

Новые стратегии обработки ортопедических компонентов

Влияние многочисленных факторов приводит к растущему спросу на ортопедические протезы и изделия для восстановления. К медицинским деталям относятся искусственные суставы, а также пластины, стержни и штифты, используемые для восстановления и укрепления областей тела после болезней и несчастных случаев. Спрос на такие детали растет, поскольку продолжительность жизни увеличивается, а старение приводит к заболеванию артритом и остеопорозом. В мире наблюдается тенденция к ожирению и избыточному весу, что подвергает суставы дополнительной нагрузке. Изменение образа жизни, повышение физической активности и интенсивные занятия спортом увеличивают потребность в обновлении суставов. Благодаря росту экономики все большее число людей может позволить себе приобрести ортопедические изделия. Согласно прогнозу консалтинговой группы Global Market Insights, к 2024 году мировой рынок ортопедических изделий вырастет до 53 млрд долл. США).

Конкуренция – двигатель разработки инструментов. Пять крупных поставщиков составляют 85 % высококонкурентного рынка ортопедической продукции, за остальную его часть борются еще 200 компаний. В связи с такой конкуренцией производители постоянно ищут пути быстрого и выгодного производства деталей. Благодаря новым материалам имплантаты стали прочнее и легче, теперь срок их службы достигает 25 лет. Кроме того, ортопедические изделия являются частью глобальной потребительской тенденции к индивидуализации. Производители медицинских изделий ищут способы индивидуализировать свою продукцию с учетом физиологии и предпочтений конкретного пациента. Многообразие продукции стало ключевым преимуществом в конкурентной борьбе. В результате этого производителям станков приходится искать способы быстрой обработки сложных контуров, а производители инструментов ориентируются на обеспечение скорости и универсальности. К современным про-

изводственным технологиям относятся 3D-печать и инновационные методы охлаждения, используемые для станочной обработки.

Типичные детали. К ортопедическим изделиям относятся компоненты протезирования тазобедренных и коленных суставов, искусственные локтевые и голеностопные суставы, инструменты для заживления травм, пластинки для позвоночника и различные штифты для восстановления, а также стержни и элементы крепления. Изделия для восстановления суставов составляют более 40 % рынка, причем большая часть приходится на протезирование тазобедренных и коленных суставов. Основными требованиями для этих деталей являются прочность, надежность, легкость и биологическая совместимость.

Сложности обработки. Ортопедические компоненты обычно изготавливают из проката, литых или кованных заготовок, после чего их шлифуют и полируют. Для производства протезов тазобедренных или коленных суставов чаще всего применяют кобальтхромовый сплав, кроме того, в последнее время все большую популярность приобретает титан. Наиболее распространенными кобальтовыми сплавами считаются аналоги $CoCr28Mo6$, а популярным титановым сплавом является $Ti6Al4V$.

Оба материала являются биологически совместимыми, очень прочными и жесткими, благодаря чему они идеально подходят для изготовления ортопедических компонентов. Однако эти же свойства усложняют обработку этих сплавов. Кобальтхромовый сплав обладает твердостью, абразивностью, высокой упругостью и низкой теплопроводностью. Такие сплавы могут содержать твердые абразивные элементы, которые приводят к серьезному абразивному износу инструментов. К тому же при обработке образуется твердая длинная стружка, для эффективного отвода которой требуется особая геометрия режущей кромки.

Титан – очень легкий и прочный материал. Кроме того, он обладает низкой теплопроводностью и склонен к накле-



пу при обработке. Тепло концентрируется на режущей кромке и поверхности инструмента. Сочетание высоких температур, больших усилий резания и трения стружки приводит к износу с образованием лунки и ухудшению свойств инструмента. Низкий модуль упругости материала, который является преимуществом для некоторых видов имплантатов, приводит к «отпружиниванию» материала от режущей кромки, что повышает важность остроты режущего инструмента.

Необходимость охлаждения. Обработка материалов, используемых в ортопедических имплантатах, обычно сопровождается чрезмерным нагревом, поэтому возникает необходимость использования СОЖ. Однако чаще всего применение традиционных СОЖ не допускается или крайне ограничено во избежание загрязнения деталей, иначе после обработки будут необходимы дорогостоящие и длительные процедуры очистки. Кроме того, сама по себе СОЖ является источником экологических проблем, поскольку создает угрозу здоровью и безопасности сотрудников, а также требует особых условий утилизации. Альтернативная технология подразумевает сухое охлаждение с помощью диоксида углерода ($scCo_2$) в состо-





янии сверхкритической жидкости. Этот способ обеспечивает эффективное сухое охлаждение зоны резания.

Эта технология, разработанная компанией Fusion Coolant Systems, позволяет обрабатывать детали без масел, эмульсий и синтетических веществ. Если диоксид углерода находится под давлением выше 74 бар (1070 фунт./кв. дюйм) при температуре 31°C, он переходит в состояние сверхкритической жидкости. В этом случае он подобно газу заполняет предоставленный ему объем, но при этом его плотность сравнима с плотностью жидкости. При попадании в зону резания scCO₂ расширяется, формируя сухой лед, но не образует при этом криогенное вещество (как, например, жидкий азот). Таким образом, найдено невероятно эффективное решение охлаждения, которое часто превосходит по своим качествам существующие системы, которые используют воду/масло с подачей под высоким давлением, масляный туман (MQL), жидкий CO₂ и жидкий азот.



3D-печать компонентов. Растет популярность еще одной нетрадиционной технологии производства ортопедических изделий. В процессе 3D-печати используются титановые и кобальтхромовые порошковые сплавы для производства сложных компонентов и деталей с формой, близкой к заданной. В медицинской промышленности производят плавление порошков методом селективного лазерного плавления (SLM) для послойного формирования компонентов. Это позволяет производителям медицинских изделий создавать детали специальных форм и размеров по индивидуальным параметрам пациента. С помощью этой технологии также можно создавать едиобразные микропористые поверхности, которые ускоряют сращивание детали и кости. На момент чистовой обработки детали, произведенные с помощью 3D-печати заготовки, обладают всеми характеристиками металлов, из которых они изготовлены. Однако может потребоваться дополнительная обработка для устранения неравномерного напряжения после печати. Кроме того, крепление при дополнительной обработке сопряжено с трудностями из-за сложного контура детали и формы, близкой к заданной.

Конструкция эндопротезов. Полноценный эндопротез коленного сустава обычно состоит из трех базовых компонентов. Первый из них – контурный металлический (кобальтхромовый или титановый) бедренный компонент, который крепится со стороны колена к бедренной кости. Второй – металлический берцовый компонент коленного сустава – крепится к верхней части большеберцовой кости голени и состоит из короткого штифта, который под-

держивает ровную поверхность с отбортовкой. Третий – пластиковый подшипник между металлическими деталями – обеспечивает подвижность сустава.

Эндопротез тазобедренного сустава также состоит из трех основных компонентов. Металлическая бедренная ножка с чашкой или головкой вставляется в верхнюю или нижнюю часть бедренной кости. Металлический вертлужный компонент устанавливается в чашевидной полости, в него помещается головка. Подшипники для коленного эндопротеза и пластмассовая чашка для тазобедренного, как правило, производятся с использованием СВМПЭ (сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности).

Сочетание методов производства

Поверхность металлических компонентов, входящих в состав ортопедических имплантатов, должна отличаться превосходным качеством обработки, чтобы износ пластиковых деталей сводился к минимуму, а сустав мог функционировать в течение предполагаемого срока службы, который составляет 20 и более лет. Например, в коленном эндопротезе как бедренный, так и большеберцовый компонент должны быть абсолютно гладкими, чтобы защитить от износа пластиковый подшипник.

По этой причине при производстве ортопедических компонентов после фрезерования обычно требуется шлифовка для качественной финишной обработки поверхности. Однако шлифовка требует времени, что негативно сказывается на общей эффективности и универсальности производства. Не менее важно и то, что при шлифовке в компонентах возникают высокие температуры и напряжения, что приводит к несоблюдению размерных допусков



и снижает прочность и эффективность продукции.

Процедуру шлифовки можно оптимизировать или заменить с помощью современных режущих инструментов и методов высокоскоростного фрезерования. Целью операций фрезерования являются отсутствие заусенцев и высококлассная финишная обработка. Это позволит достичь превосходного качества и равномерной обработки поверхности, а также обеспечит точность размеров. В случае дополнительной обработки, например, полировки, можно значительно сэкономить время, поскольку нужная шероховатость и структура уже были получены на этапе фрезерования. Что касается инструмента, то необходимо выбирать надежный и максимально эффективный вариант с продолжительным сроком службы.

Рассмотрим пример, в котором кобальтхромовый бедренный компонент из литой заготовки был окончательно обработан с помощью сферической концевой фрезы на 5-координатном фрезерном станке. Метод высокоскоростного объемного фрезерования и применение высокопроизводительной концевой фрезы позволили отказаться от шлифовки. Суммарное время цикла обработки одной детали составляет 11 минут, что на 50 % меньше по сравнению с предыдущим методом. Переход от шлифования к фрезерованию суставной поверхности позволяет исключить

брак. Используемые твердосплавные концевые фрезы изготовлены из специального прочного твердого сплава со специальным прочным полированным покрытием TiAlSiN. Эти фрезы разработаны, чтобы обеспечить высокую скорость снятия металла и плавность резания, а следовательно, превосходную финишную обработку и минимальное время полировки.

Множество операций. Для обработки сложных контуров ортопедических компонентов зачастую требуется определенная последовательность специализированных инструментов. Например, чтобы изготовить большеберцовый компонент, необходимо до семи различных операций обработки, к которым могут относиться черновая обработка, черновая и чистовая обработка основы пластины, фрезерование фасок, выполнение поднутрения на Т-образных пазах, чистовая обработка/обработка фаски стенок и снятие заусенцев. Задача состоит в том, чтобы получить превосходное качество финишной обработки поверхности с минимальной долей ручной доработки, обеспечив высокую надежность инструмента при наилучшем соотношении производительности, затрат и качества.

В традиционном варианте эти процедуры приходилось выполнять с помощью отдельных инструментов, которые разрабатывались индивидуально для каждого контура, размеров и шероховатости поверхности. Разработка и конструирование специальных инструментов требуют временных и денежных вложений, а их ограниченное количество приводит к увеличению времени производства и проблемам с наличием инструмента.

Новый подход включает в себя разработку и использование инструментов, стандартизированных для эффективного промышленного применения и при этом обладающих универсальностью для производства множества похожих деталей в ортопедической отрасли (см. дополнение).

Заключение

Глобальные демографические и экономические тенденции все заметнее указывают на то, что спрос на сложные ортопедические компоненты будет только расти. В то же время желание потребителей и стремление производителей медицинских компонентов отличаться от конкурентов создают бла-

гоприятные условия для разработки ортопедических деталей, создаваемых для каждого пациента индивидуально. Как ни парадоксально, персонализированные детали можно производить с помощью стандартных инструментов, которые обладают большей универсальностью и являются более выгодными по сравнению со специализированными инструментами, используемыми ранее.

Дополнение:

Многочисленные преимущества стандартизованных инструментов и операций. В зависимости от производителя ортопедические устройства могут значительно отличаться друг от друга конструктивными особенностями, однако имеют и множество сходств, обусловленных общей анатомией. И хотя производители обычно обрабатывают детали специализированными инструментами, существует множество решений "золотой середины", которые способны эффективно выполнять основные операции обработки разнообразных материалов, прежде требовавших только специализированных инструментов.

Компания Seco внимательно проанализировала процессы производства медицинских компонентов и использовала свой более чем десятилетний опыт в этой области, чтобы разработать линейку стандартизованных концевых фрез для кобальтхромовых ортопедических компонентов. Наша цель заключалась в том, чтобы превратить специализированные инструменты в более универсальные стандартизованные решения. Характеристики этих инструментов позволяют применять их для обработки различных деталей и материалов.

Стандартизация инструментов дает множество преимуществ. *Во-первых*, она позволяет экономить время, затрачиваемое на конструирование, разработку прототипа и испытания специализированных инструментов. *Во-вторых*, все стандартизованные инструменты представлены в нашем каталоге и доступны в дистрибьюторских центрах SECO по всему миру. *В-третьих*, эти инструменты производятся в больших объемах, что позволяет снизить их стоимость.

Новый ассортимент включает 39 инструментов и девять геометрий. Относительно небольшая линейка расширена выбором размеров, радиусов и других геометрических параметров.





Инструменты обладают характеристиками, необходимыми для обработки различных ортопедических компонентов, включая детали для коленных и тазобедренных суставов, а также костные пластинки, детали для позвоночника и др. Каждая из девяти геометрий соответствует конкретной функции или операции (от черновой и чистовой обработки до поднутрений на Т-образных пазах для получения превосходного качества финишной обработки на деталях сложной формы).

Например, концевая фреза JH770 предназначена для черновой обработки и доступна с 4, 5 и 6 канавками – этот диапазон позволяет выполнять как черновую обработку цельных заготовок, так и деталей с формой, близкой к заданной. Малая длина инструмента обеспечивает максимальную жесткость при тяжелой обработке. Также к стандартизованным инструментам относится коническая сферическая фреза JH780 (TBN) с 4 канавками для 5-координатной чистовой об-

работки деталей с труднодоступными элементами, таких как капсула мышцелка бедренной кости.

Стандартизированные инструменты производятся из твердых сплавов (12% Co) и обладают полированным покрытием TiAlSiN HXT, которое было разработано компанией Seco.

Об авторах:

Ян Виллем ван Иперен (инженер медицинского направления) и

Руд Зандерс (менеджер по продукции Jabro) входили в состав команды разработчиков Seco. Они помогут вам найти лучшее стандартизованное решение для фрезерования медицинских компонентов. Также доступна поддержка для программирования CAM.

Контактная информация:

Jan-Willem.van.Iperen@secotools.com

Ruud.Zanders@secotools.com

Компания Seco, штаб-квартира которой располагается в г. Фагерста, Швеция, и представленная более чем в 45 странах – это один из ведущих мировых поставщиков инструментальных решений для фрезерования, токарной обработки, обработки отверстий и нарезания резьбы. Уже более 80 лет компания тесно сотрудничает с производителями во всех отраслях промышленности и разрабатывает инструменты, технологии и услуги, позволяющие обеспечить максимальную производительность и прибыльность производства. Для получения подробной информации обратитесь к Вашему представителю Seco или посетите сайт www.secotools.com.



ИТО ПЕТЕРБУРГСКАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЯРМАРКА



20–22 марта 2018

**Санкт-Петербург
ЭКСПОФОРУМ**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ:

- ⚙️ Обработка металлов (MP expo)
- ⚙️ Машиностроение
- ⚙️ Металлургия. Литейное дело
- ⚙️ Крепёж. Метизы. Инструмент
- ⚙️ Высокие технологии. Инновации. Инвестиции (Hi-Tech)

- ⚙️ Автоматизация промышленных предприятий
- NEW!** Пластмассы, каучуки, РТИ
- NEW!** Подъемно-транспортное оборудование
- NEW!** Охрана труда и средства индивидуальной защиты

БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ВАШ СТЕНД ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЦЕНЕ – ptfair.ru

ОРГАНИЗАТОР:
РЕСТЭК®
ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ:
+7 (812) 320 96 76, 320 80 94
ptcomp@restec.ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОПАРТНЕР:
СТАНОЧНЫЙ ПАРК