

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Часть 2

Наладка токарного станка с ЧПУ Технологическое нормирование

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплинам «Обработка художественных изделий
на станках с ЧПУ», «Обработка материалов на станках
с числовым программным управлением»,
«Технологические процессы производства изделий
из материалов и наноматериалов» для студентов II–IV курсов
МТФ дневного обучения

УДК 621.941-529
О-23

Настоящая работа предусматривает самостоятельное ее выполнение, приобретение навыков подготовки токарных станков с ЧПУ к выполнению управляющей программы и определения технически обоснованных норм времени изготовления деталей.

Составители:

канд. техн. наук, доц. *Д.С. Терентьев*,
преподаватель *Н.В. Степанова*
аспирант *Л.И. Шевцова*

Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.Г. Буров*

Работа подготовлена кафедрой
«Материаловедение в машиностроении»

© Новосибирский государственный
технический университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Обработка металлов резанием на токарных станках с ЧПУ	4
Цель работы.....	4
Введение	4
1. Выбор станка с ЧПУ	6
2. Наладка токарного станка с ЧПУ	7
3. Составление расчетно-технологической карты	12
4. Технологическое нормирование операции.....	13
Порядок выполнения работы.....	16
Пример выполнения задания на лабораторную работу.....	16
Список литературы	27
Приложение	28

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Цель работы

1. Изучение принципов наладки токарного станка с ЧПУ для выполнения управляющей программы.
2. Определение технически обоснованных норм времени изготовления деталей на токарных станках с ЧПУ.

Введение

На сегодняшний день в механических цехах машиностроительных предприятий наибольшее распространение получили станки с числовым программным управлением (ЧПУ) средних типоразмеров. Использование оборудования такого класса наиболее эффективно в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства при обработке деталей, содержащих большое количество криволинейных и фасонных поверхностей.

Применение станков с ЧПУ вместо универсальных металлорежущих станков позволяет в несколько раз снизить трудоемкость изготовления деталей, сроки подготовки производства и общую продолжительность цикла изготовления продукции. Сокращение вспомогательного и основного времени за счет объединения операций механической обработки на одном станке позволяет повысить производительность труда [1, 2].

Процесс изготовления детали на станке с ЧПУ состоит из нескольких взаимосвязанных этапов: разработка технологического процесса, подготовка управляющей программы, наладка станка и др. В общем случае алгоритм изготовления детали на станках с ЧПУ представлен на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм изготовления детали на станке с ЧПУ

1. Выбор станка с ЧПУ

Станки с ЧПУ и обрабатывающие центры токарной группы обеспечивают механическую обработку главным образом тел вращения. Наряду с различными видами токарной обработки на этом оборудовании выполняются операции сверления, развертывания, нарезания резьбы и фрезерования поверхностей. Обработка поверхностей осевым инструментом может выполняться параллельно, перпендикулярно или под наклоном к оси вращения детали [3].

В настоящее время для выполнения различных производственных задач используется целый ряд компоновок станков и обрабатывающих центров токарной группы. В основу классификации станков с ЧПУ положены максимальные размеры обрабатываемой заготовки и технологическое назначение оборудования. Токарные станки с вертикальной осью вращения шпинделя (карусельные) используются в основном для обработки крупногабаритных тяжелых деталей [3, 4].

Наибольшее распространение получили токарные станки с горизонтальной осью вращения шпинделя. Основная особенность таких станков с ЧПУ заключается в принципах установки и закрепления обрабатываемых заготовок. Несмотря на большое разнообразие токарных станков, выпускаемых различными производителями, можно выделить две компоновки, наиболее часто встречающиеся в механических цехах машиностроительных предприятий [3]:

- токарный станок с ЧПУ для обработки деталей с одной стороны типа CTX 310 eco (DMG-Mori, Германия). Технические характеристики станка представлены в табл. П1. Станок оснащен одним инструментальным суппортом с возможностью перемещения режущего инструмента в поперечном и продольном направлении относительно оси вращения детали. Обработка длинных деталей на станке осуществляется в трехкулачковом гидравлическом патроне с поджатием задним центром [3, 5];

- токарный станок с ЧПУ для обработки заготовок со всех сторон типа CTX alpha 500 (DMG-Mori, Германия). Технические характеристики станка представлены в табл. П1. Установка и закрепление заготовок осуществляется сначала в главном шпинделе, где производится обработка первой стороны детали. Обработка второй стороны детали осуществляется в противошпинделе. Перехват детали выполняется без остановки шпинделей вследствие синхронизации их частот вращения. Станок оснащен одним инструментальным суппортом, расположен-

ным между шпинделями. Режущий инструмент, установленный в суппорте станка, имеет возможность перемещения в трех взаимноперпендикулярных направлениях. Внешний вид и компоновка станка СТХ alpha 500 показаны на рис. 2 и 3 соответственно [3, 6].

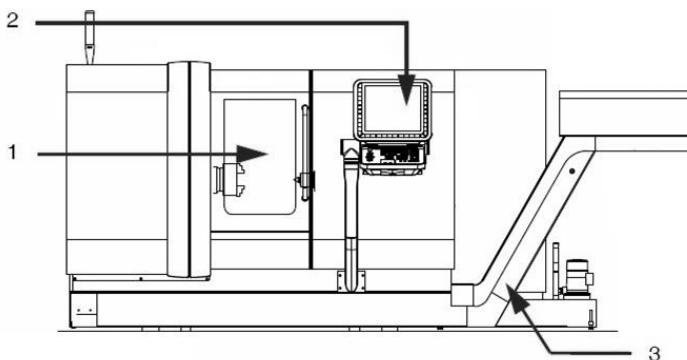


Рис. 2. Внешний вид токарного станка с ЧПУ СТХ alpha 500:

1 – защитный кожух; 2 – панель управления; 3 – скребковый конвейер

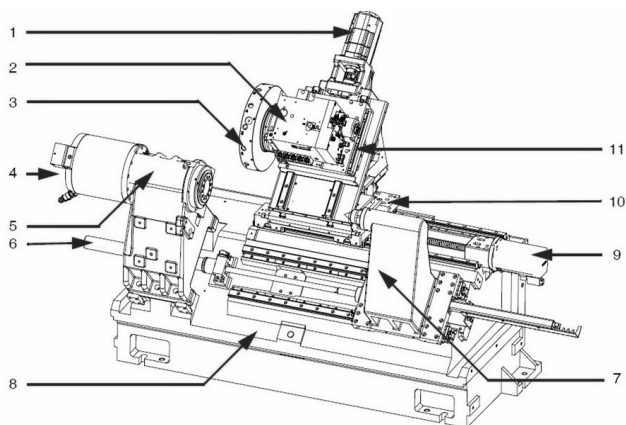
2. Наладка токарного станка с ЧПУ

Комплекс действий, направленных на подготовку токарного станка с ЧПУ к работе и на поддержание его в работоспособном состоянии, является наладкой [1, 2, 4, 7].

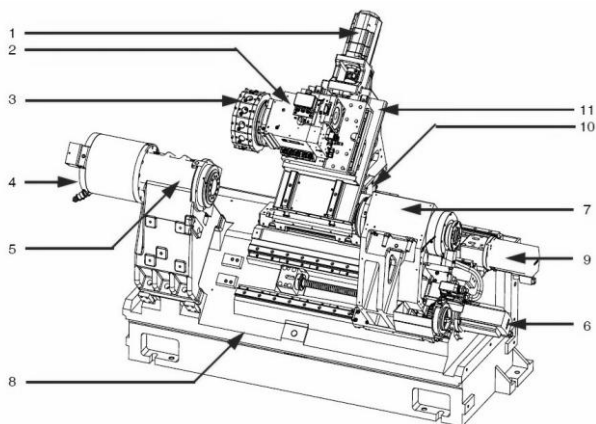
В зависимости от компоновки и технологического назначения токарного станка с ЧПУ, а также сложности управляющей программы продолжительность процесса наладки может составлять от нескольких минут до восьми часов [8].

Наладка токарного станка с ЧПУ состоит из следующих взаимосвязанных этапов:

- установка режущих инструментов и технологической оснастки в инструментальный суппорт;
- регулировка рабочего положения зажимных элементов (кулачков) приспособления (патрона);
- определение положения вершины режущих инструментов;
- размещение инструментального суппорта в исходном для работы положении (определение точки смены инструментов);



a



б

Рис. 3. Компоновка токарного станка с ЧПУ
CTX alpha 500 различной модификации:

1 – двигатель подачи для поперечного перемещения; 2 – блок управления инструментальным суппортом; 3 – инструментальный суппорт; 4 – зажимное устройство; 5 – главный шпиндель; 6 – привод перемещения: задней бабки (*a*); противошпинделя (*б*); 7 – задняя бабка (*a*); противошпиндель (*б*); 8 – станина; 9 – двигатель подачи для продольного перемещения; 10 – направляющие для продольного перемещения; 11 – направляющие для поперечного перемещения

- установка нулевого положения заготовки;
- пробная обработка первой детали;
- внесение корректив в положение инструмента, режимы обработки (подналадка станка);
- коррекция управляющей программы.

Схема наладки токарного станка с ЧПУ показана на рис. 4.

Установка режущих инструментов и технологической оснастки осуществляется в инструментальный суппорт. В зависимости от компоновки и технологического назначения токарного станка с ЧПУ в инструментальный суппорт могут одновременно устанавливаться до двенадцати инструментов. Как правило, размещение инструментов в суппорте станка с ЧПУ осуществляется в последовательности, соответствующей разработанному технологическому процессу (управляющей программе). Обычно в инструментальном суппорте несколько позиций остаются свободными для разделения режущих инструментов, используемых при наружной и внутренней обработке [5–7].

При наладке токарного станка с ЧПУ с целью повышения производительности обработки стараются минимизировать вспомогательные (холостые) перемещения инструментального суппорта. Исходное положение инструментального суппорта задается относительно нулевой точки станка и зависит от габаритных размеров, вылета заготовки, а также от длины установленного осевого инструмента. Окончательный выбор исходного положения производится с учетом возможности свободной установки и снятия заготовки [4]. Расчетным путем координаты исходного положения инструментального суппорта могут быть определены по формулам

$$X_T = X_0 + L_{X1} + (5...10), \quad (1)$$

где X_0 – диаметр заготовки, мм; L_{X1} – длина инструмента в поперечном направлении, мм.

$$Z_T = H_1 + L_1 + Z_1 + L_{Z2} \quad (2)$$

где H_1 – расстояние от нулевой точки станка до опорной поверхности приспособления (по паспорту станка), мм; L_1 – длина рабочей поверхности зажимных элементов, мм; Z_1 – длина заготовки, мм; L_{Z2} – длина инструмента в продольном направлении, мм.

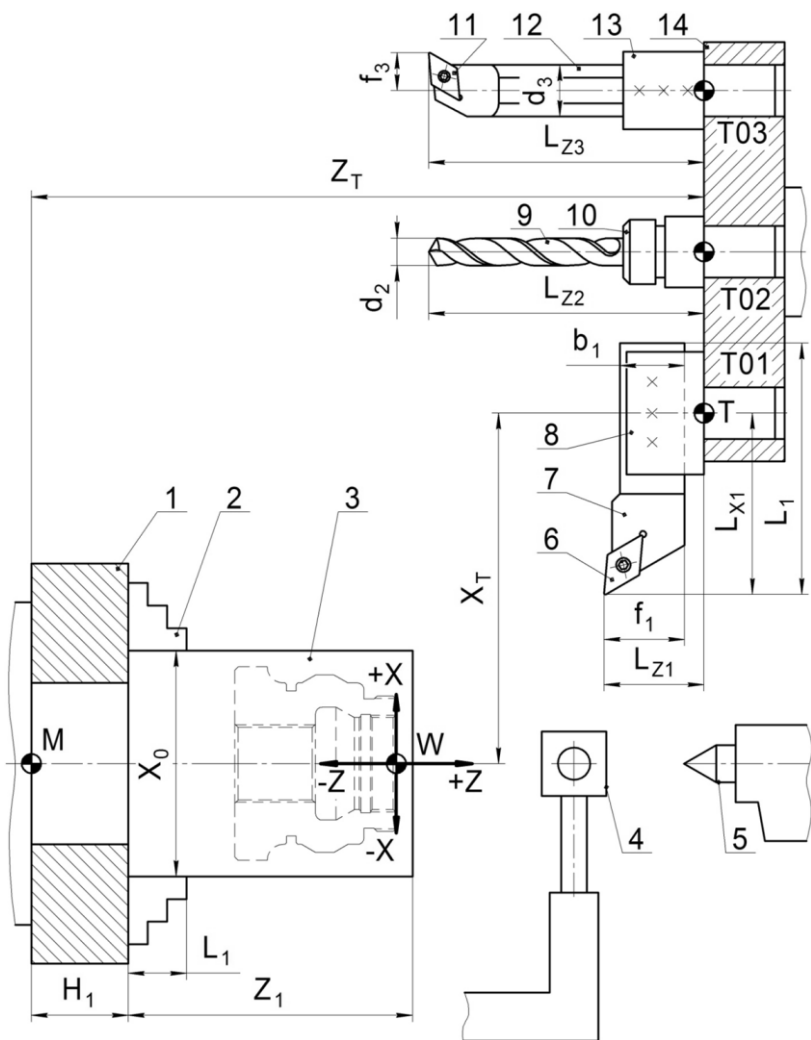


Рис. 4. Схема наладки токарного станка с ЧПУ:

1 – трехкулачковый гидравлический патрон; 2 – зажимные элементы (кулачки); 3 – заготовка; 4 – измерительный зонд; 5 – задний центр; 6, 11 – режущая пластина; 7, 12 – державка резца; 8, 13 – оправка резца; 9 – осевой инструмент; 10 – цанговая оправка; 14 – инструментальный суппорт; М – нулевая точка станка; W – нулевая точка детали; Т – точка смены инструмента

С целью обеспечения процесса обработки заготовок на оптимальных режимах резания установку режущих инструментов в инструментальный суппорт осуществляют с минимально возможным вылетом. Определение положения вершины инструментов в системе координат инструмента производят с помощью специального приспособления измерительного зонда. Измерительный зонд находится внутри рабочей зоны станка и располагается около шпинделя. При наладке станка зонд устанавливается в рабочее положение. Процесс измерения состоит из нескольких этапов: выбор инструмента, подвод в зону измерения, касание режущей кромки измерительного зонда в автоматическом режиме. Координаты вершины режущего инструмента фиксируются в продольном и поперечном направлениях [3]. Положение вершины режущих инструментов в системе координат детали определяется по следующим формулам:

– при наружной токарной обработке:

$$X_{T01} = X_T - L_{X1}, \quad (3)$$

$$Z_{T01} = Z_T - H_1 - Z_1 - L_{Z1}; \quad (4)$$

– при сверлении и нарезании резьбы:

$$X_{T02} = X_T, \quad (5)$$

$$Z_{T02} = Z_T - H_1 - Z_1 - L_{Z2}; \quad (6)$$

– при внутренней токарной обработке:

$$X_{T03} = X_T + f_3, \quad (7)$$

$$Z_{T03} = Z_T - H_1 - Z_1 - L_{Z3}. \quad (8)$$

Установка нулевого положения детали (координаты нулевой точки W) осуществляется касанием вершины режущего инструмента (контурного резца) торца вращающейся заготовки. После касания в устройстве ЧПУ станка фиксируется положение правого торца в системе координат детали. В зависимости от исходного состояния торцевой поверхности заготовки при установке нулевого положения учитывается величина припуска на обработку торца, который будет снят на первом технологическом переходе.

На современных токарных станках с ЧПУ наиболее распространенным приспособлением для крепления заготовок является трехкулачковый патрон, оснащенный гидравлическим приводом для зажима заготовок. Переналадка этого приспособления в большинстве случаев сводится к регулировке положения зажимных элементов (кулачков), реже к растачиванию кулачков, замене кулачков и регулировке усилия зажима. Исходное и конечное положение кулачков определяется исходя из диаметра заготовки [3, 7].

Пробная обработка является операцией механической обработки, предназначенной для первичного изготовления детали по подготовленной управляющей программе. В процессе изготовления первой детали выявляются недостатки разработанного технологического процесса и подготовленной на его основе управляющей программы. Пробная обработка выполняется поэтапно с частыми остановками управляющей программы. Первая деталь, изготовленная на станке с ЧПУ, подвергается контролю качества. В ходе контроля выявляется соответствие размеров, формы и шероховатости поверхностей обработанной детали требованиям чертежа. Выявленные при контроле детали несоответствия устраняются подналадкой станка с ЧПУ и коррекцией управляющей программы [1, 2].

3. Составление расчетно-технологической карты

Расчетно-технологическая карта – вид технологического документа, предназначенный для подготовки управляющей программы. Эта карта содержит законченный план обработки детали на станке с ЧПУ в виде графического изображения траектории движения режущего инструмента с расчетными размерами. Составление расчетно-технологической карты осуществляется по операционному эскизу, выполненному на основе технологического процесса [1, 2].

Последовательность составления расчетно-технологической карты [1]

1. Вычерчивают деталь в прямоугольной системе координат. Выбирают исходную нулевую точку детали. Поверхности детали, подлежащие обработке, и контур заготовки вычерчивают в масштабе с указанием всех размеров, необходимых при программировании.

2. Намечают расположение зажимных элементов и зон крепления заготовки в соответствии с техническими условиями на приспособление.

3. Наносят траекторию движения центра режущего инструмента в двух плоскостях системы координат. Началом и концом траектории движения режущего инструмента является исходная нулевая точка. Подвод и отвод режущего инструмента к обрабатываемой поверхности осуществляется по специальным траекториям – вспомогательным (холостым) перемещениям. Холостые ходы режущего инструмента обозначают штриховыми линиями.

4. На траектории движения режущего инструмента выделяют и обозначают цифрами опорные точки. Направление движения режущего инструмента указывают стрелками. Координаты положения опорных точек указывают по геометрическим (изменение формы детали) и технологическим признакам (изменение режимов резания). Положение опорных точек в системе координат детали определяют по операционным эскизам разработанного технологического процесса.

5. Указывают дополнительные данные: тип станка, материал детали, тип заготовки и способ её крепления, параметры режущего инструмента и режимы его работы на отдельных участках траектории.

4. Технологическое нормирование операции

Технологическое нормирование – установление технически обоснованных норм расхода рабочего времени на изготовление детали [3, 4, 8–10].

Норма времени – регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации [3, 4, 8–10].

1. Основное время на обработку одной детали:

$$T_o = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{Mi}}, \quad (9)$$

где L_i – длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка, мм;

S_{Mi} – минутная подача на данном участке, мм/мин; $i = 1, 2, \dots, n$ – число технологических участков обработки.

Длина пути при перемещении режущего инструмента по двум координатам:

$$L_i = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}, \quad (10)$$

где $\Delta x, \Delta y$ – приращения координат на данном участке обработки, мм.

Длина пути при перемещении режущего инструмента по дуге окружности:

$$L_i = 2R \arcsin \frac{\alpha}{2R}, \quad (11)$$

где R – радиус дуги окружности, мм; α – длина хорды дуги окружности, мм.

Минутная подача:

$$S_{Mi} = n_i S_{Oi}, \quad (12)$$

где n_i – частота вращения на данном участке, мин^{-1} ; S_{Oi} – подача на данном участке, мм/об.

Частота вращения при токарной обработке, сверлении, нарезании резьбы:

$$n_i = \frac{1000V}{\pi d}, \quad (13)$$

где d – диаметр обработки, мм.

Частота вращения при точении (расточивании) контура:

$$n_{\text{ср}} = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_n}{n}. \quad (14)$$

Частота вращения при точении (расточивании) k -го технологического участка контура:

$$n_k = \frac{1000V}{\pi d_k}, \quad (15)$$

где d_k – диаметр k -го технологического участка контура, мм; $k = 1, 2, \dots, n$ – число технологических участков контура, параллельных оси вращения детали.

2. Машинно-вспомогательное время на обработку одной детали:

$$T_{м.в} = \sum_{j=1}^m \frac{L_{x.x.j}}{S_{м.у}} + K_n T_{и.п}, \quad (16)$$

где $L_{x.x.j}$ – длина пути j -го участка холостого хода инструмента, мм; $S_{м.у}$ – минутная подача ускоренного хода; $j = 1, 2, \dots, m$ – число участков холостых ходов; K_n – количество позиций поворота инструментального суппорта для установки требуемого инструмента; $T_{и.п}$ – время поворота инструментального суппорта на одну позицию, мин.

3. Время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{ц.а} = T_o + T_{м.в}. \quad (17)$$

4. Вспомогательное время:

$$T_v = T_{в.у} + T_{в.оп} + T_{в.изм}, \quad (18)$$

где $T_{в.у}$ – время на установку и снятие детали, мин (табл. ПЗ, П4); $T_{в.оп}$ – время, связанное с операцией, мин (табл. П2); $T_{в.изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин (табл. П5–П8).

5. Оперативное время:

$$T_{оп} = T_{ца} + T_v K_{тв}, \quad (19)$$

где $K_{тв}$ – поправочный коэффициент на вспомогательной время (табл. П9).

6. Штучное время:

$$T_{шт} = T_{оп} (1 + 0,01A), \quad (20)$$

где A – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности (процент от оперативного времени) (табл. П10).

7. Подготовительно-заключительное время:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пр.обр}, \quad (21)$$

где $T_{пз1}$ – норма времени на наладку и настройку станка, мин (табл. П12);
 $T_{пз2}$ – норма времени на организационную подготовку, мин (табл. П11);
 $T_{пр.обр}$ – норма времени на пробную обработку, мин (табл. П13).

8. Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (22)$$

где n – размер партии деталей, шт.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать токарный станок с ЧПУ.
2. Подготовить токарный станок с ЧПУ к выполнению управляющей программы.
3. Подготовить расчетно-технологическую карту токарной операции.
4. Определить технологические нормы времени обработки детали на токарном станке с ЧПУ.
5. Выводы.

Пример выполнения задания на лабораторную работу

Исходные данные

1. Наименование операции – токарная с ЧПУ.
2. Станок – токарный с ЧПУ.
3. Модель станка – СТХ 310 есо.
4. Модель устройства ЧПУ – Siemens 810D.
5. Наименование детали – переходник.
6. Обрабатываемый материал – сталь 45, масса – 0,5 кг.
7. Годовая программа выпуска деталей – 4000 шт.
8. Тип приспособления – трехкулачковый гидравлический патрон.
9. Вид заготовки – круглый прокат.

10. Количество деталей, изготавливаемых из заготовки – 1 шт.

11. Размер партии деталей – 80 шт.

12. Размеры заготовки: диаметр – 65 мм, длина – 107 мм, вылет из патрона – 57 мм.

13. Условия организации труда: доставку на рабочее место заготовок, инструмента, приспособлений, документации и сдачу их после обработки партии деталей осуществляет оператор (наладчик).

Программа обработки детали составлена инженером-программистом, вводится в память системы ЧПУ токарем-оператором. Программа содержит 36 обрабатываемых размеров.

14. Количество инструментов в наладке – 10 [8, 11, 12]:

- резец проходной MWLNL2020K08 (Seco);
- резец контурный SDJCL2020K11 (Seco);
- резец резьбовой CER2020K16QHD (Seco);
- резец канавочный CFML2020K03 (Seco);
- резец расточной S16Q-SDUCL07 (Seco);
- резец канавочный A16Q-CGEL1303 (Seco);
- резец резьбовой SNR0013L11 (Seco);
- сверло SD503-20-60-25R7 (Seco);
- метчик MTPG MF-24×1,5-M (Morse);
- резец отрезной CFTL2020K03 (Seco).

Чертеж детали «Переходник» представлен на рис. 5. Деталь должна изготавливаться в условиях среднесерийного производства. Контроль ответственных поверхностей детали осуществляется калибрами, наружной и внутренней фасонной поверхности – по специальным шаблонам, остальных поверхностей – штангенциркулем.

Расчет координат исходного положения инструментального суппорта в системе координат станка:

$$Z_T = 102 + 50 + 107 + 150 = 409 \text{ мм};$$

$$X_T = 65 + 60 + 5 = 130 \text{ мм}.$$

Расчет координат исходного положения вершины резцов для наружной обработки (проходной, контурный, резьбовой, канавочный, отрезной) в системе координат детали:

$$X_{T01} = 130 - 60 = 70 \text{ мм}.$$

$$Z_{T01} = 409 - 50 - 102 - 107 = 150 \text{ мм}.$$

Расчет координат исходного положения вершины осевого режущего инструмента (сверло, метчик) в системе координат детали:

$$X_{T02} = 130 \text{ мм};$$

$$Z_{T02} = 409 - 150 - 102 - 107 = 50 \text{ мм.}$$

Расчет координат исходного положения вершины резцов для внутренней обработки (расточной, канавочный, резьбовой) в системе координат детали:

$$X_{T03} = 130 + 11 = 141 \text{ мм};$$

$$Z_{T03} = 409 - 150 - 102 - 107 = 50 \text{ мм.}$$

Траектории движения режущих инструментов при наружной и внутренней обработке детали «Переходник» показаны на рис. 6 и 7 соответственно. Координаты опорных точек траекторий движения режущих инструментов и длина перемещений представлены в табл. 1. Технологические режимы и нормы времени на обработку детали представлены в табл. 2.

Частота вращения при получистовом точении контура:

$$n_{cpl} = \frac{1914 + 1824 + 1535 + 1535 + 1397 + 1282}{6} = 1580 \text{ мин}^{-1}.$$

Частоты вращения при получистовом точении технологических участков контура:

$$n_{11} = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 40,6} = 1914 \text{ мин}^{-1}; \quad n_{12} = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 42,6} = 1824 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{13} = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 50,6} = 1535 \text{ мин}^{-1}; \quad n_{14} = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 50,6} = 1535 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{15} = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 55,6} = 1397 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{16} = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 60,6} = 1282 \text{ мин}^{-1}.$$

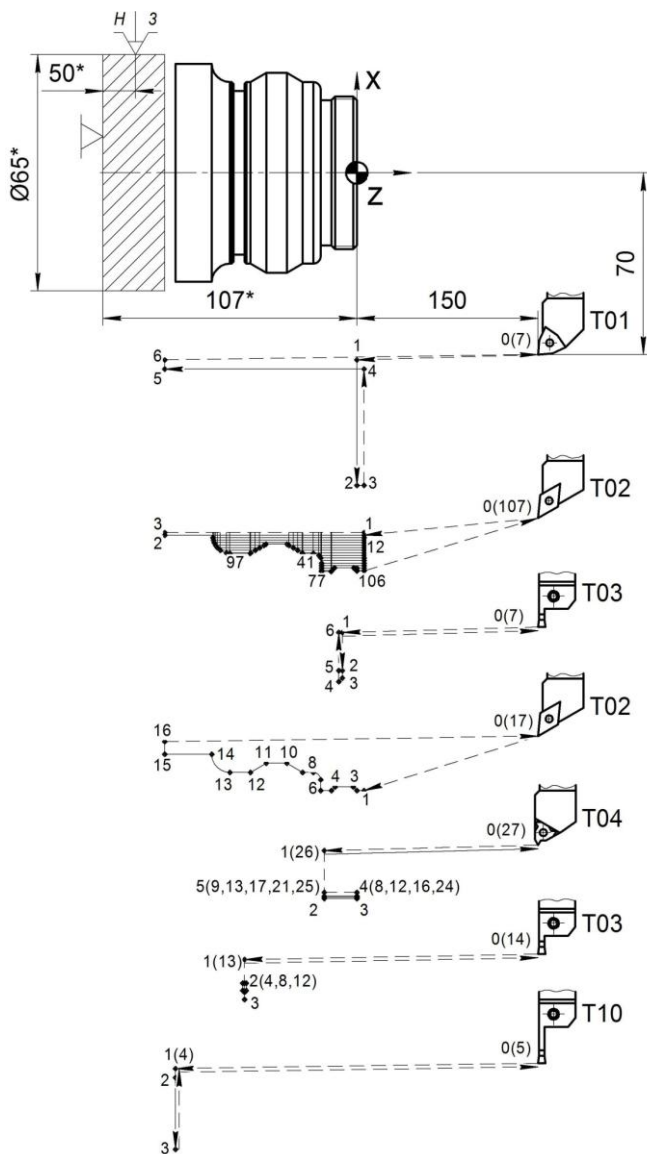


Рис. 6. Траектории движения инструментов при наружной обработке (размеры обрабатываемых поверхностей не показаны)

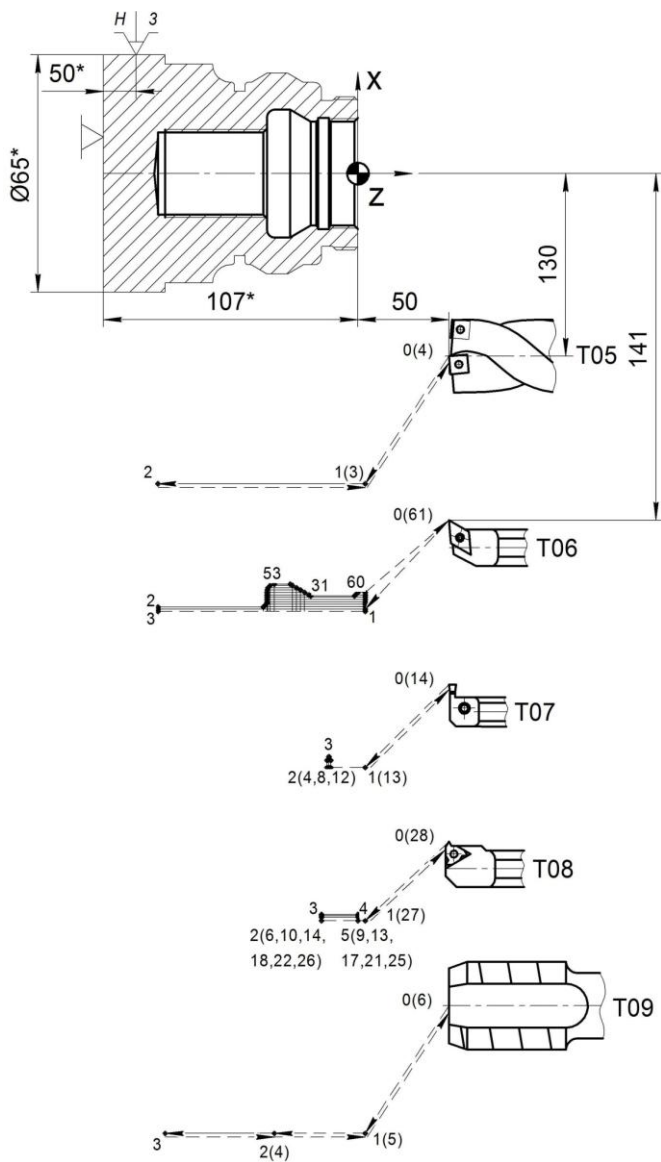


Рис. 7. Траектории движения инструментов при внутренней обработке (размеры обрабатываемых поверхностей не показаны)

Таблица 1

**Координаты опорных точек траекторий движения
режущих инструментов и длина перемещений**

T	Координаты				T	Координаты				T	Координаты			
	X	Z	L _{px}	L _{x,x}		X	Z	L _{px}	L _{x,x}		X	Z	L _{px}	L _{x,x}
Резец проходной T01					33	54,2	-17,6	0,3	—	77	40,6	-7,2	1,2	—
0	70	150	—	—	34		2	—	19,6	78		-9,7	2,5	—
1	67	0	—	150	35	50,8	—	—	1,7	79	57,6	—	—	8,5
2	-2		34,5	—	36		-15,1	17,1	—	80		-25,6	—	15,9
3		2	2	—	37	52,2	-16,4	1,5	—	81	55		1,3	—
4	62		—	32	38	52,8		0,3	—	82	53,6	-26,9	1,5	—
5		-53	55	—	39		2	—	18,4	83		-38,5	11,6	—
6	67		2,5	—	40	49,4		—	1,7	84	55	-39	0,9	—
7	70	150	—	203	41		-10,5	12,5	—	85	55,6		0,3	—
	ΣL_x		94	385	42	50,6	-12	1,6	—	86		-26,9	—	12,1
Резец контурный T02					43		-15	3	—	87	52,2	-28,1	2,1	—
0	70	150	—	—	44	50,8	-15,1	0,2	—	88		-37,7	9,6	—
1	60,6	2	—	148	45	51,4		0,3	—	89	53,6	-38,5	1,1	—
2		-53	55	—	46		2	—	17,1	90	54,2		0,3	—
3	62,6		1	—	47	48,0		—	1,7	91		-29,3	—	9,2
4		2	—	55	48		-10	12	—	92	50,8		1,7	—
5	59,2		—	1,7	49	49,4	-10,5	0,9	—	93		-36	6,7	—
6		-39,7	41,7	—	50	50,0		0,3	—	94	52,2	-37,7	1,8	—
7	61,2		1	—	51		2	—	12,5	95	52,8		0,3	—
8		2	—	41,7	52	46,6		—	1,7	96		-29,3	—	8,4
9	57,8		—	1,7	53		-9,7	11,7	—	97	50,6	-29,5	1,1	—
10		-39,6	41,6	—	54	48,0	-10	0,8	—	98		-35	5,5	—
11	59,8	-39,7	1	—	55	48,6		0,3	—	99	50,8	-36	1	—
12		2	—	41,7	56		2	—	12	100	57,6		—	3,4
13	56,4		—	1,7	57	45,2		—	1,7	101		2	—	38
14		-39,4	41,4	—	58		-9,7	11,7	—	102	41		—	8,3
15	58,4	-39,6	1	—	59	47,2		1	—	103		0	2	—
16		2	—	41,6	60		2	—	11,7	104	42,4	-0,8	1,1	—
17	55,0		—	1,7	61	43,8		—	1,7	105	43		0,3	—
18		-18,8	20,8	—	62		-9,7	11,7	—	106		2	—	1,2
19	55,6	-19,3	0,6	—	63	45,8		1	—	107	70	150	—	149
20		-25,1	5,8	—	64		2	—	11,7		ΣL_x		426	776
21	55,0	-25,6	0,6	—	65	42,4		—	1,7	Резец канавочный T03				
22		-39,0	13,4	—	66		-0,8	1,2	—	0	70	150	—	—
23	57,6	-39,4	1,3	—	67	42,6	-0,9	0,2	—	1	67	-4	—	154
24		2	—	41,4	68		-6,2	5,3	—	2	44		—	11,5
25	53,6		—	2	69	42,4	-6,3	0,2	—	3	42		1	—
26		-17,6	19,6	—	70		-9,7	3,4	—	4	40	-5	1,4	—
27	55,0	-18,8	1,4	—	71	44,4		1	—	5	44		2	—
28	55,6		0,3	—	72		-6,3	—	3,4	6	67		—	11,5
29		2	—	20,8	73	41,0	-7	1,8	—	7	70	150	—	155
30	52,2		—	1,7	74		-9,7	2,7	—		ΣL_x		4,4	332
31		-16,4	18,4	—	75	43,0		1	—					
32	53,6	-17,6	1,4	—	76		-7	—	2,7					

Продолжение табл. 1

T	Координаты				T	Координаты				T	Координаты			
	X	Z	L _{px}	L _{X,X}		X	Z	L _{px}	L _{X,X}		X	Z	L _{px}	L _{X,X}
Резец проходной T02					24	44		–	1,9	22	24,5		1	–
0	70	150	–	–	25		–9	–	9	23		2	–	27
1	40	2	–	149	26	67		–	11,5	24	27,8		–	1,6
2		0	2	–	27	70	150	–	159	25		–25	27	–
3	42	–1	1,4	–	ΣL _x			54	414	26	25,8		1	–
4		–6	5	–	Резец канавочный T03					27		2	–	27
5	40	–7	1,4	–	0	70	150	–	–	28	29,1		–	1,6
6		–10	3	–	1	67	–31	–	181	29		–0,7	1,3	–
7	46		3	–	2	52		–	7,5	30	28,5	–1	0,4	–
8	50	–12	3,1	–	3	45		3,5	–	31		–13	12	–
9		–15	3	–	4	52		–	3,5	32	29,1	–13,6	0,7	–
10	55	–19,4	5,1	–	5		–30,5	–	0,5	33		–25	11,4	–
11		–25	5,6	–	6	50		1	–	34	27,1		1	–
12	50	–29,4	5,1	–	7	49	–31	0,7	–	35		–13,6	–	11,4
13		–35	5,6	–	8	52		–	1,5	36	30,4	–14,7	2	–
14	60	–40	7,9	–	9		–31,5	–	0,5	37		–25	10,3	–
15		–53	13	–	10	50		1	–	38	28,4		1	–
16	67		3,5	–	11	49	–31	0,7	–	39		–14,7	–	10,3
17	70	150	–	203	12	52		–	1,5	40	31,7	–15,8	2	–
	ΣL _x		68	352	13	67		–	7,5	41		–25	9,2	–
Резец резьбовой T04					14	70	150	–	181	42	29,7		1	–
0	70	150	–	–	–			6,9	384	43		–15,8	–	9,2
1	67	–9	–	159	Резец расточной T06					44	33	–16,9	2	–
2	41,6		–	12,7	0	141	50	–	–	45		–24,8	7,9	–
3		0	9	–	1	21,3	2	–	77	46	31,7	–25	0,7	–
4	44		–	1,2	2		–55	57	–	47		–16,9	–	8,1
5		–9	–	9	3	19,3		1	–	48	34,3	–18,1	3,1	–
6	41,2		–	1,4	4		2	–	57	49		–24,2	6,1	–
7		0	9	–	5	22,6		–	1,6	50	33	–24,8	0,9	–
8	44		–	1,4	6		–25,9	27,9	–	51		–18,1	–	6,7
9		–9	–	9	7	22,5	–26	0,1	–	52	35	–18,7	1,2	–
10	40,8		–	1,6	8		–55	29	–	53		–23	4,3	–
11		0	9	–	9	20,5		1	–	54	34,3	–24,2	1,3	–
12	44		–	1,6	10		2	–	57	55	26,5		–	3,9
13		–9	–	9	11	23,9		–	1,7	56		2	–	26,2
14	40,5		–	1,7	12		–25,3	27,3	–	57	30,4		–	2
15		0	9	–	13	22,6	–25,9	0,9	–	58		0	2	–
16	44		–	1,7	14	20,6		1	–	59	29,1	–0,7	1	–
17		–9	–	9	15		2	–	27,9	60		2	–	1,3
18	40,3		–	1,8	16	25,2		–	2,3	61	141	50	–	74
19		0	9	–	17		–25	27	–	ΣL _x		312	463	
20	44		–	1,8	18	23,2		1	–					
21		–9	–	9	19		2	–	27					
22	40,1		–	1,9	20	26,5		–	1,6					
23		0	9	–	21		–25	27	–					

Окончание табл. 1

T	Координаты				T	Координаты				T	Координаты			
	X	Z	L _{px}	L _{X.X}		X	Z	L _{px}	L _{X.X}		X	Z	L _{px}	L _{X.X}
Сверло Т05					Резец резьбовой Т08					24		0	10	–
0	130	50	–	–	0	141		–	–	25	26,5		–	1,9
1	0	2	–	81	1	26,5	2	–	75	26		–10	–	10
2		–55	57	–	2		–10	–	12	27		2	–	12
3		2	–	57	3	28,9		–	1,2	28	141	50	–	75
4	130	50	–	81	4		0	10	–		ΣL _x		60	253
	ΣL _x		57	219	5	26,5		–	1,2		Метчик Т09			
Резец канавочный Т07					6		–10	–	10	0	130	50	–	–
0	141	50	–	–	7	29,3		–	1,4	1	0	2	–	81
1	26,5	2	–	75	8		0	10	–	2		–23	–	25
2		–8	–	10	9	26,5		–	1,4	3		–53	30	–
3	30,5		2	–	10		–10	–	10	4		–23	30	–
4	26,5		–	2	11	29,6		–	1,6	5		2	–	25
5		–8,5	–	0,5	12		0	10	–	6	130	50	–	81
6	28,5		1	–	13	26,5		–	1,6		ΣL _x		60	212
7	29,5	–8	0,7	–	14		–10	–	10		Резец отрезной Т10			
8	26,5		–	1,5	15	29,8		–	1,7	0	70	150	–	–
9		–7,5	–	0,5	16		0	10	–	1	67	–50	–	200
10	28,5		1	–	17	26,5		–	1,7	2	62		–	2,5
11	29,5	–8	0,7	–	18		–10	–	10	3	22		20	–
12	26,5		–	1,5	19	30,0		–	1,8	4	67		–	22,5
13		2	–	10	20		0	10	–	5	70	150		200
14	141	50	–	75	21	26,5		–	1,8		ΣL _x		20	425
	ΣL _x		5,4	176	22		–10	–	10					
					23	30,2		–	1,9					

Частота вращения при чистовом точении контура:

$$n_{cp2} = \frac{2547 + 2426 + 2038 + 2038 + 1853 + 1698}{6} = 2100 \text{ мин}^{-1}.$$

Частоты вращения при чистовом точении технологических участков контура:

$$n_{21} = \frac{1000 \cdot 320}{3,14 \cdot 40} = 2547 \text{ мин}^{-1}; \quad n_{22} = \frac{1000 \cdot 320}{3,14 \cdot 42} = 2426 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{23} = \frac{1000 \cdot 320}{3,14 \cdot 50} = 2038 \text{ мин}^{-1}; \quad n_{24} = \frac{1000 \cdot 320}{3,14 \cdot 50} = 2038 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{25} = \frac{1000 \cdot 320}{3,14 \cdot 55} = 1853 \text{ мин}^{-1}; \quad n_{26} = \frac{1000 \cdot 320}{3,14 \cdot 60} = 1698 \text{ мин}^{-1}.$$

Таблица 2

Технологические режимы и нормы времени на обработку детали «Переходник»

Элементы режима резания и нормы времени		Режущий инструмент												
		T01		T02		T03		T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10
		Номер кадра												
		10	15	25	35	30	45	40	50	60	65	70	75	80
Глубина резания, мм		2	1,5	0,7	0,3	3	3	0,22	10	0,65	3	0,2	0,85	3
Подача, мм/об		0,27		0,33	0,17	0,09	0,09	1,5	0,11	0,19	0,07	1,5	1,5	0,07
Скорость резания, м/мин		261		244	320	168	168	139	230	300	168	139	18	195
Частота вращения, мин ⁻¹		1280	1340	1580	2100	1270	1070	1050	3660	3440	1870	1550	240	1030
Минутная подача, мм/мин		345	361	521	357	114	96	1575	402	653	131	2325	360	72
Ускоренная подача, мм/мин		30000												
Длина рабочего хода, мм		36,5	57,5	426	68	4,4	6,9	54	57	312	5,4	60	60	20
Длина холостого хода, мм		385		776	352	332	384	414	219	463	176	253	212	425
Основное время, мин	по переходам	0,11	0,16	0,82	0,19	0,04	0,08	0,04	0,15	0,48	0,05	0,03	0,17	0,28
	общее	2,6												
Машинно-вспомогательное время, мин	по переходам	0,03		0,05	0,03	0,03	0,06	0,05	0,1	0,07	0,03	0,03	0,04	0,05
	общее	0,57												
Время работы станка по программе, мин		3,17												
Вспомогательное время, мин	на измерения по переходам	0,16	0,24	0,39	0,66	–	0,24	0,25	0,12	0,55	0,28	0,24	0,65	0,12
	на установку детали	0,12												
	связанное с операцией	0,39												
	общее	4,41												
Оперативное время, мин		7,27												
Штучное время, мин		7,78												
Подготовительно-заключительное время, мин		40,5												
Штучно-калькуляционное время, мин		8,28												

Частота вращения при полукриволинейном растачивании контура:

$$n_{\text{ср3}} = \frac{3352 + 2729 + 4246}{3} = 3440 \text{ мин}^{-1}.$$

Частоты вращения при полукриволинейном растачивании технологических участков контура:

$$n_{31} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 28,5} = 3352 \text{ мин}^{-1}, \quad n_{32} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 35} = 2729 \text{ мин}^{-1},$$

$$n_{33} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 22,5} = 4246 \text{ мин}^{-1}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гжиров Р.И.* Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник / Р.И. Гжиров, П.П. Серебrenицкий. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.
2. *Серебrenицкий П.П.* Программирование для автоматизированного оборудования: учебник для сред. проф. учебных заведений / П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2003. – 592 с.
3. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск.: Новое знание, 2005. – 287 с.
4. *Каишталъян И.А., Клевзович В.И.* Обработка на станках с числовым программным управлением: справ. пособие. – Минск: Высшая школа, 1989. – 271 с.
5. Руководство пользователя СТХ 310 есо [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.dmgmori.ru>. – Загл. с экрана.
6. Руководство пользователя СТХ alpha 500 [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.dmgmori.ru>. – Загл. с экрана.
7. Оснастка для станков с ЧПУ: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч. 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990. – 207 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч. 2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990. – 475 с.
10. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. – Введен 1983–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 15 с.
11. Подборка из каталога Seco [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.secotools.ru>. – Загл. с экрана.
12. Morse Cutting Tools Catalog [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://www.morsect.ru>. – Загл. с экрана.

Приложение

Т а б л и ц а П1

Технические характеристики токарных станков с ЧПУ [5, 6]

Параметр		Модель станка	
Система ЧПУ		CTX alpha 500 Siemens 840D	CTX 310 Siemens 810D
Максимальные размеры заготовки (диаметр×длина), мм		500×470	330×393
Максимальный диаметр обработки, мм	над станиной	240	200
	в главном шпинделе	50	
	в контршпинделе	36	—
Максимальная частота вращения, об/мин	шпинделей	6000	5000
	осевого инструмента	5000	4500
Мощность привода, кВт	главного шпинделя	20	11
	контршпинделя	12,6	—
	осевого инструмента	4,2	
Наибольшее передвижение, мм	по оси X	145	160
	по оси Y	80	—
	по оси Z	520	450
Ускоренная подача, мм/мин	по оси X	30 000	24 000
	по оси Y	22 500	—
	по оси Z	30 000	30 000
Дискретность перемещений, мм	по оси X, Z	0,001	
Количество инструментов (приводных), шт		12 (12)	12 (6)
Время поворота инструмента на одну позицию, с.		0,4	0,95
Сечение рукоятки инструмента (ширина×высота), мм		20×20	

Т а б л и ц а П2

Вспомогательное время, связанное с операцией [8]

Состав и последовательность приемов управления станком	Время, мин
Установить заданное взаимное положение детали по координатам X, Z и в случае необходимости произвести подналадку	0,32
Закрыть и открыть защитный кожух от забрызгивания СОЖ	0,03

Таблица ПЗ

Вспомогательное время на установку и снятие штучной заготовки [8]

Способ установки		Масса детали, кг							
		0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
		Время, мин							
Установка в трехкулачковом патроне с креплением гидравлическим зажимом	без выверки	0,10	0,12	0,13	0,17	0,19	0,23	0,28	0,34
	с поджатием центром задней бабки	0,14	0,19	0,24	0,37	0,44	0,55	0,60	0,75
Установка в цанговом патроне с креплением гидравлическим зажимом	без выверки	0,09	0,11	0,12	0,15	—	—	—	—
	с поджатием центром задней бабки	—	—	—	0,24	0,28	0,33	0,37	0,50

Таблица П4

Вспомогательное время на установку и снятие прутка [8]

Способ установки		Вылет заготовки	Диаметр прутка, мм, до				
			5	10	20	40	50
			Время, мин				
Установка в трехкулачковом патроне с креплением гидравлическим зажимом	по упору	50	0,06	0,08	0,1	0,13	—
		100	0,08	0,1	0,12	0,16	0,21
		200	—	—	0,15	0,22	0,26
		300	—	—	0,17	0,27	0,32
	по линейке	50	0,12	0,14	0,18	0,22	—
		100	0,14	0,16	0,2	0,25	0,3
		200	—	—	0,23	0,25	0,32
		300	—	—	0,24	0,31	0,37
Установка в цанговом патроне с креплением гидравлическим зажимом	без выверки	25	0,04	0,06	0,09	0,12	0,14
		50	0,05	0,08	0,11	0,15	0,17
		100	0,07	0,09	0,13	0,18	0,19
		200	—	—	0,16	0,22	0,25
		300	—	—	0,18	0,25	0,28
	с поджатием центром задней бабки	25	—	—	0,15	0,22	0,26
		50	—	—	0,17	0,25	0,29
		100	—	—	0,19	0,28	0,31
		200	—	—	0,22	0,32	0,37
		300	—	—	0,24	0,35	0,40

Таблица П5

Вспомогательное время на контрольные измерения [8]

Измерительный инструмент	Точность измерения, мм	Измеряемый размер, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до					
			10	25	50	100	200	500
			Время, мин					
Штангенциркуль	0,1	25	0,05	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12
		50	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,18
		100	0,07	0,09	0,11	0,14	0,16	0,24
		200	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,31
	0,05	25	0,1	0,13	0,16	0,18	0,23	0,25
		50	0,12	0,15	0,18	0,22	0,26	0,33
		100	0,14	0,18	0,21	0,26	0,31	0,43
Штанген-глубиномер	0,1	—	0,08	0,1	0,11	0,12	0,13	0,15
	0,05		0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,22
Нутромер индикаторный	0,01	50	0,11	0,13	0,16	0,19	0,24	0,34
		100	0,12	0,15	0,18	0,21	0,26	0,38
Микрометр гладкий	0,01	25	—	—	0,12	—	0,15	0,22
		50	—	—	0,15	—	0,18	0,26
		100	—	—	0,19	—	0,22	0,31
Шаблон линейный односторонний	0,2...0,5		—	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1
	<0,2		—	0,07	0,08	0,1	0,12	0,15
Шаблон фасонный простой	0,15...0,25		—	0,06	0,08	0,09	0,11	0,14
	<0,15		—	0,1	0,11	0,13	0,16	0,2
Шаблон фасонный сложного профиля	0,15...0,25		—	0,095	0,11	0,13	0,14	0,17
	<0,15		—	0,17	0,2	0,23	0,26	0,31

Таблица П6

Вспомогательное время на контрольные измерения [8]

Измеритель- ный инстру- мент	Точность измерения, (кавалитет)	Измеряемый размер, мм, до		Длина измеряемой поверхности, мм, до						
				5	10	15	20	30	40	50
		<i>D</i>	<i>P</i>	Время, мин						
Калибр-кольцо резьбовой про- ходной	6h	10	1	0,09	0,16	0,22	0,28	0,4	0,5	0,6
			1,5	0,06	0,11	0,16	0,2	0,29	0,37	0,45
		20	1	0,1	0,19	0,26	0,34	0,5	0,6	0,75
			1,5	0,07	0,13	0,19	0,24	0,34	0,44	0,55

Окончание табл. П6

Измерительный инструмент	Точность измерения, (квалитет)	Измеряемый размер, мм, до		Длина измеряемой поверхности, мм, до								
				5	10	15	20	30	40	50		
		D	P	Время, мин								
			2	0,06	0,11	0,15	0,19	0,27	0,35	0,42		
			2,5	0,05	0,09	0,12	0,16	0,23	0,29	0,35		
		40	1,5	0,09	0,16	0,22	0,29	0,41	0,5	0,65		
			2	0,07	0,12	0,18	0,23	0,32	0,41	0,5		
			3	—	0,09	0,13	0,16	0,23	0,3	0,36		
		60	1,5	0,1	0,18	0,25	0,32	0,45	0,6	0,7		
			2	0,08	0,14	0,2	0,25	0,36	0,46	0,55		
			3	—	0,1	0,14	0,18	0,26	0,33	0,4		
		Калибр-кольцо резьбовой непроходной	6h	10	1...1,5	—	—	—	0,025	—	—	—
				20	1...2,5	—	—	—	0,04	—	—	—
40	1,5...3			—	—	—	0,06	—	—	—		
60	1,5...3			—	—	—	0,07	—	—	—		
Калибр-пробка резьбовой двусторонний	6H	5	0,5	0,25	0,45	0,65	0,85	—	—	—		
		10	1	0,15	0,28	0,4	0,5	0,7	—	—		
			1,5	0,11	0,2	0,28	0,36	0,5	—	—		
		20	1	0,17	0,31	0,44	0,55	0,8	—	—		
			1,5	0,12	0,22	0,31	0,4	0,55	0,75	0,9		
			2	0,09	0,17	0,24	0,31	0,45	0,55	0,7		
			2,5	0,08	0,14	0,2	0,26	0,37	0,47	0,55		
		40	1,5	0,13	0,24	0,35	0,45	0,65	0,8	1		
			2	0,1	0,19	0,27	0,35	0,5	0,65	0,8		
			3	—	0,14	0,19	0,25	0,35	0,45	0,55		
		60	1,5	0,14	0,25	0,36	0,46	0,65	0,85	1,05		
			2	0,11	0,2	0,28	0,36	0,5	0,65	0,8		
			3	—	0,14	0,2	0,26	0,36	0,47	0,55		

Таблица П7

Вспомогательное время на контрольные измерения [8]

Измерительный инструмент	Точность измерения, (квалитет)	Измеряемый размер, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до		
			1 <i>D</i>	2 <i>D</i>	3 <i>D</i>
			Время, мин		
Калибр-пробка гладкий двусторонний	11...13	10	0,045	0,05	0,055
		25	0,07	0,08	0,09
		50	0,09	0,1	0,13

Окончание табл. П7

Измерительный инструмент	Точность измерения, (квалитет)	Измеряемый размер, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до		
			1D	2D	3D
			Время, мин		
	7...9	10	0,07	0,08	0,09
		25	0,1	0,11	0,13
		50	0,13	0,15	0,2
Калибр-пробка неполный (плоский)	11...13	50	0,1	0,11	0,15
		100	0,15	0,23	0,27
	7...9	50	0,16	0,19	0,28
		100	0,25	0,38	0,45

Таблица П8

Вспомогательное время на контрольные измерения [8]

Измерительный инструмент	Точность измерения, (квалитет)	Измеряемый размер, мм, до	Длина измеряемой поверхности, мм, до					
			10	25	50	100	200	500
			Время, мин					
Скоба двусторонняя предельная	11...13	10	0,04	0,045	0,05	0,06	0,07	–
		25	0,045	0,055	0,06	0,07	0,08	–
		50	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1	0,12
		100	0,06	0,08	0,09	0,1	0,12	0,14
	7...9	10	0,06	0,07	0,08	0,1	0,11	–
		25	0,07	0,09	0,1	0,12	0,14	–
		50	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,26
		100	0,1	0,12	0,14	0,17	0,19	0,3

Таблица П9

Поправочный коэффициент на вспомогательное время [8]

Оперативное время, мин, до	Тип производства										
	Мелкосерийное			Среднесерийное							
	Количество деталей в партии, шт.										
	6	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630
	Коэффициент на вспомогательное время										
4	1,52	1,4	1,32	1,23	1,15	1,07	1	0,93	0,87	0,81	0,76
8	1,4	1,32	1,23	1,15	1,07	1	0,93	0,87	0,81	0,76	–
30 и более	1,32	1,23	1,15	1,07	1	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	–

Т а б л и ц а П10

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности [8]

Содержание работы	Диаметр, мм, до				
	Прутка			Штучной заготовки	
	25	40	65	250	400
	Время, % от оперативного				
Обслуживание, отдых и личные потребности	6	6,5	7	7	8

Т а б л и ц а П11

**Подготовительно-заключительное время
на организационную подготовку [8]**

Номер позиции	Содержание работы	Диаметр, мм, до				
		Прутка			Штучной заготовки	
		25	40	65	250	400
		Время, мин				
1	Получить наряд, чертеж, технологическую документацию, режущий, вспомогательный и контрольно-измерительный инструмент, заготовки исполнителем до начала и сдать их после окончания обработки партии деталей (на рабочем месте)	4				
2	Ознакомиться с работой, чертежом, технологической документацией, осмотреть заготовки	2				
3	Инструктаж мастера	2				

Т а б л и ц а П12

Подготовительно-заключительное время на наладку станка [8]

Номер позиции	Содержание работы	Диаметр, мм, до				
		Прутка			Штучной заготовки	
		25	40	65	250	400
		Время, мин				
1	Установить исходные режимы работы станка (скорость, подачу). Время на одно изменение	0,2	0,25	0,3	0,15	0,2

Окончание табл. П12

Номер позиции	Содержание работы	Диаметр, мм, до				
		Прутка			Штучной заготовки	
		25	40	65	250	400
		Время, мин				
2	Установить и снять кулачки у патрона (крепление кулачков винтами)	6	6,5	7	6,5	6,8
3	Установить и снять инструментальный блок и режущий инструмент Определить положение вершины инструмента. Время на один инструмент	3,4	3,7	3,9	3,4	3,7
4	Составить программу обработки детали на рабочем месте. Время на один размер	1,5				
5	Набрать программу на пульте управления устройства ЧПУ и проверить ее. Время на один размер	0,4				
6	Установить нулевое положение заготовки	1,7	2	2,5	2	2,5
7	Настроить устройство для подачи СОЖ	0,2	0,25	0,3	0,2	0,3

Таблица П13

Подготовительно-заключительное время на пробную обработку [8]

Характер поверхности обрабатываемой детали	Диаметр прутка (штучной заготовки), мм, до	Число поверхностей, измеряемых по диаметру	Число резцов в наладке							
			2	3	4	5	6	7	8	
			Время, мин							
При наличии поверхностей с допусками на диаметры точнее IT11, резьбовых поверхностей, канавок	25	3	3,8	5,0	6,2	7,4	—	—	—	
		4	4,1	5,3	6,5	7,7	8,9	10,1	—	
		5	4,4	5,6	6,8	8,0	9,2	10,4	11,6	
		6	4,7	5,9	7,1	8,3	9,5	10,7	11,9	
		7	—	6,2	7,4	8,6	9,8	11,0	12,2	
	40	3	4,7	6,0	7,3	8,6	—	—	—	
		4	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	—	
		5	5,7	7,0	8,3	9,6	10,9	12,2	13,5	

Окончание табл. П13

Характер поверхности обрабатываемой детали	Диаметр прутка (штучной заготовки), мм, до	Число поверхно- стей, измеря- емых по диаметру	Число резцов в наладке						
			2	3	4	5	6	7	8
			Время, мин						
		6	6,2	7,5	8,8	10,1	11,4	12,7	14,0
		7	–	8,0	9,3	10,6	11,9	13,2	14,5
	65	3	5,3	6,8	8,3	9,8	–	–	–
		4	5,8	7,3	8,8	10,3	11,8	13,3	–
		5	6,4	7,9	9,4	10,9	12,4	13,9	15,4
		6	6,9	8,4	9,9	11,4	12,9	14,4	15,9
		7	–	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5
	400	3	5,9	7,4	8,9	10,5	–	–	–
		4	6,7	8,2	9,7	11,2	12,8	–	–
		5	7,5	9,0	10,5	12	13,5	15,2	16,8
		6	8,3	9,8	11,3	12,8	14,3	15,9	17,5
		7	9,1	10,5	12,1	13,6	15,1	16,7	18,3

**ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ
НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ**

Часть 2

**НАЛАДКА ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ**

Методические указания

Редактор *Л.Н. Ветчакова*
Выпускающий редактор *И.П. Брованова*
Компьютерная верстка *Л.А. Веселовская*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Подписано в печать 27.05.2015. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 100 экз.
Уч.-изд. л. 2,09. Печ. л. 2,25. Изд. № 81. Заказ № 915. Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

№ 4499

621.9

0-23

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Часть 2

Наладка токарного станка с ЧПУ Технологическое нормирование

Методические указания

**НОВОСИБИРСК
2015**