

Г. К. Мулдашева, И. В. Злобина, Н. В. Бекренев

**ОСОБЕННОСТИ СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ
ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ СВЕРЛЕНИИ УГЛЕПЛАСТИКОВ**

**Саратовский государственный технический университет
имени Ю. А. Гагарина**

E-mail: nikolaj.bekrennev@yandex.ru

Статья посвящена описанию стружкообразования при ультразвуковом сверлении отверстий малого диаметра в конструкционном углепластике. Установлено, что образующаяся при сверлении с воздействием ультразвука стружка качественно отличается от стружки при обычном сверлении меньшей компактируемостью и наличием срезанных фрагментов углеродных волокон, что отражает большую равномерность процесса резания и облегчение эвакуации стружки и характеризует возможность повышения качества обработки за счет снижения количества сохранившихся разориентированных волокон.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, ультразвук, сверление, стружка.

G. K. Muldasheva, I. V. Zlobina, N. V. Bekrennev

**FEATURES OF CHIP FORMATION DURING ULTRASONIC DRILLING
OF CARBON FIBER PLASTICS**

Yuri Gagarin Saratov State Technical University

The article is devoted to the description of chip formation during ultrasonic drilling of small diameter holes in structural carbon fiber. Established that generated when drilling with ultrasound chip is qualitatively different from the chip during normal drilling less compactilamento and the presence of truncated fragments of carbon fibres, reflecting greater uniformity of the cutting process and to facilitate chip evacuation and describes the possibility of increasing the quality of processing by reducing the number of surviving unidirectional fibers.

Keywords: polymer composite materials, ultrasound, drilling, chips.

Применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в производстве изделий различного назначения постоянно расширяется [1]. В технологических процессах изготовления изделий из ПКМ значительное место занимают финишные операции размерной и отделочной

обработки: кромочная, образование отверстий, крепежных отверстий [2] и стыковочных пазов и базовых точных поверхностей, выполняющиеся методами резания. Неоднородность структуры отвержденных формованных углепластиков, состоящих из относительно мягкой

и вязкой матрицы и высокотвердых нитевидных армирующих структур [3] приводит к крайне неравномерному процессу удаления стружки при обработке данных материалов резанием, ее пакетированию в канавках и быстрому затуплению и износу инструмента [4–6], что ухудшает качество обработки и снижает производительность процесса.

Для устранения обозначенных проблем используют различные методы, в том числе - вибрационное резание [6].

Изучали процесс стружкообразования при сверлении углепластика с сообщением спи-

ральному сверлу ультразвуковых колебаний с ориентацией одной из составляющих в плоскости главных режущих кромок. Обработывали образцы размерами 70x10x5 мм из углепластика производства ООО «Еврокомплект» г. Калуга. Использовали сверла со стандартной заточкой из стали Р6М5 Ø3,5 мм. Обработку осуществляли на токарно-винторезном станке ТВ-106, на пиноли задней бабки которого закрепляли пьезокерамический электромеханический преобразователь не пьезокерамических элементах ЦТС-19 диаметром 30 мм (рис. 1).



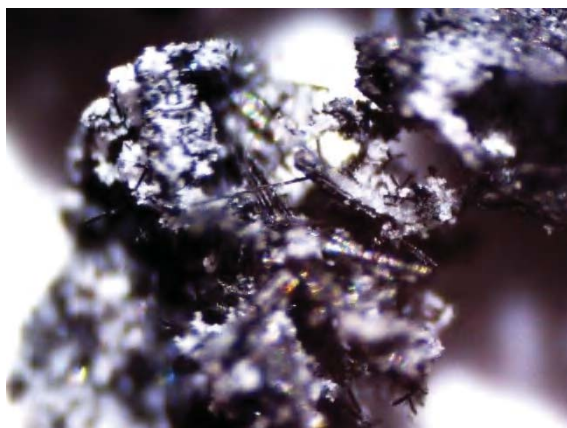
Рис. 1. Рабочая зона станка ТВ-106 с ультразвуковым преобразователем

Справа показана оснастка для закрепления в патроне образцов.

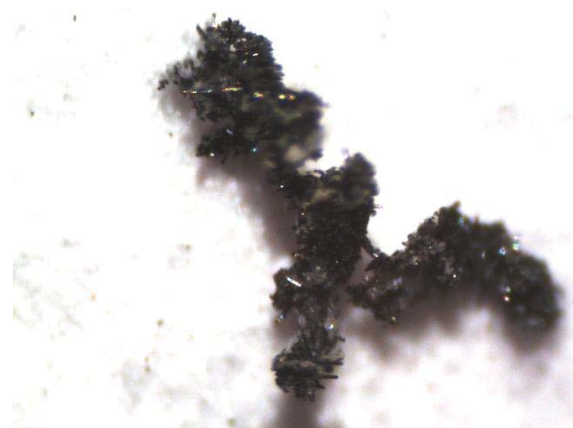
Рабочая частота преобразователя – 25,0 кГц, на вершине сверла обеспечивалась амплитуда колебаний 5–6 мкм. Волновод преобразователя имел на первой ступени радиальный вырез для генерации изгибных колебаний, в плоскости которых ориентировали главные режущие

кромки сверла. Обработку осуществляли при частоте вращения шпинделя 375 об/мин. Образующуюся стружку изучали при помощи цифрового оптического микроскопа Bresser LCD MICRO 5MP при увеличении x40.

Изучение образовавшейся при обычном и ультразвуковом сверлении стружки (рис. 2) позволяет сделать следующие выводы.



а



б

Рис. 2. Характерная форма стружек, образовавшихся при обычном (а) и ультразвуковом (б) сверлении углепластика

Стружка, образовавшаяся при обычном сверлении, имеет вид крупных скомпактированных конгломератов матрицы с внедренными в нее длинными фрагментами армирующих углеродных волокон, выдернутых из основного материала вращающимся инструментом. О данном механизме позволяет предположить большая длина фрагментов. В процессе сверления стружка эвакуировалась по канавкам неравномерно, наблюдались скопления и уплотнения (пакетирование), налипание матрицы на поверхность канавок вследствие повышения пластичности в результате повышения температуры в зоне резания. В агломератах стружки отмечается относительно большой объем матричного материала светлого цвета и относительно меньшее количество фрагментов волокон.

При сверлении с сообщением инструменту ультразвуковых колебаний образуется мелкофрагментарная стружка, легко транспортирующаяся по ленточкам из зоны резания. В стружке отмечается примерно равное количество матричного материала и коротких фрагментов волокон, что может свидетельствовать о преимущественном их отделении от материала в результате срезания.

Полученный результат может быть объяснен облегчением разрушения именно более твердых и жестких волокон при воздействии ультразвука, что характерно для данного метода воздействия.

Уменьшение размеров элементов стружки при ультразвуковом сверлении может уменьшить вероятность пакетирования и дефектооб-

разования, обеспечить повышение производительности обработки резанием изделий из полимерных композиционных материалов, в частности, углепластиков и, соответственно, повысить их качественные показатели.

Для практического использования ультразвукового сверления не требуется создание специального технологического оборудования, а может быть проведена частичная модернизация имеющегося станочного парка путем установки ультразвуковых преобразователей и генераторов, выпускающихся серийно отечественной и зарубежной промышленностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуняев, Г. М. Полимерные композиционные материалы в конструкциях летательных аппаратов / Г. М. Гуняев, В. В. Кривонос, А. Ф. Румянцев [и др.] // Конверсия и машиностроение. – № 4, 2004. URL: www.viam.ru/public.
2. Комаров, Г. В. Свойства ПКМ, влияющие на их способность соединяться / Г. В. Комаров // Полимерные материалы. – № 2–3, 2010. – С. 18–27.
3. Михайлин, Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. – 2-е изд. – СПб.: Научные основы и технологии. – 2010. – 822 с.
4. Мешкас, А. Пути решения проблем механической обработки композиционных материалов на машиностроительном предприятии / А. Мешкас, В. Макаров, В. Ширинкин // Станкоинструмент, № 3. – 2016. – С. 55–59.
5. Марков, А. М. Технологические особенности механической обработки деталей из композиционных материалов / А. М. Марков // Наукоемкие технологии в машиностроении. – 2014. – № 7. – С. 3–5.
6. Ярославцев, В. М. Высокоэффективные технологии обработки изделий из композиционных материалов / В. М. Ярославцев // Наука и образование. Электронное научно-техническое издание. – № 4. – 2012. – С. 1–22, 77–30569/361759, №04 апрель 2012 г. <http://technomag.edu.ru> 14.