

Винахід відноситься до обробки матеріалів різанням і може бути використаний при високошвидкісній обробці залізовуглецевих сплавів і сплавів на основі нікелю.

Відомий спосіб механічної обробки, який передбачає введення в контакт з заготовкою, що обертається, інструменту з кубічного нітриду бору (КНБ) і його подачу, з одночасною подачею в зону різання газоподібних технологічних середовищ (ТС) (див. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под общей ред. С. Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1995. - 496с. (С.168-170)), при цьому як газоподібні ТС використовують активні гази (кисень, водень, вуглекислий газ, сірководень, хлор та ін), а інертні гази (аргон, гелій) використовуються як захисні середовища, що запобігають контакту ювенільних оброблених поверхонь з активними газами.

Недоліком цього способу є обмеженість застосування згідно правилам техніки безпеки при використанні активних газів. Цей спосіб не дозволяє суттєво підвищити швидкість обробки, у зв'язку з тим, що при його реалізації не змінюється температура початку контактної взаємодії між інструментальним і оброблювальним матеріалами, а відбувається лише зменшення окисного зношування інструменту.

Реалізація цього способу вимагає ретельної вентиляції приміщень та потребує застосування допоміжного додаткового оснащення для подачі газоподібних ТС обдувом під тиском або в зрідженому стані.

В основу винаходу покладено завдання такого удосконалення способу механічної обробки, при якому за рахунок використання пропонованого ТС в умовах парціального тиску (100-500Па) забезпечується формування в зоні різання таких умов, які сприяють підвищенню температури початку хімічної взаємодії інструменту і заготовки, внаслідок чого забезпечується підвищення стійкості інструменту та швидкості різання.

Означене завдання вирішується завдяки тому, що у способі механічної обробки, який передбачає введення в контакт з заготовкою, що обертається, інструменту з кубічного нітриду бору і його подачу, з одночасною подачею в зону різання газоподібних технологічних середовищ (ТС) згідно винаходу, як ТС використовують азот при парціальному тиску на контактних поверхнях інструменту 100-500Па, оптимальним при цьому є, коли для подачі азоту на контактні поверхні інструменту використовують інструмент з КНБ, який містить додатково нітрид кремнію (Si_3N_4) при наступному співвідношенні компонентів (мас. %): КНБ – 96-98, Si_3N_4 – 2-4.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляється і технічними результатами, які досягаються при її реалізації, полягає у наступному.

Одним із шляхів управління хімічною взаємодією між інструментом і заготовкою є формування в зоні різання умов, що підвищують температуру початку протікання хімічних реакцій між контактуючими матеріалами і не допускають в зону різання кисень повітря.

Результати термодинамічних розрахунків можливості протікання хімічної реакції між КНБ та металами (Fe, Ni) та використання принципу Ла-Шательє свідчать про те, що створення між контактуючими матеріалами парціального тиску азоту 100-500Па призводить до зростання температури утворення боридів типу Me_xB та потрійних з'єднань типу $\text{Me}_x\text{B}_y\text{O}_z$ на 200-250°C. Як вихідна інформація використовувалась експериментальне встановлена в ДТА-експериментах температура початку взаємодії КНБ з металами (Fe, Ni) – 1400°.

Формування на контактних поверхнях інструменту підвищеного парціального тиску азоту запропоновано здійснювати введенням до складу інструментального композиту компонентів, які, дисоціюючи або вступаючи у хімічну взаємодію з контактуючим матеріалом при термобаричних умовах процесу різання, виділяють вільний азот. Взаємодія добавок в інструментальному матеріалі з елементами оброблюваного матеріалу з виділенням вільного азоту, згідно принципу Ла-Шательє, повинна відбуватись при температурах, нижчих за температури, що характерні для взаємодії з елементами оброблюваного матеріалу основи інструментального композита - КНБ.

При практичній реалізації як добавка використовувався нітрид кремнію (Si_3N_4).

Результати експериментальних досліджень хімічної контактної взаємодії в системах (КНБ, Si_3N_4)-(Nb, Cr, Fe) показують, що Si_3N_4 вступає у взаємодію з металами з виділенням азоту при температурах 950-1000°C, які нижче відносно температур початку взаємодії в системі КНБ-металл. Взаємодія двокомпонентних (Ni+Cr) і трикомпонентних (Ni+Cr+Fe) металевих систем з нітридом кремнію відбувається у твердому стані з утворенням подвійних нижчих силіцидів, потрійних з'єднань і нітридних фаз. Виділення азоту відбувається активно при твердофазних реакціях, починаючи від 1000°C, а з підвищенням температури інтенсивність виділення зростає.

Таким чином, наявний у складі інструментального композиту на основі КНБ нітрид кремнію забезпечує появу на контактних поверхнях інструменту газу - азоту під підвищеним парціальним тиском при температурах, коли КНБ із системою металів ще не взаємодіє.

Результати експериментальних досліджень показують, що введення до складу інструментального композиту на основі КНБ 2-4мас.% Si_3N_4 не знижує механічні властивості матеріалу та підвищує температуру початку утворення легкоплавких боридів та оксидоридів металів між інструментальним і оброблюваним матеріалами на 200-250°C. Зниження механічних властивостей інструментального композиту через дисоціацію нітриду кремнію не відбувається, тому що в складі основного матеріалу знаходиться відносно невелика його кількість (2-4мас.%), а руйнування відбувається в локальному обсязі, наближеному до зони різання.

Проведені дослідження зношування інструменту з композиту КНБ- Si_3N_4 при обробці нікелевого сплаву ХН77ТЮРЗ показали, що збільшення вмісту Si_3N_4 понад 4мас.% в інструментальному композиті призводить до інтенсифікації зношування інструменту.

Створення на контактних поверхнях інструменту підвищеного парціального тиску азоту введенням до складу інструментального композиту на основі КНБ добавки (2-4 мас.% Si_3N_4) змінює температури, при яких протікають хімічні реакції взаємодії, в область більш високих значень, та дозволяє проводити обробку з вищими швидкостями різання і сприяє підвищенню працездатності інструменту на основі КНБ. У цьому випадку механізм зношування переважно визначається механічними властивостями інструментального композиту і пов'язаний з абразивним і адгезійним руйнуванням, а його хімічна складова мінімізується.

Подачу як ТС азоту можна здійснювати проведенням обробки в герметичній камері, заповненій азотом під тиском, з використанням інструменту з КНБ без добавок нітриду кремнію.

Приклад реалізації пропонованого способу.

Проводили процес механічної обробки заготовок з нікелевих сплавів з використанням різального інструменту на основі КНБ (непереточуваних пластин діаметром 7мм). Обробка проводилась шляхом введення в контакт з заготовкою, що обертається, зі швидкістю різання (v) 2,5-5,5м/с на глибину різання (t) 0,1-0,3мм інструменту з кубічного нітриду бору і його подачу (S) 0,07мм/об, з одночасною подачею в зону різання як ТС азоту, яке відбувалось, оскільки інструмент на основі КНБ (97,5мас.%) містив нітрид кремнію у кількості 2,5мас.%.

Парціальний тиск азоту до 100Па не дозволяє створити умови для здійснення вищезазначеного ефекту. Створення парціального тиску азоту між контактуючими матеріалами понад 500Па не призводить до подальшого зростання температури утворення боридів та легкоплавких сполук.

В результаті проведених експериментів встановлено оптимальні режими різання з використанням композиту КНБ- Si_3N_4 : швидкість різання (v)-3,16-3,33м/с, глибина різання (t)-0,2мм, стійкість інструменту (T)-2,2хв ($h_3=0,6$ мм).

Створення газоподібного ТС можливе також шляхом розміщення інструменту з КНБ у камері, заповненій азотом під тиском, вищим на 10% від атмосферного, що відповідає умовам створення парціального тиску, вказаному у формулі винаходу.

При обробці в аналогічних умовах інструментом на основі КНБ "киборит" оптимальна швидкість різання становить 2,0-2,63м/с при стійкості інструмента - 0,5-1,2хв.

Таким чином використання інструментального композиту КНБ- Si_3N_4 дозволяє підвищити швидкість різання в 1,6 рази. При цьому стійкість інструмента збільшується в 3-5 разів.

Пропонований спосіб обробки є також ефективним при обробці залізовуглецевих сплавів.

Для порівняння оброблювались прокатні валки з вибіленого чавуну різцями, оснащеними різальними пластинами з ПНТМ на основі КНБ - композитом 10Д і композитом КНБ- Si_3N_4 . Випробування проводились на таких режимах: v -0,83м/с; S -0,15мм/об; t -1мм. Стійкість інструменту складала відповідно 60,0 та 120,0хв.