

Экономическая точность обработки

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

- При составлении технологического маршрута обработки на металлорежущих станках следует руководствоваться экономической точностью обработки поверхностей.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

<i>Вид и условия обработки поверхностей</i>	<i>Квалитет точности</i>	<i>Примечания</i>
Наружные цилиндрические поверхности Точение: черновое чистовое чистовое повышенной точности тонкое	13 – 12 11 10 7	Для поверхности и длиной до 150 мм. При большей длине на один квалитет ниже

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Шлифование наружных цилиндрических поверхностей:

однократное

9

чистовое после однократного

8

чистовое повышенной точности

6

Внутренние цилиндрические поверхности

Сверление

без кондуктора

13 – 12

по кондуктору

11

Зенкерование и растачивание резцами

черновое

13 – 12

чистовое

11

чистовое повышенной точности

10

тонкое

7

Развертывание

однократное стали

9

однократное чугуна и чистовое стали

8

чистовое чугуна и повышенной точности стали

7

повышенной точности чугуна

6

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Шлифование внутренних цилиндрических поверхностей

однократное

9

чистовое после однократного

8

чистовое повышенной точности

7

Хонингование

6

Плоскости

Фрезерование и строгание

черновое стали

13 – 12

черновое чугуна и чистовое стали

11

чистовое чугуна

10

чистовое повышенной точности

9

Шлифование

однократное

9

чистовое

8

чистовое повышенной точности

7

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Точение торцовых поверхностей

черновое

11

чистовое

10

Шлифование торцовых поверхностей

8 – 7

Фрезерование фасонной фрезой

черновое

12 – 11

чистовое

11 – 10

Фрезерование выступов и пазов

дисковой фрезой

13 – 12

концевой фрезой

12 – 11

Резьбы (наружные/внутренние)

резьбовыми резцами

4h / 4H

гребенками и резьбовыми головками

4h / 4H

плашками (метчиками)

8g / 7H

шлифование одноконтурным кругом

6g

накатывание роликами и плашками

8g – 6g

На
токарных
и
револьвер-
ных
станках

Экономическая точность обеспечения требуемой формы и расположения обрабатываемых поверхностей принимается равной 60% от экономической точности выполняемого размера.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки наружных поверхностей тел вращения	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Обтачивание однократное	12	6,3
Обтачивание предварительное Обтачивание чистовое	11...10	3,2
Обтачивание однократное Шлифование однократное	10...8	1,6...0,8
Обтачивание предварительное Обтачивание чистовое Шлифоание однократное	8...6	0,8
Обтачивание предварительное Обтачивание чистовое Обтачивание тонкое	7...6	0,4
Обтачивание однократное Шлифование предварительное Шлифование чистовое	7...6	0,4

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки наружных поверхностей тел вращения	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
Обтачивание предварительное Обтачивание чистовое Шлифование предварительное Шлифование чистовое	6	0,4
Обтачивание предварительное Обтачивание чистовое Шлифование предварительное Шлифование тонкое	6...5	0,2
Обтачивание предварительное Обтачивание чистовое Шлифование предварительное Шлифование чистовое Шлифование тонкое	5	0,2...0,1

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки цилиндрических отверстий	Квалитет	Параметр шероховатости Ra, мкм
<i>В сплошном металле</i>		
Сверление	12	25...12,5
Сверление и зенкерование	11	6,3...3,2
Сверление и развертывание	8...9	3,2...1,6
Сверление и протягивание	9..8	3,2...0,4
Сверление, зенкерование и развертывание	9...8	1,6...0,8
Сверление и двукратное развертывание	8...7	1,6...0,4
Сверление, зенкерование и двукратное развертывание	8...7	0,8...0,4
Сверление, зенкерование и шлифование	8...7	0,8...0,4
Сверление, протягивание и калибрование	8...7	0,8...0,4

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки цилиндрических отверстий	Квалитет	Параметр шероховатости
<i>В заготовках с отверстием</i>		
Зенкерование или растачивание	12	6,3...3,2
Рассверливание	12	25...6,3
Двукратное зенкерование или двукратное растачивание	11	12,5...6,3
Зенкерование или растачивание и развертывание	9...8	3,2...1,6
Зенкерование и растачивание	9...8	6,3...3,2
Двукратное зенкерование и развертывание или двукратное растачивание и развертывание	9...8	1,6...0,8
Зенкерование или растачивание и двукратное развертывание	8...7	0,8...0,4
Зенкерование или двукратное растачивание и двукратное развертывание или тонкое растачивание	8...7	0,8...0,4
Зенкерование или двукратное растачивание и хонингование	8...7	0,2...0,05
Зенкерование, растачивание, тонкое растач. и хонингование	8...7	0,1...0,025
Прогрессивное протягивание и шлифование	8...7	0,8...0,2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки плоских поверхностей	Квалитет	Параметр шероховатос ти Ra, мкм
Строгание и фрезерование цилиндрическими и торцевыми фрезами: <ul style="list-style-type: none"> - черновое - получистовое и однократное - чистовое - тонкое 	<p style="text-align: center;">14...11 12...11 10 8...6</p>	<p style="text-align: center;">12,5...3,2 3,2...1,6 1,6...0,8 1,6...0,2</p>
Протягивание: <ul style="list-style-type: none"> - черновое литых и штампованных поверхностей - чистовое 	<p style="text-align: center;">11...10 8...6</p>	<p style="text-align: center;">3,2...1,6 1,6...0,4</p>
Шлифование: <ul style="list-style-type: none"> - однократное - предварительное - чистовое - тонкое 	<p style="text-align: center;">8...7 9...8 7 6</p>	<p style="text-align: center;">1,6...0,4 0,8...0,4 0,4...0,1 0,2...0,05</p>

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки резьб	Поле допуска	Параметр шероховатост и Ra
Круглыми плашками	8g	12,5...6,3
Метчиками	8H	6,3...3,2
Фрезерование: - дисковыми фрезами - гребенчатыми фрезами	6g 6g	6,3...1,6 6,3...3,2
Точение: - резцами - гребенками	4h 6g	3,2...0,8 6,3...0,8
Вращающимися резцами (вихревой метод)	6g	3,2...1,6
Самораскрывающимися головками	4h	6,3...1,6
Накатывание: - плашками - резьбонакатными роликами	6g 6g...4h	0,8...0,4 0,8...0,2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

Способ обработки зубчатых колес	Степень точности	Параметр шероховато сти Ra
Фрезерование: - предварительное - чистовое дисковой фрезой - чистовое червячной фрезой	9...10 8...9 7...8	12,5...3,2 6,3...1,6 6,3...1,6
Долбление чистовое	6...8	3,2...0,8
Протягивание	6...7	3,2...0,8
Строгание чистовое	5...7	3,2...0,8
Шевингование	6...7	1,6...0,4
Шлифование	4...5	0,8...0,2

Методология разработки технологических процессов

ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Чаще всего (в курсовом и дипломном проектах) мы будем иметь дело с разработкой следующих технологических процессов:

Единичный - ТП изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.

Типовой - ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Групповой – ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

ВИДЫ ОПИСАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

По степени детализации описания разрабатываемые в курсовом и дипломном проектах ТП будут относиться к **маршрутным, операционным или маршрутно-операционным.**

Маршрутный технологический процесс - ТП, содержащий сокращённое описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

Операционный технологический процесс - ТП, содержащий полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

Маршрутно-операционный технологический процесс - ТП, содержащий сокращённое описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ ТП МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

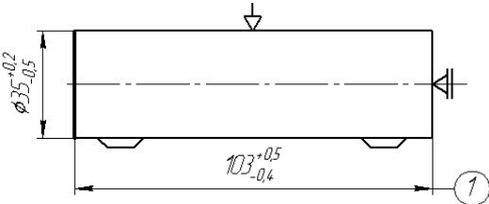
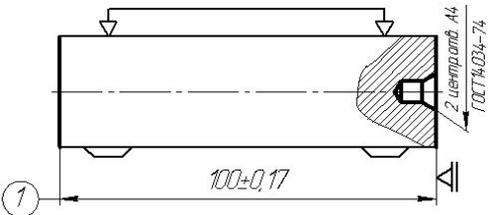
Работа по созданию ТП механической обработки включает следующие этапы:

- 1. анализ исходных данных для разработки ТП;**
- 2. подбор действующего типового, группового ТП или поиск аналога единичного процесса;**
- 3. выбор заготовки и метода её изготовления;**
- 4. выбор технологических баз;**
- 5. составление технологического маршрута обработки;**
- 6. разработка технологических операций и последовательности переходов;**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ ТП МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

7. выбор средств технологического оснащения (ТО) операций;
8. определение потребности в средствах ТО, заказ новых средств;
9. выбор средств автоматизации и механизации, транспортных средств;
10. назначение и расчёт режимов обработки;
11. нормирование технологического процесса;
12. определение требований техники безопасности;
13. расчёт экономической эффективности технологического процесса;
14. оформление технологической документации.

ПРИМЕР ИСХОДНОГО ОФОРМЛЕНИЯ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

№ операции	Наименование операции, модель станка, содержание операции	Эскиз обработки	Технологическая оснастка (присп., всп. INSTR., реж. INSTR. и марка INSTR. материала, средства измерения)	Технологические базы
005	Отрезная, станок круглопильный 8А240 Отрезать заготовку, выдерживая размер 1		Тиски с призматическими губками; Пила дисковая $\varnothing 400$, Н = 3, сталь У12А; Штангенциркуль 0-125	Наружная цилиндрическая поверхность, торцовая поверхность
010	Фрезерно-центровальная, станок МР-76М 1.Фрезеровать торцы, выдерживая размер 1 2.Сверлить центровые отверстия, выдерживая размер А4		Тиски с призматическими губками; Фреза торцовая $\varnothing 25$, Т15К6 – 2 шт.; Сверло центровочное $\varnothing 4$, Р6М5 - 2 шт.; Штангенциркуль 0-125	Наружная цилиндрическая поверхность, торцовая поверхность

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ГОСТ 3.1102-81 подразделяет основные технологические документы на документы общего и специального назначения

Документы общего назначения:

Карта эскизов – это графический документ, содержащий эскизы, схемы, таблицы, поясняющие выполнение технологического процесса, операции или перехода, включая контроль и перемещения.

Технологическая инструкция содержит описание технологического процесса, методов и приёмов, повторяющихся при изготовлении деталей, правил эксплуатации средств технологического оснащения.

Технологическую инструкцию на выполнение простых технологических операций не разрабатывают.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Документы специального назначения :

- **Маршрутная карта** содержит полное описание ТП, включая все технологические операции, а также контроль и перемещение детали в технологической последовательности её изготовления с указанием сведений об оборудовании, оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.
- **Операционная карта** разрабатывается для единичных ТП, в которой содержится описание операции с указанием последовательности переходов, средств ТО, сведений о режимах и трудовых затратах.
- **Операционная карта технического контроля** отражает содержание технического контроля в ходе изготовления детали.

ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

ГОСТ 3.1105 - 84 Форма 2

Дубн.			
Взам.			
Подп.			

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Белорусско-Российский университет	ДП. 021.42.01.00		
Вал - шестерня			

Министерство образования Республики Беларусь
Министерство образования и науки Российской Федерации

Утверждаю
Зав. кафедрой

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
на технологический процесс

Разработал _____ ИИ Иванов
Руководитель _____ П.П.Петров

ТЛ

СОДЕРЖАНИЕ МАРШРУТНОЙ КАРТЫ

- **Маршрутная карта единичного технологического процесса обработки резанием оформляется в соответствии с формами, которые приведены на рисунках.**
- **В маршрутной карте в строку с символом *МО1* записывают наименование, сортамент, размер и марку материала, обозначение стандарта.**
- **В строку с символом *МО2* записывают следующее:**
 - код материала по классификатору;
 - *ЕВ* – код единицы величины (массы, длины,...), допускается указывать ед. измерения величины (кг, мм,...)
 - *МД* – масса детали;
 - *ЕН* – единица нормирования
 - *Н. расх* – норма расхода материала;
 - *КИМ* – коэффициент использования материала;
 - Код заготовки по классификатору;

СОДЕРЖАНИЕ МАРШРУТНОЙ КАРТЫ

- Профиль и размеры исходной заготовки (габаритные размеры);
- *КД* – количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки;
- *МЗ* – масса заготовки;
- В строку с символом **А** записывают:
 - номера цеха, участка, рабочего места, операции;
 - код операции, наименование операции (допускается код операции не указывать);
 - обозначение инструкции по охране труда на данной операции (ИОТ №42).
- В строку с символом **Б** записывают:
 - модель оборудования;
 - *СМ* – степень механизации (можно не указывать);
 - *Р* - разряд работы для выполнения операции;
 - *УТ* – код условий труда (допускается не указывать);
 - *Проф.* – код профессии (можно не указывать);

СОДЕРЖАНИЕ МАРШРУТНОЙ КАРТЫ

- *КР* – к-во рабочих, занятых при выполнении операции;
 - *КОИД* – к-во одновременно изготавливаемых деталей;
 - *ЕН* – единица нормирования (1, 10, 100);
 - *К шт* - коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании;
 - *Тп.з* – норма подготовительно – заключительного времени на операцию;
 - *Тшт* – норма штучного времени на операцию.
- **Маршрутная карта для технологического процесса сборки** выполняется в соответствии с формой 2 по ГОСТ 3.1118-82.
 - **Формы применяемых на различных предприятиях машиностроения маршрутных карт могут отличаться, однако содержание помещенной в них информации остается одинаковым.**

СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ КАРТЫ

Операционная карта является описанием технологической операции с указанием переходов, режимов обработки и данных о средствах технологического оснащения.

Операции нумеруют числами 005, 010, 015 и т.д.

Переходы нумеруются числами натурального ряда 1, 2, 3, ...

Установы обозначают буквами русского алфавита А, Б, В, Г и т.д., например, «Установ А».

Позиции (при обработке на многопозиционных станках) нумеруют римскими цифрами I, II, III, IV и т.д., например, «Позиция III».

Наименование операции определяется видом оборудования, на котором она выполняется, и записывается именем прилагательным, например «Операция токарная».

СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ КАРТЫ

В операционной карте под символом **О** записывается содержание операции (перехода). Запись выполняется по всей длине строки. При необходимости запись переносится на следующую строку.

Запись переходов в операционной карте может быть полной или сокращенной. Примеры обеих форм записи представлены ниже. Форму записи переходов в курсовом проекте (работе) студент выбирает самостоятельно. Все операции технологического процесса должны быть оформлены по одной форме записи переходов.

СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ КАРТЫ

В содержание операции (перехода) должно быть включено:

- ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например, точить, сверлить, фрезеровать);
- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (например, резьба, фаска, лыска, уступ, зуб, шлиц);
- информация по размерам с их условными обозначениями (номерами);
- дополнительная информация, характеризующая количество или последовательность обрабатываемых поверхностей (например, "фрезеровать две лыски одновременно", "сверлить три отверстия последовательно").

В строку, обозначенную символом T, записывают информацию о применяемой технологической оснастке на данной операции. Запись выполняется по всей длине строки с переносом при необходимости на следующую строку.

СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ КАРТЫ

Допускается обозначение каждой составной части технологической **оснастки приводить на одной строке.** При этом информацию следует располагать в последовательности:

- приспособление; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; средства измерения.

Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять знаком «;»

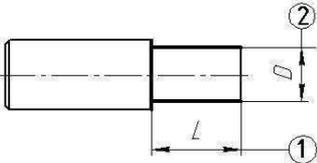
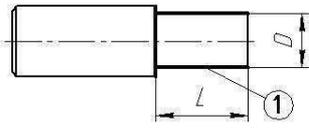
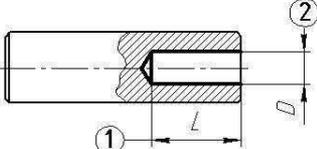
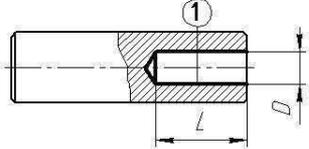
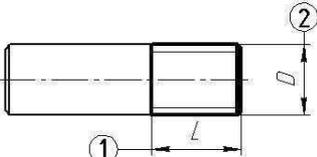
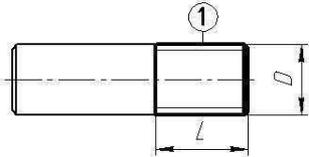
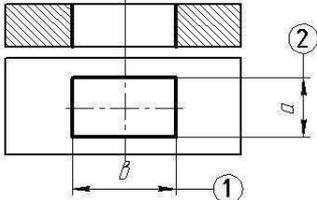
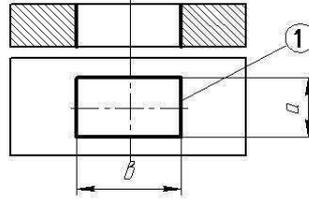
При записи этой строки **следует использовать классификаторы и стандарты на кодирование** (обозначение) и наименование технологической оснастки (например, «Резец 2101-0647, Т15К6, ГОСТ 20872-80»).

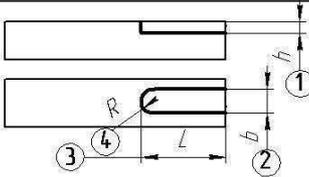
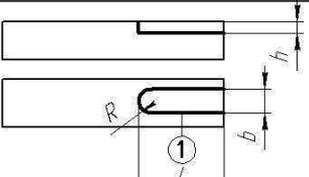
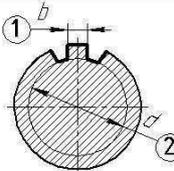
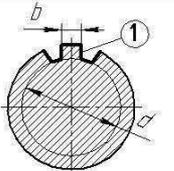
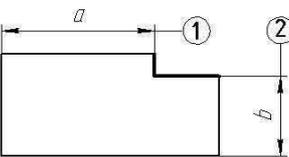
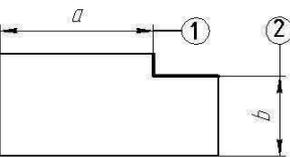
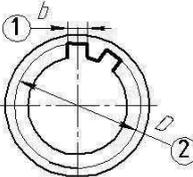
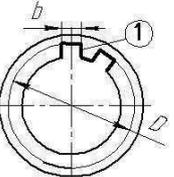
- В целях разделения информации по группам технологической оснастки и удобства поиска необходимой информации допускается перед указанием состава оснастки применять условные обозначения ее видов: приспособлений – *ПР*; вспомогательного инструмента – *ВИ*; режущего инструмента – *РИ*; средств измерений – *СИ*.

СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ КАРТЫ

- В строку с символом ***P*** записывают обозначения размеров детали и режимов резания (графы D, L, t, i, s, n, v), где $D (B)$ – наибольший размер, по которому рассчитывается скорость резания (диаметр обрабатываемой поверхности или инструмента).
- Значения размеров детали и режимов резания помещают в строку после записи состава применяемой технологической оснастки.
- В случае применения одношпиндельных и многошпиндельных автоматов и полуавтоматов, автоматических линий и станков с ЧПУ **операционные карты и другие документы на технологические процессы имеют некоторые отличия.** Формы таких документов предусмотрены ГОСТ 3.1404 – 86.
- В маршрутных и операционных картах могут использоваться как полная, так и сокращенная запись переходов.

ПРИМЕРЫ ФОРМ ЗАПИСИ СОДЕРЖАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДОВ

Полная запись	Сокращенная запись
 <p>Точить (шлифовать, полировать и т.п.) поверхность, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Точить (шлифовать, полировать и т.п.) поверхность 1</p>
 <p>Сверлить (зенкеровать, развернуть т.п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Сверлить (зенкеровать, развернуть т.п.) отверстие 1</p>
 <p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать, накатать и т.п.) резьбу, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Нарезать (фрезеровать, шлифовать, накатать и т.п.) резьбу 1</p>
 <p>Прощить (долбить, протянуть и т.п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Прощить (долбить, протянуть и т.п.) отверстие 1</p>

 <p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4</p>	 <p>Фрезеровать паз 1</p>
 <p>Фрезеровать (шлифовать) поверхность шлицев, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Фрезеровать (шлифовать) поверхность шлицев 1</p>
 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) уступ, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) уступ 1</p>
 <p>Долбить (протянуть) шлицы, выдерживая размеры 1 и 2</p>	 <p>Долбить (протянуть) шлицы 1</p>

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОГО ЭСКИЗА

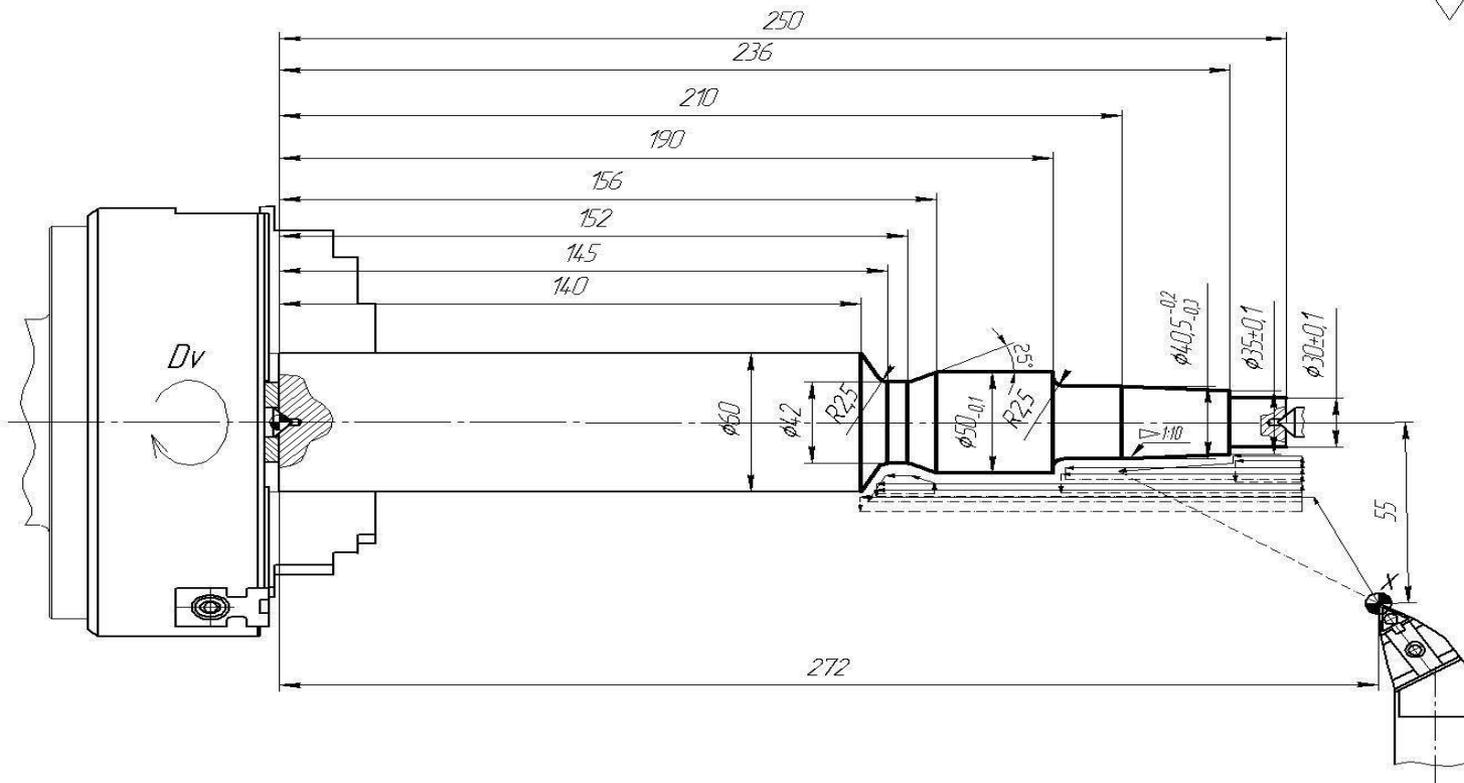
$\begin{array}{c} 15 \\ 20 \\ \hline 20 \end{array}$	Токарный с ЧПУ 16К20Т1							
	Наименование и модель станка	V , М/МИН	n , МИН ⁻¹	t , ММ	S_D , ММ/ОД	S_M , М/МИН	T_M , МИН	$T_{шт}$, МИН
	59	18	18	18	18	18	18	18
		185						

$\begin{array}{c} 15 \\ 15 \\ 15 \\ 25 \\ \hline 25 \end{array}$	Токарный с ЧПУ 16К20Т1	3							
		2							
		1							
	Наименование и модель станка	№ пер.	V , М/МИН	n , МИН ⁻¹	t , ММ	S_D , ММ/ОД	S_M , М/МИН	T_M , МИН	$T_{шт}$, МИН
	59		18	18	18	18	18	18	18
		185							

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ЭСКИЗА

Операция 15 – токарная с ЧПУ

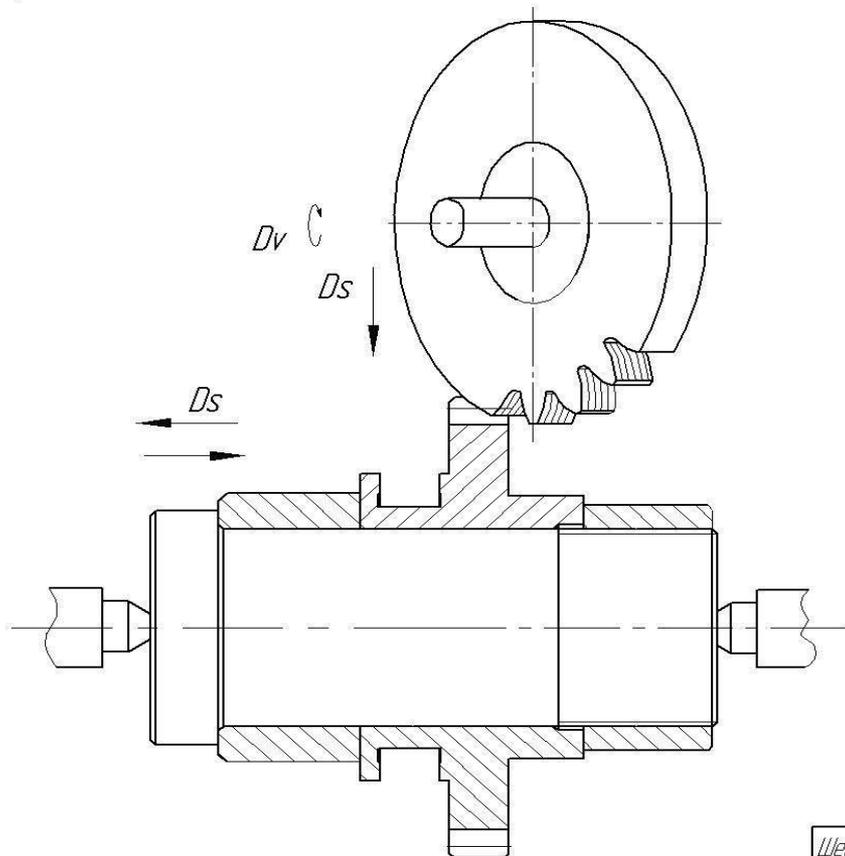
$\sqrt{Ra6,3}$



Токарный с ЧПУ 16К20Т1							
Наименование и модель станка	V М/МИН	n МИН ⁻¹	t ММ	$S_{0.1}$ ММ/ОБ	S_M М/МИН	T_M МИН	$T_{шт}$ МИН

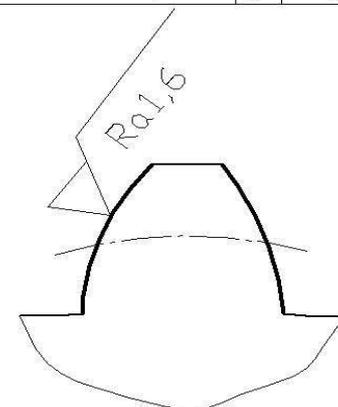
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ЭСКИЗА

Операция 45-шеввинговальная



$\sqrt{Ra3,2}$

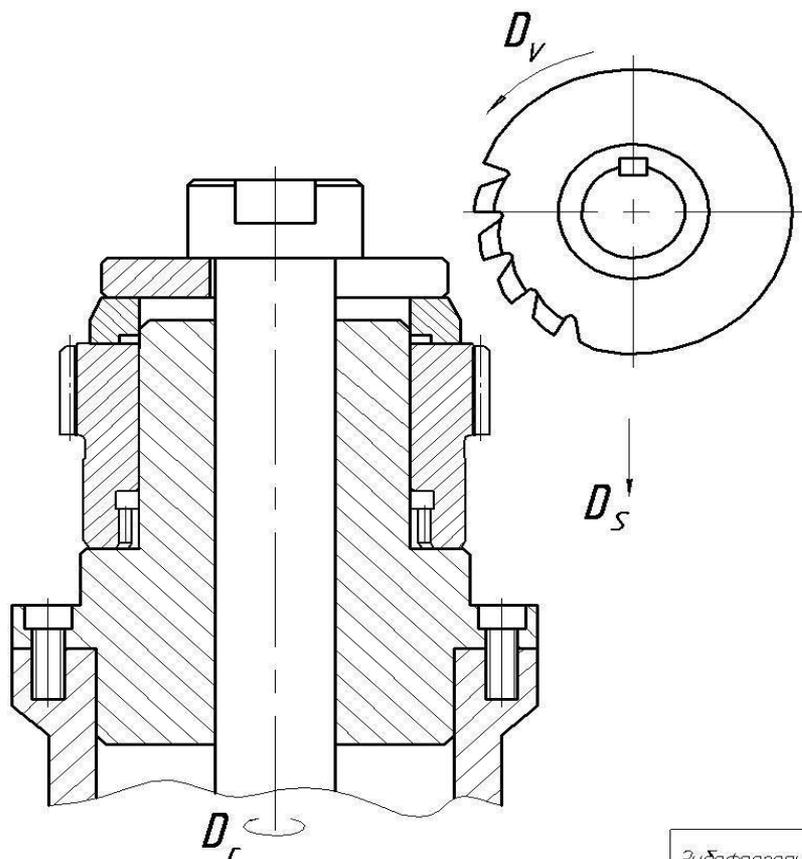
Модуль	<i>m</i>	25
Число зубьев	<i>Z</i>	40
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Кэф. смещения	<i>X</i>	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-B
Длина общей нормали	<i>W</i>	$34,61^{+0,121}$
Делительный диаметр	<i>d</i>	100



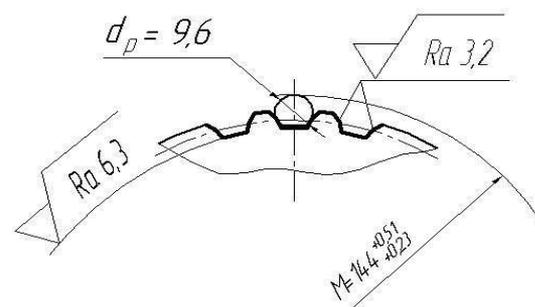
Шеввинговальный 5701							
Наименование и модель станка	<i>V</i> , м/мин	$\frac{n}{об \times мин}$	<i>f</i> , мм	<i>S₀</i> , мм/об	<i>S_M</i> , м/мин	<i>T_M</i> , мин	<i>T_{шт}</i> , мин

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ЭСКИЗА

Операция 15-шлицефрезерная



Модуль	m	5
Число шлицев	z	26
Угол профиля	α	30°
Полная высота шлицев	h	5,0
Диаметр ролика	d_p	9,6
Размер по роликам	M	$144_{-0,02}^{+0,01}$
Радиальное биение	F_r	0,01
Диаметр делительной окружности	d	130



Зубофрезерный 5B312							
Наименование и модель станка	V , м/мин	n , мин ⁻¹	t , мм	S_0 , мм/об	S_M , м/мин	T_M , мин	$T_{шт-к}$, мин