

2. Компьютерные технологии в сфере автоматизированного конструирования и производства

2.1 Электронные модели изделия

Решение относящихся к сфере машиностроения учебно-производственных задач предполагает выполнение этапов, характерных для реального производства, но в упрощенной постановке. Первоначально проектирование изделий машиностроения требует создания на компьютере трехмерной геометрической модели. Этот этап осуществляется в среде САД-системы (системы автоматизированного проектирования), выходом которой является трехмерная геометрическая модель в цифровом формате (или электронная модель изделия, ЭМИ).

В настоящее время в автоматизированном конструировании применяются три типа 3D-моделей – каркасная, поверхностная и твердотельная, причем именно последняя является наиболее востребованной. Вместо применявшегося ранее способа построения геометрических проекций трёхмерного объекта на плоскость сегодня с помощью САД-системы описание изделия может быть полностью сформировано в цифровой форме, т.е. в виде файла. После этого на основе импортированной электронной модели в САМ-системе может быть автоматически создана программа управления принтером, согласно которой и будет получен результат – готовый физический объект

Формирование таких управляющих программ может быть осуществлено на основе подготовленной в САД-системе ЭМИ в автоматизированном режиме. Этот этап выполняется в среде системы автоматизированного производства (в САМ-системе), предназначенной для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Содержанием управляющей программы является набор команд, с помощью которых закодированы все операции производственного процесса, исполняемые станком. К ним относятся команды включения и выключения станка, изменения режимов его работы, перемещения рабочего инструмента и т. п. Благодаря программному управлению станки с ЧПУ и обеспечивают достижение необходимых современному производству высокого уровня автоматизации, гибкости, точности и эффективности.

Таким образом полный цикл разработки и изготовления детали в большинстве случаев предполагает использование САД-системы на первом этапе, САМ-системы на втором и, наконец, ЧПУ-станка – на третьем. Нередко САД и САМ системы объединяются в один программный комплекс и реализуются либо в виде нескольких отдельных программных модулей, либо как объединенная общим интерфейсом и внутренним форматом представления данных программная система. В последнем случае принято называть ее САД/САМ-системой.

Остается осветить вопрос относительно входной информации САД-системы. Если для проектирования совершенно нового изделия требуется квалифицированный конструктор, то разработку по образцу уже существующего изделия можно максимально упростить за счет автоматизации, освободив человека от множества рутинных операций. Поэтому с целью клонирования (получения точных копий) существующих объектов созданы трехмерные сканеры, обеспечивающие панорамную фотосъемку предмета с последующим объединением полученных фотографий и генерацией на их основе трехмерной модели. Полученная таким способом ЭМИ может быть впоследствии модифицирована в САД-системе, после чего изготовлена и использована в качестве готового изделия или элемента сборной конструкции.

С этой целью в комплект DFKit входит бесконтактный 3D сканер DF-Scan, обеспечивающий оцифровку предметов на основе метода фотограмметрии. Поставляемое в комплекте со сканером программное обеспечение позволяет получить с него информацию в формате так называемого «облака точек», после чего методом реконструкции поверхности преобразовать в 3D-модель для CAD-системы. Дальнейшие шаги по формированию управляющей программы и изготовлению физического объекта на станках уже были упомянуты.

Таким образом комплект DFKit в комплексе с прилагаемым программным обеспечением поддерживает весь цикл учебно-производственных работ, начиная от получения оптического образа объекта и до его реального воплощения. Далее рассматриваются наиболее распространенные и удобные для применения в учебном процессе CAD/CAM-системы.

2.2 CAD-системы проектирования

В настоящее время существует целый ряд инженерных решений, позволяющих выбрать для разработчика оптимальный вариант построения модели, используемой при проектировании в среде CAD-системы.

Выбор CAD-системы, т. е. САПР важен потому, что именно это определяет надежность и условия проектирования. Исторически сложилось так, что большинство современных САПР основаны на параметрическом редактировании геометрии, т. е. опираются на историю построения модели. Однако наряду с ними существуют и системы, основанные на так называемом прямом моделировании, которые до недавнего времени проигрывали в популярности параметрическим, которые представляют собой основной вид САПР.

Прежде всего отметим, что параметрический вид моделирования позволил существенно сократить затраты на внесение изменений в проект, создание новых модификаций изделий и т. п. Ведь под параметрической моделью понимается геометрическая модель, описываемая размерами (параметрами), изменяя значения которых, можно получать разные варианты конструкции.

История построения модели – это по сути последовательность операций, которые были использованы для создания нужной геометрической формы. Именно такой подход заложен в основу параметрической модели, когда с каждой операцией ассоциируется набор значений-параметров. Координаты и типы элементов плоского контура, высота его «выдавливания», диаметр и форма отверстия являются примерами таких параметров.

Изменив значения таких параметров и заново повторив историю построения, можно получить уже другую геометрию. Параметрические конструктивные элементы образуют своеобразное дерево, которое автоматически строится системой в соответствии с историей создания модели и отражает взаимосвязи между элементами. В качестве примеров CAD-систем параметрического типа можно привести как зарубежные (*SolidWorks*, *FreeCAD*), так и отечественные системы (*КОМПАС*, *nanoCAD*).

В настоящем пособии учащимся предлагаются лабораторные работы, ориентированные на использование системы параметрического твердотельного моделирования *КОМПАС*, хотя при желании их можно сделать и в среде других упомянутых выше систем.

Главное, о чем следует помнить – CAD-система должна позволять выводить готовую модель в формате STL-файла для последующей передачи в среду САМ-системы. Эту возможность (в некоммерческих версиях) предоставляют системы *FreeCAD*, *T-Flex* и ограниченная по времени использования версия *КОМПАС 3D HOME*.

Подробнее познакомиться с CAD-системами можно в специализированной литературе и на сетевых ресурсах⁷.

⁷ САПР как сложная система. [Электронный ресурс]. URL: <http://poznayka.org/s77322t1.html> (дата обращения: 05.06.2017); Системы CAD: цели создания, состав и структура. [Электронный ресурс]. URL: <http://fb.ru/article/246995/sistemyi-cad-tseli-sozdaniya-sostav-i-struktura> (дата обращения: 05.06.2017); Обзор современных систем автоматизированного проектирования. [Электронный ресурс]. URL:

2.3 САМ-системы производства

Системы САМ (Computer-aided manufacturing), как уже было сказано ранее, предназначены для формирования управляющей программы для конкретного станка с ЧПУ. При этом системы получают на входе цифровую модель из САД-системы и преобразуют ее в ряд команд в формате специализированного кода конкретного ЧПУ-станка (G-кода), которые и задают траекторию перемещения инструмента (рабочего органа) в процессе обработки детали. Таким образом, САМ-система реализует важный этап технологического процесса, т. е. на основе декларативного, описательного знания о модели «что надо сделать» формирует императивное описание процесса «как надо делать» в виде программы управления станком.

Функционал САМ-системы может быть реализован и как отдельная независимая программа, и как дополнительно встраиваемый программный модуль, расширяющий возможности базовой системы – плагин (plugin). Во втором случае плагин, имеющий доступ ко всей системе, формирует итоговый G-код на основе исходных данных, получаемых из среды базовой системы.

Примером первого подхода является программа *CURA*, а второго – плагин графического редактора *Inkscape* для создания G-кода лазерного гравера.

В комплексе с оборудованием *DFKit* используется несколько САМ-систем, специализированных по виду обработки, т. е. ориентированных на конкретное оборудование. К ним относятся:

- программа *CURA* – для подготовки управляющей программы для 3D-принтера;
- плагины *DFKit Laser Cut* и *DFKit Laser Engrave* для программы *IncScape*, формирующие коды управления лазерным станком;
- программа *ArtCAM-2017* – для создания управляющей программы фрезерного станка.

Конкретные особенности программных приложений и порядок их использования подробнее рассмотрены в отдельных руководствах, относящихся к конкретным станкам.