

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В УГЛЕПЛАСТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО СВЕРЛА

Quality assurance of drilling in CFRP by combined drills

Zapewnienie jakości wiercenia otworów w kompozytach węglowych z wykorzystaniem składanego wiertła

В.А. ПАСЕЧНИК, С.А. СТЕПАНЕНКО

А н н о т а ц и я: Представлена новая технологическая схема обработки отверстий в полимерных композиционных материалах. Суть схемы состоит в двухэтапном сверлении, когда одним комбинированным инструментом на первом этапе сверлится пилотное отверстие меньшего диаметра, а на втором этапе выполняется окончательная обработка одновременно с двух сторон. При такой схеме в процессе обработки на втором этапе в заготовке создаются сжимающие напряжения, что исключает факторы, которые приводят к расслоению композиционного материала. Представлена конструкция нового комбинированного инструмента и результаты обработки тестовых отверстий.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Сверление, комбинированный режущий инструмент, композитный материал

A b s t r a c t: A new technological scheme of processing of holes in the polymer composite materials is described. The essence of the scheme is a two-stage drilling by combined drill. On the first stage there is a drilled pilot hole of smaller diameter, and the second step is performed simultaneously with the finishing of both sides. With such a processing scheme in the second stage the preform compressive stresses are created, eliminating factors that lead to delamination of the composite material. The design of the new combined cutting tool is described.

К e y w o r d s: Drilling, Combined Cutting Tool, Composite Material

S t r e s z c z e n i e: Przedstawiono nowy technologiczny sposób obróbki otworów w polimerowych kompozycyjnych materiałach. Istota sposobu polega na dwuetapowym wierceniu jednym kombinowanym narzędziem. W pierwszym etapie wierce się pilotażowy otwór o mniejszej średnicy, a w drugim etapie wykonywana jest ostateczna obróbka jednocześnie z dwóch stron. Przy takim schemacie w procesie obróbki w drugim etapie w obrabianym materiale konstituowane są naprężenia ściskające, co wyklucza czynniki powodujące rozwarstwienie kompozytowego materiału. Przedstawiono konstrukcję nowego kombinowanego narzędzia oraz wyniki obróbki testowanych otworów.

S ł o w a k l u c z o w e: wiercenie, kombinowane narzędzie skrawające, materiał kompozytowy

Введение

Современные предприятия изготавливают продукцию гражданского и специального назначения для авиационной и ракетно-космической отрасли. Развитие этой науко-емкой техники неразрывно связано с разработкой новых конструктивных решений, прогрессивных технологий, совершенствованием существующих или созданием новых материалов. Среди новых материалов в последнее время большое внимание уделяется композиционным, обладающим уникальными свойствами [1].

При обработке отверстий в деталях из полимерных композиционных материалах (ПКМ) возникает ряд дефектов, в частности ворсистость и скол кромок отверстия, расслоение материала на входе и на выходе инструмента из отверстия, высокая шероховатость, деструкция поверхностного слоя и др. Наиболее опасным дефектом при обработке отверстий является расслоение материала, поскольку оно существенно

снижает прочностные характеристики изделия и его нельзя устранить на последующих чистовых операциях. Расслоение опасно также в процессе длительной эксплуатации изделий, поскольку из-за высокой гигроскопичности композитов в трещину попадает вода, которая при многократном замораживании-размораживании приводит к разрушению изделия [2].

Методы обработки отверстий в ПКМ

В настоящее время применяются различные технологии механической и немеханической обработки отверстий в ПКМ: сверление, лазерная обработка, электрохимическая обработка.

Сверления является одним из самых доступных методов обработки отверстий, что связано с простотой его реализации. Для уменьшения расслоения на входе отверстия используют сверла с двойной заточкой, а для устранения не прорезывания волокон – сверла с острыми кромками на периферии [2].

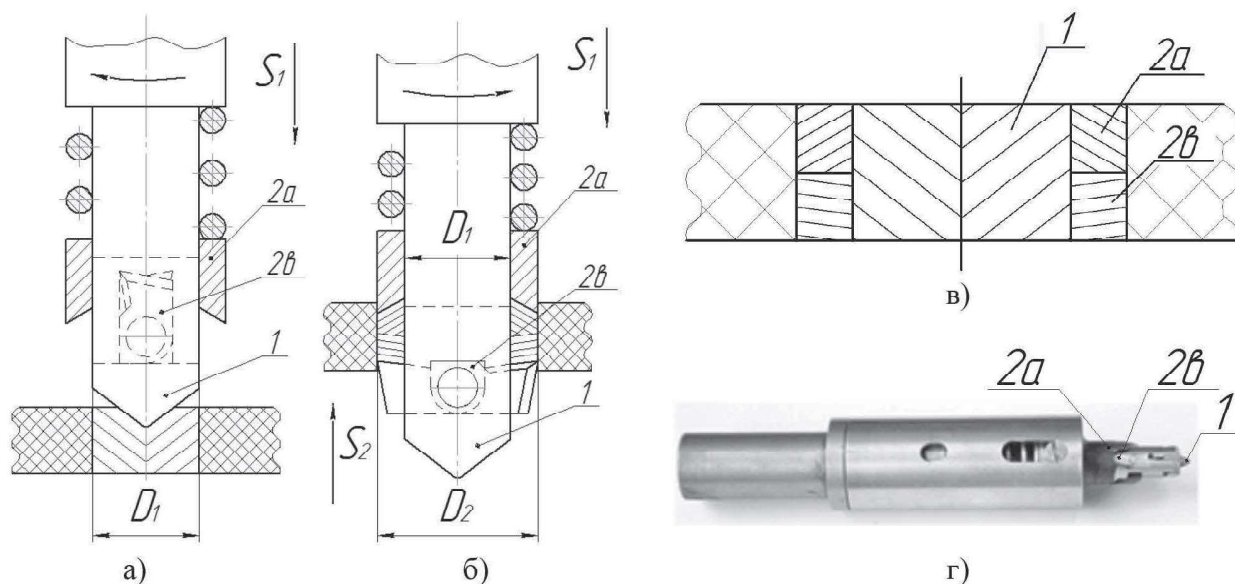


Рисунок 1. Реализация комбинированного сверла: а) – сверление пилотного отверстия, б) – процесс встречного сверления, в) – схема обработки отверстий комбинированным инструментом, г) – комбинированное сверло
 Fig. 1. Implementation of the combined drill: a) drilling of the pilot hole, b) the process of drilling the counter, c) the circuit of processing holes by combined tool, d) a combined drill

В то же время, механической обработке параметры качества поверхности зачастую не соответствуют значениям, установленным в технических требованиях, что приводит к необходимости дополнительной обработки, так как именно от качества обработанной резанием поверхности в большей степени зависят надежность и долговечность функционирования деталей и механизмов [3].

Положительные результаты по качеству обработки были получены с использованием сверл, в которых режущая часть является ступенчатой. Фактически происходит сверления и рассверления отверстия. При этом большую часть осевой силы воспринимает первая ступень сверла, поскольку именно на сердцевину сверла приходится большая часть осевой силы. Дефекты обработанного материала, возникшие во время работы первой ступени, удаляются второй ступенью сверла [2].

Таким образом, для дальнейшего улучшения качества обработанной поверхности ПКМ будем рассматривать комбинированный инструмент.

Целью данной работы является повышение качества механической обработки отверстий в ПКМ за счет совершенствования конструкции комбинированного режущего инструмента.

Обсуждение результатов исследования

Основная причина наличия дефектов обработки разлохмачивание на поверхности детали и расслоение внутренних слоев материала, осевая сила при сверлении [4].

Использование комбинированных инструментов, совмещающих в себе процессы сверления,

зенкерования и развертывания [5], позволяет снизить осевую силу.

Отличие данной разработки является реализация специального инструмента с двух этапным процессом сверления.

Первый этап (рис. 1.а) подразумевает обработку пилотного отверстия, режущим элементом 1, что обеспечивает уменьшение осевой силы резания, в сравнении с окончательным этапом.

Второй этап (рис. 1.б), окончательная обработка отверстия реализуется процессом встречного сверления, режущими элементами 2а и 2в, которые не только полностью исключают осевую силу, а наоборот создают сжимающие напряжения, что в принципе исключает дефекты на выходе детали.

Разработана конструкция специального инструмента, работающая по схеме обработки отверстий показанной на рис. 1,в. Изготовлен опытный образец (рис. 1,г). В первой части эксперимента было просверлено два отверстия.

Обсуждение результатов эксперимента

Первое отверстие (рис.2) было получено при обработке спиральным сверлом заточенным по двум плоскостям.

Как показано на рис.2.а поверхность на входе обеспечивает требуемое качество, отсутствует разлохмачивание на поверхности детали. При выходе спирального сверла из детали наблюдается расслоение материала, что видно на рис.2.б (в виде белого полумесяца) и является технологическим браком.

Второе отверстие (рис.3) обработано нашим комбинированным сверлом.

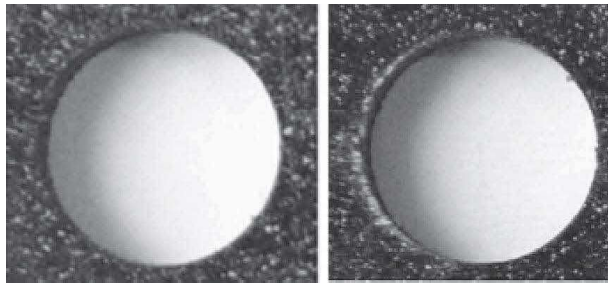


Рисунок 2. Отверстие при обработке спиральным сверлом заточенное по двум плоскостям: а) – поверхность на входе, б) – поверхность на выходе
 Fig. 2. The hole is processing by sharpened twist drill on two planes: a) at the input surface; b) at the exit surface

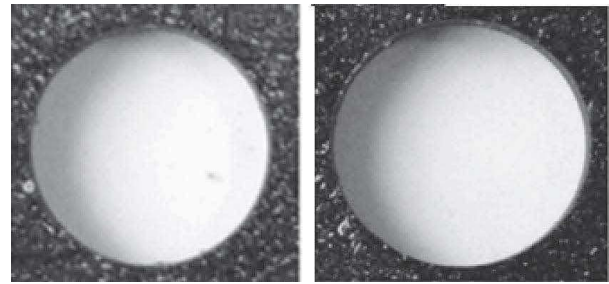


Рисунок 3. Отверстие при обработке комбинированным сверлом: а) – поверхность на входе, б) – поверхность на выходе
 Fig. 3. The hole is processing by combined drill: a) at the input surface, b) at the exit surface

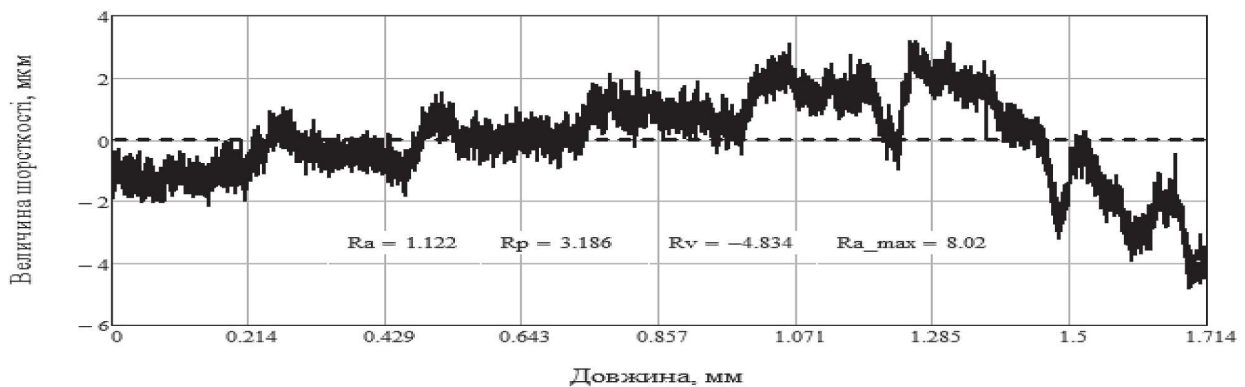


Рисунок 4. Зависимость величины шероховатости от длины
 Fig. 4. The dependence of roughness on the length

При обработке комбинированным сверлом, поверхность на входе и выходе (рис. 3.а,б) обеспечивает требуемое качество, отсутствует разломачивание на поверхности детали и расслоение внутренних слоев материала.

Зона завершения обработки переходит в середину заготовки, что обеспечивает качество обработки граничных слоев детали.

Во второй части эксперимента было обработано группа отверстий комбинированным сверлом.

Измерения параметров обработанных отв.

Шероховатости поверхности получим контактным методом с помощью профилографа.

Полученные данные с профилографа обрабатываем в программе Mathcad 15, на выходе получаем зависимость величины шероховатости от длины показаны на рис.4 и значения: Ra, Rp, Rv и Ra_max.

В результате измерений параметров отверстий, было получено такие значения в пределах Ra = 1,122 – 2,458 мкм, сравниваем со значениями из табл.23 [6 стр. 340] (диаметр отверстия 10мм), согласно таблице получаем отверстие качеством H7-H9.

Выводы

1. Установлено, что при использовании усовершенствованной схемы механической обработки отверстий в деталях из ПКМ обрабатываемых комбинированным сверлом обеспечивается требуемое качество на входе и на выходе, отсутствуют такие дефекты, как разломачивание на поверхности детали и расслоение граничных слоев заготовки.
2. Экспериментальное исследование показало возможность достижения 7-9 качества и шероховатости в пределах Ra=1,25-2,5 мкм.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Макаров В.Ф. Исследование проблем механической обработки современных высокопрочных композиционных материалов, используемых для производства деталей авиационной и ракетно-космической техники // В.Ф. Макаров, А.Е. Мешкас, В.В. Ширинкин / Вестник ПНУПУ. Машиностроение, материало-ведение.–Пермь, 2015, Т.17, №2.–с.30-41.

- [2] Пасічник В.А. Забезпечення якості оброблення отворів комбінованими свердлами у деталях з ПКМ // В.А. Пасічник, Ю.І. Адаменко, Ю.Й. Бесарабець, С.О. Степаненко / Резание и инструмент в технологических системах, выпуск 85 Харьков НТУ «ХПИ» – 2015. с.233-246.
- [3] Гаврилова А.В. Повышение качества лезвийной обработки полимерных и композиционных материалов путем предварительного механического деформирования заготовок: диссертация, кандидата технических наук / Гаврилова А.В. – Хабаровск, 2009. – 159 с.
- [4] Marques A. T., Durão L. M., Magalhães A. G., Tavares J. M. Delamination Analysis of Carbon Fibre Reinforced Laminates// 16 – the International conference on composite materials. -Porto, 2007. -С. 1-10.
- [5] Криворучко Д.В. Механическая обработка композиционных материалов при сборке летательных аппаратов (аналитический обзор): монография [Текст] / Криворучко Д.В., Залого В.А., Колесник В.А. и др.; под общей ред. проф. В.А. Залого. – Сумы : Университетская книга, 2013. – 272с.
- [6] Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3т. Т.1. – 8-е изд., Под ред. И.Н. Жестковой. –М.: Машиностроение, 2001.- 920 с.

Д.т.н., профессор Виталий Анатольевич Пасечник – заведующий кафедрой интегрированных технологий машиностроения НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского». e-mail: vitaliy.pasichnyk@gmail.com

Сергей Александрович Степаненко – аспирант кафедры интегрированных технологий машиностроения НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского». e-mail: sergej.stepanenko.91@mail.ru

Украина, 03056, киев-56, пр-т Победы, 37. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»