

УДК

Перспективи застосування та особливості обробки деталей з ВПКМ

Корбут Є. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ, Україна

***Анотація.** Стаття присвячена розгляду сфер та перспектив застосування волокнистих полімерних композиційних матеріалів (ВПКМ), аналізу особливостей обробки ВПКМ та підвищенню працездатності інструменту при обробці волокнистих полімерних композиційних матеріалів на основі розробки нових методів та схем модифікації поверхневого шару інструмента. Базуючись на фізико-механічних та технічних властивостях обґрунтована перспективність збільшення долі використання ВПКМ в авіаційній техніці. Для оцінки властивостей ВПКМ з точки зору механічної обробки, зокрема різанням розглянуті основні питання стружкоутворення, визначення сил різання, деформацій та температури, які виникають в процесі різання. Встановлено комплекс характеристик та явищ, що обумовлюють специфічні умови стружкоутворення та зношення інструменту при обробці ВПКМ. Обґрунтований вибір процесу свердління для дослідження особливостей механічної обробки волокнистих полімерних композиційних матеріалів.*

***Ключові слова:** ВПКМ, різання, інструмент, свердління, температура, сили різання, трибологічні властивості, розширування,, стружкоутворення, модифікація поверхневого шару, стійкість.*

На теперішній час прогрес в авіабудуванні, автобудуванні та в інших галузях промисловості в основному пов'язується з розробкою і широким застосуванням композиційних матеріалів (КМ) [1-4]. КМ мають комплекс властивостей і особливостей, що відрізняються від традиційних конструкційних матеріалів (металевих сплавів) і в сукупності відкривають широкі можливості як для вдосконалення існуючих конструкцій найрізноманітнішого призначення.

Створення 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 строків старіння і т.д.

Варто звернути увагу на те, що ніколи не вдається досягти всіх зазначених позитивних властивостей в одній композиції. Більше того, досягнення тих або інших бажаних властивостей систем часто супроводжується й появою негативних явищ, наприклад, утрудненнями в обробці різанням композицій, що різко ускладнює одержання з них виробів, небажано змінює деякі фізико-механічні показники системи.

Наявність границі розділу фаз - основна характеристика, властива тільки композиційним матеріалам, що надає їм компактність, щільність і технологічність [5, 6, 7, 9, 10]. Поблизу границі реалізується особливе розташування молекул матриці й наповнювача, що визначає міжфазовий (граничний або перехідний) шар між компонентами композита. Комбінуючи об'ємний зміст компонентів, можна залежно від призначення одержувати матеріали з необхідними параметрами міцності, жароміцності, модуля пружності, абразивної стійкості. [6, 8 – 11].

Нове сполучення властивостей, при збереженні індивідуальності кожного компонента, виникає в композиті за рахунок міжфазових явищ і виникнення граничних або перехідних шарів у результаті адгезійної взаємодії.

Властивості границь розділу, в першу чергу, адгезійна взаємодія волокна і матриці визначають рівень фізико-механічних властивостей композиційних матеріалів і їх збереження при експлуатації. Локальна напруга в композиті досягає максимального

значення як раз біля або безпосередньо на границі розділу, де починається руйнування матеріалу.

Виникнення внутрішніх напруг у ході формування адгезійного контакту обумовлено як зміною об'єму адгезива внаслідок процесів хімічного (поліконденсація зв'язки й т.п.) або фізичного (випаровування розчинника, кристалізація компонента.) структурування компонента, так і термічними напругами в системі матриця-наповнювач за рахунок різниці їх теплоємностей. .

Від типу матриці композиційні матеріали прийнято розділяти на полімерні, металічні, керамічні та ін. Але, незалежно від типу матриці, основною перевагою композиційних матеріалів є можливість створювати з них елементи конструкцій з задалегідь заданими властивостями.

Різноманіття волокон і матричних матеріалів, а також схем армування, що використовуються при створенні композитних матеріалів, дозволяє направлено регулювати міцність, рівень робочих температур і інші властивості шляхом зміни складу, зміни співвідношення компонентів і макроструктури композитів.

Одним з найпоширеніших відомих видів композиційних матеріалів є полімерні композиційні матеріали [5, 6, 12, 13, 14]. Полімерні композиційні матеріали (склопластики, органопластики, боропластики, углепластики) знаходять широке застосування в таких областях промисловості, як космічна техніка, авіа-, судо-, автомобілебудування й т.д.

Застосування композиційних матеріалів у сучасних конструкціях дає істотний вигрaш у масі, міцності, довговічності, стійкості до корозії й агресивних хімічних середовищ [15, 16].

Про явища, які виникають в процесі різання будь якого матеріалу, а також про якість оброблених поверхонь в найбільшій мірі дозволяє судити механізм стружкоутворення. Так як ВПКМ проявляють високу анізотропію внаслідок своєї пошарової структури, то саме це суттєво змінює процес стружкоутворення при їх різанні, роблячи його абсолютно несхожим на процеси різання металічних матеріалів, в тому числі і хрупких.

За даними досліджень [17, 18, 19, 20] при різанні ВПКМ спостерігаються різні типи стружок. Дослідження показують, що механізм стружкоутворення і тип стружки при різанні цих композиційних матеріалів залежить від кута направленості волокон по відношенню до вектора швидкості і головного руху, переднього кута інструменту, радіуса округлення різальної кромки , матеріала матриці та волокнистого наповнювача і характера армування.

Prospects of application and features of processing parts from FPC

Korbut Levgen

Abstract. The article is devoted to the consideration of areas and prospects for the use of fibrous polymer composite materials (FPC), analysis of the features of processing FPC and increasing the tool operability when processing fiber polymer composite materials based on the development of new methods and schemes for modifying the surface layer of a tool. Based on the physicomechanical and technical characteristics, the prospects for increasing the share of the use of the military industrial complex in aviation technology are justified. To assess the properties of FPC from the point of view of machining, in particular by cutting, the main issues of chip formation, determination of cutting forces, deformations and temperature that arise during the cutting process are considered. A set of characteristics and phenomena that determine the specific conditions of chip formation and tool wear when processing FPC is established.

A justified choice of the drilling process to study the features of the machining of fibrous polymer composite materials. The influence of its characteristics on the quality of processing parts with VPKM is considered.

Keywords: FPC, cutting, tool, drilling, temperature, cutting forces, tribological properties, delamination, chip formation, surface layer modification, resistance.

Перспективы применения и особенности обработки деталей из ВПКМ

Корбут Евгений Валентинович

***Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению сфер и перспектив применения волокнистых полимерных композиционных материалов (ВПКМ), анализа особенностей обработки ВПКМ и повышению работоспособности инструмента при обработке волокнистых полимерных композиционных материалов на основе разработки новых методов и схем модификации поверхностного слоя инструмента. Основываясь на физико-механических и технических характеристиках обоснованно перспективность увеличения доли использования ВПКМ в авиационной технике. Для оценки свойств ВПКМ с точки зрения механической обработки, в частности резанием рассмотрены основные вопросы стружкообразования, определения сил резания, деформаций и температуры, которые возникают в процессе резки. Установлено комплекс характеристик и явлений, обуславливающих специфические условия стружкообразования и износ инструмента при обработке ВПКМ. Обоснованный выбор процесса сверления для исследования особенностей механической обработки волокнистых полимерных композиционных материалов. Рассмотрено влияние его характеристик на качество обработки детали с ВПКМ.*

***Ключевые слова:** ВПКМ, резание, инструмент, сверление, температура, силы резания, трибологических свойства, расслоение, стружкообразования, модификация поверхностного слоя, стойкость.*

Список літератури

1. Авиационно-космические материалы и технологии / [В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, Н. Е. Калинина и др.] - Запорожье, изд. ОАО "Мотор Сич", 2009. -383с.
2. Лабунец В. Ф. Авиационные конструкционные материалы с высокой удельной прочностью: Учебное пособие / Лабунец В. Ф. - К.: КМУГА, 1993. - 116с.
3. Строение и свойства авиационных материалов: Учебник для вузов / [А. Ф. Белов, В. П. Бенедиктова, А. С. Висков и др.]: Под ред. А. Ф. Белова, В. В. Николаенко. - М.: Металлургия, 1989. - 368с.
4. Материалознство: [підручник] / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунец, Т. С. Климова, І. Г. Черниш. - К.: НАУ. - 2011. - 492 с.
5. Буланов, И.М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов / И.М. Буланов, В.В. Воробей. - М: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. - 516 с.
6. Васильев, В.В. Композиционные материалы: справочник / под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. -512 с.
7. Лобанов Д. В. Разработка и реализация технологических методов создания, изготовления и выбора фрезерного инструмента для эффективной обработки композиционных неметаллических материалов, диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Новосибирск, 2013
8. Composite materials. Fatigue and fracture / Erian A. Armanios, editor. Printed in Ann Arbor, MI, 1997. - 573.
9. Deborah, D.L. Chang Composite materials: science and applications. Functional materials for modern technologies. Printed in Great Britain, 2004. -293.
10. Matthews, F.L. Composite materials: engineering and science / F. L. Matthews, Rees D. Rawlings. Printed by The Alden Press, Oxford, England, 1999. -470.
11. Thomas, H. Hahn Composite Materials: Fatigue and Fracture / H. Thomas Hahn, Paul A. Lagace, T. Kevin O'Brien. Printed in Ann Arbor, MI, 1991. - 830.
12. Любин, Д.Ж. Справочник по композиционным материалам: В 2 т. / под ред. Д.Ж. Любина. - М.: Машиностроение, 1988. - 584 с.
13. Гроссман, Ф. Разработка композиций на основе ПВХ / Под ред. Ф. Гроссмана; Пер. с англ. В.В. Гузеева - М.: Машиностроение, 2009. - 608 с.
14. Пол, Д. Полимерные смеси: рецептура и свойства / Д. Пол, К. Бакнелл; Пер.с англ. В.Н. Кулезнева - М.: Машиностроение, 2009. - 1224 с.
15. Баранчиков, В.И. Обработка специальных материалов в машиностроении: Справочник. Библиотека технолога / В.И. Баранчиков, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. - М.: Машиностроение, 2002. - 264 с.
16. Аврасин Я.Д., Бородин М.Я., Киселев Б.А. Стеклопластики в авиационной промышленности, №8, 1982 г.,
17. Gay, D. Composite Materials. Design and Application [Text] / D. Gay, S. V. Hoa. - CRC Press, 2007. - 328 p.
18. Кива Д.С. Этапы становления и начало развернутого применения полимерных композиционных материалов в конструкциях пассажирских и транспортных самолетов АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ, 2014, №6(113), С.5-16
19. Ящерицын П.И., Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Теория резания/ учебник, Москва 2007, с. 510