

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИСКОВ СПИРАЛЬНОГО КОМПРЕССОРА

Раков М.И.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Головин М.П.

Сибирский федеральный университет

При современном производстве особое внимание уделяется точности и качеству изделий. Прежде чем изготовить деталь, необходимо проделать огромную работу в области конструкторской подготовки, и только после получения чертежей и моделей изделия можно приступить к непосредственному изготовлению.

При создании управляющих программ в САМ-среде чертежи не требуются, необходимо использование модели изделия. Получить модели можно с помощью САД-систем, которые в настоящее время разрабатываются многими компаниями.

Используемые для конструкторского проектирования САД-системы позволяют создавать модели любой сложности, в зависимости от их функционала.

В качестве примера построения модели был взят диск спирального компрессора рисунок 1.

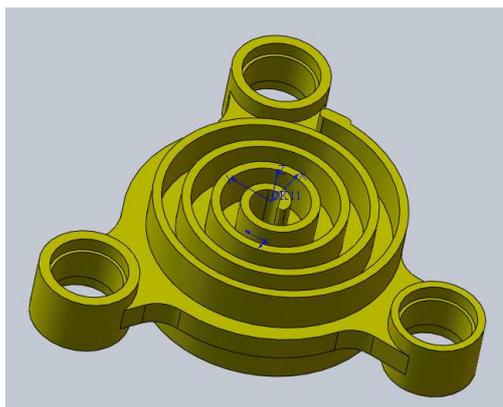


Рисунок 1 – Модель изделия

В спиральном компрессоре на сегодняшний день используются современные износостойчивые материалы, которым не требуется смазка, поэтому поверхность спирали должна быть абсолютно точной и гладкой. Если гладкость поверхности можно достичь путем механической обработки (высокоскоростное фрезерование, шлифовка), то точность изделия должна быть заложена еще при проектировании модели.

Для изготовления данной модели использовался программный продукт SolidWorks, в котором существует возможность построения эскиза спирали с заданными параметрами, такими как количество витков, начальный радиус, угол начального положения. Использование встроенных функций SolidWorks построения спирали является наиболее простым и быстрым, (но не единственным) путем получения эскиза. При построении модели таким способом и дальнейшем ее изготовлении были выявлены некоторые недостатки, а именно, несоответствие полученной и требуемой геометрии спирали.

Одним из вариантов решения проблемы, оказалось построение точек и соединение их сплайном, что можно сделать при помощи макроса. В данном случае

можно получить бесконечное количество точек, и сделать сколь угодно точное приближение к спирали.

Уравнение архимедовой спирали записывается в полярной системе координат в виде:

$$\rho = \alpha \cdot \varphi,$$

где α – шаг спирали, φ – угол поворота.

Формулы для перевода в декартовы координаты:

$$x = \rho \cdot \cos(\varphi);$$

$$y = \rho \cdot \sin(\varphi).$$

В результате вычислений получилась следующая спираль рисунок 2:

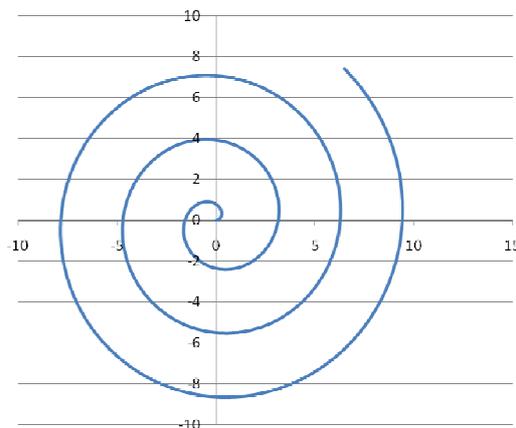


Рисунок 2 – Модель спирали

Использование функции построения кривой по уравнению невозможно, из-за отсутствия уравнения спирали в декартовых координатах. Разница в построении набора точек и соединения их сплайном и кривой по уравнению может быть достаточно серьезная:

1. второй вариант построения с точностью уравнения, а у первого точность зависит от количества точек;
2. первый вариант не всегда ассоциативный и параметрический, и при малом количестве точек в сложных случаях, форма сплайна не всегда корректна.

При построении сплайна по точкам на его гладкость влияют следующие моменты:

1. точность задания координат точек – невозможно задать координату абсолютно точно;
2. способ аппроксимации линии между точками. В зависимости от применяемой математики (NURBS, B-spline, C-spline) форма линии может быть разной.

Когда известно уравнение кривой для каждой его точки известны координаты и любое количество производных. Когда строится сплайн по точкам, рассчитанным по уравнению кривой, то информация о производных при такой передаче отсутствует. Предположительно, при построении кривой по уравнению эта информация используется, и математика сплайна отличается. То-есть, используя для аппроксимации кривой кроме точек, n производных, возможно получить лучшую аппроксимацию при том же наборе полюсов, чем просто строя сплайн по точкам снятым с этой кривой.

Еще одним способом построить сложные поверхности является использование тяжелых пакетов, таких как ProEngineer, Catia, либо применение программных продуктов, специализированных на построение сложных поверхностей (PowerShape, SolidEdge). Но данное решение является экономически необоснованно, если на производстве уже используется какая-либо другая САПР.

После завершения процесса моделирования деталь передается в САМ систему PowerMill для подготовки управляющей программы станку с ЧПУ.

Первый этап проектирования техпроцесса – выбор заготовки. В условиях единичного и экспериментального производства обычно используются заготовки в виде блоков, т.к. экономически невыгодно изготавливать заготовку близкую по форме к изделию. Модель заготовки должна иметь припуск на обработку. Заготовка для диска спирального компрессора – круглый профиль диаметром 250 мм. На рисунке 3 наглядно видно, что заготовка имеет припуск по сравнению с моделью детали.

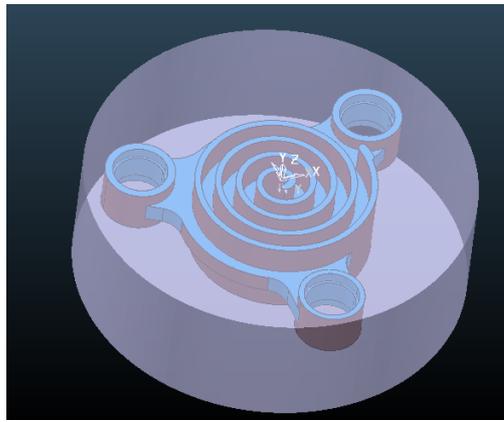


Рисунок 3 – Модель заготовки

Когда технолог определился с выбором заготовки, следующим этапом идет определение технологических баз и количество установов. По возможности установов должно быть как можно меньше, т.к. при каждой переустановке необходимо выполнять привязку к координатам станка. Из-за невозможности абсолютно точно выполнить привязку, результат сказывается на точности получаемой детали. На этом этапе разрабатывается и технологическая оснастка, позволяющая выполнить установку заготовки без использования стандартных приспособлений.

Выбор режущего инструмента проводится с учетом обрабатываемого материала, сложности и размеров детали. Для обдирки и черновой обработки, как правило, используется инструмент с максимально возможным диаметром. Так для обработки торцов и контуров диска компрессора, где важна скорость, а не качество обработки используется фреза диаметром 63мм рисунок 4.

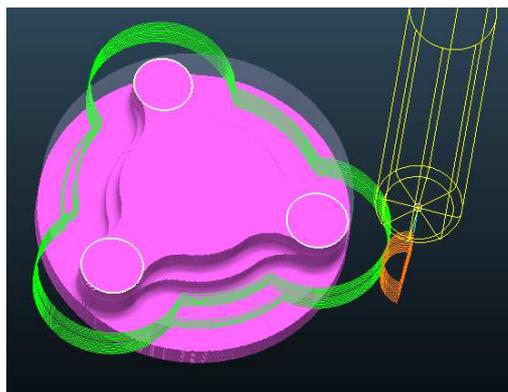


Рисунок 4 – Черновая обработка контура детали

Для выборки материала, оставшегося после обработки крупной фрезой, используется доработка, с применением инструмента меньшего размера рисунок 5.

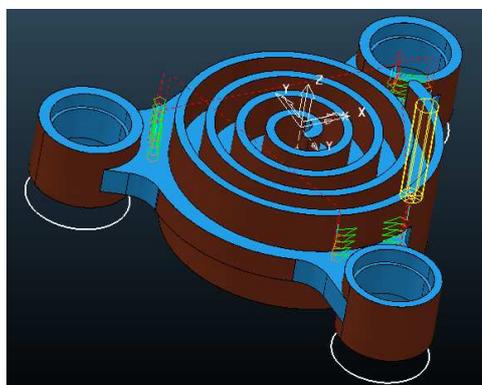


Рисунок 5 – Траектория доработки

Самый сложный элемент детали – рабочая поверхность спирали. Для ее обработки используется траектория выборки по профилю.

При дальнейшей обработке производится меньший сьем материала, придается более точная форма, и как следствие необходимо применение инструмента меньшего диаметра. Для обработки рабочей поверхности спирали выбор фрезы определяется высотой стенок и расстоянием между соседними витками, для этого используется наименьшая фреза диаметром 6 мм. Для получения более точной поверхности спирали последовательно применяются черновая стратегия (выборка по профилю 3D модель) с припуском, и чистовая стратегия (оптимизированная Z) без припуска. Режимы резания также выбираются в зависимости от точности получаемой поверхности, и от возможностей оборудования.

После создания всех траекторий обработки записываются файлы управляющих программ с использованием постпроцессора. При создании NC –файла необходимо указать файл спецификации стойки ЧПУ, для корректной перекодировки управляющей программы в систему кодов данного станка. Каждая траектория может быть записана в отдельный NC файл. Такой подход позволит контролировать процесс обработки после каждой выполненной операции.

При первом прогоне управляющей программы непосредственно на станке необходимо следить за процессом обработки, т.к. программистом, возможно, были допущены ошибки при проектировании техпроцесса. Также возможна корректировка

некоторых параметров резания, управление подачей СОЖ непосредственно на стойке. Если никаких ошибок в ходе обработки не обнаружено, обработку последующих деталей может осуществить оператор станка.