

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

*Кексин А.И., Дроботухин В.К.*

*Санкт-Петербургский горный университет*

Важнейшей проблемой технологии машиностроения является повышение качества поверхностного слоя изготавливаемого изделия. Особое значение в этом вопросе приобретают изделия со сложнопрофильными поверхностями, процесс изготовления которых осложняется их криволинейной пространственной формой [3]. К числу сложнопрофильных изделий относят режущие инструменты, в частности метчики. Состояние поверхностного слоя контактных поверхностей зубьев метчика определяет не только работоспособность данного инструмента, но и формируемое посредством его качество боковых сторон внутреннего резьбового профиля [3].

Из теории и практики машиностроения известно, что формирование резьбового профиля осуществляется путем копирования на изделия формы режущих зубьев, качественные характеристики и дефекты которых автоматически переносятся с поверхностей зубьев на поверхность изготавливаемого изделия [1]. Определяющую роль в этом процессе играет режущая кромка и зона, близкая к ней [3], так как она является наиболее нагруженной частью клиновидной формы зуба. Данный факт подтверждается тем, что отказы инструментов на предприятиях за счет дефектов кромки происходят в 95% от всех случаев отказов. В связи с этим повышение качества поверхностного слоя режущих кромок инструмента (метчика) является актуальной научно-технической задачей современного машиностроения.

В настоящее время режущие кромки инструмента после заточки желательнее подвергать дополнительной финишной обработке [1]. Анализ существующих отделочных операций режущих инструментов показал, что наиболее эффективным процессом для реализации таких задач является магнитно-абразивная обработка (МАО). Магнитно-абразивная обработка (рисунки 1) заключается в том, что порошковая ферромагнитная абразивная масса, уплотненная энергией магнитного поля, осуществляет абразивное воздействие на обрабатываемую заготовку [2, 3], при этом последней придают необходимые для обработки движения – вращательное, осциллирующее и возвратно-поступательное.

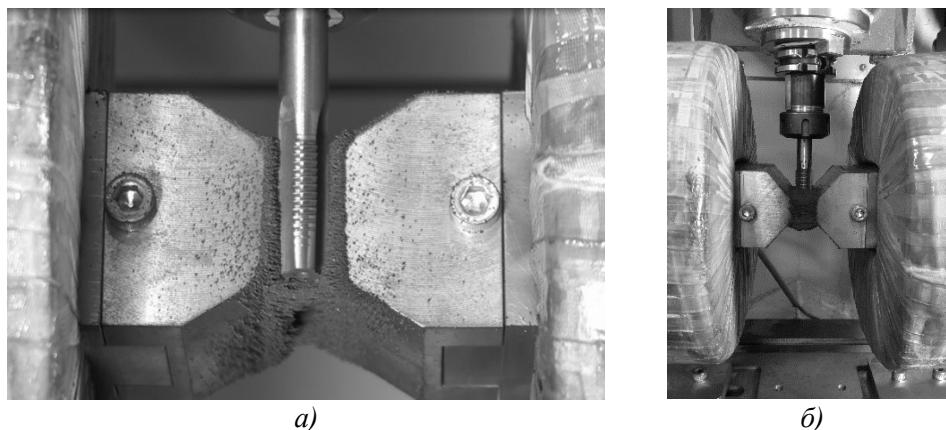


Рисунок 1 – Магнитно-абразивная обработка метчика (а) и устройство (б)

С целью решения вышеизложенной проблемы по повышению качества поверхностного слоя режущих кромок инструмента (метчика) на кафедре машиностроения Санкт-Петербургского горного университета были проведены исследования по магнитно-абразивной подготовке метчиков, которая осуществлялась на специально разработанной установке, расположенной в лаборатории станков с ЧПУ. Устройство для МАП базировалось

на фрезерном станке с ЧПУ, который позволяет обеспечить процесс обработки всеми необходимыми рабочими движениями.

В качестве экспериментальных образцов были взяты метчики M16x2 из быстрорежущей стали P6M5. Для формирования магнитно-абразивной щетки в рабочей зоне электромагнитной системы использовался порошок на основе карбида титана и железа (TiC+Fe). Варьируемыми параметрами являлись технологические факторы MAO: зернистость порошка  $\Delta = 160 \dots 315$  мкм; магнитная индукция  $B = 0,6 \dots 1,0$  Тл; время полирования  $t = 60 \dots 210$  сек. Контролируемыми параметрами – радиус скругления режущих кромок  $\rho$ , мкм; шероховатость и микротвердость режущих кромок  $Ra$ , мкм и  $Hv$ , кгс/мм<sup>2</sup>.

В результате проведенных экспериментальных исследований по магнитно-абразивной подготовке метчиков установлено, что в исследуемом диапазоне технологических факторов процесса MAO радиус скругления режущих кромок изменяется в пределах  $\rho = 26 \dots 64$  мкм, шероховатость –  $Ra = 0,09 \dots 0,061$  мкм, микротвердость –  $Hv = 766 \dots 1505$  кгс/мм<sup>2</sup> [3]. Применение MAO для подготовки метчиков позволяет за сравнительно небольшое время ( $t = 60 \div 210$  с) удалять предшествующий дефектный слой и формировать новый – упрочненный, скруглять до необходимых пределов режущие кромки, а также снижать шероховатость контактных поверхностей режущих зубьев. В качестве примера на рисунке 2 представлены снимки контактных поверхностей зубьев метчика до и после магнитно-абразивной обработки.

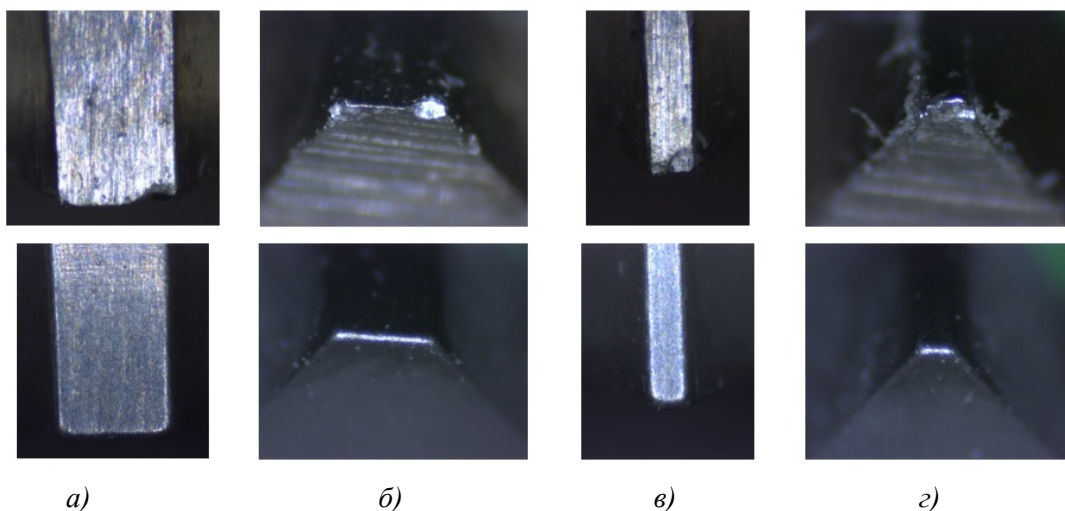


Рисунок 2 – Зубья метчика до (верхний ряд) и после (нижний ряд) магнитно-абразивной обработки: а-б) 4-й зуб на заборном участке; в-з) 6-й зуб на калибрующем участке

После подготовки метчиков при различных технологических факторах процесса MAO производились исследования по нарезанию внутренней резьбы, которые происходили на токарном-винторезном станке модели Trens SN 32/750 в производственных условиях. Обработка осуществлялась в заготовках из коррозионно-стойкого материала (толщина металла 40 мм) марки 08X18H10T. Проведенные исследования по изготовлению внутренних резьбовых поверхностей в заготовках из коррозионно-стойкой стали показали, что шероховатость внутренней резьбы в результате ее изготовления метчиком, предварительно не подвергнутым MAO, получается  $Ra = 1,77$  мкм, а при изготовлении метчиками, предварительно обработанными MAO –  $Ra = 0,73 \dots 1,42$  мкм (в зависимости от технологических факторов MAO) [2].

Таким образом, технология магнитно-абразивной обработки улучшает состояние контактных поверхностей зубьев режущего инструмента, что способствует в дальнейшем при изготовлении таким инструментом изделий машиностроительного комплекса повышать их качественные характеристики и эксплуатационные свойства.

### Список использованных источников

1. Барон Ю.М. Влияние состояния кромок лезвий на эффективность режущих инструментов // Инструмент и технологии, 1997. – Вып. 5. – С. 1-11.
2. Olt J. J., Maksarov V.V., Keksin A.I. Internal thread cutting process improvement based on cutting tools treatment by composite powders in a magnetic field / Journal of silicate based and composite materials. – №4. – Vol. 70. – No. 4. – 2018. – Pp. 128-131.
3. Maksarov V.V., Keksin A.I. Technology of magnetic-abrasive finishing of geometrically-complex products / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – № 4. – Т. 327. – 2018. – Pp. 42-45.

УДК 621.386.223

## РАЗРАБОТКА МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

*Козлов Е.А.*

*Рязанский государственный радиотехнический университет*

В настоящее время наблюдается отчетливая тенденция возрастания доли микрофокусных трубок на рынке рентгеновского оборудования. Такая тенденция связана с использованием методов рентгеновской микроскопии, в частности компьютерной микротомографии, при производстве компонентов микроэлектроники, изделий автомобильной и аэрокосмической промышленности.

Микрофокусные рентгеновские трубки (МРТ) обладают целым рядом преимуществ по сравнению с макрофокусными, а именно: высокая локальность воздействия на исследуемый объект, снижение дозы облучения смежных с объектом областей, лучшее качество теневых изображений при одинаковой дозе облучения и получения увеличенных рентгеновских изображений.

К классу микрофокусных относятся трубки с размером фокусного пятна менее 100 мкм, а показатели мощности варьируются от нескольких единиц до десятков Вт. Говоря о совершенствовании параметров МРТ, стремятся увеличить мощность рентгеновской трубки и уменьшить размер фокусного пятна. Совместить два данных фактора в МРТ практически невозможно, так как верхний предел мощности, рассеиваемой на аноде МРТ, невелик и не превышает 1 Вт на 1 мкм<sup>2</sup>. Поэтому необходимо искать новые пути решения данной проблемы.

Часть исследований направлена на применение многослойных твердотельных структур, с целью рассеивания больших тепловых мощностей. Другая часть исследований направлена на использование алмаза, обладающего большой теплопроводностью, в качестве подложки для нанесения мишени. Проводятся исследования по поиску не традиционных конструктивных исполнений анодов МРТ. Одним из таких является МРТ с жидкометаллическим анодом [1]. В данной работе предлагается конструкция МРТ, в которой классический прострельный анод заменен тепловой трубой [2], способная отводить из локальной области нагрева тепловые мощности, оцениваемые в кВт [3].

Техническая реализация анода МРТ на основе тепловой трубы [2] кроет в себе следующую идею (рисунок 1). Тепловая труба 1 объединяет в себе мишень 2, выходное окно для излучения 3 и подложку 8. Пучок электронов 6 воздействует на мишень, генерируя рентгеновское излучение 7, одновременно разогревая область 4. По средствам теплопроводности материала мишени тепловая мощность передается в теплоноситель – подложку анода 8, разогревая его до температуры испарения. Теплоноситель испаряясь, уносит с собой тепловую мощность по средствам молекулярного механизма переноса кинетической и колебательной энергии хаотического движения частиц испарителя. Пар 9 доходит до выходного окна 3, конденсируется, и через зоны теплообмена 5 отдает тепло в окружающую среду. По средствам сил тяжести конденсат 10 стекает обратно к области испарения, тем самым завершая цикл переноса тепловой мощности от мишени в окружающую среду.