

В. Г. Солодовник, Ф. В. Новиков, канд. техн. наук

## **ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗНОЙ РАЗРЕЗКИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ КРУПНОЗЕРНИСТЫМИ ОТРЕЗНЫМИ КРУГАМИ**

Ускорение темпов прогрессивного развития народного хозяйства не возможно без широкого использования во всех его отраслях полимерных композиционных материалов (ПКМ), среди которых особое место занимают прессованные и намоточные стеклопластики, обладающие ценными физико-механическими и технологическими свойствами. Несмотря на общую тенденцию исключения механической обработки резанием при получении деталей из стеклопластиков, она остается наиболее ответственной и трудоемкой операцией в общем технологическом цикле изготовления изделий.

Наряду с другими видами механической обработки ПКМ резка является одной из распространенных, зачастую окончательной технологической операцией, формирующей необходимое качество обрабатываемых поверхностей и требуемую точность их размеров. Процесс резки ПКМ протекает в стесненных условиях с большими контактными площадками режущего инструмента с обрабатываемым материалом и, следовательно, с интенсивным теплообразованием за счет увеличенной работы трения. В этих условиях наблюдается чрезвычайно интенсивный износ лезвийных режущих инструментов из традиционных инструментальных материалов.

Хорошие результаты получены в случае применения на этой операции резки стеклопластиков алмазных отрезных кругов на металлических связках. Вместе с тем использование режущих возможностей алмазных отрезных кругов при резке ПКМ значительно ниже, чем использование их при шлифовании и заточке режущих инструментов. Это обусловлено особенностями процесса резки, характеризующегося высокими значениями глубины резания и соответственно большой длиной дуги контакта отрезного круга с обрабатываемой заготовкой. Например, глубина резания при разрезании стеклопластиков на один – два порядка превышает глубину резания при шлифовании. Образование длинных срезов ухудшает условия размещения диспергированного обрабатываемого материала в межзеренном пространстве отрезного круга и его удаление из зоны резания. В результате происходит интенсивное налипание обрабатываемого материала на рабочую поверхность отрезного круга, снижается высота выступания зерен над связкой. Процесс резания такими отрезными кругами прекращается несмотря на то, что алмазные зерна еще не изношены и сохраняют высокую режущую способность.

Вполне очевидно, что для эффективного ведения процесса резки ПКМ в таких условиях необходимо применение крупнозернистых алмазных отрезных кругов. Экспериментальные исследования действительно подтвердили перспективность их применения [1].

Для анализа закономерностей работы таких отрезных кругов в настоящей статье с позиции устойчивости зерен в связке показана возможность формирования объема межзеренного пространства отрезного круга, необходимого для размещения диспергированного обрабатываемого материала с учетом вероятностного участия зерен в резании и особенностей стружкообразования.

Чтобы упростить расчеты, рабочую часть алмазного зерна представили в виде конуса. Алмазные зерна в установившемся процессе резки стеклопластиков не изнашиваются, а периодически, через определенное время, выпадают из связки.

Рассмотрим предельное равновесное состояние наиболее выступающего из связки зерна (в момент его выпадения), так как именно это зерно наиболее нагружено и первым выпадает из связки. Условие равновесия для такого зерна имеет следующий вид:

$$P \cdot b = a \cdot y, \quad (1)$$

где  $P$  - предельная нагрузка, действующая на зерно, Н;  $b$  - высота выступания зерна над связкой, мм;  $a \cdot y$  - момент “заделки” зерна в связке, Н·мм;  $a$  - параметр, характеризующий прочностные свойства связок (устанавливается расчетно-экспериментальным путем), Н;  $y$  - глубина “заделки” зерна в связке, мм.

Представим высоту выступание зерен ( $b$ ) и глубину “заделки” зерен ( $y$ ) следующим образом:  $b = H_{max} + b_0$ ;  $y = 3 - b = 3 - H_{max} - b_0$ , где  $b_0$  - высота межзеренного пространства отрезного круга для размещения продуктов диспергирования обрабатываемого материала, мм;  $3$  - зернистость применяемого режущего инструмента, мм;  $H_{max}$  - максимальная (вероятностная) толщина среза, мм.

По данным работы [2] при шлифовании алмазными кругами она равна

$$H_{max} = 3 \cdot \sqrt{\frac{600 \cdot \pi \cdot V_{заг}}{k \cdot V_{кр}}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot t}{R_{кр}}} = \alpha \cdot 3.$$

Здесь  $V_{заг}$ ,  $V_{кр}$  – скорости заготовки и круга, мм/с;  $t$  - глубина резания, мм;  $k$  - концентрация зерен в инструменте, %;  $R_{кр}$  - радиус режущего инструмента, мм;  $\alpha$  - безразмерный параметр, характеризующий высоту активной части зерна.

Предельную нагрузку  $P$ , действующую на зерно, с учетом конической формы режущей части зерна, представим следующим образом:

$$P = \sigma \cdot S = A / H_{max}^n \cdot H_{max}^2 = A \cdot \alpha^{(2-n)} \cdot 3^{(2-n)}, \quad (2)$$

где  $\sigma$  - условное напряжение резания, Н/мм<sup>2</sup>. Принимается, что оно зависит от параметра  $A$ , характеризующего прочностные свойства обрабатываемого материала, и от толщины среза  $H_{max}$ ;  $S$  - площадь среза единичным зерном с углом при вершине 90°.

После преобразований зависимость (1) примет вид

$$b_0 = 3 \cdot \left[ \frac{\alpha^{(2-n)} \cdot 3^{(2-n)}}{\frac{A}{a} + \alpha^{(2-n)} \cdot 3^{(2-n)}} - \alpha \right]. \quad (3)$$

Из анализа выражения (3) следует, что независимо от значения показателя  $n$ , который может изменяться в пределах 0,5–2, при заданной производительности обработки, определяемой параметром  $\alpha$ , высота межзеренного пространства круга  $b_0$  с увеличением размера зерен  $Z$  непрерывно возрастает. Причем имеет место более чем пропорциональный рост  $b_0$ , что значительно превосходит влияние прочности связки  $a$ .

Увеличение зернистости позволяет интенсифицировать процесс обработки. Одновременно с повышением производительности алмазной резки возрастает высота межзеренного пространства отрезного круга, что способствует лучшей вмещаемости продуктов диспергирования и удалению их из зоны резания. Это обусловлено тем, что первое слагаемое в рассматриваемом выражении с увеличением  $\alpha$  и  $Z$  стремится к единице, а значение всегда существенно меньше единицы, поэтому их разность с ростом уменьшается незначительно, которая полностью компенсируется пропорциональным ростом множителя  $Z$ .

Таким образом, применение крупнозернистых отрезных кругов позволяет повысить производительность процесса алмазной резки при одновременном обеспечении условий свободного размещения и удаления продуктов диспергирования без нарушения устойчивого равновесного состояния системы зерно–связка.

**Список литературы:** 1. Дрожжин В.И., Гришина Э.В., Солодовник В.Г. Экономическое обоснование целесообразности применения крупнозернистых отрезных кругов из алмазов АСБ для резки стеклопластиков. – Резание и инструмент, 1986, вып. 35, с. 21-23. 2. Новиков Ф.В. Механика круглого алмазного шлифования изделий с прерывистыми поверхностями и пути ее оптимального управления. Дис. ... канд. техн. наук. – Х., 1984. – 200 с.

Поступила в редколлегию 20.06.85