

МНОГО ЗАДАЧ – ОДНО РЕШЕНИЕ

Уже больше века процесс зуботочения (Power Skiving) используется в металлообработке. Непрерывный процесс резания, в несколько раз более производительный, чем зубодолбление, и более гибкий, чем протягивание. Решающим фактором для производительности является угол пересечения между осями инструмента и шестерни – чем он больше, тем выше производительность.

Как пример, можно рассмотреть основные отличия зуботочения (Power Skiving), в сравнении с привычными для всех методами изготовления зубчатых колес с внутренним зацеплением: зубодолбления и зубопроотягивания. При изготовлении зубчатых колес с внутренним зацеплением методом зубодолбления инструмент перемещается вдоль оси детали, при этом за рабочим движением, во время которого происходит процесс резания, следует обратный ход – движение без резания. Зуботочение (Power Skiving), напротив, позволяет уйти от движений без резания, когда отсутствует контакт инструмента с заготовкой. Отличие процесса зуботочения (Power Skiving) от протягивания; при зуботочении (Power Skiving) процесс обработки осуществляется за один установ, что обеспечивает высокий уровень гибкости и качества. Протяжка же, напротив, создает узкое место за счет долгого рабочего цикла и низкой гибкости процесса.

В числе наиболее популярных областей применения зуботочения (Power Skiving) – автомобилестроение, где простои станков обходятся особенно дорого, а также массовое производство, где решающее значение имеют короткие сроки выполнения заказов.

Следует отметить, что до недавнего времени зуботочение (Power Skiving) не было востребовано в процессе производства электромобилей, где оно способно значительно сократить время обработки.

ПРОБЛЕМАТИКА

Тренды на рынке электромобилей, как известно, задают компании Tesla и Porsche, которые разрабатывают передовые для отрасли автомобили с двойным сцеплением. Например, у моделей S, X и 3 от Tesla с двумя двигателями устанавливается два сцепления, одно для передней оси, второе – для задней. Также потенциал электромобилей с многоступенчатыми КП оценили и в компании Porsche, где подтвердили, что электромобиль Taycan будет оснащаться двухступенчатой КП. Коробки передач устанавливаются и в электромобилях Polestar, Volvo, Lucid и Volkswagen, что обусловлено рядом преимуществ.

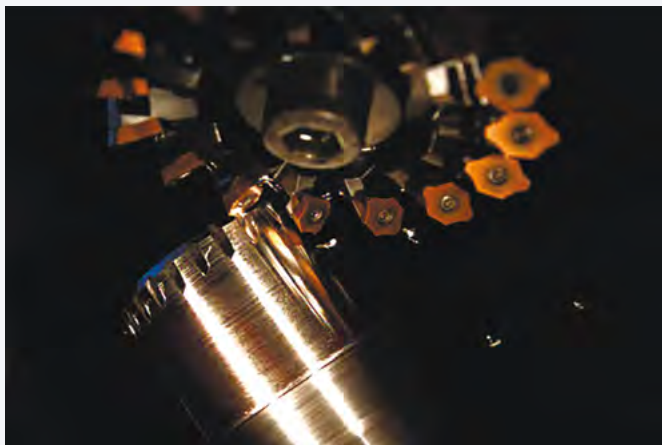
Во-первых, отношение крутящего момента к оборотам у электродвигателя не такое, как у ДВС. В электромобиле сложно получить нужный крутящий момент/ускорение от аккумулятора без использования коробки передач. Большой крутящий момент повышает нагрузку на боковые поверхности зубьев шестерён, что с учётом высоких оборотов заставляет задуматься о снижении уровня шума.

Во-вторых, более высокие обороты электродвигателей предъявляют более высокие требования к качеству коробки передач, что сильно усложняет использование традиционных методов обработки. Коробки передач у электромобилей в основном планетарные, так как данная компоновка снижает массу и требует меньше пространства. Некоторые коробки передач также называют редукторными, их задача – уменьшать крутящий момент и обороты во время запуска.

CoroMill® 180

CoroMill® 178 (HSS и SC)

CoroMill® 178 HSS



CoroMill® 180



Процесс обработки деталей электромобиля имеет решающее значение как для надежности автомобиля, так и для экономики производства.

РЕШЕНИЕ

Практика показывает, что оптимальный способ изготовления деталей для электромобилей – зуботочение (Power Skiving), которое объединяет зубодолбление с зубофрезерованием, применяемые для изготовления шестерён, в единый непрерывный процесс обработки.

В числе ключевых преимуществ этого процесса – повышение производительности и универсальности. С помощью зуботочения (Power Skiving) можно обработать всю деталь на многоцелевом станке или обрабатывающем центре всего за один установ, что сокращает время цикла обработки, повышает качество и снижает затраты на внутрицеховую логистику.

Кроме того, этот процесс помогает обеспечить управляемую и прогнозируемую обработку, а благодаря тому, что вся обработка может быть выполнена за один установ, пропадает необходимость в нескольких специализированных станках и их смене.

Поскольку для предприятий, изготавливающих автомобильные детали, чрезвычайно важно не допускать простоев дорогостоящего оборудования, сокращение числа станков может существенно улучшить экономику производства.

НА ПРАКТИКЕ

Один из заказчиков Sandvik Coromant решил применить инструмент для зуботочения (Power Skiving) – фрезы Sandvik Coromant, цельное исполнение CoroMill® 178 и со сменными пластинами CoroMill 180. Данный инструмент был применен для обработки детали главной передачи. Материал детали низкоуглеродистая сталь 16MnCr5. На черновой операции – CoroMill 180, на чистовой CoroMill® 178H PM-HSS.

Раньше заказчик использовал для этого процесс зубодолбление, при этом скорость резания составляла 40 м/мин на черновой операции и 50 м/мин на чистовой.

При помощи зуботочения (Power Skiving) заказчику удалось увеличить скорость до 250-300 м/мин как при черновой, так и при чистовой обработках.

В общей сложности заказчик применил фрезы CoroMill 178H PM-HSS для выполнения 5 проходов на черновой операции и 2-х проходов на чистовой операции. Заказчик отметил следующее: сокращение времени необходимое для настройки инструмента за счет смены режущих пластин на черновой операции, повышение стабильности процесса и значительное повышение качества деталей на чистовой операции.

Повышение качества стало возможным благодаря отсутствию необходимости в перемещении детали от одного станка к другому с неизбежным возникновением погрешностей базирования и отклонений формы, а также биения так как обработка была выполнена за один установ.

« Зуботочение (Power Skiving) технологический процесс, где инструмент и заготовка обладают согласованными вращательными движениями вокруг своих осей и поступательным перемещением вдоль оси заготовки. Достижимая степень точности 6 – 7.

Таким образом, замена не производительного процесса зубодолбления зуботочением (Power Skiving) позволила сократить время обработки на 90 % и, вместе с тем, значительно повысить стойкость инструмента и качество поверхности.

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТА

Компания Sandvik Coromant предлагает серию твердосплавных фрез из быстрорежущей стали для зуботочения CoroMill® 178 (HSS и SC).

Они предназначены для обеспечения крайне высокой точности и производительности для модулей в диапазоне $M_n=0.5-6$ мм (DP 50-5).

Помимо этого, компания предлагает фрезу CoroMill 180 со сменными пластинами и направляющими на посадочных поверхностях под пластины, что обеспечивает стабильно высокую точность в диапазоне модулей $M_n=2.5-8.0$ мм (DP 10-3).