

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ.
ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НА СТАНКАХ С
ЧПУ. ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ
НА СТАНКАХ С ЧПУ.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Методические указания по выполнению лабораторных и практических
работ для студентов специальностей

1-36 01 01 «Технология машиностроения»,

1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»,

1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств
(машиностроение и приборостроение)»

Витебск
2018

Составители:

Д. Г. Латушкин, А. Л. Климентьев

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 3 от 30.03.2018.

Технология обработки на станках с ЧПУ. Программирование и обработка на станках с ЧПУ. Технология и программирование обработки на станках с ЧПУ. Проектирование операций обработки на токарных станках с ЧПУ: методические указания по выполнению лабораторных и практических работ / сост. Д. Г. Латушкин, А. Л. Климентьев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 37 с.

Методические указания являются руководством по выполнению лабораторных и практических работ по проектированию операций обработки на токарных станках с ЧПУ по учебным дисциплинам «Технология обработки на станках с ЧПУ», «Программирование и обработка на станках с ЧПУ», «Технология и программирование обработки на станках с ЧПУ». Изложены общие правила и последовательность проектирования операций, содержание и методика выполнения работ, а также варианты индивидуальных заданий. Кроме того, приведены примеры оформления технологической документации и некоторые справочные сведения, необходимые для выполнения работ. Предназначены для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий», 1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение)».

УДК 621.9

© УО «ВГТУ», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1	
ИЗУЧЕНИЕ ТОКАРНОГО СТАНКА МОДЕЛИ СК6140В.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОКАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ	9
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	16
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А.	
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.	
ОБОЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ (ПО ГОСТ 3.1201)	30
ПРИЛОЖЕНИЕ В.	
БАЗОВЫЕ КОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.	
ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЕТА.....	36

Лабораторная работа 1

ИЗУЧЕНИЕ ТОКАРНОГО СТАНКА МОДЕЛИ СК6140В

Цель работы: ознакомить с конструкцией, основными техническими характеристиками и органами управления токарного станка модели СК6140В.

Станок токарный модели СК6140В предназначен для токарной обработки в полуавтоматическом режиме наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности.



Рисунок 1.1 – Токарный станок с ЧПУ модели СК6140В:

1 – станина, 2 – пульт оператора, 3 – шпиндель, 4 – резцедержатель,
5 – суппорт, 6 – защитное ограждение

Таблица 1.1 – Технические характеристики станка СК6140В с ЧПУ

Параметр	Значение
1	2
Диаметр над станиной, мм	Ø400
Максимальный диаметр вращающейся заготовки, мм	Ø205
Максимальная длина обработки, мм	1000
Количество скоростей шпинделя	Бесступенчатое регулирование частоты вращения
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	50–1800

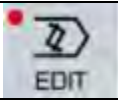
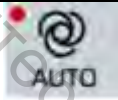
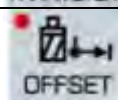
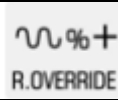
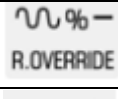
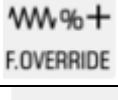
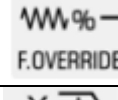
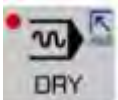
Окончание таблицы 1.1

1	2
Отверстие шпинделя, мм	1:4
Мощность главного двигателя, кВт	5,5
Максимальные перемещение, мм	ось X: 260 ось Z: 1020
Ускоренная подача, мм/мин	ось X: 5000 ось Z: 10000
Точность позиционирования, мм	ось X: 0,01 ось Z: 0,015
Точность изготовления детали	IT6–IT7
Шероховатости обработанной детали	Ra 1,6
Диаметр пиноли задней втулки, мм	Ø60
Ход пиноли задней втулки, мм	120
Револьверная головка	4-позиционная с автоматической сменой инструмента
Сечение державки инструмента, мм	25×25
Габариты станка (Д×Ш×В), мм	2655×1700×1800
Масса станка, кг	2100

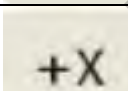
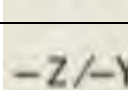
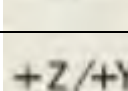
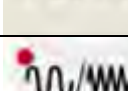
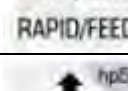
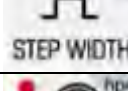
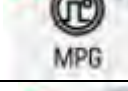
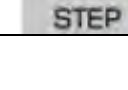
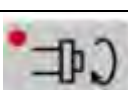
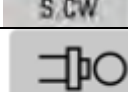


Рисунок 1.2 – Пульт оператора токарного станка с ЧПУ модели SK6140B (система ЧПУ GSK928TEa)

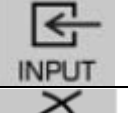
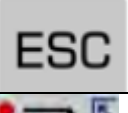
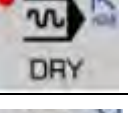
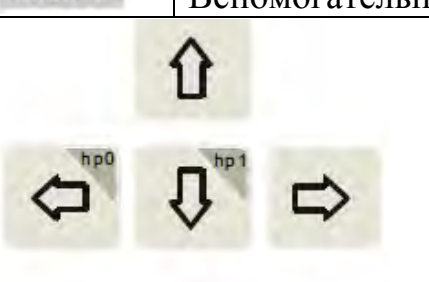
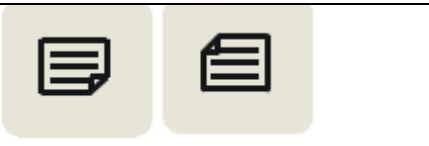
Таблица 1.2 – Назначение клавиш пульта управления

<i>Клавиши настройки режимов работы</i>	
	Режим редактирования программы
	Ручной режим работы
	Автоматический режим работы
	Параметры режимов работы
	Коррекция инструментов
	Диагностика системы
<i>Функциональные клавиши</i>	
	Процентное увеличение скорости установочных перемещений
	Процентное уменьшение скорости установочных перемещений
	Процентное увеличение скорости рабочих перемещений
	Процентное уменьшение скорости рабочих перемещений
	Программирование исходной точки по X (программный нуль)
	Программирование исходной точки по Z (программный нуль)
	X машинного нуля (нулевая точка станка)
	Z или Y машинного нуля (нулевая точка станка)
	Проверка работы программы в ускоренном режиме
	Построчная обработка управляющей программы

Продолжение таблицы 1.2

<i>Клавиши начала и паузы (блокировка подачи) цикла</i>	
	Начало цикла
	Пауза цикла (блокировка подачи)
<i>Клавиши управления перемещением по осям в ручном режиме</i>	
	Отрицательное перемещение по оси X в ручном режиме работы
	Ось X перемещает положительно в ручном режиме работы
	Z или Y перемещает отрицательно в ручном режиме работы
	Z или Y перемещает положительно в ручном режиме работы
	Переключение между ускоренным перемещением и рабочей подачей
	Выбор каждого шага передвижения маховика; вспомогательная функция в других режимах работы
	Переключение движения по осям с помощью маховика
	Z/Y выбор в ручном режиме работы
	ШАГ/ручной режим
<i>Вспомогательные функциональные клавиши</i>	
	Вращение шпинделя по часовой стрелке
	Остановка шпинделя
	Вращение шпинделя против часовой стрелки

Окончание таблицы 1.2

	Контроль охлаждения (переключение охлаждения ВКЛ./ВЫКЛ.)
	Переключение ступеней коробки скоростей
	Смена инструмента
<i>Клавиши редактирования</i>	
	Для подтверждения операции
	Для ввода информации (программы)
	Переключатель вставить/изменить в режиме редактирования
	Удалить цифру, букву, блок или всю программу в меню
	Отмена текущего ввода данных или выход из рабочих окон; Выход из текущей операции
	Переход из проверочного в автоматический режим работы; Перемещение курсора в конец строки редактирования
	«Шаг» в ручном режиме работы; Перемещение курсора в конец строки редактирования, режим работы
	Включение построчного режима отработки управляющей программы; Вспомогательные функции в других режимах работы
	Контроль перемещения курсора в меню правка/параметр/корр.; Режим работы; Вспомогательная функция в других рабочих режимах
	Отобразить страницу вверх/вниз в меню правка/параметр/корр.

Лабораторная работа 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОКАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Цель работы: практически освоить методики проектирования операций токарной обработки на станке с ЧПУ.

Порядок выполнения работы

1. Проанализировать заданный вариант.
2. Построить 3D-модель детали.
3. Определить конфигурацию заготовки.
4. Разработать технологический маршрут обработки детали.
5. Выбрать режущий и мерительный инструмент.
6. Выбрать значения глубин резания, подач и скоростей резания.
7. Рассчитать координаты опорных точек.
8. Выполнить операционный эскиз (эскиз наладки).
9. Разработать управляющую программу обработки на токарном станке с ЧПУ.
10. Оформить технологическую документацию по ГОСТ 3.1404-86: операционную карту, карту эскизов и карту наладки инструмента.

Пример оформления отчета приведен в приложении А.

Выбор заготовки

В качестве заготовок для деталей, обрабатываемых на токарных станках с ЧПУ средних размеров, в условиях производства малой и средней серийности, используют разрезанный прокат. При диаметрах заготовок 50 мм и выше применяют штучные заготовки на одну деталь. Для деталей, максимальный диаметр которых меньше 50 мм, можно использовать одну заготовку на несколько деталей. При использовании в качестве заготовок поковок необходимо предварительно обтачивать поверхности, используемые для закрепления. Термообработке, если она требуется, заготовки должны подвергаться перед обработкой на токарном станке с ЧПУ. Контур сечения заготовки чаще всего представляет собой прямоугольник. При использовании литья или объемной штамповки контур сечения заготовки может быть фасонным и состоять, как и контур сечения детали, из отрезков прямых и дуг окружностей.

Обобщенная последовательность переходов при токарной обработке

При технологическом проектировании структуры операций, выполняемых на токарных станках с ЧПУ, могут быть использованы типовые последовательности переходов.

При обработке деталей в центрах можно рекомендовать следующую обобщенную последовательность переходов:

1. Черновая обработка основных поверхностей, из числа которых первыми обрабатываются поверхности, требующие рабочих перемещений режущего инструмента по направлению к передней бабке.

2. Черновая (при необходимости) и чистовая обработка дополнительных элементов, кроме канавок для выхода инструмента, резьб и мелких выточек.

3. Чистовая обработка основных поверхностей, в том числе:

3.1. Подрезка торца (на первом установе).

3.2. Обработка наружных поверхностей.

4. Обработка дополнительных элементов, не требующих черновых переходов.

Для выполнения операций обработки деталей в патроне рекомендуется следующая обобщенная последовательность технологических переходов:

1. Центрование (выполняется при сверлении отверстий диаметром менее 20 мм).

2. Сверление, для ступенчатых отверстий при использовании двух сверл процесс разбивают на два перехода:

2.1. Сверление сверлом большего диаметра (большая ступень).

2.2. Сверление сверлом меньшего диаметра (меньшая ступень).

3. Черновая обработка основных поверхностей:

3.1. Подрезка внешнего торца предварительно и окончательно.

3.2. Обработка наружных поверхностей.

3.3. Обработка внутренних поверхностей.

4. Черновая и чистовая обработка дополнительных элементов контура детали, кроме канавок для выхода инструмента, резьб и мелких выточек (в тех случаях, когда для черновой и чистовой обработки внутренних поверхностей используют один резец, все дополнительные элементы обрабатывают после выполнения чистовых переходов).

5. Чистовая обработка основных поверхностей детали, кроме внешнего торца:

5.1. Внутренних поверхностей.

5.2. Наружных поверхностей.

6. Обработка дополнительных элементов, не требующих черновой обработки:

6.1. В отверстиях или на торце.

6.2. На наружных поверхностях.

Схемы выполнения операций при обработке деталей в патроне и инструментальная наладка зависят от числа дополнительных элементов контура детали и от размеров и формы осевого отверстия.

Выбор инструмента для токарной обработки

Режущий инструмент, применяемый на станках с ЧПУ, можно разделить на две большие группы. В первую группу входят инструменты с осью вращения. Общим для них является то, что скорость резания определяется частотой вращения главного привода станка и диаметром инструмента. Сюда относятся стержневой инструмент для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки, метчики и т. д.) и фрезы. Ко второй группе относятся резцы для точения наружных и внутренних поверхностей вращения, а также для подрезания торцов.

Для обработки наружных цилиндрических, конических и торцовых поверхностей используют в большинстве случаев проходные резцы трех типов: черновые с главным углом в плане $\varphi = 95^\circ$ и вспомогательным углом в плане $\varphi_1 = 5^\circ$, чистовые (контурные) с углами $\varphi = 95^\circ$ и $\varphi_1 = 30^\circ$ и комбинированные подрезные с углами $\varphi = 95^\circ$ и $\varphi_1 = 5^\circ$ (рис. 2.1).

В зависимости от направления подачи проходные резцы, используемые при реализации схемы обработки, делятся на правые и левые.

Для обработки внутренних основных поверхностей применяют центровочные и спиральные сверла, а также расточные резцы: черновые ($\varphi = 95^\circ$; $\varphi_1 = 5-10^\circ$) и чистовые (контурные) ($\varphi = 95^\circ$, $\varphi_1 = 30^\circ$). Размеры расточного инструмента устанавливают в соответствии с размерами (диаметром и длиной) внутренних поверхностей деталей, обрабатываемых в патроне. Чтобы выбрать размеры сверл для рассверливания многоступенчатых отверстий, сопоставляют длительность расточных и сверлильных переходов. Обычно для растачивания берут твердосплавные резцы, а для рассверливания – сверла из быстрорежущей стали. В связи с этим при растачивании скорость резания примерно в 2,5–3 раза выше, чем при сверлении, а подача составляет примерно 0,6–1,0 от подачи при сверлении. Два прохода расточным резцом выполняются быстрее, чем один проход сверлом.

Зенкеры и развертки обычно не включают в номенклатуру инструментов, используемых на токарных станках с ЧПУ. Это связано с тем, что при обработке отверстий на этих станках в большинстве случаев производительнее снять припуск расточными резцами, так как при этом формируется более высококачественная поверхность.

Несмотря на большое разнообразие форм дополнительных поверхностей, число типоразмеров применяемого для их обработки режущего инструмента резко сокращается за счет использования описанных выше типовых схем выполнения переходов. Для обработки дополнительных поверхностей применяют прорезные резцы (наружные, внутренние и торцовые), внутренние и наружные резцы для угловых канавок, а также резьбовые наружные и внутренние резцы для метрических и дюймовых резьб.

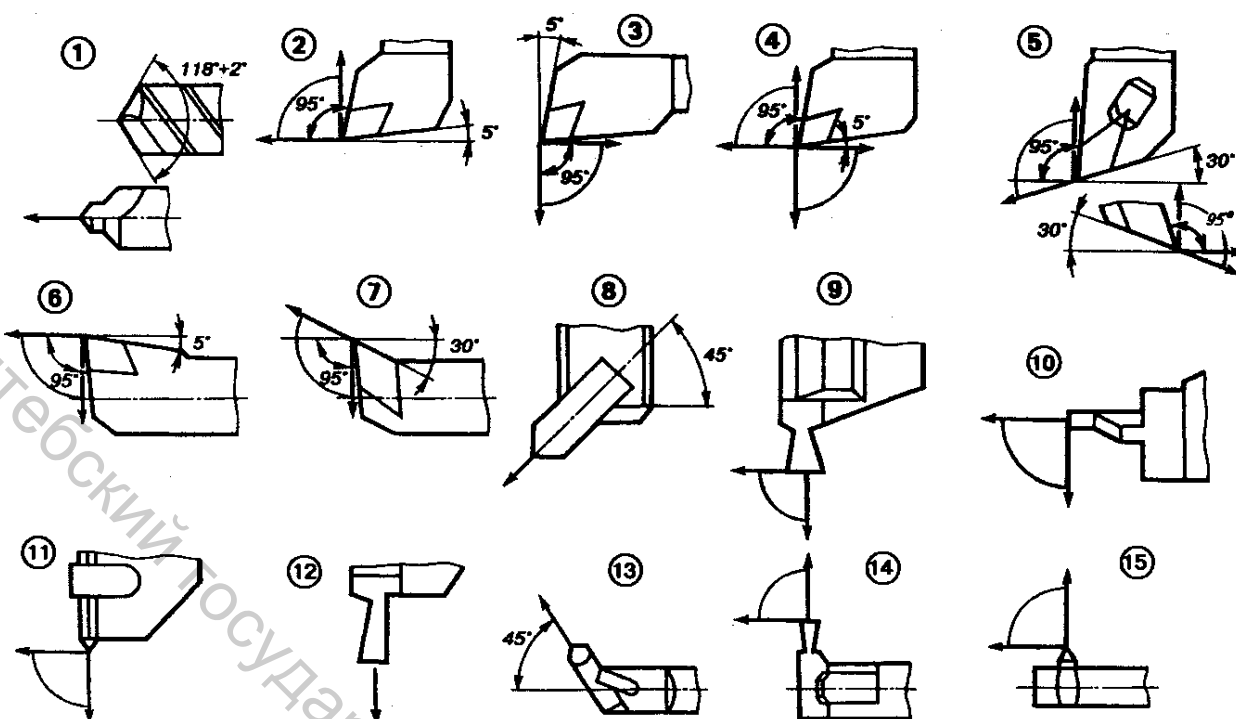


Рисунок 2.1 – Номенклатура режущего инструмента для токарных станков с ЧПУ с указанием зон направления рабочей подачи:

- 1 – сверла спиральное и центровочное; 2 – резец проходной левый;
- 3 – резец проходной (подрезной) правый; 4 – резец проходной (подрезной) левый; 5 – резцы контурные левый и правый; 6 – резец расточной проходной;
- 7 – резец расточной контурный; 8 – резец для угловых канавок; 9 – резец прорезной;
- 10 – резец для проточки торцовых канавок; 11 – резец резьбовой;
- 12 – резец отрезной; 13 – резец расточной для угловых канавок;
- 14 – резец прорезной расточной; 15 – резец резьбовой расточной

Следует проверить, какое количество из выбранных инструментов можно использовать на данном станке в одной наладке. Если количество выбранных инструментов превышает число позиций магазина станка или револьверной головки, то целесообразно выполнить одно из следующих мероприятий:

- 1) применить комбинированный инструмент, например, сверло-цековку;
- 2) перенести обработку на другой станок с ЧПУ, имеющий большее число инструментальных позиций или требующий для обработки меньшего числа инструментов;
- 3) расчленив обработку на две операции, выполняемые за два установка на том же станке с ЧПУ;
- 4) изменить тип резца, например, заменить упорно-проходной резец контурным, допускающим большую свободу перемещений;
- 5) обработать фаски резцом по программе;
- 6) вынести отдельные переходы за пределы операции, выполняемой на станке с ЧПУ.

Исключать переходы и переносить их в операцию обработки на станке с ручным управлением целесообразно в такой последовательности:

- а) не выполнять переход «обработка фаски»;
- б) не выполнять переход «нарезание резьбы»;
- в) не выполнять переход «развертывание».

Результаты проектирования инструментальной наладки заносят в карту наладки, которая должна содержать все сведения, необходимые для наладки станка на конкретную операцию.

Назначение режимов резания

Работа станка с ЧПУ не может быть успешной, если имеются ошибки в выборе параметров режимов резания. Эти параметры назначаются технологом-программистом на основании справочников, либо формируются автоматически ЭВМ, на которой ведется подготовка УП, по ряду исходных данных.

При ручном программировании при выборе режимов резания при обработке деталей на станках с ЧПУ, в принципе, сохраняется методика, разработанная для обычных станков, но вместе с тем существуют некоторые особенности.

Общая последовательность выбора параметров режима резания при токарной обработке:

- 1) глубина резания;
- 2) подача;
- 3) скорость резания.

Расчет траектории инструмента

Расчет траектории инструмента при ручном программировании токарной обработки состоит, прежде всего, в определении координат опорных точек на контуре детали и (если траектория является эквидистантной к обрабатываемому контуру) на эквидистанте. При этом предполагается, что принятую траекторию, фиксированную опорными точками, при обработке последовательно обходит центр инструмента. При расчете траектории инструмента уточняют параметры резания (скорость резания и подачу) на отдельных участках траектории. Для удобства координаты опорных точек можно занести в таблицу.

Структура управляющей программы (УП)

При построении УП в последовательности кадров программы записывается только та геометрическая, технологическая и вспомогательная информация, которая изменяется по отношению к предыдущему кадру. Другими словами для большинства команд, представляемых в УП, действительно правило, согласно которому записанная в данном кадре функция не повторяется в последующих кадрах

и отменяется лишь другой командой из этой группы или специальной командой отмены, отменяющей все команды данной группы (унимодальность).

УП должна начинаться символом «%» – «начало программы», после которого должен стоять символ «;» – «конец кадра». Кадр с символом «%» не нумеруется. Нумерация кадров программы начинается с последующего кадра. Любая группа символов, не подлежащая отработке на станке, должна быть заключена в круглые скобки. Внутри скобок не должны применяться символы «%» («начало программы») и «;» («главный кадр»). Группа символов, заключенная в скобки, может быть выведена на монитор и служить в качестве указаний оператору.

Управляющая программа должна заканчиваться символом «конец программы» или «конец информации» M02.

Структура кадров, составляющих управляющую программу (УП)

К структуре кадра УП предъявляются определенные требования, в частности следующие:

1. Каждый кадр должен включать:
 - 1.1. Номер кадра (N10).
 - 1.2. Информационные слова или слово.
 - 1.3. Символ «;» («конец кадра»).
2. Информационные слова в кадре рекомендуется записывать в следующей последовательности:
 - 2.1. Слово (или слова) «подготовительная функция» – G.
 - 2.2. Слова «размерные перемещения», которые рекомендуется записывать в последовательности символов: X (U), Z (W), P, Q, R.
 - 2.3. Слова «параметр интерполяции или шаг резьбы»: I, J, K.
 - 2.4. Слово (или слова) «функция подачи», которое относится только к определенной оси и должно следовать непосредственно за словом «размерное перемещение», к которому оно относится – F.
 - 2.5. Слово «функция главного движения» – S.
 - 2.6. Слово (или слова) «вспомогательная функция» – M.
3. В пределах одного кадра не должны повторяться слова «размерные перемещения» и «параметр интерполяции или шаг резьбы» с одной кодовой буквой.
4. В пределах одного кадра не должны использоваться слова «подготовительная функция» – G, входящие в одну группу.

Запись слов в кадрах управляющей программы (УП)

Каждое слово в кадре УП должно содержать: символ адреса (латинская прописная буква); математический знак «плюс» или «минус» (при необходимости); последовательность цифр.

Слова в УП могут быть записаны одним из двух способов:

- 1) без использования десятичного знака (0–99999);
- 2) с использованием десятичного знака (0.000–99999.999).

Незначащие нули, стоящие до и (или) после знака, могут быть опущены, например, запись X.08 означает размер 0,08 мм по оси X; X950 – размер 950,0 мм по оси X. Размер, представленный одними нулями, должен быть выражен, по крайней мере, одним нулем.

Математический знак («плюс» или «минус») является составной частью слова «размерное перемещение» и должен предшествовать первой цифре каждого размера. Знак «плюс» допускается опускать.

Составление карты операционного эскиза и карты наладки

При подготовке управляющей программы к токарному станку в технологической документации следует выделить карту операционного эскиза и операционную технологию. На карте эскизов приводят эскиз детали после выполнения данной запрограммированной операции.

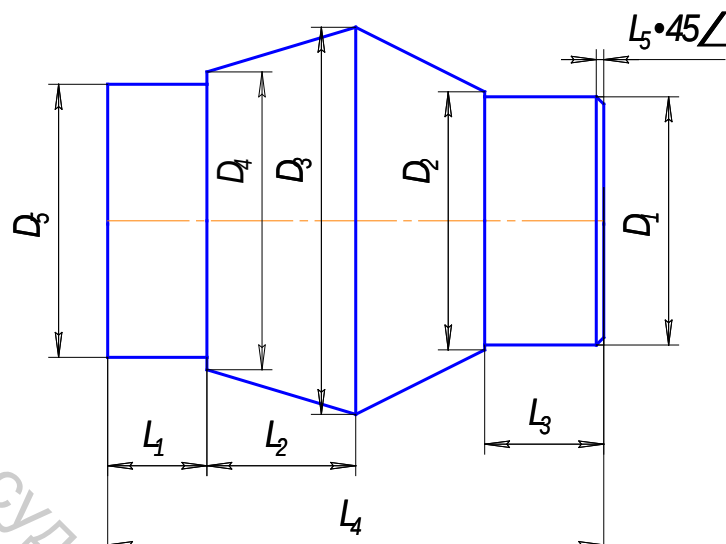
Определив по технологии последовательность переходов токарной операции, технолог-программист составляет карту наладки на операцию. В карте наладки показывается базирование заготовки, тип и размеры зажимных устройств и элементов, взаимное расположение заготовки и суппорта, находящегося в нуле программы, типы инструментальных блоков и режущих инструментов и их привязка к позициям суппорта, а также другие сведения, необходимые как для разработки УП, так и для наладки станка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизированная подготовка программ для станков с ЧПУ : справочник / Р. Э. Сафраган [и др.] ; под ред. Р. Э. Сафрагана. – Киев : Техника, 1986. – 191 с.
2. Автоматизация проектирования и подготовки производства. Информационные материалы. – Москва : АО «ТопСистемы», 2000. – 24 с.
3. Власов, С. Н. Справочник наладчика агрегатных станков и автоматических линий / С. Н. Власов, Б. И. Черпаков. – Москва : Высш. шк., 1999. – 384 с.
4. Голиков, А. В. Корпоративные решения CAD/CAM и управление инженерным документооборотом / А. В. Голиков // READ-ME. – 1998. – № 5. – С. 34–35.
5. Гжиров, Р. И. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Р. И. Гжиров, П. П. Серебrenицкий. – Ленинград : Машиностроение, 1990. – 588 с.
6. Замятин, В. К. Технология и оснащение сборочного производства машиностроения : справочник / В. К. Замятин. – Москва : Машиностроение, 1995. – 608 с.

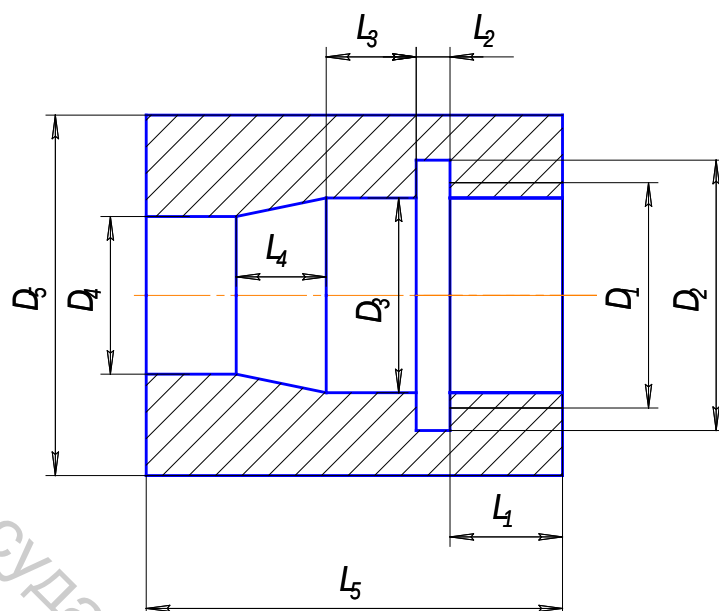
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Рисунок 1



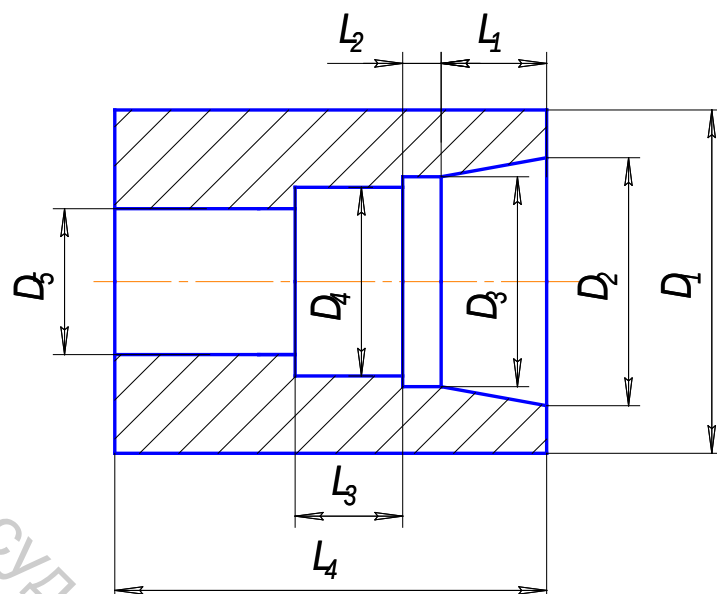
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
1	Ст 3 пс	42H8	45	55	48	46	15	30	30	100	2
2	Сталь 20	40H11	50	56	52	50	10	30	50	150	1,5
3	АД	25	25	40	30	25H9	15	30	15	80	1
4	БрАЖ9-4	60	64	62H11	64H11	50	50	20	80	200	2,5
5	Сталь 45	50	52	52	45	40	30	30	30	120	1,5
6	Медь МЗ	42	50	55	55	48	80	100	45	300	1
7	Сталь 40Х	80	82	86	75	70H10	10	30	20	85	1,6
8	БрАМц9-2	30	38	50	48	48	100	10	15	175	2
9	Сталь 30	45	45	36	30	24	15	34	15	90	0,5
10	Латунь Л63	55	55	50	50	48	25	55	25	135	2,5

Рисунок 2



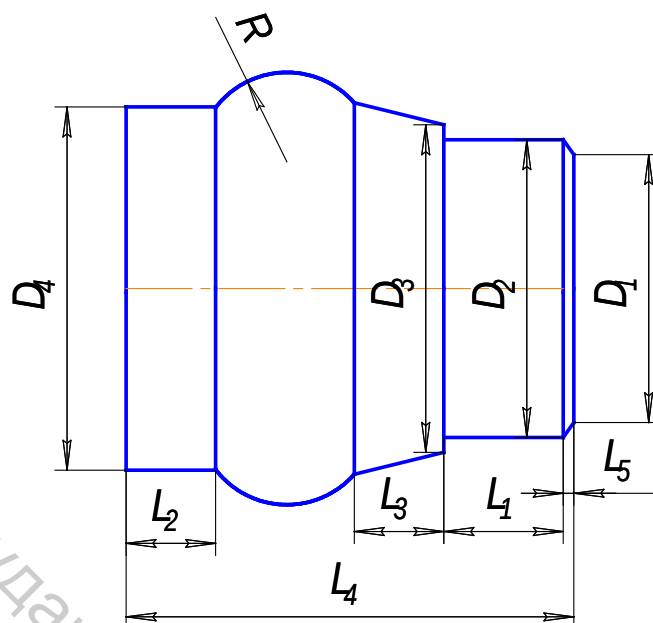
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
11	Медь М2	45h8	48	40	32h11	60	30	3	10	15	80
12	Сталь 18ХГТ	M45	50	36	30	85	45	2,5	30	10	105
13	Сталь 10	36h11	40	38	36	60	40	2	8	10	90
14	Сталь У8А	45	—	38	30h9	70	15	5	40	25	95
15	Сталь ХВГ	M30	36	24	20	65	20	3	10	10	85
16	АК6	40	44	40	36	50	15	3,5	35	10	75
17	Сталь 9ХС	65h11	68	55	50	80	45	4	5	3	65
18	Д 16	36	40	34	34	75	40	2	—	—	70
19	Медь М1	M25	28	20	16	55	20	2,5	20	8	100
20	Сталь 65Г	34h10	40	36	30	60	27	3	20	25	125

Рисунок 3



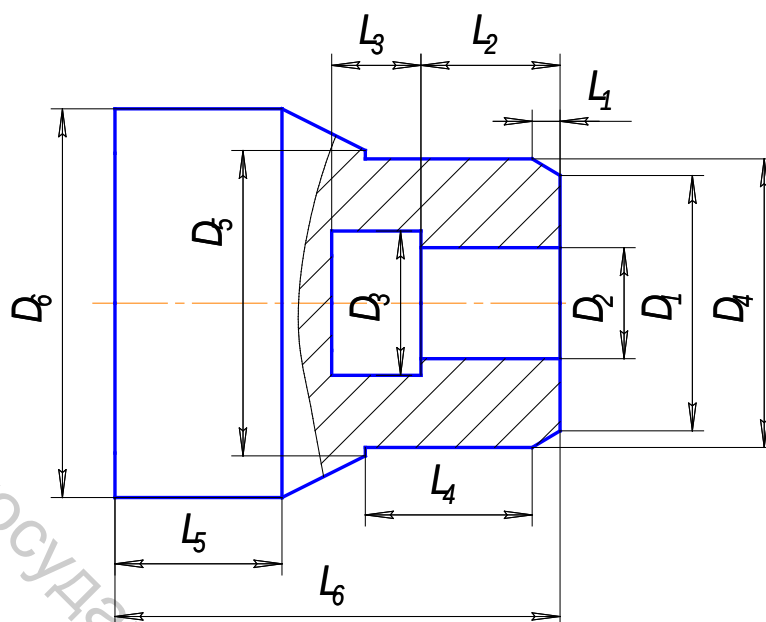
Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L_1	L_2	L_3	L_4
21	Сталь 40Х	45	40	30	28h9	20	20	3	20	55
22	Сталь 18ХГТ	55	45	38	36	32	10	10	35	70
23	Сталь ШХ15	30	28	26	20	18h11	1	5	30	60
24	Медь М2	60	45	50	45	40	15	8	15	65
25	Сталь 65Г	75	65	60	48	42	30	10	20	80
26	Медь М3	80	60	60	65	55h10	15	15	5	95
27	Латунь Л63	40	34	26	26	22	5	10	10	64
28	Д 16	65	40	36	30	26	8	15	25	55
29	Медь М1	35	30	28	28	25h12	15	30	30	100
30	БрАМц9-2	45	40	38	30	26	2	20	50	110

Рисунок 4



Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	R	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
31	Сталь 40Х	34	36	40	40	20	10	15	20	60	2
32	Медь МЗ	25	30	30	35	30	5	15	15	55	1,5
33	Сталь 20	54	58	60	64	40	20	20	20	80	3
34	АД	30	40	45	55	40	5	25	15	75	10
35	БрАЖ9-4	30	35	35	45	10	15	15	15	50	4
36	Сталь 45	24	32	32	38	30	25	10	10	45	1,6
37	Ст 3 пс	50	54	56	64	35	15	15	20	70	6
38	Сталь 40Х	50	54	58	58	15	30	30	10	95	15
39	БрАМц9-2	45	55	65	70	28	16	10	14	65	2,5
40	Сталь ШХ15	36	39	43	42	15	5	15	10	45	5

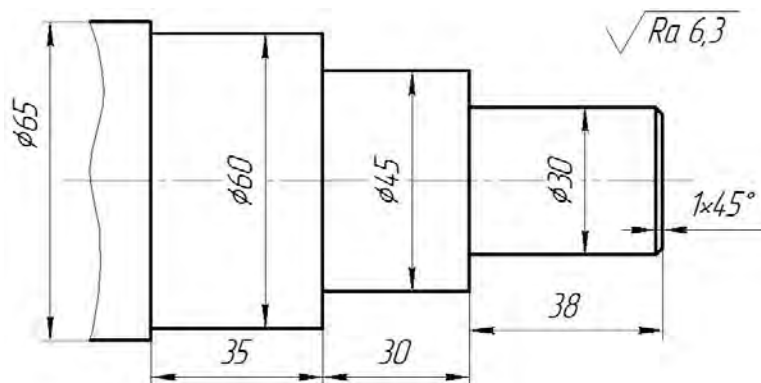
Рисунок 5



Вариант	Материал	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
41	Ст 3 пс	43	—	—	45h9	50	55	1,5	—	—	30	40	80
42	Сталь 20	50	30	34	55	55	65	2	40	3	20	35	100
43	АД	—	20	—	32	40	45	—	10	—	15	20	75
44	БрАЖ9-4	54	20	26	56	56	70	5	20	5	40	15	70
45	Сталь 45	48	—	—	60	52	85	10	—	—	18	22	85
46	Медь МЗ	40	15	—	45	45	65	4	25	—	30	16	90
47	Сталь 40Х	60	25	32	60	62	75	10	25	10	45	20	120
48	БрАМц9-2	50	25	28	35	38	65	20	20	5	80	50	135
49	Сталь ШХ15	—	25	30	48	54	60	—	10	6	10	40	80
50	Латунь Л63	60	—	—	65	70	80	20	—	—	20	20	95

Приложение А

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Рисунок А.1 – Деталь

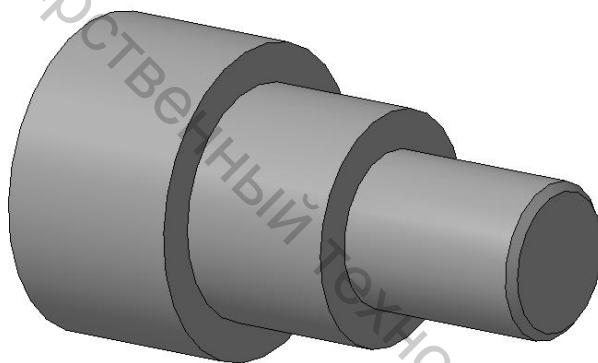


Рисунок А.2 – 3D-модель детали

Для заданной детали выбираем заготовку: прокат $\varnothing 65 \times 120$ мм, сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Последовательность обработки:

- 1) подрезка торца;
- 2) предварительное точение контура;
- 3) окончательное точение контура;
- 4) отрезка детали.

В качестве режущего инструмента применяем сборный контурный резец по ГОСТ 20872-80 и отрезной резец с пластиной из твердого сплава по ГОСТ 18884-73.

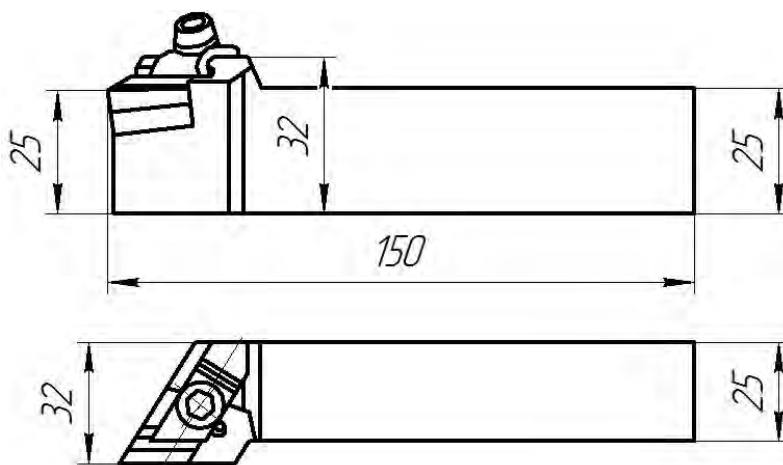


Рисунок А.3 – Резец контурный сборный по ГОСТ 20872-80

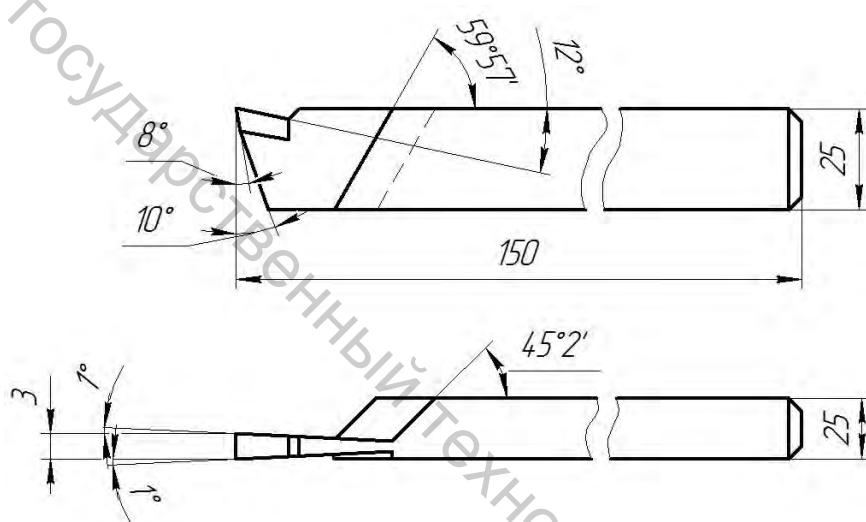


Рисунок А.4 – Резец отрезной с пластиной из твердого сплава по ГОСТ 18884-73

В качестве измерительного инструмента применяем штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 (ГОСТ 166-80).

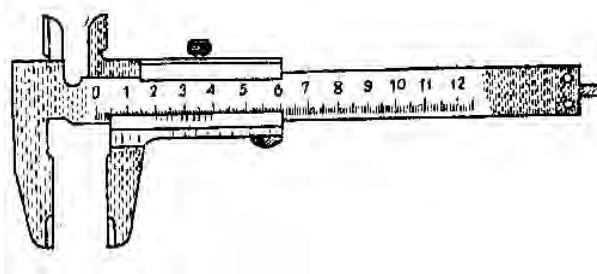


Рисунок А.5 – Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 по ГОСТ 166-80

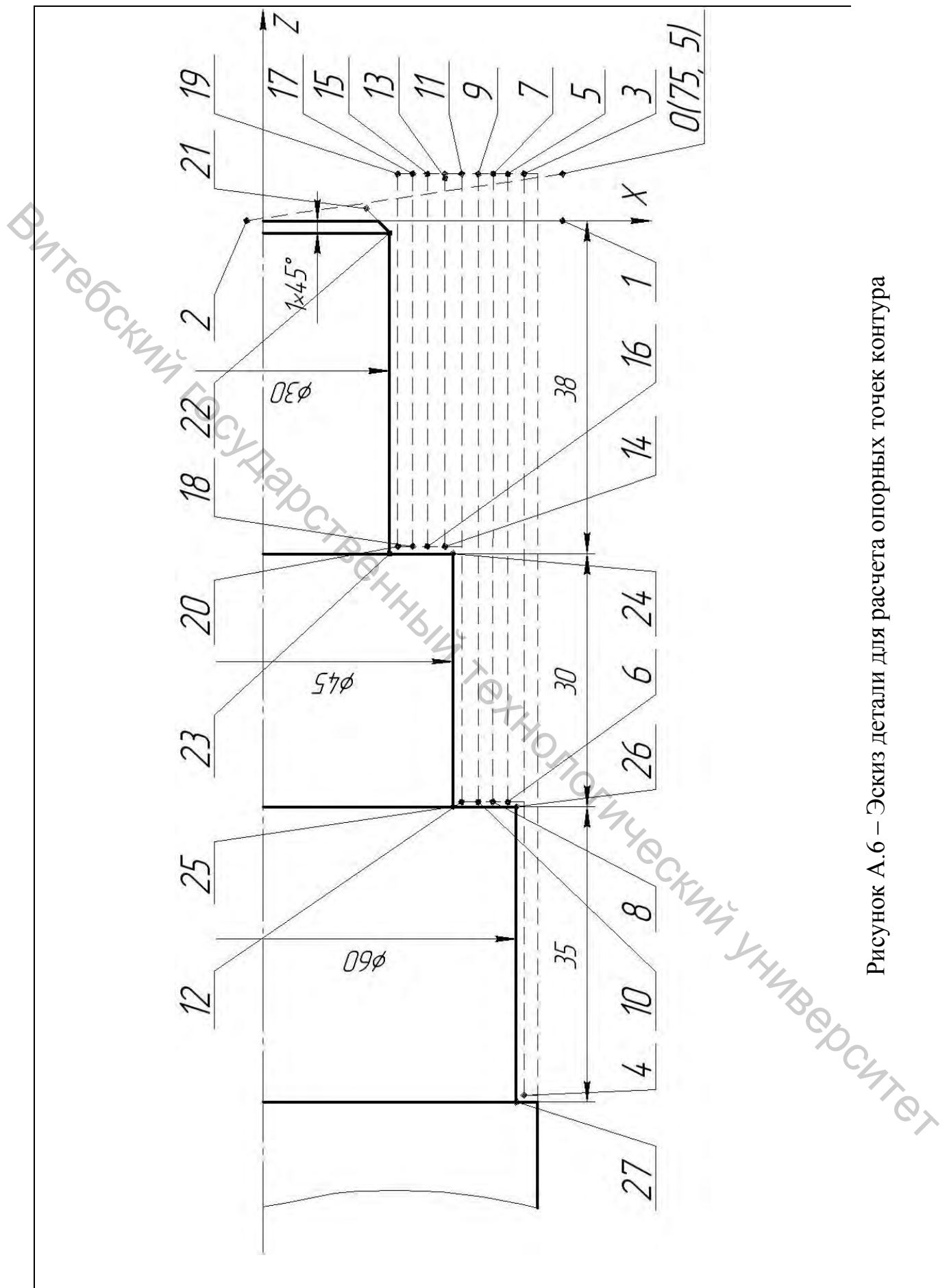


Рисунок А.6 – Эскиз детали для расчета опорных точек контура

Таблица А.1 – Опорные точки контура

№ точки	X, мм	Z, мм
0	75	5
1	75	0
2	-2	0
3	61	5
4	61	-102,5
5	57	5
6	57	-67,5
7	53	5
8	53	-67,5
9	49	5
10	49	-67,5
11	46	5
12	46	-67,5
13	42	5
14	42	-37,5
15	38	5
16	38	-37,5
17	34	5
18	34	-37,5
19	31	5
20	31	-37,5
21	26	1
22	30	-1
23	30	-38
24	45	-38
25	45	-68
26	60	-68
27	60	-103

Текст управляющей программы:

%
:O00001;
N10G00X150Z200;
N20T0101;
N30S600M03;
N40M08;
N50G00X75Z5;
N60G01Z0F300;
N70X-2F100;
N80X75Z5;
N90G90X61Z-102.5F200;
N100G00X61;
N110G90X57Z-67.5F200;
N110X53;
N120X49;
N130X46;
N140G00X46;
N150G90X38Z-37.5F200;
N160X34;
N170X31;
N180G01X26Z1F300;
N190S800M03;
N200G01X30Z-1F120;
N210Z-38;
N220X45;
N230W-30;
N240X60;
N250W-35;
N260X75;
N270G00X150Z200;
N280T0202;
N290S500M03;
N300G00X75;
N310Z-106;
N320G01X-2F100;
N330G00X150Z200;
N340M05;
N350M09;
N360M02;
%

[illegible]

Дубл.
Взам.
Подп.

1 1 1

Разраб. Ибанаб ИИ

Утверд. Петров ПП

Нормир.

М. эксл.

Н. контр.

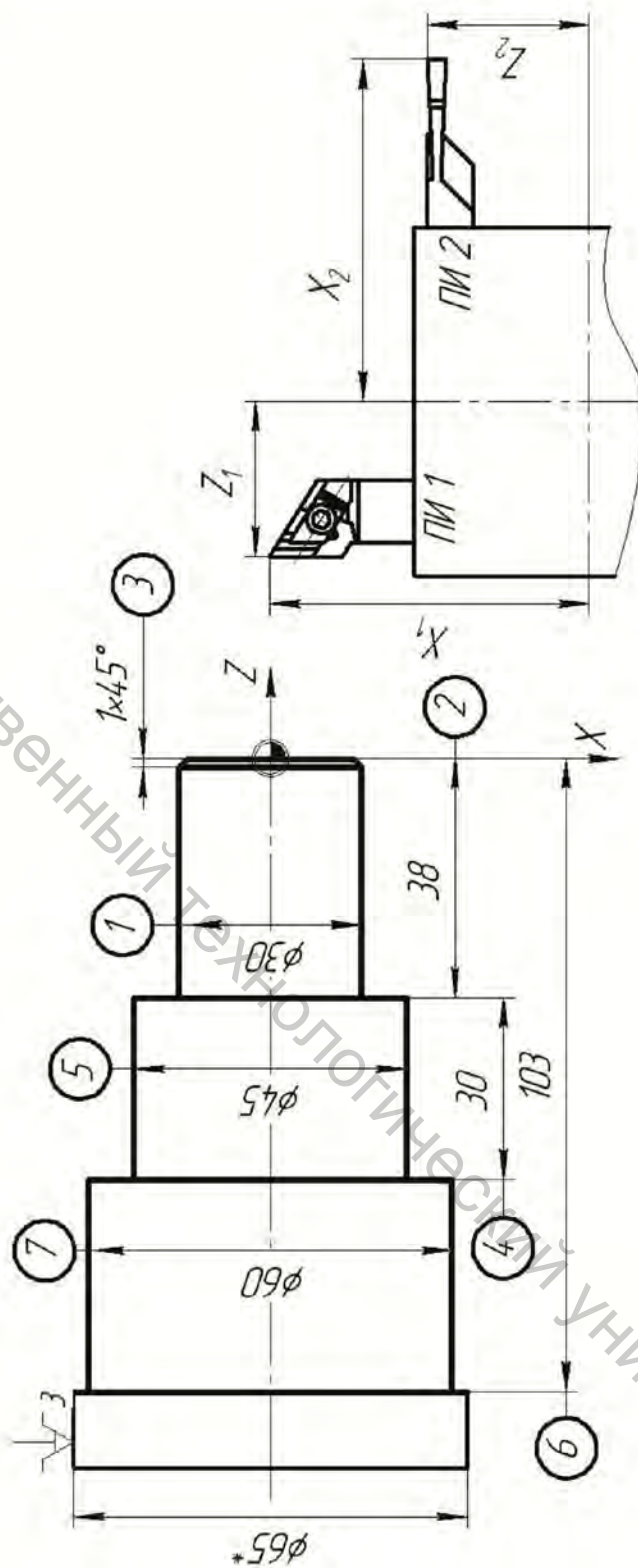
УО «ВГТУ»

16BT20.4.0.104

2004.0.000006

Вал

Ra 6,3



ИТ 9

КЭ Карта эскизов

ГОСТ 31404-86 ФОРМА 4 САПР											
ДУБЛ.											
ВЗАМ.											
ПОДЛ.											
РАЗРАБ.	Иванов ИИ									1	1
ПРОВ.	Петров ПП										
УТВ.											
НКОНТР											
У	Опер.	Обозначение программы, оборудования, устройства ЧПУ									
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)		Наладочные размеры		Коррект. разм.		НК		
УП №:00001, Оборудование ЧПУ GSK 928TEa 1. Резец для контурного точения 2103-0671 ГОСТ 20872-80 01 2. Резец отрезной 2130-0521 ГОСТ 18874-73 02											
У01											
T02	010										
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
КН/П ДЛЯ НАЛАДКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ											

Приложение Б **ОБОЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ** **(по ГОСТ 3.1201)**

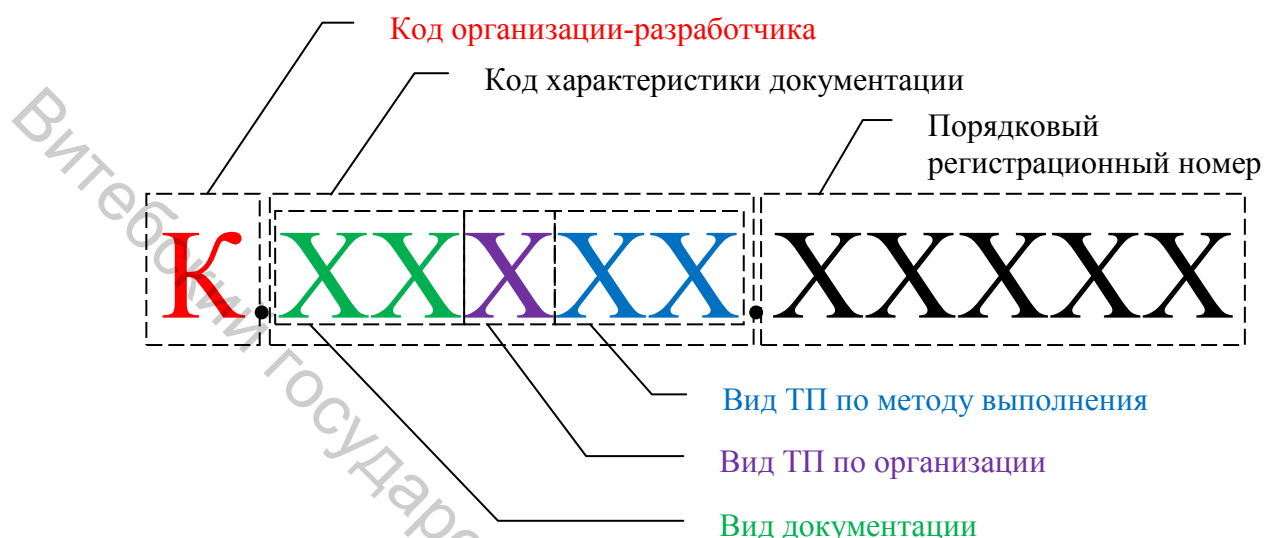


Рисунок Б.1 – Схема формирования обозначения технологических документов по ГОСТ 3.1201

Таблица Б.1 – Код вида документации

Код	Вид документации
01	Комплект технологической документации
02	Комплект документов технологического процесса (операции)
04	Комплект временных документов технологического процесса (операции)
05	Комплект проектной технологической документации
06	Комплект директивной технологической документации
07	Комплект документов технологического процесса (операции) информационного назначения
09	Стандартный комплект документов технологического процесса (операции)
10	Маршрутная карта
20	Карта эскизов
25	Технологическая инструкция
30	Комплектовочная карта
40	Ведомость технологических документов
41	Ведомость технологических маршрутов
42	Ведомость оснастки
43	Ведомость материалов

Окончание таблицы Б.1

Код	Вид документации
44	Ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции)
45	Ведомость сборки изделия
46	Ведомость оборудования
47	Ведомость специфицируемых норм расхода материалов
48	Ведомость удельных норм расхода материалов
50	Карта технологического процесса
55	Карта типового (группового) технологического процесса
57	Карта типовой (групповой) операции
59	Карта технологической информации
60	Операционная карта
62	Карта наладки
66	Карта расчета информации
67	Карта кодирования информации
70	Технологическая ведомость
71	Ведомость применяемости
72	Ведомость операций
75	Технико-нормировочная карта
77	Ведомость деталей, изготовленных из отходов
78	Ведомость дефектации
79	Ведомость стержней
80	Ведомость держателей подлинников

Примечания.

1. Определение терминов на комплекты документации, отсутствующие в ГОСТ 3.1109-82, даны в приложении 1 к ГОСТ 3.1201.

2. Документацию, не указанную в таблице, обозначают в соответствии с требованиями, установленными на отраслевом уровне или предприятием (организацией).

Таблица Б.2 – Код вида технологического процесса (операции) по организации

Код	Вид технологического процесса (операции) по организации
0	Без указания
1	Единичный процесс (операция)
2	Типовой процесс (операция)
3	Групповой процесс (операция)

Примечание. Код 0 проставляют при отсутствии необходимости обозначать конкретный вид, например, комплект документации и отдельные виды документов, не входящие в комплект и предназначенные для обработки информации средствами вычислительной техники (ведомости специфицированных норм расхода материалов, ведомость оборудования на изделие и др.).

Таблица Б.3 – Код вида технологического процесса по методу выполнения

Код	Вид технологического процесса (операции) по организации
00	Без указания
01	Общего назначения
02, 03	Технический контроль
04	Перемещение
06, 07	Испытания
08	Консервация и упаковывание
10	Литье металлов и сплавов
21	Обработка давлением
41, 42	Обработка резанием
50, 51	Термообработка
55	Фотохимико-физическая обработка
60	Формообразование из полимерных материалов, керамики, стекла и резины
65	Порошковая металлургия
71	Получение покрытия (металлического и неметаллического неорганического)
73, 74	Получение покрытий лакокрасочных (органических)
75	Электрофизическая, электрохимическая и радиационная обработка
80, 81	Пайка
85	Электромонтаж
88	Сборка
90, 91	Сварка

Примечание. Код 00 следует проставлять при отсутствии необходимости обозначения конкретного вида технологического процесса по методу изготовления, например, в комплекте документов на технологический процесс описаны два и более методов изготовления.

Приложение В

БАЗОВЫЕ КОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ

Таблица В.1 – Коды программирования по группам

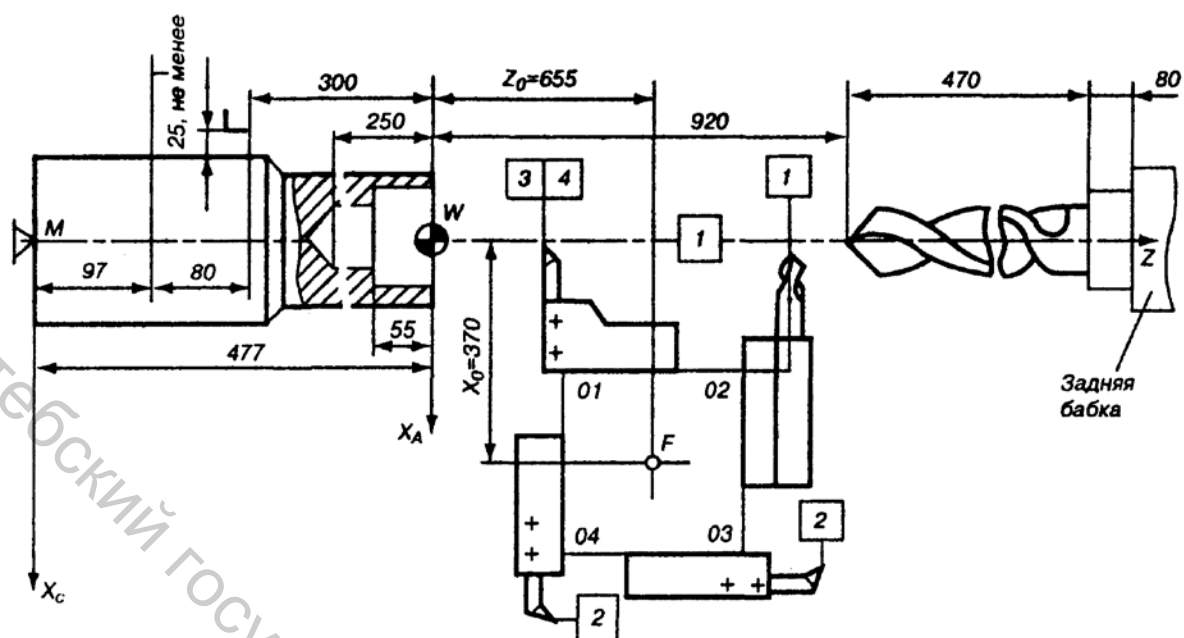
Функциональная группа	Коды
Перемещения	G00, G01, G02, G03
Тип координатной системы	G90, G91
Единицы ввода данных	G20, G21
Постоянные циклы	G80, G81, G82, G83, G84, G85
Рабочая система координат	G54, G55, G56, G57, G58 ...
Компенсация длины инструмента	G43, G44, G49
Коррекция на радиус инструмента	G40, G41, G42
Возврат в постоянных циклах	G98, G99
Активная плоскость обработки	G17, G18, G19

Таблица В.2 – Базовые коды программирования

Код (функция)	Назначение и пример кадра с кодом
<i>Осевое перемещение</i>	
G00	Ускоренный ход – перемещение на очень высокой скорости в указанную точку G00X10. Y20. Z25.
G01	Линейная интерполяция – перемещение по прямой линии на указанной скорости подачи G01X10. Y20. F100
G02	Круговая интерполяция – перемещение по дуге по часовой стрелке на указанной скорости подачи G02X10. Y20. R10. F100
G03	Круговая интерполяция – перемещение по дуге против часовой стрелки на указанной скорости подачи G03X10. Y20. R10. F100
<i>Настройка</i>	
G20	Ввод дюймовых данных G20 G00 X10. Y20.
G21	Ввод метрических данных G21 G00X10. Y20.

Окончание таблицы В.2

Код (функция)	Назначение и пример кадра с кодом
G90	Абсолютное позиционирование – все координаты отсчитываются от постоянной нулевой точки G90 G00X10. Y20.
G91	Относительное позиционирование – все координаты отсчитываются от предыдущей позиции G91 G00X10. Y20.
<i>Обработка отверстий</i>	
G81	Цикл сверления G81 X10. Y20. Z-5. F30.
G82	Цикл сверления с задержкой на дне отверстия G82 X10. Y20. Z-5. R1. P2. F30.
G83	Прерывистый цикл сверления G83 X10. Y20. Z-5. Q0.25 R1. F30.
G85	Цикл растачивания отверстия G85 X10. Y20 Z-5. F30
<i>Вспомогательные коды (функции)</i>	
M00	Запрограммированный останов – выполнение программы временно прекращается
M01	Запрограммированный останов по выбору выполнение программы временно прекращается, если активирован режим останова по выбору
M03	Прямое вращение шпинделя – шпиндель вращается по часовой стрелке
M04	Обратное вращение шпинделя – шпиндель вращается против часовой стрелки
M05	Останов шпинделя
M06	Автоматическая смена инструмента M06 T02
M08	Включение подачи охлаждающей жидкости
M09	Выключение подачи охлаждающей жидкости
M10	Конец программы, перевод курсора к началу программы



№ позиции	01	02	03	04	Задняя бабка
Режущий инструмент	Резец 2102-0315 T15K6 ГОСТ21151-75	Сверло 20-3 ГОСТ10903-64 P6M5K5	Резец 2145-0555 T15K6 ГОСТ20874-75	Резец 2141-0042 T15K6 ГОСТ18883-73	Сверло 36-4 ГОСТ10903-64 P6M5K5
Вспомогательный инструмент	Резцовый блок 6725-4004	Центровой блок 6725-4001	Резцовый блок 6725-4001	Резцовый блок 6725-4001	Втулка 6611-4008
		Вт.6611-4006			
W_x	245	210	135	135	0
W_z	180	265	230	240	282

№ корректора	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Корректируемый размер	100,8 _{-0,29}	Ø60 _{-0,425} ^{+0,4}	2,5x45°						

Приложение Г
ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЕТА

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного
производства»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе

«Проектирование операций обработки на токарных станках с ЧПУ»

по дисциплине «Технология обработки на станках с ЧПУ»

Студент
группа

Подпись

И.О.Фамилия

Преподаватель

Подпись

И.О.Фамилия

Витебск

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ.
ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НА СТАНКАХ С ЧПУ.
ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ
С ЧПУ.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ
СТАНКАХ С ЧПУ**

Методические указания по выполнению
лабораторных и практических работ

Составители:

Латушкин Дмитрий Григорьевич
Климентьев Андрей Леонидович

Редактор *Н.В. Медведева*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *А.Л. Климентьев*

Подписано к печати 12.04.2018. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. листов 2,3.
Уч.-изд. листов 3,1. Тираж 40 экз. Заказ № 113.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.