

УДК 621.9

## СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ И СЛОЖНЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

П.С. Еричев, студент гр. МР-101, 5 курс

Научный руководитель: А.Н. Трусов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В последнее время предприятия стараются увеличить количество операций на одном станке в угоду сокращения издержек. Заводы стали чаще перевооружаться на многоцелевые станки или как их еще называют обрабатывающие центры (ОЦ).

Благодаря развитию компьютерных технологий, значительно понизились требования к написанию программ обработки деталей. Современное программное обеспечение позволяет выработать последовательность операций механической обработки детали напрямую из трехмерной модели в конструкторской документации.

Все современные ОЦ оснащены системой быстрой смены режущего инструмента, что значительно сокращает вспомогательное время обработки. Сенсорные датчики могут автоматически определить положение заготовки на координатном столе и без вмешательства оператора приступить к работе. Мощные и высокоточные сервоприводы позволяют быстро изменять положение инструмента и детали. Система управления представляет собой довольно мощный программный комплекс и анализирует в процессе работы состояние всех узлов оборудования.

По назначению ОЦ можно разделить на две группы:

1. Для обработки тел вращения. При этом варианте исходная заготовка зажимается в шпинделе станка и вращается с заданной скоростью (как правило, от 5000 до 15000 оборотов в минуту). Механическая обработка в таком случае производится аналогично токарному или шлифовальному станку. При такой схеме можно выполнять токарные, сверлильные и шлифовальные операции. Такая конфигурация предполагает автоматическую непрерывную подачу прутка через специальный загрузчик и соответственно в несколько раз повышает эффективность производства.

2. Для обработки сложных корпусных деталей. Данный тип ОЦ напоминает конструкцию фрезерно-расточных станков. Деталь неподвижно крепится на координатный стол, а шпиндель перемещается при помощи вспомогательных приводов. Самые современные модели могут обеспечить до 6 степеней свободы для инструмента и 5 для заготовки. При такой компоновочной схеме достигается возможность обработки практически всех поверхностей детали и получения самых сложных форм в кратчайшие сроки и с высокой точностью.

Второй тип получил более широкое распространение, так как решаемые им задачи уникальны, а первый тип может быть заменен на токарный станок с ЧПУ.

Механическая обработка заготовок на ОЦ имеет ряд особенностей. Довольно высокие требования предъявляются к механизмам крепления заготовки. Так как обработка происходит на повышенных режимах резания, зажим должен обеспечивать надежную фиксацию заготовки, но при этом обеспечивать доступ ко всем обрабатываемым поверхностям за один установ.

Инструментальные магазины обрабатывающих центров могут содержать от 10 до 50 различных инструментов. Такого количества ячеек хватает для всех вариантов обработки. Большая часть обработки производится небольшими комбинированными фрезами из твердых сплавов. Снятие слоя материала производят строчками. Сквозные отверстия растачиваются с двух сторон. При этом может вращаться как стол с заготовкой, так и шпиндельная головка.



Рис. 1. Типовые компоновки ОЦ

На современных токарных ОЦ помимо основных операций возможно также осуществлять фрезерование, сверление, растачивание и нарезание резьбы. Но на смену традиционной горизонтальной компоновке приходят вертикальные ОЦ (рис. 1). Вертикальные ОЦ могут дать еще больше возможностей: обработка призматических деталей и массовая автономная обработка партии деталей в специальных приспособлениях. Более 50% всего покупаемого инструмента в США предназначается для вертикальных ОЦ. Данному факту есть простое объяснение: эти станки с ЧПУ являются логическим продолжением сверлильных станков, а обработка отверстий является самой распространенной операцией в металлообработке.

Основной чертой этих центров является вертикальное расположение шпинделя. Как правило, вертикальные станки предназначены для высокоточной обработки. В то время как горизонтальные станки чаще используются для

черновых операций. Финишные операции в механообработке также требуют более точного режущего инструмента.

Высокоточные токарные производства, которые планируют вложить средства в ОЦ, должны четко понимать баланс между токарной обработкой и дальнейшими операциями над изделием. Если цех занимается обработкой небольших партий деталей и с малым количеством фрезерных операций – вполне подойдет многофункциональный токарный станок, но для более сложных и прецизионных операций ОЦ с его точностью 4-5 микрометров, будет более эффективным. Но нужно понимать, что ОЦ на вторичных операциях сможет обеспечить заявленную точность только при качественной первичной обработке. Также чтобы оправдать его внедрение нужно проанализировать номенклатурную сложность изготавливаемых в цехе деталей.

Иерархию ОЦ можно представить в виде пирамиды. Её вершину занимают станки для кондукторной расточки с погрешностью обработки 2 микрона, далее идут суперпрецизионные станки с точностью от 2 до 4 мкм, потом следуют высокоточные станки с диапазоном от 5 до 7 микрон и замыкают пирамиду стандартные ОЦ и станки начального уровня. Два последних уровня, как правило, не имеют системы контроля температурного расширения. Станки более высокого уровня, как правило, имеют эту функцию в базовой комплектации вместе с системой охлаждения шпинделя.

Интегрированный в электромотор шпиндель выдает высочайшие показатели обработки: высокую точность обработки поверхности, пониженные шум, вибрацию и нагрев. Такая конструкция позволяет исключить из кинематической схемы редукторы и другие устройства для передачи мощности. Все это хоть и усложняет конструкцию самого двигателя, но позволяет получить высочайшую точность контроля оборотов и кручущего момента. Все высокоточные шпинNELи, оснащенные системой масляного охлаждения и смазки подшипников, могут функционировать в режиме максимальной нагрузки с эффективностью до 80%.

При выборе станка необходимо уделить внимание возможности управления всеми характеристиками и динамикой станка при помощи программного обеспечения. При изготовлении оборудования, производитель проводит стартовую настройку и калибровку, но при установке непосредственно в цехе могут быть довольно сильные отклонения в температуре, влажности или давлении. Эти факторы могут повлиять на точность обработки. Качественный и современный набор заводского программного обеспечения может положительно повлиять на безопасность и эффективность организации с одной стороны и на качество выпускаемой продукции с другой. Современное ПО автоматически оптимизирует все процессы станка в процессе обработки, при этом избегая ошибок и быстро адаптируясь к изменяющимся температурным условиям. Все это позволяет значительно снизить расход материала и износ режущего инструмента.

Возможность автоматической настройки станка в режиме реального времени является очень большим преимуществом для любого производства.

Если учитывать что механическая обработка состоит из черновых, полуучистовых и финишных операций, автоматическая подстройка системы под текущую операцию обеспечивает высочайшее качество обработки, увеличивая пропускную способность. Эти функции работают в фоновом режиме и не требуют постоянного мониторинга. Используя многочисленные датчики, данное ПО контролирует множество переменных во время работы: температура, скорости резания и подачи, давление и т.д. Высокочувствительные температурные сенсоры установлены во множестве узлов ОЦ, как правило на раме (там где возможно температурное смещение), передают данные в ЧПУ станка до 100 раз в секунду, что позволяет компенсировать все неточности обработки и всегда поддерживать нулевую точку позиционирования инструмента на одном месте.

Оптимизация программ ЧПУ включает в себя модули машинного обучения. Они отслеживают все перемещения и подачи в режиме реального времени и создают постоянную нагрузку на все узлы станка и инструмента, минимизируя динамические скачки и колебания. Данный подход продлевает срок службы режущего инструмента до 40%.

Во время вращения шпинделя он сильно нагревается и увеличивается вдоль оси Z, в следствии чего режущий инструмент также смещается от нулевой точки. При больших оборотах и высокой температуре посадочный конус шпинделя расширяется и инструмент как бы углубляется в шпиндель. Конечно в данном случае речь идет о сотых или тысячных долях миллиметра, но даже такие незначительные погрешности могут серьезно повлиять на качество изделия. Поэтому нужно также уделять внимание системе закрепления инструмента.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод что выбор современного высокопроизводительного вертикального обрабатывающего центра является довольно непростой задачей. И только комплексный анализ всех ключевых параметров станка помогут принять правильное решение и повысить эффективность обработки.