

Study on the quality of processing of details on multicut lathes

Barinov A.¹, Platonov A.², Tokarev V.³, Samsonov I.⁴

Исследование качества обработки деталей на многорезцовых токарных станках

Баринов А. В.¹, Платонов А. В.², Токарев В. А.³, Самсонов И. С.⁴

¹Баринов Александр Васильевич / Barinov Alexander – доктор технических наук, профессор;

²Платонов Александр Васильевич / Platonov Alexander - кандидат технических наук, доцент;

³Токарев Василий Александрович / Tokarev Vasiliy – магистрант;

⁴Самсонов Игорь Сергеевич / Samsonov Igor – студент;

кафедра технологии машиностроения,

Арзамасский политехнический институт (филиал)

Нижегородского государственного технического университета им. П. Е. Алексеева, г. Арзамас

Аннотация: в статье рассматриваются схемы обработки деталей при помощи нескольких резцов. Изучена кинематическая схемы процесса резания на многорезцовых станках.

Abstract: the article deals with the processing circuit parts using several cutters. Studied the kinematic scheme of the cutting process to multicut lathes.

Ключевые слова: станок, токарный станок, точение, многорезцовый станок, настройка станка, схемы обработки.

Keywords: machine, lathe machine, whetting, multicut lathes, machine setting, processing circuitry.

УДК: 621.941.24

Целью работы является ознакомление магистрантов по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (15.04.05) с правилами по настройке токарных станков перед обработкой деталей. В статье рассматриваются схемы обработки на токарных многорезцовых станках. Рассматривается кинематика резания и расчет перемещений при многорезцовой обработке. Предполагается, что материал рассматриваемой статьи, в свою очередь, может стать одним из разделов методического пособия по дисциплине «Технологическое обеспечение качества» магистерской программы 15.04.05 образовательного стандарта 1485 от 21.11.2014. Содержание предыдущих статей [7, 8, 9] и данная статья позволят магистрантам освоить навыки по компетенциям, предусмотренным вышеуказанным образовательным стандартом по указанной дисциплине.

Актуальность настоящей статьи, как и предыдущих [7, 8, 9], подтверждается так же и тем, что в магистратуру по направлению 15.04.05 поступают не только абитуриенты – специалисты по технологии машиностроения, но и получившие дипломы высшего образования не по профилю направления магистратуры. Данная статья в доступной форме представляет материал, который может быть воспринят обучающимися, не имеющими навыков в обработке металлов.

Обработка деталей на специальных токарных многорезцовых станках позволяет увеличить производительность за счет работы одновременно нескольких инструментов.

При рассмотрении схемы наладок многорезцового обтачивания, можно выделить два основных случая:

- все проходные и подрезные резцы одновременно начинают и заканчивают работу;
- разновременное врезание и выход резцов из работы.

Приведем анализ первого случая работы.

Для определения погрешностей форм, и качества обработки детали – расчленим задачу на несколько последовательных этапов.

1. Определяем величину равнодействующих радиальных составляющих сил резания, которые действуют на обрабатываемую деталь со стороны продольного и поперечного суппортов. Согласно рис. 1 определяем:

$$R = P_{y_1} + P_{y_2} + \dots + P_{y_n};$$

$$R' = P'_{y_1} + P'_{y_2} + \dots + P'_{y_n};$$

Определяем точки приложения равнодействующих сил от ее переднего торца:

$$L = \frac{P_{y_1} \times l_1 + P_{y_2} \times l_2 + \dots + P_{y_n} \times l_n}{R};$$

$$L' = \frac{P'_{y_1} \times l'_1 + P'_{y_2} \times l'_2 + \dots + P'_{y_n} \times l'_n}{R'} \quad [1].$$

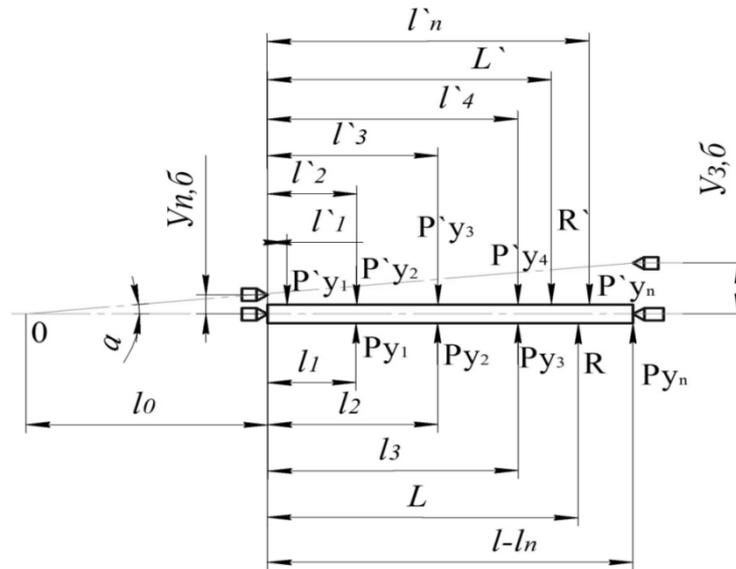


Рис. 1. Расчетная схема многорезцового обтачивания

Под действием равнодействующих R и R' найдем упругие отжатия передней и задней бабки станка:

$$y_{П.Б.} = \frac{R \times (l-L)}{J_{П.Б.} \times l} - \frac{R' \times (l-L')}{J_{П.Б.} \times l};$$

$$y_{З.Б.} = \frac{R \times L}{J_{З.Б.} \times l} - \frac{R' \times L'}{J_{З.Б.} \times l'}$$

где, l - длина детали [1].

Для определения упругих перемещений узлов станка, которые влияют на диаметральные размеры обрабатываемых шеек детали, рассмотрим схему обработки на рис. 2 и оформим соответствующую ей расчетную схему – рис. 3.

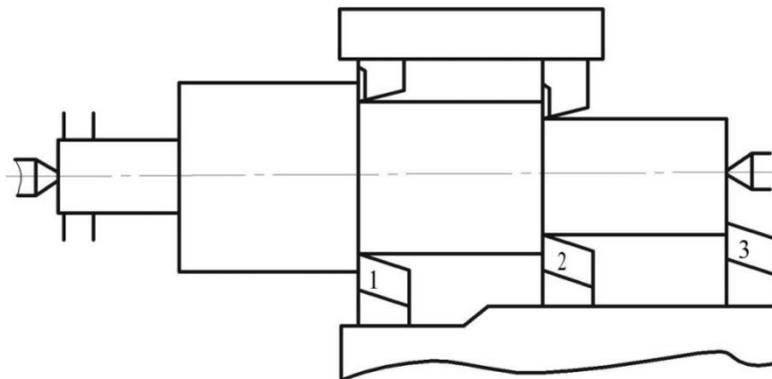


Рис. 2. Схема обработки на многорезцовом токарном станке

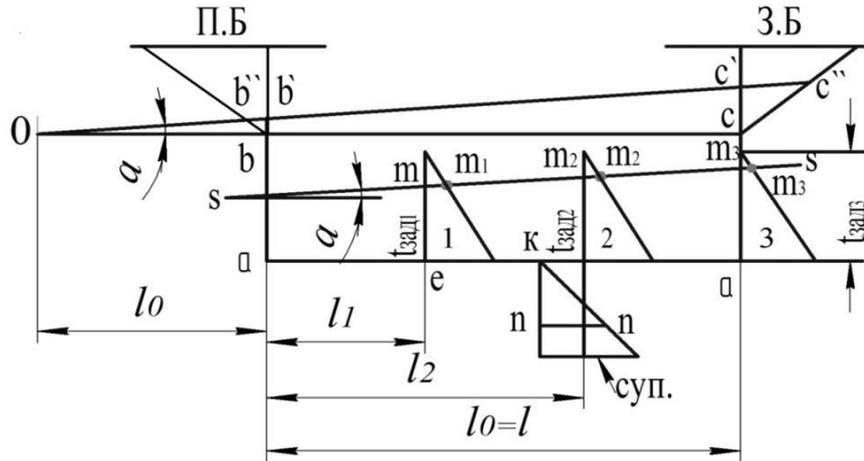


Рис. 3. Расчетная схема перемещений при многорезцовой обработке

На схеме – рис. 3, деталь условно показана, как прямоугольник – $abcd$.

Прямоугольные треугольники с индексами $п.б., з.б.$ и $суп$ – выражают упругие характеристики передней бабки, задней бабки и суппорта соответственно.

Вертикальный катет этих треугольников представляет упругое перемещение, а горизонтальный – соответствующее ему усилие. Следовательно, отношение горизонтальных катетов к вертикальным катетам равно жесткости рассматриваемых узлов ($J_{п.б.}, J_{з.б.}, J_{суп.}$). Отметим, что ряд прямоугольных треугольников с индексами 1, 2, 3, которые расположены внутри контра обрабатываемой детали, характеризуют изменение усилий P_Y от глубины резания. Вертикальные катеты этих треугольников соответствуют заданной глубине резания. Горизонтальные катеты выражают усилие P_Y . Точка O – центр упругого поворота обрабатываемой детали.

Отметим, что на схеме не показаны усилия от подрезных резцов – поскольку упругие отжатия вала в поперечном направлении не вызывают изменения усилий резания от подрезных резцов. Поэтому, равнодействующую от поперечного суппорта можно считать постоянной величиной. Влияние этой величины сказывается только на положении точки O [1].

Поскольку упругие отжатия обрабатываемой детали в различных поперечных сечениях неодинаковы, то и уменьшение заданной глубины резания для отдельных резцов получают разными. На расчетной схеме, рис. 3 – для резца 1 уменьшение заданной глубины резания выражается вертикальным отрезком m_1e , при этом горизонтальный отрезок m_1m_1 – выражает соответствующее радиальное усилие P_Y .

Определим суммарное усилие, которое действует на передний и задний центры станка по формуле:

$$b''b' + c'c'' = l_0 \times tg\alpha \times J_{п.б.} + (l_0 + L) \times tg\alpha \times J_{з.б.}$$

Суммарное усилие, которое воспринимает передний и задний центры, равняется усилию, которое передается на суппорт:

$$b''b' + c'c'' = nn.$$

Отсюда, упругое отжатие суппорта равно:

$$kn = \frac{nn}{J_{суп.}} = l_0 \times tg\alpha \times \frac{J_{п.б.}}{J_{суп.}} + (l_0 + L) \times tg\alpha \times \frac{J_{з.б.}}{J_{суп.}}$$

Суммарный упругий отжим всей технологической системы определяется по формуле:

$$\Delta t = tg\alpha \times \left[l_0 + l_0 \times \frac{J_{п.б.}}{J_{суп.}} + (l_0 + L) \times \frac{J_{з.б.}}{J_{суп.}} + l_i \right].$$

Если заданная глубина резания для всех резцов постоянна и вершина угла α обращена в сторону передней бабки – то наибольшее значение Δt – получается в крайнем правом сечении заготовки.

На рис. 4 представлена зависимость уменьшения погрешности обработки при увеличении числа проходных резцов.

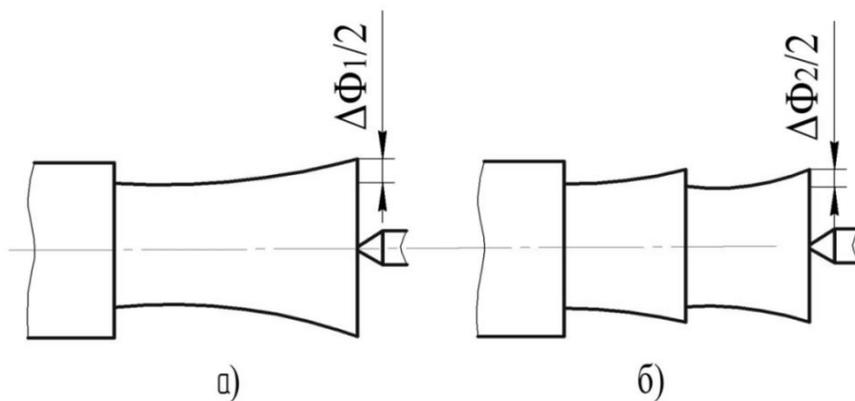


Рис. 4. Зависимость уменьшения погрешности обработки при увеличении числа проходных резцов

Вышеуказанные зависимости позволяют выявить следующие возможности для повышения качества обработки деталей на токарных многорезцовых станках:

- уменьшение угла α путем отдаления центра O поворота заготовки. Последнее достигается при помощи выравнивания упругих отжатию передней и задней бабок станка. Устанавливая различный вылет пиноли, можно изменять жесткость задней бабки в ту, или другую сторону и таким образом влиять на величину упругого отжатию заднего центра;
- поперечным смещением задней бабки. В этом случае, получаемая погрешность формы может быть частично компенсирована созданием «встречной» или обратной конусности;
- расчленением одноконтурной обработки на обработку несколькими резцами. В этом случае, контур обрабатываемой шейки примет форму б (согласно рис. 4) – вместо формы а, получаемой при обработке одним резцом.

Это позволяет не только повысить качество обработки детали, но и производительность обработки [3].

Однако имеются некоторые нюансы при обработке многорезцовыми головками, а именно, обработка одной ступени – одним резцом, и обработка одной ступени - несколькими резцами. Представим различные схемы многорезцовой обработки. На рис. 5 представлена схема обработки многорезцового обтачивания вала с разной длиной ступеней. Такая конфигурация заготовки не может обеспечить одновременную работу всех проходных резцов. Поэтому, на рис. 5 б, в – даны 2 частные схемы, на которые распадается схема а. Отметим, что в схеме б в работе участвуют три резца, а в схеме в два резца. На рис. 5 показана полученная схема форм шеек при обработке, при этом, переход от первой ко второй схеме приводит к образованию уступов на правой и средней обрабатываемых шейках.

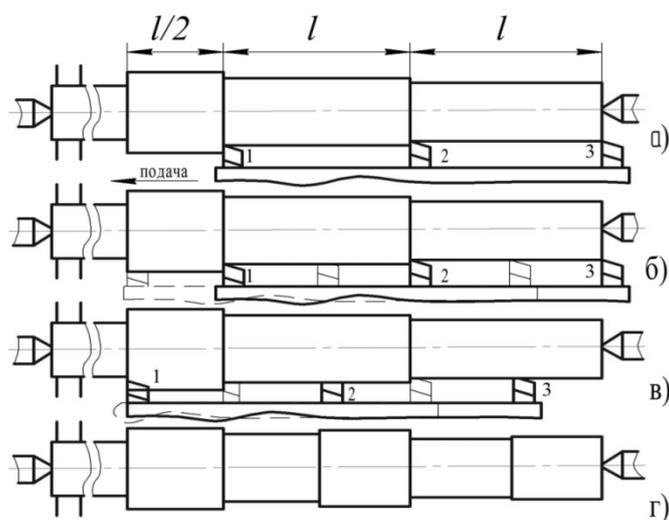


Рис. 5. Схемы многорезцовой обработки деталей

Можно сделать вывод, что обработанные детали на многолезцовых станках имеют более высокое качество по сравнению с деталями, обработанными на универсальных станках [2].

Существуют многолезцовые станки, оснащенные несколькими продольными и поперечными суппортами, которые позволяют обрабатывать деталь при симметричной работе суппортов – например, токарный вертикальный полуавтомат модели 1283. Симметричная работа суппортов и распределение обработки: один инструмент – одна поверхность, позволяет повысить качество обработанной детали за счет уравнивания сил, а также производительность, поскольку за один и тот же период времени (основное время обработки) – обрабатываются несколько поверхностей.

Литература

1. Вестник машиностроения. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал, № 8, 2013 г.
2. Вестник машиностроения. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал, № 3, 2014 г.
3. *Резников Н. И.* Учение о резании металлов, М., Машгиз, 1956 г.
4. *Решетов Д. Н.* Расчеты станков на контактную жесткость, Станки и инструмент, № 1, 1951 г.
5. *Рыжов Э. В.* Размерный износ резцов, Станки и инструмент № 8, 1954 г.
6. *Смирнов В. Э., Решетов Д. Н.* Влияние тепловых деформаций на точность
7. *Баринов А. В., Платонов А. В., Бегаева Е. Г., Самсонов И. С., Любомиров А. С.* Исследование в области технологического обеспечения качества при обработке поверхностей деталей на вертикально-фрезерных станках. Часть-1 Настройка взаимоположения узлов вертикально-фрезерного станка для обеспечения качества обработки деталей // Наука, техника и образование. Научно-методический журнал. г. Москва, 2016. № 3 (21), С 76-81.
8. *Баринов А. В., Платонов А. В., Бегаева Е. Г., Самсонов И. С., Любомиров А. С.* Исследование в области технологического обеспечения качества при обработке поверхностей деталей на вертикально-фрезерных станках. Часть-2 Исследование схем обработки различных поверхностей деталей концевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках // Наука, техника и образование. Научно-методический журнал. г. Москва, 2016. № 3 (21), С 81-87.
9. *Баринов А. В., Платонов А. В., Бегаева Е. Г., Самсонов И. С., Любомиров А. С.* Исследование в области технологического обеспечения качества при обработке поверхностей деталей на вертикально-фрезерных станках. Часть-3 Исследование качества обработки поверхностей деталей на вертикально-фрезерном станке концевыми фрезами // Наука, техника и образование. Научно-методический журнал. г. Москва, 2016. № 3 (21), С 87-92.