Розвиток сучасного машинобудування вимагає використання конструкційних матеріалів деталей машин та механізмів з високими експлуатаційними властивостями. Найбільш часто в якості таких матеріалів використовують загартовані сталі високої твердості. Деталі із загартованих сталей зазвичай отримують шляхом механічної обробки, в тому числі трудомістких та дорогих, наприклад, за допомогою шліфувальних та полірувальних операцій. Ефективним і менш дорогим методом виготовлення таких деталей є використання токарної обробки інструментами, які дозволяють відмовитися від шліфувальних та полірувальних операцій.

На даний час найбільшою ефективністю при різанні важкооброблюваних матеріалів характеризуються інструменти, оснащені полікристалічними надтвердими матеріалами (ПНТМ) на основі щільних модифікацій нітриду бору. Завдяки впровадженню нових інструментальних матеріалів швидкість різання загартованих сталей та сталей, що схильні до наклепу (110Г13Л, 120Г, 19Х2МНЛ) збільшується в 10 та більше разів у порівнянні з базовою технологією (традиційно такі деталі оброблюють напаяними різцями з твердого сплаву ВК8). Тому розробка конструкції та технології виготовлення високоефективного різального інструменту із інструментальних надтвердих матеріалів на основі щільних модифікацій нітриду бору, а також визначення умов і технологічних режимів його експлуатації при обробці важкооброблюваних легированих конструкційних сталей з високим вмістом марганцю є важливою науково-технічною задачею.

Вид механічної обробки впливає на структуру поверхневих шарів та границю витривалості матеріалу. Так, токарна обробка супроводжується тільки стискаючими залишковими напруженнями у поверхневому шарі, у той час як абразивна обробка сприяє виникненню розтягуючих напружень І-го роду в α -фазі структури швидкісного відпуску. 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 відсутні.

В залежності від умов обробки використовується ПНТМ з відповідним фазовим складом та фізико-механічними характеристиками. Так, якщо виконується попередня обробка з нерівномірним припуском, включеннями та зі значними ударними навантаженнями, необхідно застосовувати двохфазний інструментальний матеріал. Для чистової обробки з постійним припуском та без ударних навантажень рекомендується використовувати монофазний інструментальний матеріал.

Світові тенденції свідчать про зростання використання інструментів, оснащених ПНТМ на основі КНБ також і на етапі фінішної обробки матеріалів високої твердості (так званого «твердого точіння»). Така технологія дозволяє відмовитися від шліфування – традиційного способу отримання поверхонь з шорсткістю менше $Ra = 1,25$ мкм. Звичайно, при фінішному точінні інструментами з ПНТМ використовують високі швидкості різання 100-150 м/хв та малі подачі (0,10–0,15 мм/об). Останнє значно обмежує продуктивність обробки. Підвищення швидкості різання при обробці матеріалів високої твердості призводить до істотної інтенсифікації зношування інструменту, а збільшення повздовжньої подачі за звичайних умов – до зниження якості обробленої поверхні. Обмеження по величині подач, що застосовуються на етапі фінішних операцій негативно впливає на ефективність застосування ПНТМ при обробці великогабаритних виробів важкого машинобудування.

В основу створення нової високоефективної технології фінішної обробки високоміцних матеріалів буде покладено застосування, в умовах даних процесів, інноваційного типу різальних інструментів – однокромкових різців та різців з циліндричною передньою поверхнею оснащених ПНТМ на основі КНБ. Висока продуктивність таких різальних інструментів, на нашу думку, може бути зумовлена особливостями ряду параметрів, а саме:

- різальна кромка має значний кут нахилу (саме з цим пов'язана назва «косокутні інструменти»), що дасть змогу застосовувати режими різання, інтенсивність яких в декілька разів вища, ніж при використанні стандартних інструментів, в той час як якість обробленої поверхні залишається високою;
- поліпшення вібростійкості різця з криволінійною передньою поверхнею дозволить отримати кращу якість оброблюваної поверхні при досить високих значеннях режимів різання.

При виконанні роботи буде розроблено модель формування перетину зрізу при косокутному точінні, а також вивчено вплив середньої товщини зрізу, кута нахилу різальної кромки і діаметра оброблюваного виробу на шорсткість оброблюваної поверхні при різних режимах різання.

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ З НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ

Нержавіюча сталь – стійка до корозії у атмосфері та агресивних середовищах сталь з вмістом хрому не менше 11,5 % та малим вмістом вуглецю (0,03...0,20 %). Основний легуючий елемент нержавіючої сталі – хром (11,5...20 %). Вищий вміст хрому в сталі дає більший опір корозії, сплави з понад 12% хрому не іржавіють у звичайних умовах та в слабо агресивних середовищах, понад 17 % – корозієстійкі у агресивних окиснювальних середовищах, зокрема в азотній кислоті концентрацією до 50 %. Інші легуючі елементи: нікель, молибден, ніобій, титан, марганець, мідь, азот.

Маркується як P5.O.Z.A.N (нержавіюча, феритна сталь); M1.0.Z.AQ (аустенітна); M2.0.Z.AQ; M3.Z1.AQ (дуплексна). Приклади маркування згідно з ГОСТ: 40X9C2 (мартенситна нержавіюча сталь); 10X13CЮ (феринга); 08X10H20T2 (аустенітна сталь).

Феритна нержавіюча сталь часто використовується там, де враховують високі вимоги до корозійної стійкості, відносно дешева завдяки невеликому вмісту нікелю. Приклади сфер застосування: вали насосів, парові і водяні турбіни, гайки, болти, водонагрівачі, паперова і харчова промисловість у зв'язку з невисокими вимогами до корозійної стійкості. Вона використовується також для ножових і бритвених лез, хірургічних інструментів та ін. Оброблюваність, в цілому, хороша і дуже схожа на оброблюваність низьколегуючої сталі, тому ця сталь віднесена до групи ISO P. Високий вміст вуглецю (> 0,2%) дозволяє гартувати сталь.

Аустенітна і супераустенітна нержавіюча сталь використовується там, де потрібна хороша стійкість до корозії. Дуже хороша зварюваність і жароміцність. Основні області застосування: хімічна, целюлозно-паперова і харчова промисловість, випускні колектори для літаків. Хороші механічні властивості оптимізуються холодною обробкою. Бажано використовувати пластини з гострими кромками та позитивною геометрією. Рекомендується вести обробку з постійною глибиною різання, причому її значення повинно бути більше, ніж товщина зміцненого шару. Обробка аустенітних сталей характеризується виділенням великої кількості тепла. Відноситься до категорії ISO M.

Дуплексні нержавіючі сталі застосовуються в хімічній, харчовій, будівельній, медичній, целюлозно-паперовій промисловості та в технологічних процесах з використанням кислот і хлору. Часто використовуються в обладнанні для видобутку нафти і газу в морі. Відносна оброблюваність в цілому погана (30%) із-за високої межі текучості і підвищеної міцності на розтяг. Високий вміст фериту (понад 60%) покращує оброблюваність. При механообробці утворюється міцна стружка, яка може стати причиною пошкодження неробочої різальної кромки, а також виникають високі зусилля різання. Відноситься до категорії ISO M.

Механічна обробка нержавіючих сталей характеризується значними зусиллями різання, наростоутворенням на різальній кромці. Можна виділити декілька основних причин складності обробки нержавіючої сталі: висока схильність до деформаційного ущільнення; більшість корозійностійких сталей мають низьку теплопровідність; присутність твердих дрібнодисперсних карбідів у в'язкій аустенітній матриці; властивість нержавіючих сталей зберігати високу твердість при підвищених температурах; низька вібростійкість.

Через вищенаведені причини, виникають наступні проблеми: нарости на передній поверхні різальної кромки, та подальший відрив наросту разом з частинками різальної кромки/покриття на ній; неможливість оброблювати нержавіючу сталь при достатніх швидкостях без МОР, оскільки інструмент перегрівається, що веде до пришвидшення зношування; поява високочастотних вібрацій, що веде до погіршення якості обробленої поверхні.

Для точіння нержавіючих сталей рекомендують використовувати передні кути $5...10^\circ$ з використанням стружколомів. Орієнтовані швидкості різання при обробці твердосплавним інструментом: феритно-мартенситної сталі $V=180...220$ м/хв; мартенситної – $120...150$ м/хв; аустенітної, феритно-аустенітної, аустенітно-мартенситної – $120...150$ м/хв.

При використанні непереточуваних пластинок, рекомендовано використовувати пластинки типів: CNMG 120404WF (чистова обробка, $V=290$ м/хв); GC2025 (напівчистова, та чорнова обробка).

При свердлінні нержавіючих сталей використовують кут при вершині 140° , задній кут $12-15^\circ$, та кут згвинчування спіралі 30° .

Тобто проблема оброблення деталей з нержавіючих сталей вимагає від інженерів особливої уваги щодо призначення режимів різання, раціональних геометричних параметрів різального інструмента, а також підвищує вимоги до його експлуатаційних характеристик.

І.М. Хоменко, аспірант каф. ПМіКІТ
Науковий керівник – П.П. Мельничук, д.т.н., проф.
Житомирський державний технологічний університет

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПРИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Відомо, що основним засобом інтенсифікації виробництва є науково-технічний прогрес, який має забезпечити випереджаючий розвиток машинобудівного комплексу, таким чином покращити якість машин, що випускаються. Підвищити якість машин – найважливіше завдання вчених і машинобудівників. Безумовно, якість машини закладається конструктором при проектуванні, вибором раціональних схем і прогресивних робочих процесів, використанням сучасних досягнень в методах розрахунку динаміки і міцності машин, які дозволяють уникнути вкладення в конструкцію зайвого матеріалу, вибором матеріалів з обов'язковим орієнтуванням на майбутню технологію виробництва, застосуванням уніфікованих вузлів, деталей, приладів, які вже добре зарекомендували себе в експлуатації, і багатьма іншими факторами.

В сучасних конструкціях у зв'язку з їх ускладненням, специфічності режимів експлуатації, інтенсивністю роботи особливо важливою постає проблема забезпечення надійності. Її вирішення потребує удосконалення і розробки принципово нових технологічних процесів. При цьому фінішні методи обробки, формуючі фізико-хімічний стан поверхневого шару деталей, відіграють вирішальну роль, оскільки більшість процесів (початкові етапи руйнування при різних видах деформації, утворення тріщин, корозія, зношування) починаються саме з поверхні. Покращуючи її якість, можна підвищити надійність виробів. Методами лиття, термічної обробки, кування, штампування, прокатки, зварювання, механічної обробки різанням, включаючи шліфування та полірування – основними технологічними методами машинобудівних виробництв створюються машини, які при раціональних конструктивних формах і правильному виборі матеріалів можуть бути легкими, жорсткими і міцними. Однак довговічність роботи машини буде залежати від того, як швидко чи повільно будуть зношуватися різні поверхні, тобто довговічність буде залежати від якості поверхневого шару деталі.

Основний показник якості машин – надійність визначається експлуатаційними властивостями деталей і їх з'єднань: коефіцієнтом тертя і зносостійкості, жорсткістю і міцністю, герметичністю з'єднань, міцністю посадок. Зносостійкість визначає здатність поверхневих шарів деталей чинити опір руйнуванню при терті-ковзанні, терті-коченні, а також при мікропереміщеннях, зумовлених впливом вібрацій. Зносостійкість в багатьох випадках можна підвищити шляхом простої зміни виду обробки або навіть режиму різання чи геометрії ріжучого інструменту. Підвищенню даної властивості деталей машин сприяє попереднє зміцнення металу поверхневого шару. Втомна міцність – здатність деталей машин чинити опір руйнуванню протягом певного проміжку часу при дії на них знакозмінних навантажень. Дана властивість сильно залежить від шорсткості поверхонь деталей машин. Наявність на поверхні деталі, що працює в умовах циклічних і знакозмінних навантажень, окремих дефектів і нерівностей сприяє концентрації напружень, які можуть перевищити межу міцності металу. У цьому випадку поверхневі дефекти відіграють роль осередків виникнення субмікроскопічних порушень суцільності металу поверхневого шару і його розпушення, що є першопричиною утворення тріщин від втоми. Дана властивість дуже сильно залежить від величини, знака і глибини поширення залишкових напруг поверхневого шару. Підвищення зносостійкості деталей є найважливішим резервом зростання надійності виробів в експлуатації. Зносостійкість деталей машин в значній мірі залежить від стану їх поверхневого шару, що формується в процесі механічної обробки. У зв'язку з цим вельми актуальним завданням є дослідження технологічних можливостей методів механообробки у підвищенні зносостійкості деталей машин. Згідно сучасним уявленням, експлуатаційні властивості деталей, в тому числі і зносостійкість, взаємопов'язані з цілим комплексом параметрів стану поверхневого шару. Однак, в даний час при призначенні технологічних регламентів механообробки, як правило, враховується лише один показник шорсткості – середнє арифметичне відхилення профілю R_a .

Сутність роботи полягає в комплексному підході до обґрунтування та технологічному забезпеченню фрезерування і поверхнево-пластичним деформуванням системи параметрів поверхневого шару з урахуванням експлуатаційних властивостей, а також у розробці практичних рекомендацій щодо їх реалізації у виробничих умовах. Розробка рекомендацій з вибору режимів обробки, створення програмного забезпечення методики розрахунку параметрів оптимальних умов обробки, необхідних для розв'язання найважливіших завдань забезпечення якості обробки деталей і визначає актуальність подальшої роботи.