

УДК 621.91

**В. А. Тимирязев**, д.т.н., проф., **В. Ю. Новиков**, к.т.н., проф.,  
**А. А. Гололобова**, аспирант, **А.Е. Асан**, аспирант, МГТУ «Станкин»

e-mail: [k\\_tm@stankin.ru](mailto:k_tm@stankin.ru)

## **Управление технологическими процессами изготовления деталей на многоцелевых станках**

*В статье рассматриваются вопросы организации управления технологическим процессом изготовления различных деталей на многоцелевых станках с целью повышения эффективности их использования.*

**Ключевые слова:** управление, технологический процесс, многоцелевой станок, станочное оборудование, эффективность.

**V.A. Timiryazev, V.Yu. Novikov, A.A. Gololobova, A.E. Asan**

## **Control of Technological Processes of Production of Parts Using Multi-purpose Machine Tools**

*The article discusses aspects of organization of control of technological process of production of different parts using multi-purpose machine tools in order to increase efficiency of their usage.*

**Keywords:** control, technological process, multi-purpose machine tool, machinery, efficiency.

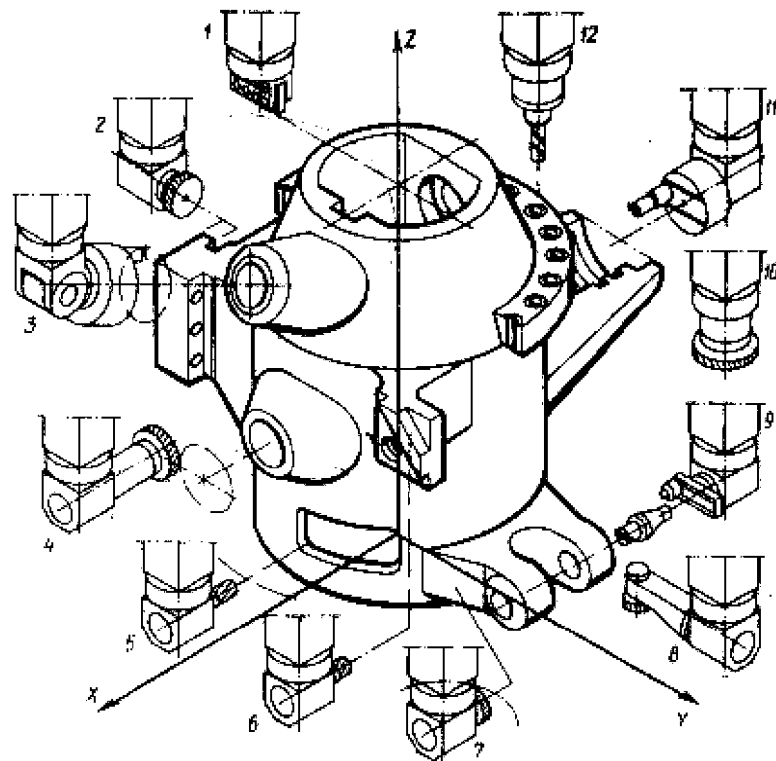
Построение технологического процесса изготовления деталей на многоцелевых станках и автоматизированных участках имеет свои особенности, которые существенно отличаются от технологического проектирования на обычных станках. Выявление и учет этих особенностей имеют важное значение для достижения требуемой точности детали и эффективного использования дорогостоящего станочного оборудования [1]. Эти особенности определяют необходимость решение ряда технологических задач, включающих технологическую подготовку производства, построение технологии, разработку управляющей программы и получение необходимой технологической оснастки, обеспечивающей правильную настройку станка и высокоэффективную обработку.

Одной из главных особенностей построения технологических процессов является максимальная концентрация последовательно выполняемых технологических переходов с применением различного режущего инструмента. Заготовку обычно обрабатывают с одной или двух

установок, что означает наиболее полное использование принципа единства баз. При этом имеет место широкое использование типовых подпрограмм и стандартных циклов, возможность введения различных мест замены инструмента с заданием требуемых траекторий его входа, выхода и необходимых режимов резания.

В качестве примера на рис. 1 приведена схема обработки с одной установки крупногабаритного корпуса на многоцелевом станке карусельного типа при использовании 12-и различных инструментов. Комплект применяемых инструментов обеспечивает последовательное выполнение различных технологических переходов, включая фрезерование поверхностей, сверление мелких отверстий, обработку поверхностей главного отверстия.

Важным технологическим преимуществом такого построения операции является достижение высокой точности относительного положения поверхностей, обработанных с одной установки при использовании различного режущего инструмента. Объясняется это следующим.



**Рис. 1. Состав технологических переходов при обработке с одной установки крупногабаритной детали на МЦС карусельного типа:**

- 1 – точение цилиндрических и торцевых поверхностей; 2, 3 - фрезерование привалочных поверхностей; 4 –торцов; 5 – контурное фрезерование бокового окна;
- 7, 8 – фрезерование поверхностей прилива; 9 – растачивание отверстий;
- 10 – фрезерование плоскости разъема; 11 – расточка канавок;
- 12 – сверление и зенкерование отверстий, нарезание резьбы

1. При обработке нескольких поверхностей с одной установки погрешность установки не влияет на точность их относительного положения.

2. Геометрическая точность станка и точность позиционирования его рабочих органов обеспечивают высокую точность и стабильность статической настройки, получаемой в автоматическом цикле по заданной программе.

Применение многоцелевых станков и автоматизированных участков значительно расширяет возможности выполнения полной обработки заготовки с одной установки при базировании ее по необрабатываемым поверхностям. Полная обработка заготовки может быть выполнена на одном или на двух, трех многоцелевых станках. Обработка заготовки осуществляется без ее перезакрепления на одном спутнике, который последовательно переходит с одного станка на другой.

Важным вопросом при этом является выбор технологических баз. При выборе технологических баз необходимо исходить из задач, решаемых на первой операции, — достижение требуемого положения обрабатываемых поверхностей относительно необрабатываемых и обеспечение равномерного припуска по обрабатываемым поверхностям.

Выполнение рабочих переходов на многоцелевых станках фрезерно-расточного типа следует осуществлять в приводимой ниже последовательности [2]. В начале выполняют предварительное и окончательное фрезерование плоских поверхностей, затем обрабатывают главные отверстия - сверлят, зенкеруют, растачивают, развертывают, а в заключение сверлят мелкие отверстия, зенкером снимаются фаски и нарезают метчиками необходимую резьбу.

Для исключения влияния погрешности установки наиболее ответственные поверхности детали, между которыми проставлены жесткие допуски, следует обрабатывать на одном станке с одной установки спутника. Это относится в первую очередь к обработке главных отверстий, где необходимо обеспечить требуемую точность относительных поворотов и межцентровых расстояний, а также к обработке комплекта основных баз детали и получению поверхностей вспомогательных баз, требующих точного расположения относительно основных баз детали.

Если обработка детали с одной установки не возможна, то выполнение технологического процесса осуществляют по этапам.

1. Обработка на первой операции комплекса поверхностей, используемых в дальнейшем в качестве технологических баз для получения большинства поверхностей детали.

2. Обработка практически всех поверхностей детали с общих технологических баз, полученных на первой операции.

Таким образом, между первым и вторым этапом происходит организованная смена баз, т. е. переустановка детали на обработанные поверхности. В качестве общих технологических баз могут быть приняты как основные базы детали, так и другие удобные для этого поверхности, геометрические параметры которых отвечают требованиям выбора баз детали. Для создания удобных технологических баз на детали иногда предусматривают специальные технологические приливы, которые обрабатывают на первой операции. Наиболее удобными технологическими базами являются:

- три плоскости, образующие координатный угол (базирование по трем плоскостям);
- плоскость и два отверстия, материализующие схему базирования по плоскости и двум штырям;
- плоскость и одно отверстие сравнительно большого диаметра, обеспечивающие схему базирования по плоскости, центрирующему бурту (двойная опорная база) и опорной базе.

Эти схемы базирования получили наибольшее распространение. Таким образом, основной задачей первой операции при изготовлении деталей на многоцелевых станках является подготовка удобных технологических баз, обеспечивающих возможность осуществления всей последующей обработки поверхностей деталей с единых поверхностей. Решение этой задачи обеспечивает наиболее полное использование принципа единства баз, в результате чего до минимума сокращается влияние погрешности установки на точность обработки.

Подготавливаемые на первой операции технологические базы должны обеспечить возможность последующей обработки заготовки с пяти сторон (четырех горизонтальных направлений и вертикального). При этом необходимо получить доступность режущего инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Удобным технологическим решением этой задачи является использование подкладных плит или планок при использовании любой из приведенных выше схем базирования детали.

На автоматизированных участках обработка деталей осуществляется в автоматизированном цикле от одних технологических баз, поэтому прерывание процесса между выполнением черновых и чистовых переходов нежелательно. В соответствии с этим выполнение операции искусственного или естественного старения, обеспечивающих уравнивание внутренних напряжений, рекомендуется выносить в начало технологического процесса, т. е. до поступления детали на автоматизированную систему.

При разработке операционной технологии корпусную деталь необходимо рассматривать как определенный геометрический комплекс элементарных поверхностей, обрабатываемых по типовым технологическим схемам с использованием стандартных циклов. Формируемая при этом на

каждом станке операция представляет собой комплексное сочетание фрезерных сверлильных, расточных и других переходов.

При определении последовательности выполняемых технологических переходов необходимо исходить из задачи достижения требуемой точности и сокращения затрат вспомогательного времени на замену инструмента и выполнение вспомогательных ходов.

У многих корпусных деталей на одной стороне может быть расположено несколько одинаковых поверхностей, например, отверстий одинакового диаметра, пазов одинаковой ширины или одинаковых по размерам плоскостей, требующих применения одного режущего инструмента. В этом случае, как правило, целесообразно одним инструментом последовательно обрабатывать все одинаковые поверхности, расположенные по одной стороне, а затем заменить режущий инструмент. Однако при больших размерах детали, когда время перемещения с одной позиции на другую значительно больше, чем время на замену инструмента, целесообразно заменить инструмент и выполнить все переходы по обработке одной поверхности, а затем перейти к обработке другого участка детали.

Наружные поверхности корпусных деталей обрабатывают фрезерованием, точением. Фрезерование является наиболее распространенным методом обработки наружных поверхностей. Высокая производительность, получаемая вследствие непрерывности процесса резания, позволяет эффективно использовать этот метод для обработки корпусов в условиях единичного, серийного и массового производства. При наличии на плоских поверхностях детали неравномерного или завышенного припуска фрезерование рекомендуется выполнять последовательно с применением фрез меньшего диаметра. Все это способствует уменьшению вибраций, уменьшению сил резания и значений упругих перемещений, что благоприятно сказывается на точности обработки.

При обработке отверстий, полученных литьем, в качестве первого перехода рекомендуется расточка резцом вместо зенкерования. Это позволяет уменьшить отклонение оси отверстия вследствие неравномерного припуска на обработку.

Для уменьшения влияния увода сверл с целью достижения точности межцентровых расстояний и положения отверстий относительно базы перед сверлением отверстий рекомендуется выполнять зацентровку. Это особенно важно для отверстий диаметром более 12—15 мм, когда допуск на межцентровое расстояние составляет менее 0,2—0,3 мм. Для зацентровки следует использовать сверла диаметром 10—12 мм, а также специальные центровочные сверла диаметром 4—10 мм. Для обработки группы крепежных отверстий целесообразно применять простейшие многшпиндельные сверлильные головки.

Ступенчатые отверстия следует для повышения производительности обрабатывать настроенными резцовыми блоками, зенкерами и комбинированным режущим инструментом

При обработке отверстий, полученных литьем, в качестве первого перехода рекомендуется расточка резцом вместо зенкерования. Это позволяет уменьшить отклонение оси отверстия вследствие неравномерного припуска на обработку. Для уменьшения увода оси отверстия диаметром более 100 мм вначале следует выполнять планетарное фрезерование отверстия по контуру концевой фрезой, а затем - окончательную расточку.

Для гарантированного достижения требуемой точности положения нескольких отверстий и плоскостей относительно одной базы все эти поверхности следует обрабатывать на одном станке за одну установку. Аналогично следует строить процесс при необходимости достижения требуемой соосности и параллельности осей отверстий, обрабатываемых с двух или нескольких сторон при повороте детали на столе станка.

Так как при обработке на станках невозможно применять поддерживающие кондукторы, то растачивание главных отверстий, требующих инструмента с большим вылетом, следует выносить на расточные станки за участок. В тех случаях, когда у детали имеется несколько соосных отверстий с уменьшающимися диаметрами, следует рекомендовать следующую схему обработки: вначале следует полностью обработать ближайшие отверстия, добиваясь высокой точности по диаметру; затем, используя специальные расточные оправки с промежуточной опорной втулкой, базирующейся по обработанному отверстию, обрабатывать внутренние отверстия меньшего диаметра.

Специальные расточные оправки устанавливаются в отверстие в автоматическом цикле. В результате расширяются технологические возможности и обеспечивается более высокая соосность отверстий. Выполнение сверлильных и расточных переходов без кондукторных втулок позволяет получать отверстия с малыми межцентровыми расстояниями. Для обработки резьбовых отверстий менее М5 следует применять более жесткий инструмент.

#### Список литературы

1. **В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, В. У. Мнацаканян и др.** Технологии машиностроительных производств / Учебник для вузов // Поволжский государственный технологический университет. - 2013. – 556 с.

2. **В. А. Тимирязев, В. У. Мнацаканян, А. П. Гаевой.** Программирование операций механообработки на станках с ЧПУ / Губкинский филиал БГТУ им .В.Г. Шухова. - 2009. - 220 с. УДК 621.9.