

УДК621.9.08.858.021

Ю.В. Буря (6 курс, каф. ТМ), Э.Л. Жуков, к.т.н., проф.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Одним из главных направлений автоматизации процессов механической обработки заготовок мелкосерийного и серийного машиностроения является применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки с ЧПУ обладают гибкостью и универсальностью присущей универсальным станкам и точностью и производительностью, присущей станкам – автоматам.

Особенности технологической подготовки производства при использовании станков с ЧПУ вытекают из того, что значительная часть работы из сферы непосредственного производства переносится в область его технологической подготовки. Действия рабочего заменяются обработкой по управляющей программе.

При этом, возрастает сложность технологических задач и трудоемкость проектирования технологического процесса.

1. Необходима детальная разработка попереходной технологии. Устанавливается не только траектория движения инструмента при резании, но и исходное положение, траектория при отходе, врезании, отводе и т. п.
2. Требуется высокая квалификация технолога, а требования к квалификации оператора снижаются. Технолог должен обладать не только знаниями технологии, но и вычислительной техники.
3. Необходима точная увязка траектории автоматического движения инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это требует пересчета размеров деталей от какой-то одной точки вне детали, которая называется “нулевой”, то есть на станке выбирается точка, от которой считается начало движения инструмента. Обычно нулевую точку совмещают с базовой точкой узла, несущего заготовку так, чтобы все перемещения отсчитывались в положительных координатах.

Основным условием эффективного использования станков с ЧПУ является рациональный подбор номенклатуры деталей, подлежащих изготовлению на этих станках.

Требования к рекомендациям деталей для станков с ЧПУ существенно отличаются от требований при использовании обычных станков.

Комплекс критериев технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ, делится на две группы. Первая группа критериев определяет общие требования к детали; во вторую группу входят критерии технологичности, относящиеся к обрабатываемой поверхности.

К общим требованиям относятся:

- обоснованный выбор материала детали и увязка требований качества поверхностного слоя с маркой материала;
- обеспечение достаточной жесткости конструкции;
- наличие или создание искусственных надежных технологических баз, используемых при обработке и захвате заготовки промышленным роботом;
- наличие элементов, удобных для закрепления заготовки в приспособлении, причем зажимные элементы должны обеспечивать доступ для обработки всех поверхностей детали;
- возможность обработки максимального числа поверхностей с одного установа с использованием в основном консольно закрепленного инструмента;
- отсутствие или сведение к минимуму глухих отверстий и отверстий, расположенных не под углом к обрабатываемой поверхности;

- максимально возможная унификация формы и размеров обрабатываемых элементов для обеспечения минимального числа инструментов и использования типовых подпрограмм;
- задание координат обрабатываемых элементов с учетом возможностей устройства ЧПУ станка;
- форма детали должна быть удобная для автоматического контроля и обеспечения стружки.

К технологичности корпусных деталей, изготавливаемых на многооперационных станках с ЧПУ, предъявляются следующие требования:

- желательно задавать координаты отверстий в прямоугольной системе координат;
- унифицировать размеры основных отверстий и размеров глубин резьбовых отверстий с целью сокращения числа инструментов в магазинах;
- при растачивании отверстий обеспечить отношение  $l/d \leq 5 \dots 6$ ;
- увеличивать радиусы фрезерования для увеличения стойкости фрез;
- нежелательно располагать окна, карманы, занижения на плоскостях, расположенных под углами, отличными от 90 градусов;
- избегать резьбовых отверстий меньше М6;
- заменять углубления платиками;
- располагать обрабатываемые отверстия на одном уровне;
- переносить обрабатываемые поверхности на одну сторону;
- применять симметричные конструкции.

Обработка корпусных заготовок на многооперационных станках имеет ряд особенностей:

1. В первую очередь фрезеруются торцевой и концевой фрезой наружные плоские поверхности, затем уступы, пазы, выступы. Затем фрезеруют внутренние плоские поверхности и пазы, расположенные на некотором расстоянии от наружных поверхностей детали.
2. Последовательность переходов фрезерования плоскостей, расположенных на различных сторонах детали зависит, от точности их относительного расположения и затрат времени на смену инструмента, поворот стола и перемещение узлов станка. При чистовой обработке плоскостей следует максимально приближать друг к другу чистовые переходы, стремясь уменьшить число изменений положения инструмента и детали, влияющих на точность обработки.
3. При выполнении сверлильно-расточных переходов сначала осуществляют черновые переходы обработки основных отверстий и отверстий диаметром более 30 мм в сплошном металле, затем аналогичные переходы обработки отверстий детали, полученных в заготовке. Далее обрабатывают торцевые поверхности, канавки, фаски и другие поверхности, точность которых ниже точности станка. После осуществления указанных выше переходов должна быть выполнена полустовая и чистовая обработка основных отверстий, а также торцов, канавок, точность которых соизмерима с точностью станка.
4. Перед выполнением чистовых переходов рекомендуется удалить из внутренних полостей стружку, аккумулирующую значительное количество теплоты, чтобы уменьшить температуру деформации заготовки.

Заключительными переходами обработки корпусов являются переходы обработки вспомогательных отверстий. Последовательность этих переходов возможна по трем вариантам.

1. Обработка каждого отверстия осуществляется полностью по всем требуемым переходам. Все переходы выполняются при одном положении детали относительно шпинделя станка. После выполнения всех переходов для одного отверстия, деталь перемещают для обработки следующего. После обработки всех отверстий с одной стороны детали, производят ее поворот для обработки отверстий с другой стороны.

Данный вариант применяется при обработке основных отверстий сложной формы с высокой точностью.

2. Одним инструментом последовательно обрабатывают одинаковые отверстия, расположенные с одной стороны детали, после чего сменяют инструмент и выполняют следующий переход для этих отверстий. После обработки отверстий, расположенных с одной стороны ее поворачивают для аналогичной обработки с другой стороны.

Данный вариант применяется при небольшом числе переходов, необходимых для обработки одного отверстия, а число одинаковых отверстий велико.

3. Одним инструментом осуществляется первый переход обработки одинаковых отверстий, расположенных с одной стороны детали, а затем последовательно со всех сторон детали. После завершения первого перехода обработки одинаковых отверстий со всех сторон детали происходит смена инструмента, и цикл повторяется для второго и последующего перехода.

Данный вариант применяется при большом числе одинаковых отверстий с различных сторон детали или в тех случаях, когда время, затрачиваемое на смену инструмента, значительно превышает времени поворота стола.

С учетом вышеперечисленных рекомендаций был модернизирован технологический процесс изготовления детали “Корпус картера”, состоящий из 18 операций. В результате применения станков с ЧПУ было уменьшено количество операций и получен экономический эффект 300 тыс. рублей в год.