

Антон Евгеньевич Цицилин

ЗАО «Топ Системы»

Компания «Топ Системы», недавно выпустившая новую версию своих САПР продолжает успешно внедрять их на производстве. Одним из примеров такого внедрения может служить ОАО «Мичуринский завод «Прогресс», входящее в Российский Авиастроительный Альянс.

Справка: ОАО «Мичуринский завод «Прогресс» был создан в 1957 году. Основным направлением деятельности предприятия является серийное производство электромеханических элементов пилотажно-навигационных комплексов, курсовых систем, автопилотов и датчиков угловой скорости.

Очевидно, что специалистам предприятия приходится довольно часто сталкиваться с проблемами обработки корпусных деталей, обширная номенклатура которых объясняется характером выпускаемой продукции.

Абсолютное большинство корпусных деталей содержит ряд сложностей при их обработке.

1. Корпусные детали обрабатываются за большое число технологических установок, с частой сменой опорных точек и поверхностей базирования.
2. Обработка корпусных деталей, как правило, сочетает в себе двух, трёх, а иногда и пятикоординатные траектории движения инструмента.
3. При этом, довольно редко удаётся обойтись малым количеством траекторий движения и коротким списком используемого для обработки инструмента.

Проведём обзор решений, предлагаемых в системе T-FLEX ЧПУ российской компании «Топ Системы», для обработки корпусов на примере одной из деталей ОАО «Мичуринский завод «Прогресс».

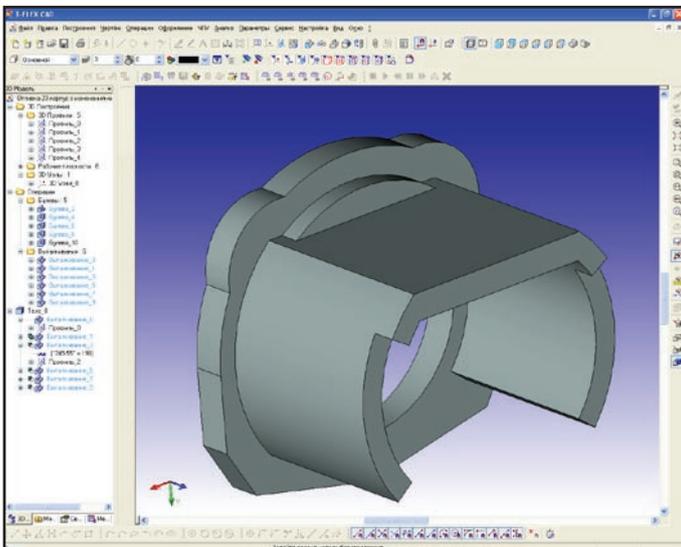


Рисунок 1. Отливка

Деталь. Особенности конструкции. Геометрия поверхностей

Материал обрабатываемой детали – нержавеющая сталь. Большие габариты (около 300 мм в длину и 200 мм в диаметре) не позволяют точить деталь из куска (экономически нецелесообразно). Обработка детали из отливки (Рисунок 1) влечёт за собой сложности в базировании и выдерживании основных размеров. Отливка (ввиду качества поверхности и припусков на стороны) первоначально базируется произвольным образом, после чего измеряется и обрабатывается. Затем снова следует серия измерительных циклов, позволяющая получить более точную информацию о правильности получаемой геометрии детали. Базирование заготовки для последующей обработки размеров выполняется относительно обработанной поверхности.

Модель. Создание траекторий обработки

Не будем подробно останавливаться на этапе построения основной модели детали, поскольку она не содержит элементов сложных для построения. Но, в свою очередь, деталь содержит множество элементов сложных с точки зрения обработки. И качество создаваемой управляющей программы (УП) во многом зависит от правильности созданной модели и точности передачи геометрической информации из CAD системы в CAM систему.

Благодаря ряду возможностей интегрированного решения T-FLEX CAD/T-FLEX ЧПУ удалось решить либо свести к минимуму основные проблемы обработки корпусных деталей.

Основные этапы обработки корпуса:

1. Черновая обработка поверхностей базирования.
2. Черновая обработка площадки.
3. Чистовая обработка площадки с фрезерованием «окон», пазов и сверлением отверстий.
4. Черновая и чистовая обработка цилиндрических и торцевых поверхностей.
5. Обработка внутренних пазов.
6. Обработка внешних пазов.

Поскольку деталь обрабатывается за большое число установок, с частой сменой технологических баз, обойтись одной лишь конечной моделью детали не удастся.

К слову, иллюзия о существовании САМ системы, при помощи которой можно получить УП для обработки любой детали, имея в наличии только итоговую модель, по-прежнему остаётся довольно распространённой на отечественных предприятиях, несмотря на частые семинары и тематические форумы, устраиваемые производителями САПР в России.

Итак, для обработки потребуется набор технологических моделей и чертежей. Технологическая модель – это модель, либо её часть, отличающаяся от итоговой дополнительными построениями (припуск, дополнительные поверхности, геометрически обозначенные зоны обработки), выполненными, с целью расчёта траекторий движения инструмента и получения управляющих программ. Технологическая модель зачастую является моделью детали, на одной из стадий механообработки. Проведя анализ технологического процесса изготовления корпуса, можно сделать вывод о необходимости построения семи технологических моделей и двух дополнительных чертежей.

Чертёж – это необходимая и достаточная геометрическая информация для создания 2D и 2.5D траекторий обработки в системе T-FLEX ЧПУ (Рисунок 2). Поэтому, большинство черновых и чистовых траекторий сверлильной и фрезерной обработок можно создать на двух, равномерно нагруженных траекториями чертежах. Создание всех траекторий обработки на одном чертеже не имеет смысла, поскольку приводит к загромождению чертежа, делает траектории более зависимыми от линий построения и вызывает немалые трудности при их возможном последующем редактировании, особенно, если необходимо выполнить редактирование траекторий по прошествии определённого времени. Поэтому, в подобных ситуациях, оптимально строить несколько чертежей, учитывая, что их создание в системе T-FLEX CAD проходит при минимальных затратах времени и сил.

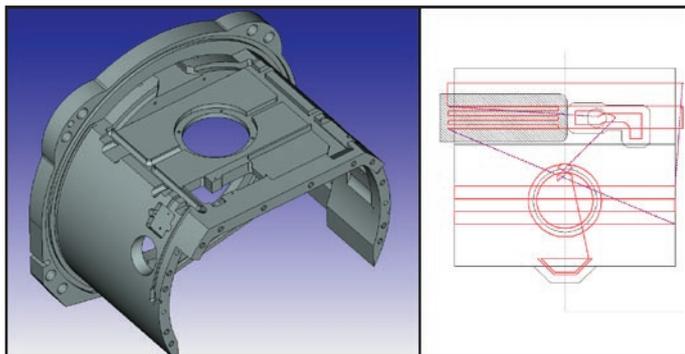


Рисунок 2. Создание траекторий в T-FLEX ЧПУ

Первые два этапа обработки корпуса требуют создания большого числа однотипных 2D и 2.5D траекторий. С одной стороны, создание таких траекторий – процесс относительно нетрудоёмкий, но с другой стороны, создаваемых траекторий довольно много.

Активно встаёт вопрос о затратах времени на подготовку УП. В такой ситуации необходим набор программных средств, позволяющих оптимизировать работу персонала по подготовке простых, однотипных траекторий обработки и получения из них управляющих программ.

Для создания траекторий фрезерной обработки плоскостей, контуров и снятия припуска, достаточно построить штриховку по обрабатываемому контуру и указать технологические параметры обработки в диалоговом окне T-FLEX ЧПУ. При этом одну и ту же штриховку можно использовать и при создании нескольких траекторий обработки любого типа. Также, любую траекторию обработки T-FLEX ЧПУ можно скопировать и заменить в ней исходный геометрический элемент, облегчив тем самым создание однотипных траекторий, имеющих сходные технологические параметры.

Система T-FLEX ЧПУ отлично сочетает 2D, 2.5D, 3D и 5D траектории обработки и генерирует из них единую УП. При этом, благодаря возможности, предоставляемой T-FLEX CAD/CAM, чертить и создавать траектории на гранях 3D модели, количество необходимых технологических моделей и дополнительных построений сводится к минимуму.

При создании траекторий для третьего и четвертого этапов обработки корпуса активно применялись комбинации 2D и 3D траекторий обработки, поскольку большинство контурных операций обработки «окон» и пазов можно выполнить с использованием двух координат и лишь при создании траекторий обработки сложных участков детали, можно было прибегнуть к обширным возможностям 3D модуля системы. Кроме того, 2D модуль системы T-FLEX ЧПУ предлагает множество готовых решений: специальные машинные циклы и стратегии обработки «карманов», «островов» и произвольных контуров. Вкупе с возможностью создавать массивы траекторий по высоте (как линейные, так и круговые) и редактировать их параметры в одном диалоговом окне, эти решения позволяют существенно сократить количество создаваемых траекторий и обеспечить высокое качество обработки (точность обработки, а также, направление и высота гребешка недорезанного материала).

Обработка внутренних карманов и пазов потребовала использования технологического 3D модуля системы, а именно, возможности создания зонной обработки. Фрезерование карманов производится

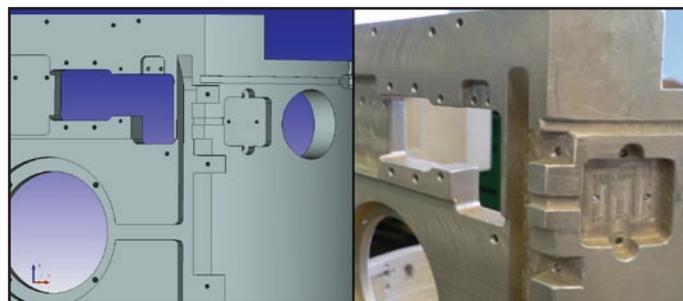


Рисунок 3. Один из сложных участков детали (наклонный выход из паза)

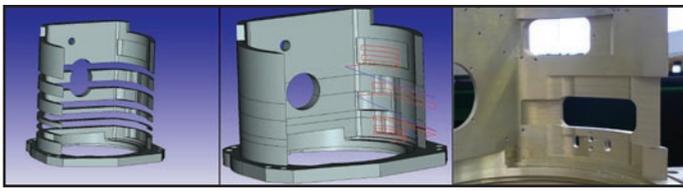


Рисунок 4. Рассечение модели, построение траекторий, обработанная поверхность детали

грибковой фрезой, с большим вылетом, что накладывает ограничения на режимы резания (снижение скорости резания, подачи, увеличение числа проходов и т.д.). Обрабатываемые грани карманов были ограничены двумя 3D путями, определяющими одновременно зону обработки и ориентацию инструмента в пространстве. Для построения путей, потребовалось рассечь модель на несколько тел. Автоматический расчёт траектории движения инструмента производится системой с использованием алгоритма «Обработка объединённой поверхности». Суть алгоритма состоит в том, что последовательность граней, ограниченная 3D путями, сшивается в единую поверхность и расчёт траектории происходит исходя из данных о наборе граней, как о едином целом. Благодаря этому, пропадает проблема расчёта корректных переходов инструмента между гранями, имеющими существенные отличия по параметрам кривизны.

Для создания траекторий сверления, достаточно указать на чертеже (грани) центры отверстий, обработку которых необходимо выполнить. Далее, выбирается любой из множества доступных циклов сверления и указывается набор параметров. На этом создание траектории сверлильной обработки можно считать завершённым.

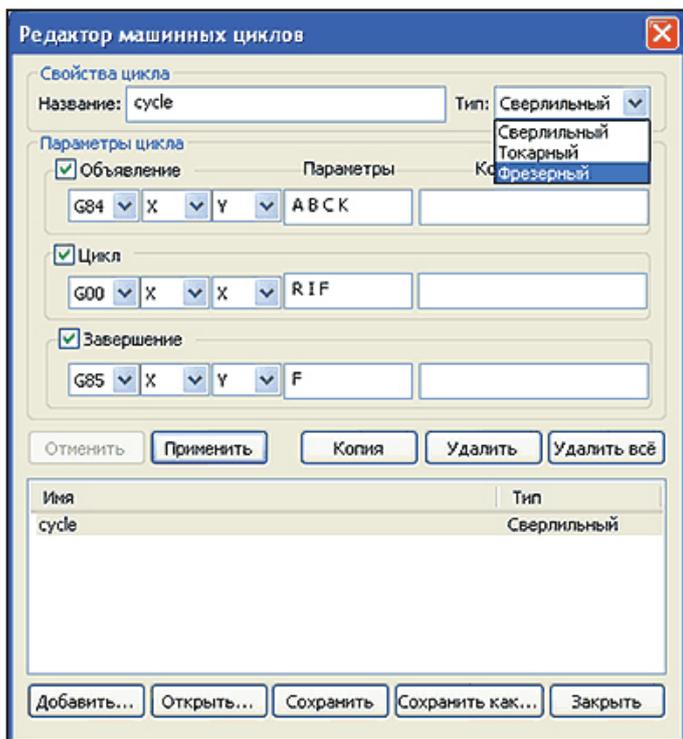


Рисунок 5. Создание собственного машинного цикла

С целью сокращения размеров УП, рационально использовать машинные циклы. Помимо использования машинных циклов, встроенных в систему T-FLEX ЧПУ (часто используемые циклы, для наиболее распространённых стоек ЧПУ), пользователь имеет возможность создавать и использовать свои собственные циклы, посредством встроенного в систему редактора машинных циклов (Рисунок 5). Механизм создания и использования собственных циклов построен на основе макросов, которыми в редакторе можно подробно описать структуру цикла и набор параметров, используемых в нём. После создания, цикл становится аналогом циклов, встроенных в систему (т.е. использует стандартные элементы построения и диалоговое окно параметров траектории). Поскольку корпус обрабатывается как на горизонтально – расточном станке 2A622 (со стойкой Fanuc), так и на новом, четырёхкоординатном станке SLT-320 (также со стойкой Fanuc), обладающим большим количеством встроенных циклов, то возможность использования редактора очень востребована, при создании циклов врезаний или специальных циклов выборки карманов. Кроме того, в системе T-FLEX ЧПУ нет необходимости создавать чертёж или 3D модель в определённых координатах, с целью получить УП в нужной системе координат. Благодаря возможности установки локальной системы координат, созданные траектории обработки можно расположить в заданном месте чертежа, либо пространства. Иными словами, «ноль детали» может быть установлен в любой, указанной пользователем точке (включая необходимую пользователю ориентацию осей СК).

Последний этап обработки, обработка внешних пазов, также сводится к элементарным действиям с минимумом построений, при помощи возможностей CAD/CAM системы. Достаточно спроецировать технологическую модель на рабочую плоскость, перпендикулярную оси вращения. Далее, создание траектории обработки сводится к использованию базовой операции 2D CAM модуля «Фрезерование контура».

Огромную роль во всей механообработке играет режущий инструмент. В процессе подготовки УП, немаловажно правильно учесть его геометрию. В системе T-FLEX ЧПУ используется «Редактор инструментов», в котором проектирование производится посредством изменения стандартных параметров прототипов инструмента. Затем, созданный инструмент, добавляется в список, который в свою очередь сохраняется в отдельный файл, используемый САМ системой, в качестве

источника информации о геометрии инструмента. При этом, число инструментальных файлов, используемых в одном проекте обработки, не ограничено, равно как и число проектов, в которых может быть использован один и тот же файл. В дополнение к редактору, в системе предусмотрена возможность автоматического создания карты наладки инструмента. Карта создаётся на отдельной странице T-FLEX CAD последовательно: сначала пользователь определяет графы и разделы, которые будут присутствовать в бланке карты наладки, затем, определяет типы инструментов и их параметры, которые будут записаны в карту наладки и, наконец, определяет принцип сортировки инструмента. Таким образом, к началу доводки УП на станке можно подходить уже с готовой картой наладки инструмента, что позволяет сокращать срок доводки. В T-FLEX ЧПУ траектории обработки добавляются в дерево траекторий «Менеджера обработок». Благодаря структуре дерева, менеджер обеспечивает пользователю доступ к параметрам и группам параметров любого уровня и предоставляет полный контроль над траекториями: возможность копирования, перемещения, изменения траекторий, а также создание подводов/отводов и врезаний. Помимо структурирования траекторий, «Менеджер обработок» позволяет создавать несколько проектов обработок в одном файле, что удобно при обработке одной детали на нескольких станках различного типа. Каждый проект обработки можно сохранять в отдельный файл с УП.

После обработки траекторий постпроцессором, получается файл с УП (или несколько файлов, если было предусмотрено несколько проектов обработок).

Имитация обработки. Доводка УП

Особое внимание разработчики САМ-систем уделяют имитаторам, поскольку это единственная возможность увидеть результат работы в условиях, максимально приближенных к реальным. В T-FLEX ЧПУ 10 новый имитатор обработки позволяет просматривать результат, непосредственно в основной 3D сцене, используя несколько режимов вида (твёрдотельное моделирование и рёберное отображение), а также, при наличии в файле с чертежом 3D модели детали, траектории 2D обработки имитируются с использованием этой модели.

Помимо этого, имитатор предполагает возможность настройки кинематики станка, чтобы учитывать её при имитации. Эта возможность очень удобна, особенно в случае использования станков с поворотными столами (как в случае с SLT-320).

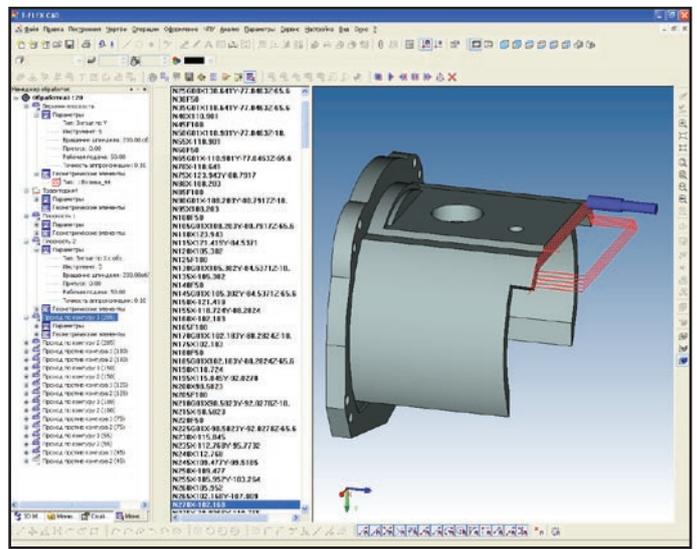


Рисунок 6. Имитация обработки

Также, для просмотра результатов обработки, было удобно использовать отдельный имитатор со съёмом материала T-FLEX NC Tracer 3D. При помощи этого имитатора можно увидеть не только опасные пересечения инструмента и детали при резании, но и просмотреть качество созданных врезаний и безопасность вспомогательных перемещений.

Далее, производится доводка УП на станке. Иногда, в процессе доводки возникает необходимость внести исправления или дополнения в текст программы, поскольку существуют такие факторы, как вылет инструмента, его отгиб, жёсткость, биение, скорость износа, которые невозможно учесть в САМ системе. Благодаря возможностям «Менеджера обработок» редактирование УП происходит быстро и централизованно. Нельзя не отметить динамическую перерисовку 2D траекторий, при изменении любого из параметров, это позволяет контролировать результат изменений в реальном времени. Так система T-FLEX ЧПУ позволяет получить качественную обработку корпусной детали.

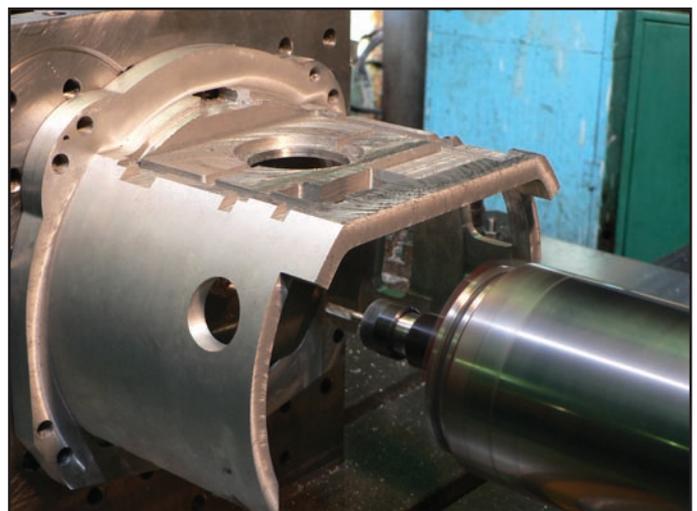


Рисунок 7. Корпусная деталь в процессе обработки