

УДК 621.924.93

Представление результатов и анализ обработки металлических материалов точением гидроабразивной струей

Белова Мария Сергеевна

latetoregret@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Гидроабразивное точение — механический процесс, при котором материал удаляется путем непосредственного физического контакта гидроабразивной струи с заготовкой. При этом струя совершает поступательное движение, а заготовка — вращательное. Обработка материала точением гидроабразивной струей основывается на принципах классической токарной обработки. Отличительной особенностью точения гидроабразивными струями является фактическое отсутствие рабочего инструмента. Роль резца при данном виде обработки выполняет струя воды, проходящая через сопло установки гидроабразивной резки, смешивающаяся в смесительной камере с абразивом. Роль абразива выполняет гранатовый песок. Фокусирующая трубка установки гидроабразивной резки обеспечивает требуемый диаметр струи смеси. В настоящее время возрастает актуальность и востребованность рассматриваемого метода обработки материала в силу его экологичности, широкого диапазона получаемых значений шероховатости чистой поверхности и универсальности. Рассмотрены теоретические основы гидроабразивного точения материалов, применимость данного метода обработки для изготовления изделий различного назначения.

Ключевые слова: гидроабразивная обработка, гидроабразивное точение, точение, шероховатость

Presentation of results and analysis of metal materials treatment by waterjet turning

Belova Maria Sergeevna

latetoregret@gmail.com

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. Waterjet turning is a mechanical process in which material is removed by direct physical contact of a waterjet jet with a workpiece. The jet performs a translational motion, and the workpiece rotates. Material processing by turning with a waterjet jet is based on the principles of classical turning. A distinctive feature of turning with waterjet jets is the virtual absence of a working tool. The role of a cutter in this type of processing is performed by a water jet passing through the nozzle of the waterjet cutting unit, mixing in the mixing chamber with an abrasive. The role of an abrasive is performed by garnet sand. The focusing tube of the waterjet cutting unit provides the required diameter of the mixture jet. Currently, the relevance and demand for the material processing method under consideration is increasing due to its environmental friendliness, wide range of obtained surface roughness values and versatility. This article discusses the theoretical foundations of

waterjet turning of materials and the applicability of this processing method for the manufacture of products for various purposes.

Keywords: *waterjet machining, waterjet turning, turning, roughness*

Основой технологии гидроабразивной обработки материалов является принцип эрозионного воздействия высоконапорной смеси воды и твердых абразивных частиц на обрабатываемый материал.

Гидроабразивное точение — механический процесс, при котором материал удаляется путем непосредственного физического контакта гидроабразивной струи с заготовкой. При этом струя совершает поступательное движение, а заготовка — вращательное. Обработка материала точением гидроабразивной струей основывается на принципах классической токарной обработки. Отличительной особенностью точения гидроабразивными струями является фактическое отсутствие рабочего инструмента. Роль резца при данном виде обработки выполняет струя воды, проходящая через сопло установки гидроабразивной резки, смешивающаяся в смесительной камере с абразивом. Роль абразива выполняет гранатовый песок. Фокусирующая трубка установки гидроабразивной резки обеспечивает требуемый диаметр струи смеси [1–5].

В настоящее время возрастает актуальность и востребованность рассматриваемого метода обработки в силу его экологичности, широкого диапазона получаемых значений шероховатости чистовой поверхности и универсальности.

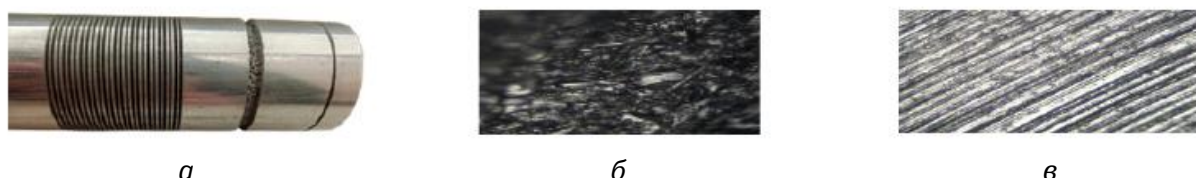
Средняя шероховатость поверхности при обработке металлических материалов гидроабразивными методами составляет 1,6 мкм (Ra). Регулирование шероховатости чистовой поверхности возможно за счет изменения количества абразива, подаваемого в смесительную камеру, т. е. за счет регулирования концентрации абразивных веществ в готовой смеси. Возможность регулирования конечной шероховатости поверхности позволяет применять гидроабразивное точение для изготовления деталей различного назначения: малая шероховатость требуется при изготовлении деталей, соединяемых между собой разъемными соединениями, высокая — при изготовлении деталей, которые соединяются посредством неразъемных соединений, преимущественно клеевых. Соответственно, метод гидроабразивного точения позволяет изготавливать тела вращения с различной требуемой шероховатостью последовательно на одном и том же оборудовании без смены инструмента исключительно за счет управления количеством подаваемого абразива.

Основным недостатком рассматриваемого метода обработки материалов является конусность граней и закругленность кромок профиля реза. Частицы абразива при прохождении через фокусирующую трубку движутся по z-образной траектории, что влияет на угол, под которым гидроабразивная струя подается на заготовку, а, соответственно, и на точность воспроизведения требуемой формы изделия.

Перспективность применения гидроабразивного точения металлических материалов при изготовлении изделий авиационной и ракетно-космической техники заключается в высокой точности обработки поверхностей изделия

и отсутствии образования зон термического влияния инструмента на обрабатываемую поверхность, т. к. данный метод обработки относится к процессам холодной резки.

В рамках проведения первой серии экспериментов была поставлена следующая цель: получить проточенные канавки на цилиндрической заготовке из алюминиевого сплава АМг6, тем самым доказав возможность осуществления технологии гидроабразивного точения. Первичный рез, полученный на заготовке, имеет ширину 0,5 мм на участке канавки, приближенном к поверхности заготовки, и ширину 0,35 мм в глубине реза. Глубина реза составляет 5 мм. Рез кольцевой, непрерывный. Уменьшения ширины реза у поверхности заготовки по длине канавки не обнаружено. Кромки мало закругленные, радиус закругления 0,1 мм. В сечении отчетливо видна конусность профиля, вызванная уменьшением давления и скорости, а также рассеиванием струи по мере ее углубления в структуру материала. Структура полученной поверхности напоминает структуру хрупкого излома металлов (см. рисунок).



Сечение (а) и структура (б) заготовки после обработки гидроабразивным точением; структура после классической токарной (в) обработки

Список источников

- [1] Попелюх А.И., Тюрин А.Г., Плотникова Н.В. *Перспективные способы обработки материалов*. Челябинск, Южно-Уральский государственный университет, 2014, 49 с.
- [2] Верченко А.В., Тамаркин М.А., Кишко А.А. Исследование шероховатости поверхности реза при гидроабразивной резке. *Вестник Донского государственного технического университета*, 2017, № 2 (89), с. 116–130.
- [3] Тамаркин М.А., Тищенко Э.Э., Верченко А.В., Коханюк А.Г. Формирование шероховатости поверхности при гидроабразивной резке заготовок. *Высокие технологии в машиностроении. XVII Всерос. науч.-техн. конф.: матер.* Самара, СГТУ, 2018, с. 30–32.
- [4] Абашин М.И., Хафизов М.В. Механизмы гидроэрозионного разрушения твердотельной преграды. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2011, № 13. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18198385_19171883.pdf (дата обращения 22.06.2025).
- [5] Колпаков В.И., Илюхина А.А. Особенности математического моделирования разрушения конструкций из разных материалов под действием высокоскоростной гидроабразивной струи. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2019, № 9 (93). <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2019-9-1913>