

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ДИСКРЕТНИМ ПОКРИТТЯМ ГЛОБУЛЯРНОГО ТИПУ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З ВОЛОКНИСТИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Серед конструкційних матеріалів в багатьох галузях промисловості знайшли широке застосування волокнисті полімерні композиційні матеріали (ВПКМ).

Волокнисті полімерні композиційні матеріали мають комплекс властивостей та особливостей, які позитивно відрізняють їх від металів та їх сплавів, що відкриває широкі можливості для розробки нових конструкцій та технологій різного призначення і удосконалення існуючих конструкцій найрізноманітнішого призначення, так і для розробки нових конструкцій і технологічних процесів.

Створення волокнистих полімерних композиційних матеріалів має на меті наступні цілі: здешевлення матеріалів, одержуваних на основі комбінації тих або інших речовин з меншою вартістю, у порівнянні з металами; додання цим матеріалам бажаного комплексу властивостей; зниження питомої маси; збільшення термінів старіння і т.д. [1, 2].

Аналіз літературних джерел показав. Що одним з найбільших споживачів ВПКМ являється авіобудування [3]. На основі аналізу структури механічної обробки ВПКМ встановлено, що найбільший процент припадає на операції свердління (37%) та розрізання (25%).

Для деталей з ВПКМ якість отриманих отворів впливає на строк служби усього з'єднання, так як показники якості впливають на критерії міцності та надійності. Крім традиційних показників якості, таких як розмірна точність, похибка форми та розташування поверхні, шорсткість застосовують також показники пошкодження поверхні: розшарування, відколи кромки отворів, витягування волокон та інші [4, 5]. За даними дослідників [6] близько 60% браку при складанні літальних апаратів виникає в наслідок пошкодження поверхні.

Великий вплив на якість отворів деталей з ВПКМ має матеріал інструменту, його конструкція та геометрія, режими обробки.

За даними досліджень [7] інструментальні матеріали при свердлінні ВПКМ повинні задовольняти наступні вимоги:

- забезпечувати високий опір абразивному зношуванню контактуючих зі стружкою поверхонь леза інструменту;
- мати низький коефіцієнт тертя в парі з оброблюваним матеріалом;
- мати високу теплостійкість та теплопровідність.

Відмічається, що опір леза інструменту абразивному зношуванню є одним із важливих вимог до інструментального матеріалу, так як утворення фасок зносу на передній та задній поверхнях викликає затуплення гостроти різальних кромки і як наслідок посилення теплової та силової дії на оброблюваний матеріал, що може викликати суттєве пошкодження в композиційному матеріалі і зниження якості отворів.

Інструмент із швидкорізальної сталі для обробки отворів, особливо в ремонтних роботах на підприємствах авіаційної промисловості знаходить доволі широке застосування. Низький опір абразивному зносу, а відповідно і низька стійкість швидкорізальної сталі для певних умов виробництва компенсується великою кількістю розробок прогресивних конструкцій інструменту і способів свердління.

Для обробки ВПКМ найчастіше використовують однокарбідні тверді сплави, так як вони об'єднують в собі найкраще відношення зносостійкості і міцності. Використання двох і трьох карбідних сплавів обмежене, так як при відносно низьких температурах різання ВПКМ ці сплави не проявляють своїх переваг і показують меншу стійкість ніж однокарбідні.

В найбільшій мірі зазначеним вимогам серед інструментальних матеріалів відповідає полікристалічний алмаз. Проте його використання призводить до ускладнення конструкції інструменту та високої його вартості для отримання заданих параметрів оброблюваної поверхні.

Одним з перспективних напрямків підвищення працездатності різального інструменту в тому числі і інструменту для обробки отворів з ВПКМ є нанесення зносостійких покриттів різними методами з використанням різних конструктивних схем.

Для підвищення зносостійкості інструмента зі швидкорізальних сталей та твердосплавного в основному використовуються покриття на основі TiC, TiN, TiCN, TiALON, AlCfN та інші. При обробці металів та сплавів такі покриття суттєво підвищують працездатність інструментів [8]. Проте, як зазначалось раніше використання таких покриттів не дає суттєвого збільшення стійкості із-за неможливості забезпечення в процесі різання малого радіуса округлення різальної кромки.

При різанні найбільший ефект з підвищення стійкості показали ультра тверді алмазні покриття за рахунок високої твердості, малого коефіцієнту тертя та високої теплопровідності. Перевага алмазних покриттів в порівнянні з полікристалічними алмазами полягає в їх здатності утворювати складну геометричну форму.

Але, незважаючи на незаперечні переваги алмазні покриття мають ряд істотних недоліків: низька міцність зчеплення з основою, висока пористість, висока енергоємність процесу, значний рівень залишкових напруг, що виникають у покритті [9].

Конкуруючим способом нанесення зносо-, корозійностійких, абразивностійких покриттів на різальний інструмент для обробки ВПКМ може бути електроіскрове легування (ЕІЛ) [10]. ЕІЛ – технологічно простий метод нанесення, використовує широку номенклатуру матеріалів покриття, може бути ефективним в різних поєднаннях багатоперіодичних технологій. В порівнянні з CVD та PVD методами нанесення метод ЕІЛ має енергозатрати на 3 порядки нижчі при вартості обладнання на порядок менший.

В роботі [11] відмічалось, що застосування композиційних електродних матеріалів для електроіскрового легування (ЕІЛ) відкриває нові можливості в технології покриттів. Багатофункціональний легуючий електрод забезпечує структуроутворюючу технологію за рахунок вибору його складових. Змінюючи склад та структуру ЕІЛ-покриття можливо досягти необхідних показників інструменту для обробки ВПКМ.

Одним із шляхів підвищення працездатності різального інструмента з покриттям для обробки композиційних матеріалів є створення покриттів дискретної структури підвищеної термомеханічної стійкості [12], що забезпечує оптимальне НДС за рахунок співвідношення геометричних параметрів структури з одного боку і пружних властивостей основи і покриття з іншого. Для різального інструменту, пропонується застосовувати захисні покриття (TiC, B₂-AlN) дискретного типу глобулярної структури. Розглянуті основи теорії напружено – деформованого стану робочих поверхонь різального інструменту з нанесеним дискретним покриттям глобулярного типу за умов когезійної, адгезійної та контактної міцності за методикою, розробленою в інституті Проблем Міцності ім. Г.С. Писаренка НАНУ під керівництвом д.т.н., проф. Ляшенка Б.А.. За даною методикою досліджено та було визначено розміри дискретних ділянок покриття (TiC, B₂-AlN), що не піддаються когезійному розтріскуванню при різній товщині покриття, та з умов адгезійної та контактної міцності визначена щільність нанесених глобул на визначені дискретні ділянки на робочих поверхнях різального інструменту за умов досягнення мінімального рівня залишкових і експлуатаційних напружень, які виключають його руйнування в процесі різання ВПКМ. Це дозволило створити інструмент зі швидкорізальної сталі із модифікованою поверхнею у вигляді дискретних ділянок з регулярно розташованих на них глобул, розмір яких порівняний із розміром армувальника композита (у межах 3 – 25 мкм), що дає можливість заміни інструменту з полікристалічним алмазом на інструмент зі швидкорізальної сталі з покриттям і тим самим зменшити вартість інструменту більш ніж у 8 разів без втрати продуктивності обробки та якості обробленої поверхні деталей з ВПКМ.

Література:

1. Белов А.Ф. Материалы для авиационного приборостроения и конструкций/ под ред А.Ф. Белова// М.:Металлургия, 1982. – 399с;
2. Терещенко Ю.М. Авіаційні матеріали та їх обробка/ Ю.М. Терещенко, К.О. Животовська, М.О. Животовський, О.В. Мамлюк, І.Г. Носовський// Підручник. – К.:Вища освіта, 2003. – 303с.;
3. Авиационно-космические материалы и технологии / [В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, Н. Е. Калинина и др.] - Запорожье, изд. ОАО "Мотор Сич", 2009. -383с.;
- 4.Криворучко Д.В., Залога В.А., Пасечник В.А., Колесник В.А., Емельяненко С.С. Механическая обработка композиционных материалов при сборке летательных аппаратов (аналитический обзор)/ монография Сумы 2013, с. 272;
5. Drilling of composite structures/ F.Lachaud, R. Piquet, F.Collombet, L.Surcin// Composite Structures. – 2001. – Vol.52. – P. 511–516;
6. Zitoune R. Study of drilling of composite material and aluminium stack/ R. Zitoune, V.Krishnaraj, F.Collombet// Composite Structures. – 2010. – Vol.92, no.5. – P.1246 – 1255;
7. Sheikh-Ahmad JY7 Machining of Polymer Composite/ Sheikh-Ahmad J.Y/. – Technology and Engineering, 2008. – 230p;
8. Vetter J., Burgmer W., Dederichs H., Perry A. The architecture and performance of compositionally gradient and multi-layer PVD coating. Material Sci-ence Forum Vols. 163 – 165 (1994) pp.527– 532;
9. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями [Текст]: монография // под ред. И.С Форстен. А.С Верещака. – М.: Машиностроение, 1993 325;
10. Корбут Е.В., Ляшенко Б.А., Подчерняева И.И., Юрченко Д.В. Перспективы электроискрового упрочнения твердосплавного режущего инструмента. Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Київ, 2012, № 12, С. 67 – 80;
11. Ляшенко Б.А., Мовшович А.Я., Долматов А.И. Упрочняющие покрытия дискретной структуры// Технологические системы, 2001. – №4(10).–С.17–25.;
12. Солових Є.К. Науково-методологічні основи підвищення несучої здатності функціональних покриттів конструктивними і технологічними методами/ Є.К. Солових: автореф. Дис.докт.тех.наук. – К.:НТУУ «КПІ», 2013. – 36с.