

А. Притхин (ООО «ПроМодель», г.Воронеж)

Изготовление модельной оснастки на станках с ЧПУ. Проблемы и решения

Основное направление компании «ПроМодель», г. Воронеж – комплексная автоматизация литейных предприятий. Многолетний опыт работы с литейными предприятиями России и стран СНГ позволил определить стратегию развития литейного производства, основанную на интенсивном внедрении современного оборудования и технологий.

Вопрос изготовления качественной модельной оснастки в кратчайшие сроки является одним из основных, влияющих на стоимость конечной продукции и репутацию предприятия. Особенность модельного производства заключается в том, что специально профессии «модельщик» никто не обучает. Обычно на предприятии имеется один или два «опытных модельщика», которые изготавливают модели подручными средствами с минимальной механизацией труда. Выходом из сложившейся ситуации является переход на современные технологии изготовления оснастки, который несет предприятию новые программно-технические сложности.

Рассмотрим приемы работы в программном комплексе SolidCam + SolidWorks на примере часто встречающейся на производстве детали типа «Корпус редуктора». Первое препятствие, с которым столкнется технолог, это большая высота модели – 120 мм. Способ преодоления зависит от оборудования, которым располагает предприятие. Если предполагается использовать 3-х осевой станок, то придется резать исходную модель на слои по высоте и каждый слой обрабатывать отдельно. Слои должны быть достаточно тонкими для обработки инструментом малого диаметра, который, как известно, имеет и малую длину. Например, для обработки литейных радиусов (на данной модели это радиусы 3 мм) потребуются фрезы со сферическим торцом и диаметром рабочей части 6 мм, а эти фрезы серийно выпускают длиной до 100 мм, соответственно толщина каждого слоя модели определится по содержащимся на нем конструктивным элементам и длине самого короткого инструмента, обрабатывающего эти элементы.

На рис. 1 видно что литейные радиусы располагаются на всех уровнях заготовки, поэтому можно разделить модель на слои толщиной 60 мм и произвести обработку. Но вторым препятствием в данном случае является значительное количество пересечений по-

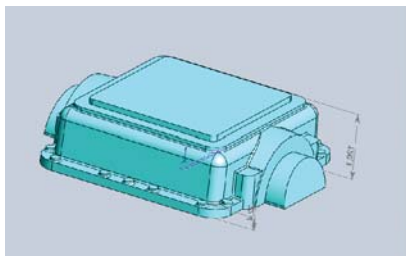


Рис. 1. Мастер-модель «Нижняя половина корпуса редуктора»

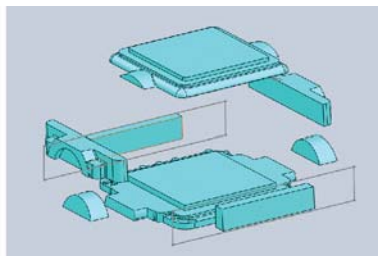


Рис. 2. Мастер-модель с разнесенными частями

Данная статья открывает серию публикаций о проблемах изготовления модельной оснастки на станках с ЧПУ и путях их решения.

Ключевые слова: модельная оснастка, станки с ЧПУ.

Pritch A. Machining of moulds on CNC machine tools. Problems and decisions.

Article opens a series of publications about problems of machining of moulds on CNC machine tools and ways of their decision.

Key words: mould, machine tools, solidcam.

верхностей, между которыми скругление отсутствует. Эти места придется дорабатывать уже с помощью ручного инструмента, что значительно увеличивает общее время изготовления. Все вышеперечисленные сложности легко решаются при обработке на 5-ти осевом фрезерном оборудовании. Именно поэтому мы в работе используем 4-ти координатный фрезерный станок с ЧПУ.

Данную мастер-модель можно было бы изготовить цельной, из одной заготовки, но этому мешает наличие бобышек в нижней части модели – между бобышкой и стенкой корпуса остается мертвая зона, даже при 5-ти осевой обработке понадобится инструмент фантастической длины.

Поэтому было принято решение разделить модель на конструктивные элементы с последующей раздельной обработкой. Набор частей модели приведен на рис. 2. Попутно удалось решить еще несколько задач:

1. Снижено количество материала заготовки, перемещаемого в стружку и опилки, соответственно, сократилось время обработки.
2. Сократилось время на разработку технологии за счет уменьшения времени расчета визуализации обработки.
3. Уменьшена необходимая длина инструмента, и, соответственно, повышена точность обработки.

Теперь изготовление модели не представляет сложности, осталось только выбрать способ крепления заготовок на рабочем столе станка. По техническим условиям модель должна быть изготовлена из вла-

гостойкой фанеры ФСФ. Поскольку в данном случае используется станок с вакуумным столом, то для исключения повреждения поверхности стола используем подложку из калиброванного листа фанеры, подходящего размера, к которому заготовки крепятся саморезами. Если изготавливаемая деталь простой прямоугольной формы и не имеет участков малой высоты по Z, то вкручиваем саморезы в произвольные места заготовки, отступив 2–3 см от ее края.

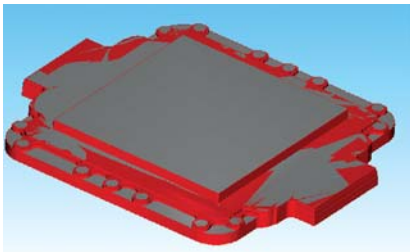


Рис. 3. Основание модели

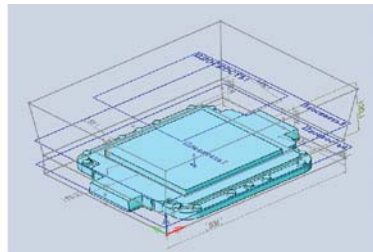


Рис. 4. Визуализация перехода черновой обработки в режиме SolidVerify

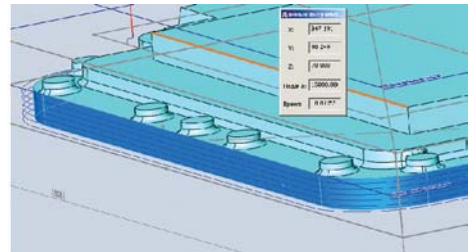


Рис. 5. Обрабатываемая поверхность (выделено синим)

Приемы работы в SolidCAM на примере изготовления основания модели

Модель для обработки показана на рис. 3. Первым переходом будет черновая обработка цилиндрической фрезой большого диаметра. На чистовую обработку оставляем припуск 1 мм для стенок, для дна припуск не оставляем. Поверхностью дна в SolidCAM считаются плоские грани модели, параллельные плоскости XY системы координат перехода, все остальные грани считаются стенками. Это позволило сразу обработать большую плоскость «начисто», не создавая дополнительного перехода. На рис. 4 изображен результат визуализации перехода черновой обработки, красным цветом обозначен припуск на чистовую обработку.

Рассмотрим теперь преимущества 5-ти осевой обработки на характерном примере – стенке модели, имеющей литейный уклон.

Для обработки воспользуемся стратегией «обработка параллельно кривым». Траектория каждого прохода инструмента будет иметь форму направляющей кривой, смещенной на расстояние смежного шага (рис. 5). Рассмотрим процедуру создания 5-ти осевого перехода в программе SolidCAM. Интерфейсное окно редактирования перехода (рис. 6) состоит из нескольких вкладок, позволяющих избежать загромождения элементами управления и снижения удобства использования.

Каждая вкладка имеет название, отражающее ее предназначение. Все вкладки мы не будем рассматривать в пределах данной статьи, рассмотрим только общий принцип создания перехода на конкретном примере.

1. На вкладке «Ноль детали» можно изменить параметры системы координат операции. Для 5-ти осевых переходов в большинстве случаев используется одна система координат, направление ее осей совпа-

дает с направлением осей системы координат станка. Эта система координат задается при создании операции обработки.

2. На вкладке «Геометрия» с помощью кнопки «выбрать» последовательно задаем обрабатываемую поверхность, указывая курсором мыши на грань модели и подтверждая выбор нажатием левой кнопки мыши. Далее, таким же образом выбираем направляющую кривую. В основном, направляющей кривой служит одна из кромок обрабатываемой поверхности, но можно выбрать произвольную линию эскиза, если это необходимо. В выпадающем меню «Тип» выбираем «начало и конец точно на кромках», в этом случае система сама подсчитает необходимое число проходов, основываясь на ширине обрабатываемой поверхности и величине расстояния между проходами.

3. На вкладке «Инструмент» (рис. 7) выбираем инструмент для обработки (концевая чистовая фреза с плоским торцом). Если внедрение программы проведено грамотно, то уже имеется готовая таблица инструмента, соответствующая таблице инструментов станка, и остается только выбрать нужный номер фрезы и при необходимости изменить режимы резания. Под кнопкой «выбор» скрывается таблица инструментов операции, а под кнопкой «режимы» – диалоговое окно настройки режимов резания.

4. На вкладке «Параметры траектории» (рис. 8) задаем величину смежного шага равную 3 мм и указываем необходимую величину допуска на точность резания. В данном случае можно оставить величину по умолчанию 0,02 мм. Если по каким-либо причинам не получается в качестве направляющей кривой задать нижнюю кромку обрабатываемой поверхности, то можно задать верхнюю кромку, а на закладке «Сортировка» отметить чекбокс «Изменить направление смежного шага».

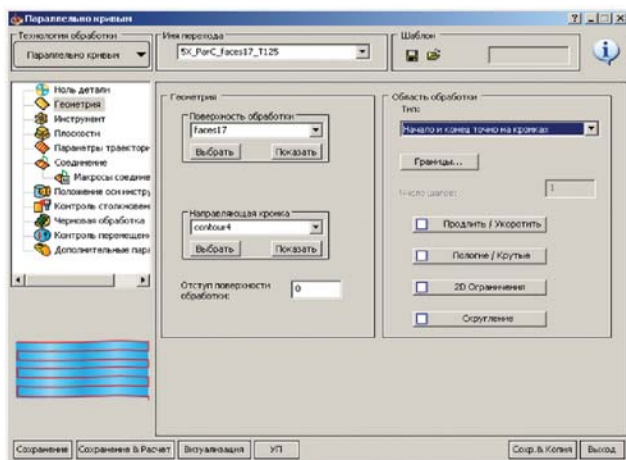


Рис. 6. Окно редактирования перехода

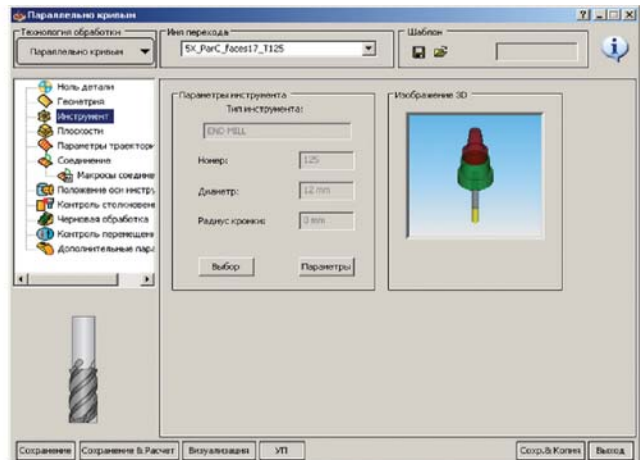


Рис. 7. Вкладка «Выбор инструмента»

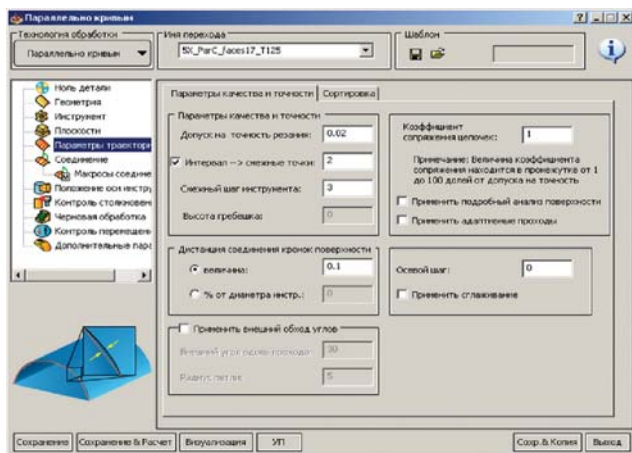


Рис. 8. Вкладка «Параметры траектории»

5. На вкладке «Положение оси инструмента» (рис. 9) из выпадающего меню «Положение оси инструмента» выбираем режим «Отклонение относительно направления обработки», а в появившемся блоке «Углы» задаем угол бокового наклона 90° , что соответствует обработке боковой поверхностью цилиндрической фрезы. Тип бокового наклона выбираем «Нормально к нижней кромке».

6. На вкладке «Контроль столкновений» отмечаем чекбокс «Применить контроль столкновений». Блок «Геометрия» становится активным, и в нем выбираем поверхность контроля, нажав кнопку «выбрать» и выбрали те грани на модели, с которыми может столкнуться инструмент в процессе обработки.

7. Нажимаем кнопку «Сохранение и расчет» и, если все параметры указаны верно, переход будет рассчитан и сохранен.

8. После расчета можно нажать кнопку «Визуализация» и произвести проверку обработки на CAD-модели в режиме Solid Verify, который позволяет выявить возможные столкновения инструмента с заготовкой и увидеть обновленную модель заготовки с учетом неснятого материала.

Остальные вкладки позволяют, в случае необходимости, настроить режимы подвода и отвода инструмента к обрабатываемой поверхности, задать параметры плоскости безопасности перехода, настроить черновую обработку.

В процессе визуализации система SolidCAM позволяет оценить машинное время перехода. В данном случае время обработки составило 1 мин 51 с. Для сравнения, обработка на 3-х осевом станке фрезой со сферическим носом заняла бы для той же поверхности приблизительно 4 мин.

Управление положением оси инструмента в SolidCAM

Рассмотрим наиболее часто используемые способы контроля положения оси инструмента.

Способ 1. Отклонение относительно направления обработки. Самый простой способ контроля: указывается угол наклона инструмента относительно нормали к поверхности обработки в точке касания инструментом. Задается угол в направлении обработки и боковой угол, так называемый «угол качения», который позволяет обрабатывать линейчатые поверхности боковой стороной фрезы, а также при обработке трех-

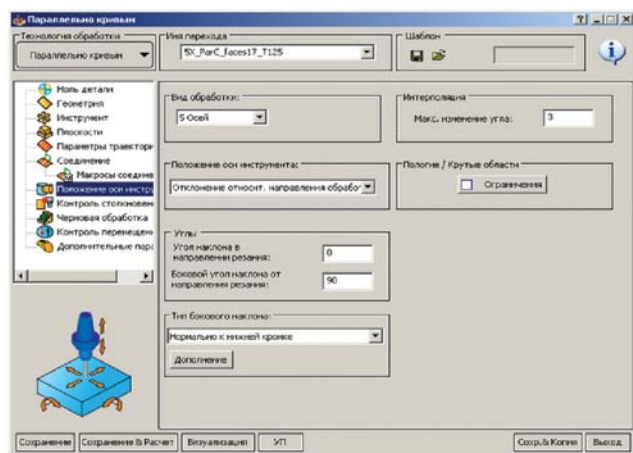


Рис. 9. Вкладка «Положение оси инструмента»

мерных поверхностей фрезой со сферическим носом позволяет избежать резания центральной точкой инструмента (находящейся на оси вращения инструмента), для этого задается небольшой угол наклона в пределах $10-15$ градусов. Еще одно преимущество метода – более высокое качество обработанной поверхности. Недостатком метода являются жесткие требования, предъявляемые к оборудованию, в частности, требуется высокая угловая скорость вращения поворотных осей. Еще один недостаток – повышенная нагрузка на конструктивные элементы станка. Если модель была импортирована из других CAD-систем, то в местах дефектов импортирования возможны неожиданные значительные изменения положения оси инструмента, для их отслеживания в комплект рабочего места технолога должен быть включен модуль «Machine simulation», который позволит отладить разработанный техпроцесс на виртуальном станке.

Способ 2. Без отклонения и нормально к поверхности. Применяется, в основном, для обработки плоскостей торцовой поверхностью фрезы.

Способ 3. Сквозь заданную точку. Ось инструмента всегда проходит сквозь заданную точку. Применяется для обработки внутренних поверхностей деталей типа труб.

Способ 4. Сквозь заданную кривую. Ось инструмента всегда проходит сквозь выбранную кривую. Способ широко применяется при обработке лопаток рабочих колес турбин, а точнее, черновой выборки материала между лопастями и чистовой обработке «дна» между лопатками.

Способ 5. В направлении заданных линий. При задании нескольких направляющих линий ось инструмента при движении его по заданной траектории в начальный момент времени параллельна ближайшей направляющей линии, далее она параллельно изменяет свою ориентацию в пространстве до положения, в котором она параллельна следующей направляющей линии. Если задана только одна направляющая линия, то вместо 5-ти осевой непрерывной обработки получается позиционная обработка с неизменным углом поворота четвертой и пятой оси.

Разработка технологии проводилась в программном комплексе SolidWorks 2010 + SolidCAM 2009 SP4. Заказчик ООО «ТС Инжиниринг», г. Воронеж.