

УДК 621.923.04:621.922.8

**ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УДАЛЕНИЯ ЗАУСЕНЦЕВ
ЭЛАСТИЧНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**

канд. техн. наук Д.Ф. УСТИНОВИЧ
(Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск),
В.И. ПРИБЫЛЬСКИЙ
(Институт надежности машин НАН Беларуси, Минск)

Экспериментально изучено влияние технологических параметров обработки полимерно-абразивными волоконными композитами на производительность удаления заусенцев. Получены эмпирические зависимости производительности обработки от технологических факторов процесса.

Введение. При механической обработке деталей на их кромках образуются заусенцы, которые отрицательно влияют на показатели качества и надежности изделий. Нами рассмотрены некоторые особенности обработки инструментом на основе полимерно-абразивных волокон, которая является перспективной для снятия заусенцев и скругления кромок обрабатываемых поверхностей. Применяемым в настоящее время альтернативным методам (электрохимической, виброабразивной, турбоабразивной обработки) присущи недостатки, ограничивающие их технологические возможности. Полуавтоматическая или полностью автоматическая организация процесса обработки щеточным инструментом обеспечивает получение преимуществ по критериям производительности, качества и экономичности без влияния отрицательных факторов.

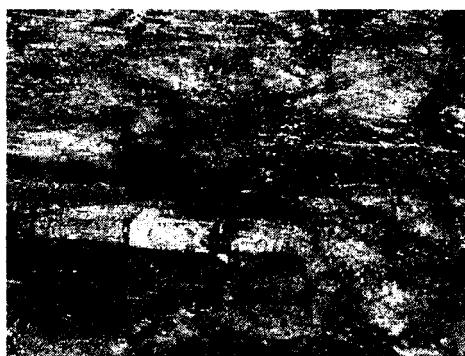
Установлено, что благодаря эластичности и высокой режущей способности волоконных композитов обеспечивается эффективное удаление заусенцев при низких температурах, равномерность обработки и самозатачивание инструмента. Абразивному воздействию подвергаются преимущественно заусенцы и острые кромки. Это позволяет использовать инструмент для снятия заусенцев без отрицательного воздействия на размер и размерные допуски детали.

Мононить, используемая для изготовления инструмента, является композиционным материалом, состоящим из полиамида и абразива. Полиамид марок 6, 12 и 66 превосходит другие полимеры по долговечности, стойкости к истиранию, влагопоглощению и по химической стойкости.

Зерна абразивного наполнителя удерживаются полимерной матрицей волокна и выступают над его внешними поверхностями. Морфология поверхности волокна показана на рис. 1. В снятии припуска участвуют как торцы, так и стороны волокон. При обработке волокно входит в соприкосновение с обрабатываемой деталью, вследствие износа полимерной составляющей композита обнажается поверхность новых абразивных зерен и происходит процесс самозатачивания. В зоне резания наблюдается ударное и скользящее действие волокон на поверхность обрабатываемой детали, в некотором приближении сопоставимое с действием гибких напильников. Эти особенности предопределяют эффективность обработки кромок прерывистых поверхностей.



а)



б)

**Рис. 1. Морфология поверхности полимерно-абразивного композита
при различных значениях зернистости абразивного модификатора, × 500:**
а – $\Delta = 120$ мкм; б – $\Delta = 200$ мкм

Вышеуказанные обстоятельства предъявляют дополнительные требования к виду используемого абразива, которыми, наряду с его доступностью в условиях Республики Беларусь и ценовой эффективно-

стью, являются механическая прочность, твердость, абразивная способность и хрупкость. Исследования, проведенные в отношении этих факторов для применяющихся в производстве абразивных порошков различной зернистости, показали предпочтительность электрокорунда ГОСТ 28818 и карбида кремния ГОСТ 3647-80. Использование алмазных порошков ограничено вследствие высокой стоимости и узкой области их рационального применения.

Зернистость используемых абразивов колеблется от 80 до 320 мкм. Как показано в таблице, диаметр волокна увеличивается по мере увеличения размера зерна абразивного наполнителя. Величина объёмного содержания абразивного модификатора составляет от 20 до 32 %.

Характеристики зернистости волоконных композитов

Диаметр волокна, мм	0,8...1,1	1,2...1,5	1,6...1,9	2,0...2,3	2,4...2,7	2,8...3,1	3,2...3,5
Зернистость абразива, мкм	100...80	125...100	160...100	200...160	250...200	320...200	320...250

Наиболее эффективным является использование волокон среднего ряда диаметров. Волокно обладает достаточной гибкостью, и при данной плотности инструмента для обработки доступна большая площадь абразивной поверхности. Волокна большего диаметра входят в зону резания с ударом, сопровождающимся отскоком и вибрацией, что обусловлено повышенной жесткостью волокна. Они более склонны к разрушению и разрыву, что приводит к ускоренному изнашиванию щетки.

Эластичный инструмент устанавливается с натягом относительно обрабатываемой поверхности. Съем металла происходит за счет наличия силового воздействия волокна и относительных перемещений детали и инструмента (вращательных, поступательных или осциллирующих). При этом главное движение резания совершает инструмент, а рабочие волокна перемещаются в направлении, перпендикулярном обрабатываемой кромке.

Цель работы. Целью данной работы являлось исследование производительности удаления заусенцев с кромок образцов из алюминиевого сплава инструментом на основе эластичных полимерно-абразивных композитов. Полученная информация позволяет осуществить выбор рациональных параметров обработки и эксплуатационных характеристик инструмента.

Методика исследований. Обработку образцов из сплава Д16 ГОСТ 4784-97 осуществляли на экспериментальной установке при варьировании параметров обработки в широком диапазоне значений. Использовались образцы с размерами плоской поверхности 20x30 мм толщиной 10 мм. Обрабатываемая поверхность представляла собой кромки образцов, на которых создавали заусенцы фрезерованием торцевой многозубой фрезой. Размеры заусенцев составляли $h \times b = 0,3 \times 0,3$ и $h \times b = 0,5 \times 0,5$. Величина отклонения размеров заусенцев составляла $\pm 0,04...0,09$ мм. В качестве абразивного модификатора применялся электрокорунд белый 25А зернистостью 100...320 мкм. Концентрация модификатора составляла 24...28 %. Производительность обработки поверхности оценивали по величине интервала времени, достаточного для полного удаления заусенца. Эксперименты проводили по методике, предполагающей многократное введение образца в зону обработки в каждом цикле обработки с интервалами времени 1 и 2 с.

Результаты и обсуждение. Выявлены закономерности изменения производительности обработки t от величины натяга i при обработке заусенцев величиной $h \times b = 0,3 \times 0,3$. С увеличением деформации инструмента от 0,5 до 3 мм производительность обработки увеличивается с 52 с до 4 с при обработке полимерным композитом зернистостью 100 мкм и с 9 до 1 с при обработке композитом зернистостью 160 (рис. 2), при этом зависимости имеют одинаковый характер. Большие значения производительности, полученные при обработке полимерно-абразивными композитами с большей зернистостью, обусловлены их повышенной режущей способностью, прочностью закрепления абразивных зерен в полимерной матрице волокна, жесткостью волокна композита и большими значениями зернистости абразива. Совокупность эластичных волокон образуют дискретный режущий контур, благодаря чему исключается «засаливание» рабочей поверхности инструмента и поддерживается постоянная режущая способность в течение всего цикла обработки.

Обработка результатов эксперимента позволила установить, что зависимость производительности обработки от величины натяга выражается уравнениями (1) - (3):

$$t_1 = 2,0179i^2 - 23,354i + 72,3; \quad (1)$$

$$t_2 = 0,75i^2 - 9,5071i + 32,4; \quad (2)$$

$$t_3 = 0,25i^2 - 3,2643i + 11,8, \quad (3)$$

где t_1, t_2, t_3 (с) – величина производительности обработки соответственно при $\Delta = 100$ мкм, $\Delta = 120$ мкм, $\Delta = 160$ мкм; i – величины натяга.

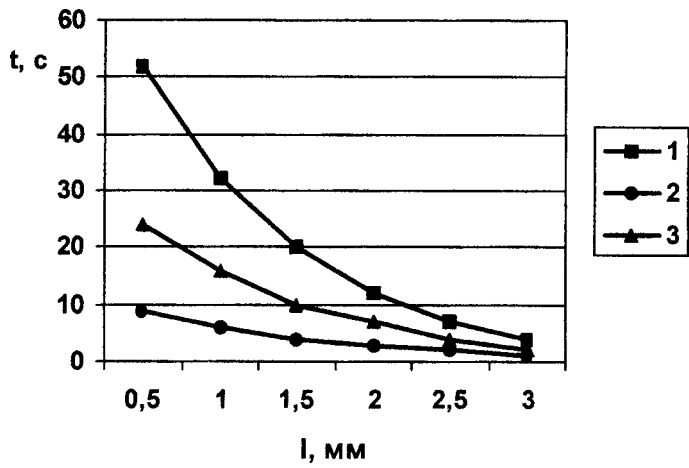


Рис. 2. Зависимость производительности обработки t от величины натяга I при $V_p = 10,5$ м/с:
1 - зернистость абразива $D=100$ мкм; 2 - зернистость абразива $D=160$ мкм;
3 - зернистость абразива $D=120$ мкм

Увеличение частоты вращения инструмента сопровождается уменьшением времени удаления заусенца размером $h \times b = 0,5 \times 0,5$ с 34... 14 с до 6... 1 с (рис. 3). Полученные результаты объясняются возрастанием количества формообразующих ударных и режущих взаимодействий абразивных зерен с поверхностью в единицу времени, частоты воздействий зерен, что сопровождается интенсификацией процесса удаления заусенца. Повышение частоты вращения инструмента с 500 до 3000 об/мин уменьшает время полного удаления заусенца в 5,6 раза (кривая 1) и в 7 раз (кривая 2).

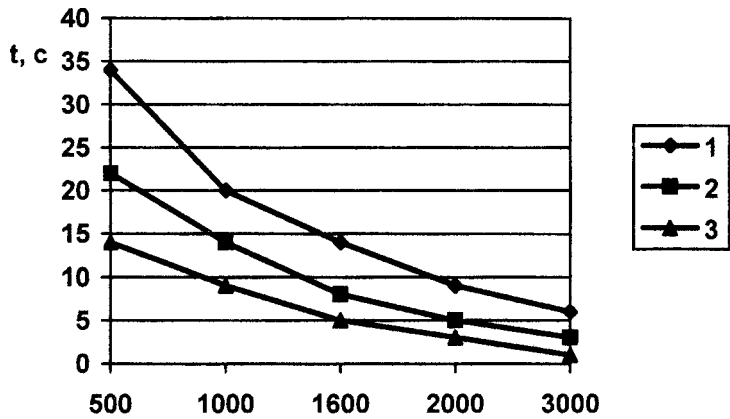


Рис. 3. Зависимость производительности обработки / от частоты вращения инструмента n при величине натяга $i = 2$ мм:
1 - зернистость абразива $D=100$ мкм; 2 - зернистость абразива $D=160$ мкм;
3 - зернистость абразива $D=320$ мкм

При этом зависимость производительности обработки от частоты вращения инструмента выражается следующими уравнениями (4) - (6):

$$I_1 = 0,5714n^2 - 6,6286n + 20,0; \tag{4}$$

$$I_2 = 1,0714n^2 - 11,129n + 32,0; \tag{5}$$

$$I_3 = 1,6429n^2 - 16,557n + 48,2, \tag{6}$$

где t_h , t_2 , h (с) - величина производительности обработки соответственно при $A = 100$ мкм, $A = 160$ мкм, $A = 320$ мкм; n - частота вращения.

Установлено (рис. 4), что с увеличением радиальной деформации / эластичного инструмента возрастают значения производительности удаления заусенцев размером $h \times b = 0,5 \times 0,5$ при всех значениях применяемого абразивного модификатора во всем интервале варьирования. Это обусловлено увеличением интенсивности силового воздействия на обрабатываемую поверхность. Применение абразива зернистостью 320 мкм (кривая 3) сопровождается превышением параметра t в 3,5...4 раза по сравнению с обработкой зернистостью 100 мкм (кривая 1).

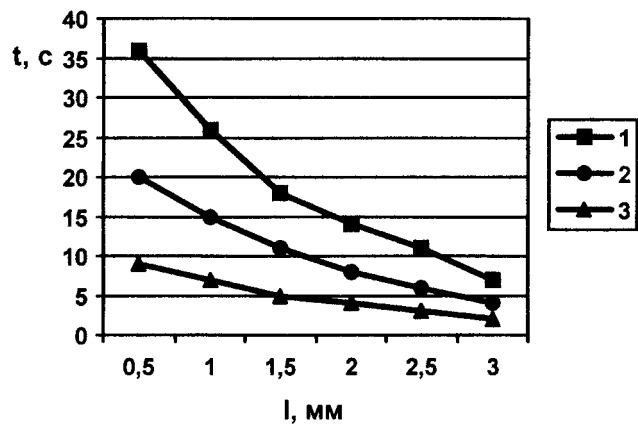


Рис. 4. Зависимость производительности обработки t от величины натяга i при скорости резания $V_p = 10,5 \text{ м/с}$:
1 – зернистость абразива $\Delta = 100 \text{ мкм}$; 2 – зернистость абразива $\Delta = 160 \text{ мкм}$;
3 – зернистость абразива $\Delta = 320 \text{ мкм}$

Выводы

- 1. Обработка полимерно-абразивными волоконными композитами является эффективным технологическим способом удаления заусенцев, позволяющим повысить производительность обработки сплава Д16 в 4...9 раз.
- 2. Получены эмпирические зависимости производительности обработки от технологических факторов процесса. Полученные результаты позволяют осуществлять выбор оборудования и рациональных режимов обработки для обеспечения повышения качества поверхности кромочных зон деталей и механизации зачистных операций.