

АБРАЗИВНО-ПОЛИМЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Б.Е. Пини, О.В. Крылов, Е.А. Хачикян

В работе представлены различные виды щеточных инструментов для поверхностной обработки деталей. Проведен эксперимент, показавший эффективность применения цилиндрических абразивно-полимерных щеток для снятия заусенцев и полировки поверхностей при незначительном съеме металла. Установлено, что при подаче щетки к изделию на глубину на 2 мм шероховатость поверхности значительно снижается, а увеличение подачи на глубину более 2 мм практически не оказывает влияния на результат обработки. При увеличении размера зерен в волокне количество снимаемого металла возрастает за счет увеличения режущей способности щеток. В этом случае появляется возможность успешно удалять значительные поверхностные налеты и снимать относительно небольшие заусенцы на острых кромках деталей.

Ключевые слова: абразивно-полимерные инструменты, шероховатость поверхности.

SCRAPING-POLYMERIC TOOLS FOR PART MACHINING

B.E. Pini, O.V. Krylov, E.A. Khachikyan

The paper presents the different types of brushed tools. The experiment showed the effectiveness of cylindrical scraping- polymeric brushes for deburring and polishing surfaces with little metal removal. It found that surface roughness is significantly reduced with feeding the brush to the product at a depth of 2 mm, and a feeding to a depth of more than 2 mm has almost no effect on the treatment result. A growth of the grain size in the fiber increases the amount of metal removed by hardening the brush cutting ability. In this case, it makes possible to successfully remove the sizable surface thin coating and to clean off relatively small burrs on the sharp edges of parts.

Keywords: scraping-polymeric brushes, surface roughness.

Введение

Шероховатость поверхности является одной из основных характеристик качества поверхности деталей и оказывает влияние на эксплуатационные показатели. Именно поэтому доля финишных операций в металлообработке последние годы постоянно увеличивается. Возрастает также количество сложных поверхностей с острыми кромками и небольшими заусенцами, недопустимыми при эксплуатации изделий. Для снятия заусенцев вместо ручной заправки надфилями используют различные щетки, закрепленные в ручных электроинстру-

ментах. Применение щеток различных конструктивных видов с проволочным ворсом, часто называемых карцовочными, эффективно при снятии значительных заусенцев с твердых поверхностей и недопустимо для мелких заусенцев на деталях из незакаленных материалов, цветных металлов и пластика [1].

В таких случаях целесообразно применять щетки с абразивно-полимерным ворсом. Абразивно-полимерные инструменты известны достаточно давно, однако в российской промышленности применяются они редко, несмотря на целый ряд достоинств [2–4].

Целью работы является исследование технологических особенностей обработки цилиндрическими абразивно-полимерными щетками: возможностей применения этого вида инструментов для снятия различного рода налетов, пригаров и покрытий с одновременным полированием обрабатываемых поверхностей практически без изменения их размеров и формы; определение допустимых величин давления на обрабатываемую поверхность за счет смещения щетки.

Конструктивные особенности щеточных инструментов

Щеточные инструменты имеют различные рабочие материалы в зависимости от их назначения. Карцовочные щетки имеют проволочные рабочие элементы, а у полимерных рабочим элементом является ворс, выполненный из чистого полимера. Отличием абразивно-полимерных щеток от карцовочных и щеток с полимерным ворсом без абразива является то, что они изготавливаются из полимерного волокна с распределенными абразивными зёрнами внутри него – вкрапления (рис. 1).

В щетках могут быть использованы абразивные зёрна различной величины – 50, 80, 120, 220 и 320 мкм. В зависимости от величины абразивного зёрна и конструкции щеток будут меняться их режущие свойства и, в частности, их возможности по снятию поверхностных дефектов и заусенцев с повышением производительности обработки изделий. Это, очевидно, связано со способом получения волокна, которое должно сохранить эластичность и стойкость к разрушению. Возможно, что в этом случае волокно не обязательно должно сохранить круглую форму, а иметь форму сплюсненного цилиндра с расположением его плоской поверхности к обрабатываемому изделию (рис. 2).

Учитывая, что волокно воздействует на обрабатываемую поверхность в изогнутом состоянии, следовательно, и сечение волокна будет располагаться под углом к оси волокна, т.е. увеличивается площадь контакта каждого волокна с обрабатываемой поверхностью [5]. Следует также помнить, что при высоком давлении волокна на обрабатываемую поверхность, в зависимости от скорости обработки, в контакте могут возникать высокие температуры, что недопустимо из-за возможного расплавления волокна.

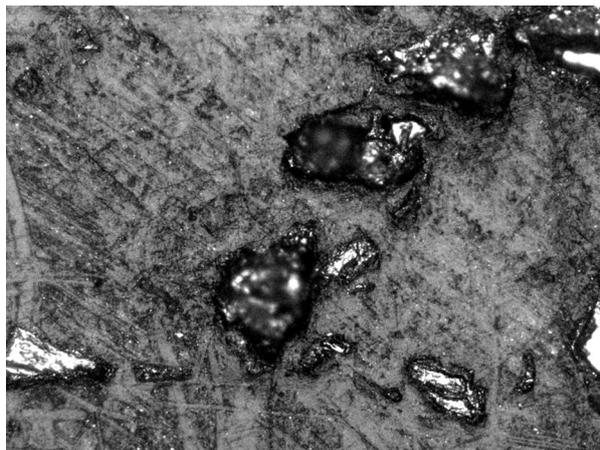


Рис. 1. Торцевая поверхность волокна с абразивными зёрнами, увеличение 1000×

Щетки с абразивно-полимерным ворсом пока не нашли широкого применения в российской промышленности, хотя обладают следующими технологическими достоинствами:

- 1) высокая гибкость без риска поломки волокна;
- 2) возможность удаления различных видов налетов, пригаров и т.п. дефектных слоев практически без изменения исходных размеров изделий;
- 3) полировка поверхностей и снятие небольших заусенцев, в том числе на сложнопрофильных поверхностях;
- 4) минимальное количество отходов от истирания волокон инструмента при обработке изделий;
- 5) высокая износостойкость абразивно-полимерного ворса при сохранении равномерной режущей способности вследствие постоянного

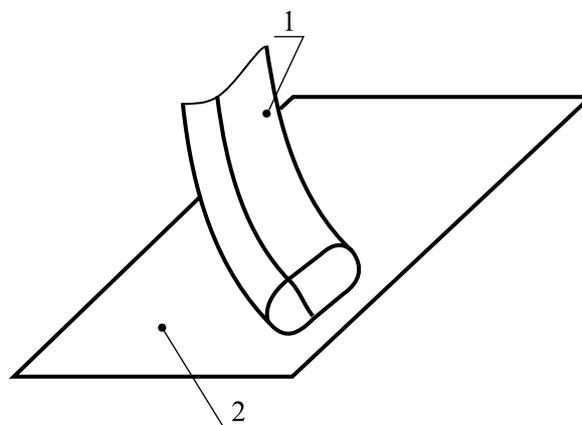


Рис. 2. Взаимодействие абразивно-полимерной нити (1) с обрабатываемой поверхностью (2)

обновления контактной поверхности каждого рабочего элемента;

6) стойкость к воздействию различных жидкостей;

7) возможность применения данного вида инструмента при использовании ручного электроинструмента, на универсальном оборудовании, на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.

Отсутствие широкого применения абразивно-полимерных щеток объясняется тем, что нет рекомендаций по их эффективному использованию для удаления различных налетов на деталях, снятию заусенцев, а также рекомендаций по применению соответствующего оборудования. Кроме того, если раньше отечественные производители выпускали некоторые виды щеток, то в настоящее время известны только разнообразные щетки зарубежных производителей [2, 6, 7].

Воздействие щеток на обрабатываемые поверхности в немалой степени зависит от вида конструкции щеток и связано с целью обработки, которую необходимо выполнить. Следует учитывать, что при воздействии пучка ворса на обрабатываемую поверхность при различной величине смещения щетки к изделию имеет место различное давление, обеспечиваемое волокнами ворса, что связано с изгибом волокон не только в направлении движения щетки, но и в боковые стороны. В результате снижается эффективность воздействия щетки на обрабатываемую поверхность и увеличивается время обработки.

Применительно к машиностроительным деталям наиболее целесообразными к использованию представляются дисковые цилиндрические и торцевые щетки (рис. 3) с различным диаметром волокна, различной зернистостью абразивных зерен и различным вылетом волокон. От вылета волокна и подачи щетки на глубину к изделию зависит воздействие волокна на обрабатываемую поверхность.

Для обработки внутренних поверхностей деталей используются щетки типа ерш. Их можно использовать вручную, а также устанавливать на ручной инструмент (рис. 4).

Методика проведения эксперимента

Для определения технологических возможностей абразивно-полимерных щеток были проведены эксперименты по обработке пла-

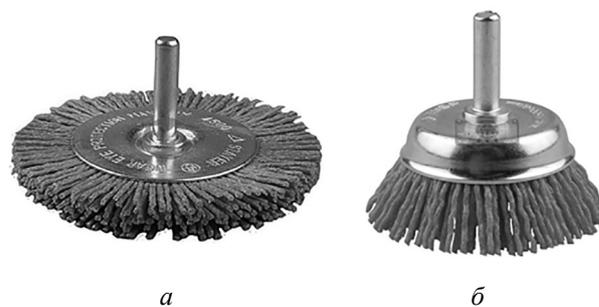


Рис. 3. Дисковая (а) и торцевая (б) щетки

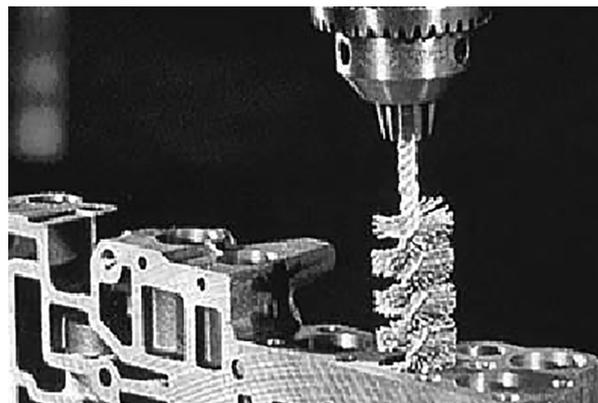


Рис. 4. Щетка для обработки внутренних поверхностей

стин, изготовленных из различных материалов, цилиндрической щеткой с наружным диаметром $\varnothing 110$ мм при вылете ворса от места закрепления 15 мм, ширине венца 10 мм и диаметре ворса 0,6 мм. Зернистость абразива составляла около 50 мкм, при объемном его содержании в волокне, равном примерно 30 %. Производилась обработка образцов, представляющих собой пластины из труднообрабатываемых материалов (ХН78Т, ХН50ВМТЮБ, ХН45ВМТЮБР, ОТ4-1, ВТ20) с размерами $200 \times 100 \times 3$ мм.

Эксперимент проводился на вертикально-фрезерном станке при подаче щетки на различную глубину к пластине. Испытываемая металлическая пластина зажималась в тисках (рис. 5) и подвергалась обработке (рис. 6). Обработка производилась при предварительном смещении щетки до касания с пластиной. Затем щетка выводилась за пределы пластины с последовательной ее подачей на глубину по нониусу станка на величины 2, 2,5 и 3 мм для каждого эксперимента. Далее вращающаяся щетка совершала однократное перемещение вдоль обрабатываемой поверхности с вращением с $n = 450$ об/мин и продольной подачей $S = 200$ мм/мин.

Для определения величины съема металла и измерения шероховатости поверхности пластины использовался профилограф-профилометр модели 170623 ТУ 2.034.5748542.46-04 с выводом результатов измерений на компьютер. Величина съема металла определялась по изменению глубины поперечных рисок, предварительно наносимых на пластину через каждые 50 мм. Шероховатость поверхности исследуемой пластины замерялась до и после обработки в продольном и поперечном направлениях.

Учитывая небольшую величину съема металла при обработке абразивно-полимерной щеткой, применение профилографа-профилометра дает возможность определить величину съема металла с высокой точностью.

Для сравнения полученных результатов эксперимент также проводился цилиндрической щеткой с полимерным волокном без абразива.

Результаты исследования

По результатам обработки образца из стали ХН45МВТЮБР при подаче щетки на глубину 3 мм относительно начального положения образца получены профилограммы шероховатости при обработке абразивно-полимерной щеткой и щеткой с волокном без абразива (рис. 7).



Рис. 5. Абразивно-полимерная щетка и обрабатываемая пластина

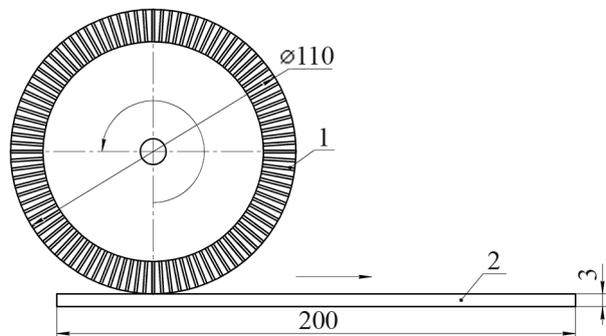


Рис. 6. Схема обработки:
1 – абразивно-полимерная щетка,
2 – обрабатываемая деталь



а



б

Рис. 7. Шероховатость образца из стали ХН45МВТЮБР по показаниям профилографа-профилометра при обработке абразивно-полимерной щеткой (а) и полимерной щеткой с волокном без абразива (б)

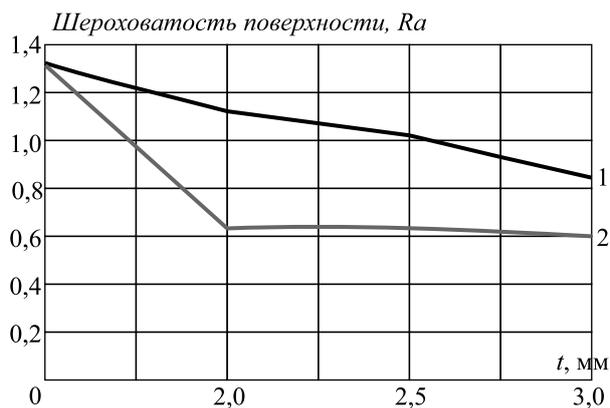


Рис. 8. Шероховатость поверхности пластины из стали ХН45МВТЮБР при обработке с подачей щетки на различную глубину относительно пластины:
 1 – щетка с ворсом без абразива;
 2 – абразивно-полимерная щетка

После обработки результатов измерения шероховатости в поперечном направлении по отношению к направлению движения щетки построен график (рис. 8), характеризующий полученную шероховатость образца при обработке щеткой с волокном, содержащим абразивные зерна величиной около 50 мкм и щеткой с ворсом без абразивных зерен.

На графике общая точка кривых соответствует значению шероховатости поверхности образца до проведения испытаний.

Анализ полученных результатов показывает, что подача щетки на глубину к пластине повышает качество обработанной поверхности как для абразивно-полимерных, так и для щеток с полимерным волокном без абразива. Для абразивно-полимерных щеток характерно снижение шероховатости по сравнению с исходной, оно особенно существенно при подаче щетки на глубину к пластине до 2 мм. Щетка с волокном без абразива снижает шероховатость обрабатываемой поверхности при подаче щетки на любую глубину к образцу, но при этом значение шероховатости поверхности остается выше, чем при обработке абразивно-полимерной щеткой. Полученные результаты дают основания сделать вывод о том, что подача щетки на глубину более 2 мм к изделию незначительно оказывает влияние на результат обработки. В связи с этим можно полагать, что основным фактором для съема металла является ударное воздействие волокон с абразивными зернами на обрабатываемую поверхность.

Для определения величины съема металла с пластин рассмотрены показания профилограмм, из которых следует, что для материала ХН78Т глубина риски до обработки составляла 11,9 мкм, а после обработки абразивно-полимерной щеткой при ее подаче на глубину 3 мм относительно начального положения обрабатываемой поверхности эта величина равнялась 8,7 мкм, т.е. съем металла составил 3,2 мкм.

Таким образом, измерения глубины рисок до и после обработки абразивно-полимерными щетками подтвердили тот факт, что абразивно-полимерные щетки могут успешно применяться для обработки деталей из труднообрабатываемых материалов, улучшая качество поверхности, снимая дефектные поверхностные слои практически без изменения исходной точности формы и размеров деталей.

Заключение

Абразивно-полимерные щетки при обработке различных деталей, в том числе, из труднообрабатываемых материалов, показали способность снижать шероховатость исходной поверхности при незначительном съеме металла. При увеличении размера зерен в волокне следует ожидать повышение съема металла за счет увеличения режущей способности щеток. В этом случае появляется возможность успешно удалять значительные поверхностные налеты и снимать относительно небольшие заусенцы на острых кромках деталей. Эти операции могут быть выполнены не только с помощью ручного инструмента, но и при установке щеток на станки с программным управлением.

Список литературы

1. *Гдалевич А.И.* Финишная обработка лепестковыми кругами. М.: Машиностроение, 1990. – 112 с.
2. Обоснование выбора абразивно-полимерного инструмента для выполнения отделочных операций / *С.И. Дядя, Н.В. Гончар, Д.Н. Степанов, В.И. Черный, О.В. Алексеенко* // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. 2010. Вып. 2. С. 145–148.
3. Исследование процесса обработки полимерно-абразивным инструментом при помощи моделирования / *Н.В. Гончар, Э.В. Кондратюк, Д.Н. Степанов, М.В. Кучугуров* // Резание и инструмент в технологических системах. 2013. Вып. 83. С. 55–63.

4. Абрашевич Ю.Д., Оглоблинский В.А., Оглоблинский А.В. Щеточные инструменты на основе полимерно-абразивных волокон // Мир техники и технологий. 2006. Вып. 5. С. 50–52.
5. Гончар Н.В., Кучугуров М.В., Степанов Д.М. Методика моделювання спільної роботи пружних полімерно-абразивних волокон при контакті з поверхнею зразка // Вісник Житомирського державного технологічного університету. 2011. Вып. 3/58. С. 9–11.
6. Щетки фирмы «Осборн». Режим доступа: <http://www.osborn.ru> (дата обращения: 11.04.2016).
7. Инструменты фирмы 3М. Режим доступа: <http://www.3Mabrasives.ru> (дата обращения: 12.04.2016).

Материал поступил в редакцию 14.03.2016

ПИНИ Борис Евгеньевич E-mail: boris.pini@mail.ru Тел.: (495) 276-33-25	Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные станочные системы и инструменты» Университета машиностроения. Сфера научных интересов – инструменты и станочное оборудование. Автор 68 научных статей, 32 изобретений.
КРЫЛОВ Олег Владимирович E-mail: krylovoleg@mail.ru Тел.: (495) 683-99-83	Кандидат технических наук, профессор кафедры «Высшая математика» Университета машиностроения. Сфера научных интересов – математические исследования в области динамики автомобиля, тепловой напряженности, газовой динамики литейной формы. Автор 78 научных статей.
ХАЧИКЯН Екатерина Аветиковна E-mail: khachikyan121@mail.ru Тел.: (495) 276-33-25	Аспирант кафедры «Автоматизированные станочные системы и инструменты» Университета машиностроения. Сфера научных интересов – исследование эффективности использования гибких абразивосодержащих инструментов. Автор трех научных статей.