

УДК 620.179.18

О.В. Радько¹, А.К. Скуратовський², О.І. Кремешний³¹ Національний авіаційний університет, Київ² Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", Київ³ Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З УРАХУВАННЯМ КОНКРЕТНИХ УМОВ ЙОГО РОБОТИ ПРИ ОБРОБЦІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті за допомогою одного з «інструментів управління якістю» – діаграми Ісікави – визначені чинники, які можуть мати потенційний вплив на встановлення показників якості поверхневих шарів різального інструменту, призначеного для механічної обробки композиційних матеріалів, та сформульовані принципи формування оптимальної якості поверхні різального інструменту з урахуванням конкретних умов його роботи при обробці композиційних матеріалів.

Ключові слова: якість поверхні, різальний інструмент, обробка композиційних матеріалів, принципи формування.

Вступ

Стан проблеми. Перспективи розвитку нової техніки на сучасному етапі розвитку машинобудівної галузі пов'язують із широким використанням композиційних матеріалів (КМ) [1], унікальні властивості яких дозволяють у багатьох випадках значно підвищити експлуатаційні характеристики конструкцій виробів, а також знизити трудо- і матеріаломісткість їх виготовлення, що, у свою чергу, сприяє підвищенню конкурентоздатності вітчизняної продукції на світовому ринку. Реалізація потенційних можливостей, закладених у композитах, багато у чому залежить від ступеня гарантованого забезпечення якості виробів на етапі їх механічної обробки, зокрема різання.

Різання, яке є найбільш розповсюдженою операцією обробки КМ, являє собою достатньо складний процес через велике різноманіття цих матеріалів за структурою та наповнювачами, високу міцність армуючих елементів при невеликій міцності й жорсткості матриці, яскраво виражену анізотропію властивостей, високу абразивну здатність, твердість та низьку теплопровідність.

Завдяки цим особливостям композити відносять до категорії важкооброблюваних матеріалів, що зумовлює велику імовірність передчасного зношування різального інструменту (РІ), яким вони обробляються.

Забезпечення високих вимог до якості оброблених поверхонь КМ, а, отже, і до якості готових виробів з композитів, залежить від ряду чинників: від вихідних властивостей КМ, умов і режимів обробки, характеристик РІ [2]. Очевидно, що якість і собівартість виробу з композиційних матеріалів,

продуктивність його механічної обробки для кожних конкретних умов і режимів різання значною мірою буде залежати від якості поверхневих шарів РІ.

Саме тому питання формування оптимальних значень показників якості поверхні РІ наразі є, безперечно, актуальним.

Мета статті – визначити чинники, які можуть мати потенційний вплив на встановлення показників якості поверхневих шарів РІ, призначеного для механічної обробки композиційних матеріалів, та сформулювати принципи формування оптимальної якості поверхні РІ з урахуванням конкретних умов його роботи при обробці композиційних матеріалів.

Виклад основного матеріалу

Останнім часом для вирішення багатьох технічних і технологічних задач у всьому світі набуло застосування методів менеджменту якості [3, 4], які базуються на стандартах ISO серії 9000 (що виділяють як один з базових принципів управління якістю – прийняття рішень на основі фактів), моделюванні процесів інструментами математичної статистики, застосуванні семи простих у використанні наочних методів аналізу процесів – «інструментів управління якістю».

Тому для вирішення поставленої задачі у роботі використовували один з таких «інструментів управління якістю» – діаграму Ісікави, відому також як діаграма «аналізу кореневих причин» або «причинно-наслідкових зв'язків» [5]. Вона надає можливість виявити ключові взаємозв'язки між різними факторами та більш достеменно зрозуміти досліджуваний процес або подію, а також сприяє

визначенню головних чинників, які спричиняють найзначніший внесок до проблеми, що розглядається, та попередженню або усуненню їх дії.

У правій частині схеми зображується досліджувана подія. Від неї виходить центральна вісь діаграми. Від центральної вісі, як від дерева, виходять гілки, кожна з яких відповідає своєму класу причин.

На кожній гілці будуються додаткові відгалуження, кожна з яких позначає окрему причину в своєму класі тощо. Виходить схема, яка за зовнішнім виглядом нагадує риб'ячу кістку і за якою можна встановити причинно-наслідковий зв'язок між подіями.

Діаграму Ісікави використовували для визначення чинників, які можуть мати потенційний вплив на встановлення показників якості сформованих поверхневих шарів РІ, які працюватимуть у конкретних умовах під час механічної обробки КМ. Побудова відбувалася за результатами аналізу даних літературних джерел, власних досліджень авторів та застосування методу експертного опитування.

У якості експертів, кількість котрих дорівнювала 12, виступали провідні фахівці ВНЗ та наукових установ НАН України, а також промислових підприємств, пов'язаних із механічною обробкою взагалі та КМ зокрема.

Звичайно, розроблена діаграма не претендує на вичерпність, адже існує достатньо велика кількість чинників, які можуть мати більший чи менший, прямий чи опосередкований впливи на необхідну якість поверхні РІ.

Проте, врахування всіх з них значно ускладнило б схему й знизило можливість та ефективність її практичного застосування.

Тому під час побудови діаграми Ісікави автори враховували лише такі чинники, які, на їх розсуд, матимуть найбільший вплив на встановлення показників якості сформованих поверхневих шарів РІ.

Аналіз отриманої діаграми (рис. 1) показав, що всі чинники, які впливають на формування оптимальної якості поверхні РІ, можна розділити на ряд груп:

- вихідні характеристики РІ;
- вихідні характеристики КМ, який підлягатиме механічній обробці;
- параметри технологічного процесу поверхневого зміцнення РІ;
- режими (умови) механічної обробки композиційних матеріалів;
- персонал; вимоги до показників якості поверхонь КМ після механічної обробки), кожна з яких містить від 3 до 7 чинників.

Так, наприклад, для групи «вихідні характеристики РІ» такими чинниками є:

- фізико-механічні властивості;
- матеріал основи (хімічний склад);
- вихідна якість поверхні;
- геометричні характеристики;
- призначення РІ (свердло, різець, фреза тощо);
- дефекти поверхні та основи.

Якщо мова йде про властивості покриттів на РІ, які визначають параметри якості поверхні інструменту, то можна запропонувати такий поділ чинників:

1. Чинники, пов'язані з параметрами процесу нанесення покриття (наприклад, температура підкладки і самого процесу, взаємодія реагентів і продуктів реакції, механічні напруження, що виникають у покритті внаслідок термічного та ударного впливу при бомбардуванні потоками і різними частинками та ін).

2. Чинники, пов'язані зі станом підкладки, покриття та всієї системи «підкладка-покриття» в цілому.

3. Чинники, пов'язані зі структурним зміцненням (мікроструктурою), серед яких розмір і орієнтація зерен, границі зерен, щільність

Отже, основними напрямками зміни властивостей поверхневого шару РІ з метою підвищення його працездатності за рахунок нанесення зносостійких покриттів є:

- структурне зміцнення матеріалу зносостійкого покриття;
- підвищення міцності зв'язку границі «покриття – інструментальний матеріал»;
- зміна фізико-хімічної взаємодії на границі «покриття - оброблюваний матеріал».

Вибір складу покриття повинен здійснюватися, виходячи з умови максимального зниження ймовірності схоплювання між оброблюваним матеріалом і покриттям.

При виборі складу покриття необхідно забезпечувати досить високе значення міцності адгезії між матеріалами покриття й інструменту.

Задовільна працездатність інструменту з покриттям може бути забезпечена при оптимальних значеннях основних параметрів покриття (товщина, співвідношення товщин шарів, мікротвердість, фазовий склад, структура тощо). Тому при розробці інструменту з покриттям необхідно вирішувати завдання оптимізації параметрів покриття залежно від умов процесу різання.

На підставі узагальнення результатів дослідження розроблено принципи формування оптимальної якості поверхні РІ для даних умов обробки композиційних матеріалів:



Рис. 1. Схема Ісікави (причинно-наслідкових зв'язків) для формування оптимальної якості поверхні різального інструменту з урахуванням конкретних умов його роботи при обробці композиційних матеріалів

1. На формування оптимальної якості поверхні РІ впливають такі групи чинників:

- вихідні характеристики РІ;
- вихідні характеристики композиційних матеріалів, які підлягатимуть механічній обробці;
- параметри технологічного процесу поверхневого зміцнення РІ;
- режими (умови) механічної обробки
- персонал;

– вимоги до показників якості поверхонь композиційних матеріалів після механічної обробки.

2. Одним з основних принципів формування оптимальної якості поверхні РІ є одночасне врахування при цьому якомога більшої кількості (в ідеалі – всіх) вказаних груп чинників під час створення або модифікування (зміцнення) поверхні інструменту, адже вони мають між собою достатньо сильну і складну за характером взаємодію. Ця задача повинна вирішуватися завдяки широкому застосуванню моделювання та методів багатопараметричної та багатокритеріальної оптимізації, інтегрованих із сучасним програмним забезпеченням та комп'ютерними технологіями;

– персонал;

– вимоги до показників якості поверхонь КМ після механічної обробки.

2. Одним з основних принципів формування оптимальної якості поверхні РІ є одночасне врахування при цьому якомога більшої кількості (в ідеалі – всіх)

вказаних груп чинників під час створення або модифікування (зміцнення) поверхні інструменту, адже вони мають між собою достатньо сильну і складну за характером взаємодію. Ця задача повинна вирішуватися завдяки широкому застосуванню моделювання та методів багатопараметричної та багатокритеріальної оптимізації, інтегрованих із сучасним програмним забезпеченням та комп'ютерними технологіями.

3. Рекомендований склад показників, за якими доцільно проводити оцінку якості поверхні РІ, є таким [6]:

- геометричні характеристики поверхні;
- фізико-механічні характеристики;
- фізико-хімічний стан поверхневого шару.

4. Оптимальна технологічна якість поверхні РІ отримується за виконання таких умов:

- епюри напружень повинні забезпечити утворення нових поверхонь при максимальному руйнуванні й рівномірному зміцненні поверхневого шару;
- умови середовища повинні забезпечити зменшення поверхневої енергії, полегшення виходу дислокацій на поверхню, пластифікування й локалізацію деформацій у тонких поверхневих шарах;
- структурний стан поверхневого шару після обробки повинен характеризуватися однорідністю при мінімальній густині недоліків внутрішньої будови або їх нерівномірному розподілу.

5. Оптимальна експлуатаційна якість поверхні РІ отримується за виконання таких умов:

– структурний стан повинен забезпечити утворення однорідного шару ультрадисперсної будови мінімальної товщини;

– поверхня повинна бути достатньо активована для протікання структурного пристосування, стійкість якого при терті зумовлюється динамічною рівновагою процесів утворення і руйнування вторинних структур, а також утворення граничного шару змазки;

– епюри напружень повинні відповідати максимально можливій деконцентрації зовнішнього навантаження поверхні металу, яка забезпечує рівномірність утворення текстур і руйнування плівок окислів.

Висновки

За допомогою одного з «інструментів управління якістю» – діаграми Ісікави – визначені чинники, які можуть мати потенційний вплив на встановлення показників якості поверхневих шарів різального інструменту, призначеного для механічної обробки композиційних матеріалів.

Усі чинники віднесені до таких груп:

вихідні характеристики РІ;

вихідні характеристики композиційних матеріалів, який підлягатиме механічній обробці;

параметри технологічного процесу поверхневого зміцнення РІ;

режими (умови) механічної обробки КМ;

персонал; вимоги до показників якості поверхонь КМ після механічної обробки.

Сформульовані принципи формування оптимальної якості поверхні різального інструменту з урахуванням конкретних умов його роботи при обробці композиційних матеріалів.

Використання запропонованих принципів на практиці стане ще одним кроком на шляху вирішення основної проблеми при механічній обробці КМ – забезпечення потрібної якості поверхні готового виробу із одночасним підвищенням продуктивності обробки і стійкості інструменту, що є основним лімітуючим чинником, який визначає вибір раціональних умов різання, матеріалу, форми та показників якості поверхні різального інструменту.

Список літератури

1. *Авиационно-космические материалы и технологии* / В.А. Богуслаев, А.Я. Качан, Н.Е. Калинина и др. – Запорожье: Мотор Сич, 2009. – 383 с.

2. *Вплив механічної обробки на якість поверхонь полімерних композиційних матеріалів* / Є.В. Корбут, О.В. Андреев, І.Р. Дерек та ін. // *Проблеми тертя та зношування* – К.: НАУ, 2013. – Вип. 2(61). – С. 96-100.

3. *Системы, методы и инструменты менеджмента качества* / М.М. Кане, Б.В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе: уч. пособ. – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.

4. *Радько О.В. Застосування "інструментів якості" для управління процесами механічної обробки композиційних матеріалів* / О.В. Радько // *АВІА-2015: мат-ли 7-ї Міжнар. наук.-техн. конф.*, (Київ, 28 – 29 квіт. 2015 р.). – К.: НАУ, 2015 – С. 16.17-16.20.

5. *Адлер Ю.П. Управление качеством (Часть 1. Семь простых методов)* / Ю.П. Адлер, Т.М. Полховская, П.А. Нестеренко: уч. пособ. – М.: Стандарты и качество, 2001. – 170 с.

6. *Медведева Н.А. Обгрунтування вибору показників якості поверхонь тертя* / Н.А. Медведева, О.В. Радько, О.І. Кремешний // *Системи озброєння і військова техніка*. – Х.: ХУПС, 2014. – №. 3(39). – С. 127-130.

Надійшла до редколегії 12.10.2015

Рецензент: канд техн. наук, проф. Ю.І. Миргород, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С УЧЕТОМ КОНКРЕТНЫХ УСЛОВИЙ ЕГО РАБОТЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.В. Радько, А.К. Скуратовский, А.И. Кремешный

В статье с помощью одного из «инструментов управления качеством» – диаграммы Исикавы – определены факторы, которые могут иметь потенциальное влияние на установление показателей качества поверхностных слоев режущего инструмента, предназначенного для механической обработки композиционных материалов, и сформулированы принципы формирования оптимального качества поверхности режущего инструмента с учетом конкретных условий его работы при обработке композиционных материалов.

Ключевые слова: качество поверхности, режущий инструмент, обработка композиционных материалов, принципы формирования.

PRINCIPLES OF FORMATION OF CUTTING TOOLS SURFACE OPTIMUM QUALITY TAKING INTO ACCOUNT SPECIFIC CONDITIONS OF WORK AT COMPOSITE MATERIALS PROCESSING

O.V. Rad'ko, A.K. Skuratovskiy, A.I. Kremeshnyy

In the article by one of the "quality management tools" – Ishikawa diagram – defined the factors that may have a potential impact on the establishment of quality indicators of the surface layers of the cutting tool intended for the machining of composite materials and formulated principles of an optimum quality of the cutting tool with regard specific conditions of its operation in the processing of composites.

Keywords: surface quality, the cutting tool, processing of composite materials, the principles of the formation.