

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНКА С ЧПУ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ HSM ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРЕСС-ФОРМ ИЗ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ

**Кудряшов И., Миндибеков Д., Фатихов В., Шестопёров В.
научный руководитель канд. техн. наук Платонов В. В.
*Хакасский технический институт-филиал СФУ***

В мировом станкостроении сегодня наблюдается устойчивая тенденция создания станков, предназначенных для высокоскоростной обработки. Достижения в области технологии создания режущего инструмента позволили эффективно применять высокоскоростную обработку в различных отраслях машиностроения.

Главный эффект HSM заключается не только в сокращении машинного времени за счет интенсификации режимов резания, а в общем упрощении производственного процесса и в повышении качества обработки. Условием успеха в высокоскоростной обработке может стать правильный выбор всех составляющих факторов, участвующих в этом процессе.

Современный станок для HSM имеет скорость вращения шпинделя 12000-25000 оборотов в минуту и оснащен средствами температурной стабилизации шпинделя. Некоторые фирмы предлагают станки со скоростью вращения до 40000 об/мин. Скорости подач 2-4 м/мин, при обработке закаленных сталей по рекомендации фирмы IPEG. Эти станки имеют более высокую точность базовых элементов, повышенную жесткость, температурную компенсацию и малые инерционные нагрузки от веса перемещающихся элементов станка. Стоимость станков для HSM в среднем в 2-2.5 раза дороже обычных станков с ЧПУ и чаще всего изготавливаются по предварительному заказу под конкретные технологические задачи.

Учитывая цену на современные высокоскоростные обрабатывающие центры, которые в полтора-два раза выше чем на обычные станки с ЧПУ, приобретение их в качестве лабораторной базы для подготовки специалистов-машиностроителей ВУЗами России практически невозможно. Следующий фактор – технологическая оснастка – в несколько раз дороже традиционной для станков с ЧПУ. Это прежде всего - режущий и вспомогательный инструмент. Ведущие инструментальные фирмы предлагают сегодня широкую гамму фрез для высокоскоростной обработки (HSM) с подробными рекомендациями по областям их применения и режимам резания. Разрабатываются новые мелко дисперстные сплавы способные надежно работать на высоких скоростях. Более важно обратить внимание на системы вспомогательного инструмента, которые обеспечивают крепление фрез. В связи со снижением сил резания в процессе HSM на первый план выходят другие факторы – величина биения фрезы, вибрации, инерционные нагрузки и силы, возникающие при этом становятся соизмеримыми с силами резания. Биение инструмента сильно влияет на износ. Это подтверждают данные экспериментов из графика на зависимости износа от биения инструмента, где видна практически линейная зависимость износа от биения при высоких скоростях резания. Таким образом, HSM требует особого внимания к балансировке инструмента. Для этого могут использоваться специальные патроны с возможностью балансировки или балансированные оправки для термозажима. Специально для высокоскоростной обработки спроектированы конусы HSK, которые обеспечивают более высокую жесткость зажима.

В качестве выхода из положения можно рекомендовать объединение усилий ВУЗа и передового предприятия по качественной подготовке специалистов. Вся

подготовка специалистов ведется с учетом текущих нужд предприятия. Сотрудники ВУЗа вместе со студентами активно занимаются научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами для нужд предприятия, в виде курсовых и дипломных работ по организации производства, модернизации технологического оборудования, внедрения на данном предприятии передовых технологий. В ВУЗе создается виртуальная лаборатория по CAD/CAM технологиям, виртуальным станкам (системам ЧПУ), которая кроме учебных целей позволяет вести работы по технологической подготовке производства новых изделий.

В нашем случае в виду ограниченности финансовых средств даже на покупку обычного станка с ЧПУ был вторично модернизирован устаревший неисправный фрезерный станок FD-106 (Рис.1) производства MAKINA (Япония, 1984г.). Установленная ранее система ЧПУ NC-230 (2011г.) была заменена на более производительную с импульсным управлением NC-302.



Рис.1 Базовые детали станка.

Базовые детали станка имели изначально высокое качество изготовления, в чугунных гидростатических направляющих скольжения, имеющих хорошие виброгасящие и демпфирующие свойства, применены специальные фторопластовые вставки, позволяющие уменьшить трения покоя и движения. В приводах ШВП наблюдался большой люфт, по оси X-0.02-0.04мм, по оси Y- 0.12-0.15мм, по оси Z- 0.02-0.04мм. Для практического исключения люфтов были заменены в опорах X и Y подшипниковые узлы на новые того же производителя- Японской фирмы SKF. В ШВП оси Y были заменены 240 шариков, взятых из 10 замененных подшипников. Так для компенсации неравномерного износа ходового винта, были применены полукольца с пружинной компенсацией износа. Вместо круговых индуктосинов, в качестве датчиков обратной связи по перемещению, были установлены по всем координатам оптические линейки прямого измерения, что значительно повысило точность измерений. Все это позволило поднять точность позиционирования не ниже 0,003-0.005мм. В качестве главного привода был установлен современный мотор-шпиндель Швейцарской фирмы IBAG с максимальной частотой вращения 24000 оборотов в минуту с автоматической температурной компенсацией. Радиальное биение шпинделя не превышает 1-2 мкм. Тиристорный привод подачи «FANUK» с широтно-импульсным способом регулирования скорости, был заменен на современный сервопривод SDC (Рис.2) с синхронным двигателем и вентильным регулированием скорости. Все это значительно повысило технологические возможности станка и позволило практически реализовать на механическом (аппаратном) уровне HSM-технологию.



Рис.2 Сервопривод SDC

Ограничителем HSM-технологии кроме самого станка может стать система ЧПУ, если она не имеет высокой скорости обработки кадров. Для достижения высокого качества поверхности программа для обработки по HSM-технологии содержит очень малые перемещения. Максимальную подачу, которую может обеспечить система ЧПУ можно определить по формуле $F_{max} = \text{Длина перемещения в кадре} / \text{Время обработки кадра} * 60$. Отсюда, при перемещениях 0.01 мм и времени обработки кадра 2 мс максимальная подача ограничена значением 0.3 м/мин. Современная система ЧПУ должна смотреть вперед со скоростью от 100 до 200 кадров в секунду, чтобы успеть сделать расчеты для торможения на подходе к углу и разгона после поворота. Применения системы ЧПУ NC302 с большим до 1000 кадров буфером, импульсным управлением и временем обращения к приводам 1мс, приводов подач SDC с частотой пропускания 1 мс., позволяют вести обработку на подачах до 3 и более метров в минуту, обеспечивая необходимую точность на контуре.



Рис.3 Общий вид станка

В данный момент спроектирован и изготовлен новый шкаф управления, работы по стыковке системы ЧПУ и приводов со станком (Рис.3) находятся в завершающей стадии, проводятся работы по эксплуатационным испытаниям.