

# ЭКОНОМИЧНАЯ И ВЫСОКОТОЧНАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

ДОРИС ШУЛЬЦ

Сегодня к производству прецизионных деталей предъявляются высокие требования. Инновационные технологии для удаления заусенцев, обработки поверхности и формования позволяют улучшить качество, производительность, а также повысить экономическую эффективность предприятий.

## Влага на окрашиваемой поверхности

Современное производство высококачественных компонентов, помимо четко отлаженных основных процессов, требует повышенного внимания к таким промежуточным работам, как удаление заусенцев и обработка поверхности. С одной стороны, это относится к компонентам и заготовкам без заусенцев с определенными кромками и угловыми поверхностями или обработкой поверхности, которая минимизирует трение, износ и шум, а также повышает срок службы деталей. С другой стороны, это также касается производственных этапов точного формования – и в этом отношении обработка и подготовка поверхности все больше сближаются.

Достигнуть поставленных задач и справиться с проблемами помогают инновационные технологии, которые обеспечивают надежные результаты.

## Электрохимическая обработка металлических заготовок

Электрохимическая обработка (ЕСМ), при которой металлы удаляются анодно с поверхности заготовки, используется в автомобиле-, приборо-, авиастроении, аэрокосмической промышленности, энергетике и других отраслях. Процедура позволяет удалять заусенцы в труднодоступных местах, таких как внутренние пересечения отверстий и карманы. Обрабатываемый инструмент, катод и компонент (в качестве анода) соединены с генератором, который служит источником постоянного напряжения для процесса обработки. Компонент обрабатывается с высокой точностью, независимо от аморфной структуры металла, посредством перезарядки, которая происходит между катодом и анодом в водном растворе электролита. Это позволяет изготавливать даже очень мелкие тонкостенные



Формирование контуров лопастей и обработка поверхности (шероховатость спереди и сбоку) выполняются за один технологический этап. Источник: Extrude Hone



В случае ECM происходит обмен зарядами между катодом и анодом (компонентом) в водном растворе электролита, с помощью которого заготовка точно обрабатывается целевым образом.

Источник: EMAG ECM GmbH

конструкции, желобки, воздухопроводы, прорези в заготовках, изготовленных практически из любого проводящего металла. Поскольку обработка является бесконтактной, инструмент не подвергается износу в результате процесса обработки, а также тепловым или механическим воздействиям.

Характеристики и форма держателя инструмента определяют, где и сколько материала будет удалено из заготовки. Мощность генератора выбирается в зависимости от размера обрабатываемой поверхности в любой заданный момент времени, а также определяются скорость, с которой удаляется материал, и достижимая степень шероховатости поверхности. Вновь разработанные генераторы достигают значений Ra 0,1 мкм и выше, в зависимости от исходного состояния. Помимо этого, они также предотвращают так называемую механическую обработку, которая может привести к ухудшению результатов обработки на периферийных участках анода.

#### Прецизионная электрохимическая обработка (РЕСМ)

Электрохимическая обработка (ЕСМ) и прецизионная электрохимическая обработка (РЕСМ) основаны на одном принципе.



Процесс ЕСМ, разработанный специально для обработки деталей с аддитивной обработкой, позволяет за один процесс улучшить как микро-, так и макроструктуру на внутренних и внешних поверхностях.

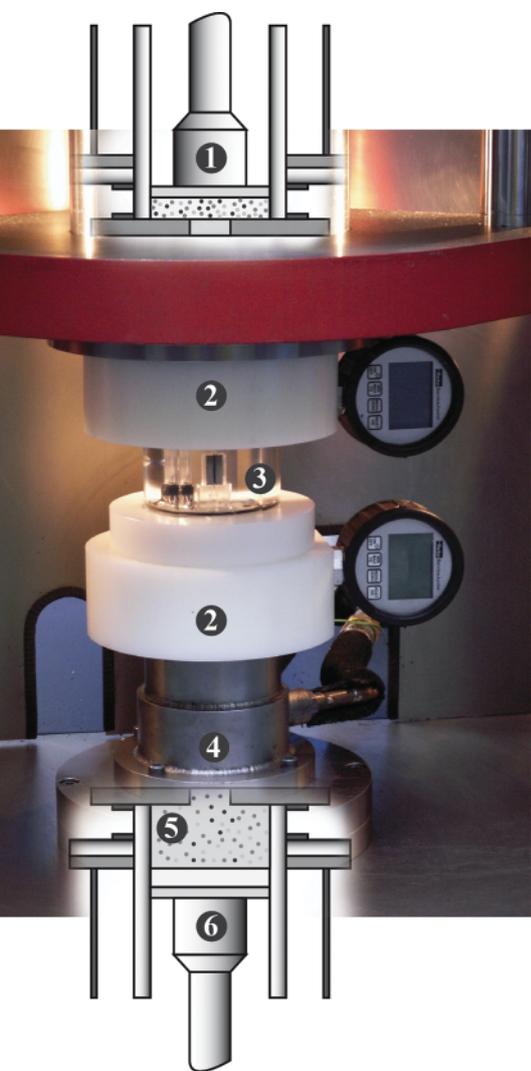
Источник: Extrude Hone GmbH

**DeburringEXPO: ярмарка технологий, посвященная идеальным поверхностям**

Какие процессы обеспечивают надежное и экономически эффективное удаление заусенцев и точную обработку поверхности? Какие новые технологии доступны? Какие критерии необходимо учитывать при выборе идеально подходящего процесса? Ответы на эти и многие другие вопросы будут предоставлены компанией DeburringEXPO в выставочном центре Карлсруэ (Германия) с 8 по 10 октября 2019 г. Портфолио выставки включает демонстрацию оборудования, систем и инструментов для шлифования, чистки, обработки абразивным потоком, вибрационного шлифования, пескоструйной обработки на твердых и жидких средах, абразивной водоструйной обработки, магнитно-абразивного удаления заусенцев, ультразвукового удаления заусенцев, электрохимической обработки (ЕСМ), электронно-лучевой обработки, термоэнергетической обработки (ТЕМ), механического удаления заусенцев, полировки, хонингования, электролитической, плазменной, лазерной иммерсионной и щеточной полировки, а также измерительные, испытательные и аналитические системы и техническую литературу. Дополнительная информация доступна на сайте: [www.deburring-expo.de](http://www.deburring-expo.de)



С помощью абразивной обработки шероховатость поверхности может быть улучшена в 5–8 раз по сравнению с ее исходным состоянием. Поверхностное натяжение уменьшается одновременно. Источник: 4MI GmbH



1. Upper Cylinder / Piston
2. Measurement of media pressure
3. Workpiece / Workpiece holder
4. Heating / Cooling
5. Abrasive media
6. Lower Cylinder / Piston

Схема машины AFM  
Источник: Fraunhofer IPK

Существенные различия состоят в расстоянии от катода до заготовки, с одной стороны, и использовании колеблющегося катода в процессе РЕСМ – с другой. Подобно электроэрозионной обработке (EDM) это позволяет создавать чрезвычайно точные трехмерные формы, контуры и структуры с очень высоким уровнем качества поверхности. Значения Ra могут достигать порядка 0,03 мкм. По сравнению с процессом EDM механическая обработка является более точной по отношению к размерам компонентов и допускам, к тому же она не приводит к каким-либо тепловым воздействиям. Кроме того, значительно сокращается время обработки, что является еще одним преимуществом РЕСМ. По сравнению с компонентом, который был изготовлен с помощью традиционных технологий, включая искровую эрозию, фрезерование, сверление, шлифование, удаление заусенцев и притирку, процесс РЕСМ в совокупности с последующим шлифованием показывает сокращение времени производства на 90%. В дополнение к формованию РЕСМ также используется для микроструктурирования поверхностей, например для оптимизации трибологических свойств.

**Процесс ЕСМ для производства компонентов с аддитивными добавками**

Компоненты, произведенные с помощью технологий аддитивного производства, уже зарекомендовали себя в различных отраслях промышленности, таких как авиация и медицинские технологии. Тем не менее плохая отделка поверхности после 3D-печати, а также пятна, которые остаются на детали после удаления структуры поддержки, по-прежнему большая проблема. Новая технология Coolpulse ЕСМ была создана специально для обработки поверхности металлических деталей с 3D-печатью. Она позволяет за один процесс улучшить как микро-, так и макроструктуры на внутренних и внешних поверхностях,

причем на весь цикл нужно небольшое время. Кроме этого, при помощи Coolpulse ЕСМ могут быть удалены остатки несущей конструкции и дефекты поверхности.

**Обработка абразивным потоком**

Механическая обработка абразивным потоком (AFM) используется в основном для обработки труднодоступных областей заготовок и внутренних поверхностей высококачественных компонентов из металла и керамики. Типичные области применения: скругление, полировка и удаление заусенцев, а также оптимизация геометрии и минимизация поверхностного натяжения. Заготовка зажимается для обработки в одном или нескольких приспособлениях на станке AFM. Рабочая среда – абразивные частицы, которые соответствуют задаче по типу, размеру и концентрации и внедрены в полимерную массу определенной вязкости, – протекает через или над областью компонента, который обрабатывается в чередующихся направлениях при определенном уровне давления с помощью поршней с гидравлическим приводом. Мелющая среда функционирует как жидкий шлифовальный инструмент. Параметры процесса постоянно контролируются для обеспечения воспроизводимых результатов.

Процесс AFM позволяет в 5–8 раз улучшить шероховатость поверхности по сравнению с ее исходным состоянием. Технологию используют в автомобильной, пластмассовой



Система обработки потока с импульсным приводом, которая интегрирована в серийное производство в автомобильной промышленности, используется для полностью автоматизированного удаления заусенцев, округления и сглаживания распресвалов. Уменьшение высоты от пика до впадины, например, от 0,2 до 0,1 мкм, достигается менее чем за одну минуту.

Источник: OTEC GmbH

и алюминиевой промышленности, а также при производстве инструментов и пресс-форм; для обработки штампов для литья под давлением, форм для таблеток и штампов для глубокой вытяжки. AFM доказал свою эффективность в других секторах, в том числе в медицинской технике, авиации и авиакосмической промышленности, а также в производстве текстильного оборудования.

**Новые перспективы для галтовки**

Процессы поверхностной, потоковой и импульсной отделки включают в себя решения использования галтовки для обработки отдельных деталей, которые могут быть легко интегрированы в автоматизированные производственные линии. Новые разработки позволяют производить высокоточное, надежное удаление заусенцев, скругление кромок, сглаживание, шлифовку и полировку высококачественных геометрически сложных компонентов, например, режущих инструментов и имплантатов, а также компонентов двигателя, коробки передач и турбин. В прошлом эти задачи выполнялись вручную с помощью трудоемких и дорогостоящих процессов, поскольку не было доступных автоматизированных решений.

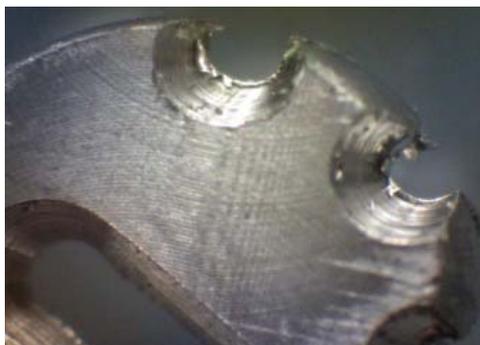
Эффекты импульсной обработки основаны на идеально подобранном относительном движении между обрабатывающей средой и заготовкой. Например, заготовка фиксируется в зажимной цанге и ускоряется до скорости

2 000 об/мин, затем замедляется и снова ускоряется во вращающейся чаше в течение короткого времени. Взаимодействие с инерцией обрабатывающей среды, то есть из-за различных скоростей заготовки и абразивных частиц, приводит к целенаправленному шлифовальному действию даже в ранее недоступных для чистовой обработки местах, например, в поперечных отверстиях гидравлических компонентов.

**Полировка плазмой**

Метод электролитно-плазменного полирования основан на плазменных и электрохимических процессах, возникающих в тонкой парогазовой оболочке у поверхности погру-

женного в раствор металлического электрода под действием высокого напряжения. В отличие от традиционной электрохимической полировки, в плазменно-электролитной технологии используются экологически безопасные водные растворы солей. Плазма покрывает заготовку, снижая ее шероховатость, а также удаляя органические и неорганические загрязнения с минимальной потерей массы. В зависимости от спецификации материала его истирание обычно составляет от 2 до 8 мкм в минуту, а достижимые значения шероховатости составляют менее 0,01 мкм. Геометрическая форма компонента практически не меняется.



С помощью плазменной полировки, для которой используется электролит, состоящий из 98% воды и 2% соли, удаляются заусенцы, а также следы фрезерования и неровностей материала, и получаются гладкие однородные поверхности.

Источник: Plasotec GmbH