

Методи формування покриттів на різальному інструменті

В статті дана характеристика, аналіз і класифікація методів зміцнення і нанесення покриттів на різальний інструмент. Показано, що сучасні методи формування зносостійкого покриття дозволяють науково обґрунтовано визначати форму і структуру робочих поверхонь, їхні геометричні параметри і фізико-механічні властивості, що забезпечать ефективність роботи різального інструменту. Рекомендовано для покриттів на різальному інструменті застосовувати диференційні дискретні композиційні покриття.
різальний інструмент, зносостійкі покриття, поверхневе зміцнення, спосіб, метод, експлуатаційні характеристики

Вступ. Структура і властивості покриття є відображенням тих умов, у яких відбувалося його формування. Основне питання в кожній технології поверхневого зміцнення – це спосіб доставки матеріалу покриття до поверхні різального інструмента, його хімічний і фізичний стан.

Більшість способів поверхневого зміцнення варто розглядати як альтернативні. Той самий матеріал покриття може бути нанесений різними способами.

© М.О.Ковришкін, О.В.Шевченко, С.О.Довжук, 2010

При цьому можуть істотно розрізнятися властивості покриття. Умови нанесення можуть змінювати у широких межах комплекс механічних властивостей матеріалу основи, так що експлуатаційні характеристики різального інструменту з покриттям істотно залежать від способу поверхневого зміцнення.

Сучасні методи формування зносостійкого покриття дозволяють науково обґрунтовано визначати форму і структуру робочих поверхонь, їхні геометричні параметри і фізико-механічні властивості, що забезпечать ефективність роботи різального інструменту.

Прогрес технології в галузі інженерії поверхні дає можливість використовувати різні метали, сплави і псевдосплави шляхом нанесення їх на робочі поверхні інструменту з різних матеріалів та сплавів для підвищення ефективності їх експлуатації. Одним із напрямлень інженерії поверхні є формування поверхневих шарів – найбільш активних областей конструкційних інструментальних матеріалів, що приймають участь в обміні енергією і речовиною із зовнішнім середовищем. Це приводить до їхньої більш ранньої пошкоджуваності порівняно з глибинними шарами. В більшості випадків працездатність різального інструменту залежить не стільки від якості матеріалу основи, скільки від властивостей поверхневих шарів. Використання покриттів сприяє зміцненню поверхневого шару, збільшенню терміну експлуатації різального інструмента, заміні дорогих інструментальних матеріалів більш дешевими.

Вирішення проблеми підвищення якості інструменту, виходячи з необхідності поліпшення їх експлуатаційних властивостей, може здійснюватись, як за рахунок застосування вже існуючих методів зміцнення, так і за рахунок їхнього удосконалення та створення нових. У зв'язку з цим виникає необхідність систематизації та класифікації наявних методів нанесення покриттів.

Характеристика, аналіз і класифікація методів зміцнення і нанесення покриттів на різальний інструмент. Вибір конкретного методу формування поверхневого шару являє собою складну техніко-економічну задачу. В даний час відомо понад 130 методів нанесення функціональних покриттів (захисних, корозійностійких, антифрикційних,

та ін.), що відрізняються фізичними, механічними, хімічними та багатоопераційними способами утворення.

Проведений аналіз способів нанесення зміцнюючих покриттів показав, що їх можна класифікувати на чотири основні групи згідно з методами їх утворення.

Для першої групи способів фізичного зміцнення: вакуумні та лазерні технології, електроіскрове легування (ЕІЛ), газотермічне напилювання, поверхневі загартування та оплавлення, вибухове нанесення провідника, алмазоподібні плівки, аморфні покриття) характерний високий рівень питомої енергії впливу (до 10^6 Дж/см²), густина енергії (до 10^6 Вт/см²) і середній час впливу.

Друга група включає способи механічного зміцнення: поверхневе пластичне деформування (ППД), механічне нанесення покриттів, плакування, розпилення. Цю групу характеризує мінімальна густина енергетичного впливу (до 10^4 Вт/см²), при часі впливу (10^{-8} – 10^{-6} с) і рівні питомої енергії до 10^6 Дж/см².

До третьої групи віднесені способи хімічного зміцнення: хіміко-термічна обробка (ХТО) (азотування, цементація, карбонітрація, оксидування, борирування), хімічне та гальванічне осадження, хімічне осадження (CVD), епіламування. Для цієї групи методів характерно середнє значення густини енергії (10^5 – 10^7 Вт/см²), збільшений час впливу при рівні питомої енергії.

До четвертої групи віднесені багатоопераційні способи зміцнення, такі як лазерна і іонно-дифузійна обробки, електроіскрове легування і поверхневе пластичне деформування, електроіскрове легування і лазерне оплавлення, порошкові покриття, електронно-променеве легування і електронно-механічна обробка, що характеризуються максимальною густиною енергії (до 10 Вт/см²) при досить високому рівні питомої енергії (10^6 – 10^8 Дж/см²).

Серед методів фізичного зміцнення деталей і інструмента в даний час широко розвиваються вакуумні і лазерні технології та ЕІЛ. Термовакuumний метод напилювання заснований на нагріванні у вакуумі речовини до температури випаровування, утворення пари і конденсації його на виробі. Перенесення часток випаровування до поверхні конденсації виникає при перевищенні тиску пару матеріалу над тиском у робочій камері. Для нагрівання використовують електронний промінь, лазер, джоулеве тепло, високочастотне поле.

При бомбардуванні поверхні матеріалу, що випаровується, електронним пучком істотна частка кінетичної енергії електронів перетворюється в тепло та поверхня нагрівається до такої температури, що стає джерелом пари. У потоці пари розміщують виріб, на який конденсується частина пару, тобто відбувається напилювання.

До зміцнення іонним осадженням відносять процеси осадження, у яких поверхня різального інструменту бомбардується іонами, що мають енергією, достатньої для створення змін у структурі і складах поверхневого шару. Речовина, яка наноситься, випаровується чи розпорошується, а джерелом іонів є плазма тліючого розряду, що збуджується в просторі між випарником і основою, попередньо заповненим аргоном при низькому тиску. Позитивні іони аргону і складових покриття, що утворилися в розряді, прискорюються полем і бомбардують основу, яка знаходиться під високим негативним потенціалом.

При бомбардуванні прискореними іонами відбуваються такі фізичні процеси, як розпилення матеріалу основи, утворення точкових і лінійних недосконалостей кристалічних ґраток, прискорення дифузії, локальне нагрівання. Усе це викликає зміну в структурі і властивостях покриттів у порівнянні з нанесенням без іонного бомбардування [1,2].

В процесі іонного осадження є можливість ефективного очищення поверхні різального інструменту шляхом розпилення при бомбардуванні іонами інертного газу. Процес очищення поєднують з нагріванням різального інструменту в тліючому розряді до необхідної температури, що прискорює дифузійні процеси в приповерхніх шарах під дією іонного бомбардування. Очищена поверхня і висока дифузійна рухливість атомів сприяють

масопереносу на початкових стадіях формування покриття. В результаті утворюється протяжна перехідна зона між основою і покриттям, що забезпечує високу адгезійну міцність. Прискорення дифузійних процесів дозволяє істотно знизити температуру різального інструмента при зміцненні в порівнянні з традиційними способами ХТО. Частина іонів, що бомбардують, безпосередньо вводиться в поверхню різального інструменту, інша частина вибиває електрони і атоми легуючих елементів. Розпилені атоми основи можуть реагувати з газовим середовищем, утворювати з'єднання типу нітридів і карбідів, і осаджуватись на поверхню різального інструменту. Це сприяє прискоренню дифузійних процесів, збільшуючи концентрацію насичуючих елементів у поверхневих шарах. Можливість одержувати регульовану товщину покриття на «затемнених» ділянках поверхні на відміну від інших способів (PVD – фізичне осадження з парогазової фази), дозволяє зміцнювати різальний інструмент складної форми.

Існування великої кількості технологічних варіантів іонного осадження, дає можливість використовувати різні комбінації методів випаровування, розпилення та одержання іонів. Серед вакуумних технологій інтерес представляє іонна імплантація. Ефект зміцнення досягається як за рахунок росту щільності дефектів кристалічної структури інструментального матеріалу, закріплення цих дефектів атомами легуючих елементів, так і за рахунок формування додаткової кількості дрібнодисперсних карбідних, нітридних і інтерметалевих структур. Слід зазначити, що технологія іонної імплантації, з метою формування прогнозованих властивостей поверхневого шару інструментального матеріалу, є найбільш перспективною при створенні композиційних матеріалів з оптимальним набором поверхневих властивостей.

Суть іонної імплантації [1,2] полягає у впровадженні прискорених до енергії 1–10 меВ, іонів легуючого елементів у кристалічну ґратку основи. Імпантовані іони проходячи через речовину мішені втрачають свою енергію, яка затрачується на утворення дефектів кристалічної структури, при цьому стимулюються процеси кристалізації і перекристалізації. Імплантація хімічно активних елементів приводить до утворення хімічних сполук. Заснована на методі іонної імплантації іонна металургія дозволяє одержувати на поверхні виробу сплави, що важко одержати відомими способами. Відмінною рисою методу є відсутність межфазової межі розподілу. Практично методом іонної імплантації можна впроваджувати в структуру основи всі елементи періодичної системи.

Іонна імплантація [1] широко застосовується для зміцнення поверхонь різального інструменту. Наприклад, впровадження іонів H^+ , C^+ , Ti^+ , Cr^+ в інструментальні сталі і сплави підвищує їхні експлуатаційні характеристики, при цьому зростає втомна міцність і корозійна стійкість.

Найбільш розповсюджений процес іонної імплантації – насичення поверхні різального інструмента іонами N^+ . Густина потоку складає $(2-8) \cdot 10^{17}$ іон/см² з енергією 45–500 кеВ. Іонна імплантація може здійснюватися як з розігрівом катода, так і без нього. Глибина проникнення іонів складає усього кілька сотень ангстрем. Виявлено значне зміщення атомів у кристалічних ґратках, а також збільшення щільності дислокацій у поверхневих шарах.

Іонна імплантація призводить до підвищення стійкості та антифрикційних властивостей різального інструмента. Підвищення мікротвердості в результаті імплантації іонів пов'язано із закріпленням дислокацій, що призводить до підвищення зносостійкості при імплантації C або N в поверхневий шар із кобальтовою зв'язкою. Зміцнення відбувається в наслідок блокування дислокацій у Co . Зміцнюють імплантацією іонів N^+ різальний інструмент з інструментальних і швидкоріжучих сталей і твердих сплавів. Іонну імплантацію використовують при зміцненні твердосплавних непереточуваних пластин типу ВК і ТК. Для зміцнення різального інструменту застосовують іонну імплантацію в реактивному середовищі. Таким чином іонним променем наносять покриття з TiC і TiN . Електронопроменеве випаровування бору с наступною його іонізацією, іонним

прискоренням при введенні в камеру N_2 дозволяє одержати покриття з різних структурних модифікацій нітриду бора. При іонній імплантації майже відсутній термодифузійний ефект, тому що при безупинному скануванні поверхні деталі пучком іонів, зона опромінення не локалізована і деталь практично не нагрівається.

Конденсація з газової фази відноситься до фізичних методів осадження (PVD), при якому паровий потік матеріалу покриття конденсується на поверхні різального інструменту, попередньо нагрітої до визначеної температури з метою одержання заданої структури покриття і адгезійної міцності.

Конденсацією з газової фази зміцнюють різальний інструмент з інструментальної сталі, швидкорізальної сталі і твердих сплавів. Конденсація покриття може відбуватися при температурі теплової рівноваги різального інструмента чи додатковим нагріванням – непрямим, радіаційним.

Парова фаза не має обмежень у взаємній розчинності компонентів. Одночасне випаровування декількох з'єднань, змішування їхнього парового потоків і наступна конденсація дозволяють керувати складом, структурою і властивостями покриттів, одержувати різні сполучення металевих і неметалічних матеріалів, практично недосяжні іншими методами. Осадження покриттів прямим випаром без зміни вихідного складу з'єднань можливо тільки за умови, що продукти дисоціації мають практично однакову летучість, тобто необхідно погоджене «конгруентне» випаровування з'єднань. Варіантами простого способу конденсації можуть бути поєднані розплавлюванням, випаровуванням, іонізацією і осадженням.

Нанесення зносостійких покриттів за допомогою низьковольтного дугового розряду є досить розповсюдженим методом зміцнення різального інструменту у вакуумі. Покриття в цьому випадку осаджується на основу, що знаходиться під негативним потенціалом. Матеріал, що розпорошується, є катодом. Нагрівання основи здійснюється за допомогою бомбардування іонами металу, що випаровується. Така технологія реалізується методом «конденсації іонного бомбардування» - КІБ[3-5].

Лазерне зміцнення. Сутність лазерного зміцнення полягає в потужному імпульсному (або безперервному) впливі світлового пучка надзвичайно великої густини енергії, що викликає локальне (миттєве) нагрівання поверхні до високих температур, які перевищують не тільки температури структурно-фазових перетворень металу, але і температуру плавлення [4]. З урахуванням надзвичайно високих швидкостей охолодження, що у 10 – 100 разів перевищують швидкості охолодження при загартуванні деталей та інструменту, у поверхні матеріалу основи формуються дрібнозерниста або навіть псевдоаморфна структура, що має підвищену (на 20–30%) твердість. Перевага цього способу полягає насамперед у можливості місцевого зміцнення без нагрівання основної частини різального інструмента і без застосування гартувальних середовищ. Стійкість різального інструмента після лазерного загартування в 5–10 разів вища, ніж після традиційної термообробки.

При лазерному зміцненні розвиваються два основних напрямки: поверхневе загартування і поверхневе легування, а також поєднання цих процесів. Ефект зміцнення залежить від енергії опромінення, часу впливу і вихідної структури. Отримані загартовані структури мають підвищену зносостійкість, що пов'язують з підвищеною твердістю мартенситу та аустеніту. Чим менше час опромінення і більше дисперсна фаза, що розчиняється, тим більше ефект зміцнення. Для досягнення максимальної твердості твердих розчинів краща низьковідпущена структура інструментальної і швидкорізальної сталі, а також опромінення з більш короткими імпульсами.

Лазерна обробка дозволяє зміцнювати різальний інструмент з інструментальних і швидкорізальних сталей і твердих сплавів скануючим електронним променем. Оплавлення і швидке охолодження інструментальних і швидкоріжучих сталей забезпечує утворення мартенситної структури. У переплавленому шарі твердих сплавів змінюється склад карбідних фаз, зростає мікротвердість і ударна в'язкість.

Електроіскрове легування. Одним з перспективних шляхів зміцнення робочих поверхонь інструменту є технологія електроіскрового легування (ЕІЛ), суть якої полягає в наступному. Спосіб електроіскрової обробки полягає в легуванні поверхневого шару різального інструменту матеріалом електрода при іскровому розряді в повітряному чи технологічному (газовому чи рідкому) середовищі. В результаті взаємодії легуючого елемента з технологічним середовищем, а також з матеріалом різального інструмента в поверхневих шарах утворюються високодисперсні нітриди, карбіди, карбонітриди. Нанесення покриття не супроводжується розігрівом основного матеріалу через короткочасність імпульсів іскрового розряду, що дає можливість зміцнювати різальний інструмент практично з усіх інструментальних матеріалів [6-11].

ЕІЛ, як ефективний спосіб, використовується для підвищення стійкості різального інструменту з швидкорізальних сталей і формування товстошарового покриття. При ЕІЛ спостерігається типова структура покриття – поверхневий «білий» шар, зовні безструктурний, що не травиться, а нижні підшари, дифузійні, з сильно зміненою, дисперсною структурою, що поступово переходить у структуру основного металу. Для способу ЕІЛ характерно одночасне протікання таких процесів як надшвидкісне загартування, азотування, цементация, збагачення легуючими елементами за рахунок прискореної дифузії. Ефект зміцнення пов'язаний з термічним впливом електричних розрядів, що приводять до утворення загартованих структур без додаткового легування електродним матеріалом [6].

Перевагою ЕІЛ є простота устаткування, низька електроємність, високий коефіцієнт використання матеріалів, придатність більшості видів різального інструментів до зміцнення, вибірне, локальне легування поверхні, яка найбільш піддається зношуванню, відсутність необхідності попередньої підготовки поверхні, а також можливість застосування різних легуючих електродів. Глибина зміцненого шару складає 10–500 мкм. При збільшенні енергії імпульсу глибина легованого шару збільшується, але при цьому погіршується шорсткість легованої поверхні. Ефект зміцнення збільшується при збільшенні енергії імпульсу і швидкості сканування електроду. При зміцненні твердих сплавів твердість після ЕІЛ збільшується, однак ефект підвищення твердості значно менше, ніж у інструментальних і швидкорізальних сталей.

Для ЕІЛ різального інструменту застосовують спеціальні електроди з композиційних матеріалів на основі карбідів, боридів і нітридів, які одержують методами порошкової металургії, що забезпечують одержання покриття з заздальгідь заданими властивостями. Створення легуючих гетерофазних матеріалів на основі тугоплавких з'єднань дозволяє в широких межах керувати властивостями покриттів.

З газотермічних методів нанесення покриттів для зміцнення різального інструменту застосовують плазмовий і детонаційний метод.

Плазмовими методами іонного осадження називаються методи, у яких для утворення іонного потоку на основу використовується газовий розряд при робочих тисках 10^{-1} - 10^1 Па, незалежно від способу утворення часток пару. На основу може подаватися негативна напруга розряду U_p або зміщення $U_{см}$. Нагрівання матеріалу, що випаровується, проводиться електронно-променевим способом із застосуванням газорозрядної гармати з порожнім катодом [7].

Процес плазмового напилення, поєднаний з цільовими хімічними перетвореннями, є одним з методів за допомогою якого можна синтезувати нові матеріали. Основну роль в плазмово-променевих процесах пов'язаних з обробкою дисперсних матеріалів грають швидкість, температура плазми і часток порошку його фракційний склад. При цьому буде отриманий новий клас покриттів, які можуть мати синтезовані в плазмі матеріали нітриди, карбіди, оксиди.

Суть детонаційного напилювання полягає в збільшенні часток, які напилюють, продуктами детонації, їх розігріві, прискоренні і викиді через сопло на поверхню основи. Процес формування детонаційних покриттів багато в чому подібний процесу формування плазмових покриттів, що в основному полягає в розтіканні і кристалізації рідких часток по

поверхні основи. Детонаційне напилювання є імпульсним процесом. В результаті одиничного циклу формується покриття товщиною 5–6 мкм. Температура осадження покриття знаходиться в межах 200°C.

Багатооперційні способи нанесення покриттів поєднують декілька фізико-хімічних і механічних явищ і способів їхнього підведення в зону обробки. Застосування багатооперційних способів нанесення покриттів дозволяють досягти нових технічних ефектів, значно збільшити зносостійкість, поверхневу міцність і інші експлуатаційні властивості.

Комбіновані способи одержання покриттів являють собою сукупність двох чи більше методів, що відносяться до різних, наведених вище, груп одержання покриттів. Реалізація комбінованих способів одержання покриттів пов'язано з можливістю поліпшення якості покриття, отриманого одним методом, шляхом впливу на нього іншого методу. Перспективність застосування комбінованих способів очевидна, тому що комбінація різних методів дозволяє до деякої міри усунути їхні недоліки.

Для створення на робочих поверхнях різального інструменту локальних зміцнених ділянок з високими механічними властивостями використовують поверхневу пластичну деформацію (ППД), ультразвукову обробку, термомеханічну обробку. Перспективним є поєднання ЕІЛ і ППД у виді електромеханічного зміцнення різального інструменту, особливо з інструментальних сталей. Широко використовують попереднє нанесення підшару з окремих елементів з наступною ХТО, CVD), ТО. Шар Ti наносять на інструментальні сталі з наступною цементацією і утворенням шару TiC, на тверді сплави із наступною цементацією чи нітроцементацією. Попереднє азотування твердих сплавів завершується нанесенням CVD-методом шару TiC, TiC чи TiCN, шару Al₂O₃.

Додаткова лазерна термічна обробка інструментальної сталі Р6М5 з покриттями з TiN і твердого сплаву ВК8, нанесеними відповідно методом КІБ і електроіскровим легуванням, дозволяє значно знизити схоплювання інструменту з оброблюваним матеріалом, при нанесенні TiN методом КІБ, і знизити шорсткість, подрібнити структуру і підвищити мікротвердість покриття при електроіскровому легуванні.

На різальну кромку з інструментальних та швидкорізальних сталей методом іонної імплантації наносять метали (W, Mo, Nb, Zr, Ti) суцільним шаром товщиною h=25 мкм і наступною ХТО в середовищі C, B, N, що забезпечує у поверхневому шарі утворення карбідів, боридів і нітридів. Іонна імплантація одного з тугоплавких металів (W, Mo, Nb, Zr, Ti) у різальну кромку кільцевих пил, виготовлених з мартенситної сталі з високою стійкістю – хімічне перетворення тугоплавкого металу в карбід, нітрид чи борід і наступне імпульсне загартування, дозволяють одержати зносостійке покриття і підвищити стійкість пил у 8-10 разів.

Зміцнюють твердий сплав нанесенням TiC-покриття (CVD- або PVD- методом) з наступною термічною обробкою при температурі, що перевищує температуру плавлення кобальтової зв'язки. При цьому в поверхневому шарі утвориться твердий розчин карбідів і Co, що містить переважно TiC, завдяки чому покриття здобуває високу зносостійкість і в'язкість.

Багатошарові покриття наносяться способами ХТО, але особливо великі можливості відкривають перед CVD і PVD -способами. При дослідженні впливу способів нанесення покриття на властивості покриття, нанесеного на різальний інструмент з швидкорізальної сталі і пластин з твердого сплаву, встановлено, що твердість шарів нанесених методом КІБ є найбільш високою, а також цей метод забезпечує міцне зчеплення покриття з основою. Однак використання багатошарових композиційних матеріалів дозволило лише частково зняти проблеми, які виникають при створенні композиційних матеріалів з одношаровим покриттями. В цілому використання твердосплавного інструменту з різними конструкціями покриття не змогли вирішити проблему гарантованої і надійної його роботи стосовно важких умов лезової обробки конструкційних матеріалів в наслідок високого градієнта зміни властивостей покриття по відношенню до основи, що призводить до передчасного руйнування сплавів з покриттями.

Відомо застосування захисних покриттів дискретного типу і створення на їхній основі композиційних структур з мінімальним зносом [12,13]. Дискретні композиційні покриття (ДКП) з оптимальної щільністю за критерієм мінімального напруженого стану і ряду основних критеріїв працездатності деталей машин (контактна міцність в умовах тертя, міцність і витривалість) дозволяють досягти найбільшого ефекту по працездатності контактних пар. Ідея принципу нанесення диференційних ДКП полягає в тому, що суцільний шар покриття змінюють переривчастим (фрагментованим) шаром із змінною товщиною в залежності від епюри зносу. Дискретна структура поверхневого шару забезпечує можливість проникнення мастильного середовища в зону тертя, сприяє утворенню вторинних структур, та охолодженню контактної поверхні. Утворений мікрорельєф сприяє локалізації абразивних часток та продуктів зношування, що зменшує ймовірність заклинювання трибосполучень.

Висновок.

Проведені дослідження показали, що для покриттів, які працюють у важких умовах (покриття різального інструменту, важконавантажених пар тертя) найбільш працездатними є диференційні дискретні композиційні покриття. Тому, одним із перспективних напрямків в інженерії поверхні є розробка і використання диференційних ДКП, що враховують недоліки суцільних покриттів і значно підвищують експлуатаційні характеристики фрикційної поверхні.

Список літератури

1. Повышение износостойкости режущего инструмента методом ионной имплантации / В.П. Суриков, А.Л. Лисин, С.Г. Яковлева // Прогрессивные технологические процессы в тяжелом машиностроении. – Свердловск, 1990. – С.86–97.
2. Костюк Г.И. Стойкость режущего инструмента с плазменно-ионным покрытием, после лазерной обработки, имплантации и комбинированного воздействия / Г.И. Костюк, П.Н. Васильков // Авиационно-космическая техника и технологии: сб. науч. труд. / М-во образования и науки, Нац. аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ». – Х., 2000 – Вып. 18. – С. 26-37.
3. Костюк Г.И. Пути повышения стойкости режущего инструмента износостойкости – его материала и коррозионной стойкости / Г.И. Костюк, А.А. Белоусов, Е.Г. Скорик, М.Л. Заугольников // Авиационно - космическая техника и технологии: сб. науч. труд. / М-во образования и науки, Нац. аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ». – Х., 1997. – С.159-163.
4. Лазерное упрочнение режущего инструмента / А.В. Грищенко, А.Ю. Локтев, В.И. Чешевой // Технология и организация производства. – 1991. – №4. – С.47–48.
5. Финкельштейн Г.М. Повышение стойкости режущего инструмента вольфрамизацией / Г.М. Финкельштейн // Электрохимические и электрические методы обработки материалов. – М., 1963. – С.28-33.
6. Розробка нового евтектичного електродного сплаву для нанесення зносостійких покриттів на ріжучий інструмент комплексним електроіскровим легуванням і лазерною обробкою // В. Голубець, О. Бшоус // Проблеми трибології. – 2001. – №2. – С.56–61.;
7. Способ обработки позволяющий получить инструмент, поверхностный слой которого имеет высокую твердость и достаточно высокую пластичность. Яп. заявка 58-161771, С23С11/10, опубл. 26.09.83.
8. Заявка 57-5860, Яп. С23С11/08, С23С11/14. Способ получения твердосплавных пластин для рабочей части металлорежущего инструмента. Опубл. 12.01.82.
9. Пат. 4374685, США В22F3/24, В22F7/02. Способ получения покрытий на режущей части инструмента. Опубл. 22.02.83.
10. Орлов А. С. Лазерная обработка режущего инструмента с электроискровым покрытием / Орлов А.С, Орлова А.И., Селезнев В.В. и др.//«Применение лазеров в народном хозяйстве». 17-20 мая 1985: всес. конф.: тезисы докл. / Звенигород, М., Наука, 1985, с.91.
11. Электроискровое легирование и последующая обработка инструмента из быстрорежущих сталей / М.С. Ковальченко, А.В. Паустовский, В.П. Ботвинко, Тамаров А.П. // Порошковая металлургия. – 1996. – № 5/6. – С. 11–15.
12. А.с. 1311107 СССР, В 23 Н9/00 Способ нанесения покрытий / Ю.Г. Булах, В.И. Побировский, Ю.А. Кузёма, М.С. Дигам, Б.А. Ляшенко.
13. Восстановление деталей машин дифференциальными покрытиями дискретной структуры / Ляшенко Б.А., Розенберг О.А., Ермолаев В.В., Мирненко В.И. // Тяжелое машиностроение. – 2001. – № 2. – С.21–23.

Н. Ковришкин, А. Шевченко, С. Довжук

Методы формирования покрытий на режущем инструменте

В статье дана характеристика, анализ и классификация методов упрочнения и нанесения покрытий, на режущем инструменте. Показано, что современные методы формирования износостойких покрытий позволяют научно обоснованно определять форму и структуру рабочих поверхностей, их геометрические параметры и физико-механические свойства, которые обеспечат эффективность работы режущего инструмента. Предложено для покрытий на режущем инструменте применять дифференциальные дискретные композиционные покрытия.

M Kovryshkin, A. Shevchenko, S. Dovzhuk

Methods of formation of coverings on the cutting tool

In article the characteristic, the analysis and classification of methods of hardening and drawing of coverings, on the cutting tool is given. It is shown, that modern methods of formation of wear proof coverings allow scientifically is proved to define form and structure of working surfaces, their geometrical parameters and physico-mechanical properties which will provide an overall performance of the cutting tool. It is offered for coverings on the cutting tool to apply differential discrete composite coverings.

Одержано 23.05.10