

Опыт внедрения фрезерного роботизированного комплекса

Е.Д. Романова

Нижегородский государственный технический университет им.

Р.Е.Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация: Сквозное цифровое проектирование позволяет снизить себестоимость продукции, повысить эффективность и качество, обеспечить сквозное управление проектом в условиях групповой работы. Растущий спрос на прототипирование, вакуумное литье в силиконовые формы, технологию RIM и рост размеров деталей которые выпускаются с применение быстрого прототипирования создало потребность в разработке и внедрении технологии позволяющих не только изготовить макет, но и с высокой точностью провести вырезку детали из формы.

Фрезерные роботизированные комплексы используются как пятикоординатные фрезерные обрабатывающие центры и позволяют отказаться от применения дорогостоящих «классических» обрабатывающих центров (ОЦ или станков с ЧПУ) при работе с деревом, модельными пластиками, полистиролом, текстолитом, алюминием.

Ключевые слова: сквозное цифровое проектирование, роботизированный фрезерный комплекс

В настоящий момент в России активно внедряется сквозное цифровое проектирование. Растущий спрос на прототипирование, вакуумное литье в силиконовые формы, технологию RIM и рост размеров деталей которые выпускаются с применение быстрого прототипирования создало потребность в разработке и внедрении технологии позволяющих не только изготовить макет, но и с высокой точностью провести вырезку детали из формы [1, 2].

В работе [3] Приведен анализ токарно-фрезерных обрабатывающих центров различной компоновки, выявлены преимущества и недостатки каждой.

Фрезерные роботизированные комплексы (ФРК) используются как пятикоординатные фрезерные обрабатывающие центры и позволяют отказаться от применения дорогостоящих «классических» обрабатывающих центров (ОЦ или станков с ЧПУ) при работе с деревом, модельными пластиками, полистиролом, текстолитом, алюминием. Эти комплексы созданы на базе промышленных роботов KUKA позволяют проводить объемную механическую обработку при повторяемости выхода в точку +/- 0,06 мм и точности обработки по поверхности +/- 0,1 мм.

Высокая точность обработки достигается одновременно несколькими факторами. Во первых, из процесса производства исключается дестабилизирующий человеческий фактор и все, связанные с этим ошибки и погрешности. Во вторых, использование шаговых двигателей в системе координации движений манипулятора, позволило отказаться от

промежуточных измерений размеров изготавливаемой детали. ФРК не подгоняет размеры, а создает их. В этом есть принципиальное отличие от производственных систем традиционного построения. В третьих, многозадачность рассматриваемого комплекса и возможность выполнения всех необходимых операций позволяет в значительной мере исключить ошибки и погрешности многократной ручной установки детали в шпиндель станка.

В настоящее время практически все специализированное программное обеспечение, применяемое при конструировании, имеет возможность интеграции с системами САД высокого уровня – Creo Elements/Pro, Siemens NX, CATIA. Это позволяет например обеспечить создание технологической оснастки на комплексе [2, 4]. Алгоритм работы фрезерного роботизированного комплекса следующий:

- создание 3D модели в САД системе
- написание управляющих программ (УП) в САМ системе для обрабатывающего центра (ОЦ),
- преобразование УП для ОЦ в УП для робота
- объемная обработка на ФРК получение готовой оснастки.

Как можно увидеть из приведенного алгоритма работы ФРК, схема работы, в отличие от традиционного ОЦ, длиннее на один шаг из-за различия в степенях свободы ОЦ и ФРК. В ОЦ есть линейные и круговые оси, а у ФРК – только круговые (без учета линейного блока). Поэтому управляющая программа (УП) пишется изначально независимо от того, что это – ОЦ или ФРК. Для ФРК существует специальный софт, поставляемый вместе с комплексом для адаптации обычной управляющей программы в УП для робота с вращательными осями. Таким образом, ФРК может использоваться как пятикоординатный обрабатывающий центр. Модуль фрезерования содержит все, что требуется для быстрого и простого превращения робота в мощное фрезерное устройство – от высокоскоростного шпинделя HSC (High Speed Cutting Spindle) и системы управления шпинделем, до специального программного обеспечения фрезерования. Пакет прикладных программ KUKA CamRob, предоставленный производителем роботов, обеспечивает конвертацию и совместимость формата САД/САМ с внутренними командами робота. Рабочий исполнительный орган робота манипулятора управляется в трех плоскостях перемещения плюс функции наклона и вращения шпиндельной головки. Таким образом, робот является пятикоординатным многофункциональным устройством обработки. 5ти осевой обрабатывающий центр заменяет целую технологическую линию, построенную по принципам классического производства. Все это также выгодно отличает данные комплексы от классических станков с ЧПУ и позволяет получить принципиально иные возможности в объемной механической обработке.

Данные комплексы находят применение в следующих областях:

- изготовление различной оснастки – литейной, модельной; стержневых ящиков, болванов, оснастки для термического вакуумного формования и др.;
- изготовление мастер-моделей, макетов корпусов и элементов судов, автомобилей, мебели, сантехники, предметов интерьера, скульптур и т. д.;

- механическая обработка изделий из пластмассы, дерева, модельных материалов, камня, гипса;
- прочие применения – быстрое изготовление шаблонов, кондукторов.

Преимущества использования комплекса:

- стоимость содержания и технического обслуживания ФРК значительно ниже, чем у аналогичного по функциональности станка с ЧПУ;
- значительно большая рабочая зона, особенно в вертикальном направлении;
- возможность напольной, настенной, потолочной установки ФРК позволяет работать с крупными изделиями и в труднодоступных местах;
- дополнительные опции, такие, как линейные оси (рис 1), поворотные столы, автоматическая смена инструмента, позволяют расширить возможности комплекса по размерам рабочей зоны, вплоть до 30 м
- возможность безостановочной работы и более высокой производительности за счет работы: одновременно на нескольких постах во время монтажа или демонтажа оснастки на одном из постов;
- стоимость содержания и технического обслуживания значительно ниже, чем ОЦ;
- производительность обрезки пластмассовых заготовок возрастает в десятки раз, по сравнению с ручной обрезкой, с одновременным повышением качества;
- гибкость – возможность использования с другими инструментами (лазерной резкой, сваркой и др.).



Рис 1. ФРК с линейной осью

Примерами успешно выполненных студенческих научно исследовательских работ является создание аэродинамического обвеса для спортивного автомобиля класса «Формула Студент» [5]. Который был создан в рамках международного технического проекта «Formula SAE», инженерных соревнований по созданию спортивных автомобилей, проводимых Ассоциацией инженеров-механиков (ImechE), обществом автомобильных инженеров США (SAE) и Ассоциацией инжиниринга и технологий (I&T),

входящие в Серию Студенческих Инженерных соревнований (Collegiate Design Series) SAE.



Рис. 3. Спортивный автомобиль класса «Формула Студент»

В рамках реализации данного проекта были изготовлены различные элементы спортивного автомобиля с использованием технологий сквозного цифрового проектирования и применения цифровых технологий производства и быстрого прототипирования. Проект был построен на основе взаимодействия студентов, магистров, аспирантов - участников проекта «Formula SAE» с преподавательским составом, а также взаимодействия с ведущими предприятиями Нижнего Новгорода.

На основе технологии роботизированного комплекса настоящее время в НГТУ им. Р.Е Алексеева идет работа по созданию универсального комплекса для сборки конструкций из композиционных материалов. Преимуществом разрабатываемого комплекса является точность изготовления за счет того, что роботы работают в едином координатном пространстве с контролем точности позиционирования и значительным сокращением ручного труда. Причем, применяемые роботы универсальны: они создают и, в случае необходимости, ремонтируют матрицу, после чего выполняют операции с композитным материалом: наносят разделительный слой, гелькоут, выкладывают препеги и/или напыляют поверхность и средний слой, контролируют геометрию и внутреннюю структуру после операции, выполняют финишную отделку изделия.

Постоянный контроль геометрии изделия и ее внутренней структуры позволяет выявить брак на ранней стадии и либо исправить его, либо прекратить изготовление, что также позволит снизить издержки.

Вся цепочка проектирования изделия и матрицы выполняются на компьютере: 3D модель – гидро/аэродинамика – прочность изделия и отдельных элементов – задание на создание формы – раскрой листов – выкладка листов – проверка геометрии – проверка структуры – выкладка «среднего» слоя – дообработка фрезером при необходимости и т.п.

При этом для обеспечения повышенной точности полная сборка осуществляется на одном рабочем месте. Узкоспециализированное оборудование, несомненно, имеет более высокую производительность, но на универсальном стенде можно изготавливать изделия более широкой номенклатуры. Кроме того, разрабатываемое оборудование можно

масштабировать по рабочим местам для обеспечения создания больших или меньших конструкций, когда над одним изделием работают более 1 робота.

Создание стенда будет способствовать значительному улучшению качества изделий из композиционных материалов.

Разработка системы автоматизированного изготовления элементов позволит практически полностью исключить влияние человеческого фактора на качество изготавливаемой продукции, создаст возможность экономии расходных материалов.

Работа выполнена при поддержке компании ООО ТПК "Фолипласт".

Список литературы

1. Сироткин, О.С. Новые конструкционные и функциональные ПКМ на основе термопластов и технологии их формования /О.С. Сироткин, М.А. Андрунина, Э.Я. Бейдер//Авиационная промышленность. - 2012. -№ 4. -С. 43-47.

2. Чернышов Е.А., Романов А.Д. Современные технологии производства изделий из композиционных материалов. // Современные наукоемкие технологии.- 2014. - № 2. - С. 46-51.

3. Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В., Мартинова Л.И. Построение специализированной системы чпу для многокоординатных токарно-фрезерных обрабатывающих центров// Автоматизация в промышленности. - 2014. - № 6. - С. 25-28.

4. Пономаренко Г. М., Глебов С.М., Пирайнен В.Ю. Практические вопросы компьютерного моделирования. // Литейное производство - № 8 - 2008 - с 29-31 (2)

5. Чернышов Е.А., Гончаров К.О., Романов А.Д., Кулагин А.Л. Опыт внедрения технологии сквозного цифрового проектирования в рамках научно-исследовательской работы студентов и аспирантов // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - № 4. - С. 92-96.