

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «НЕКРУГЛЫЕ СТЕРЖНИ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для лабораторных работ по курсу
«Проектирование технологических процессов» для
студентов специальности 1- 36 01 01
«Технология машиностроения»

**Витебск
2009**

УДК 621(075.8)

Проектирование технологических процессов механической обработки деталей класса «некруглые стержни»: методические указания для лабораторных работ по курсу «Проектирование технологических процессов» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2009

Составители: доц. Махаринский Ю.Е., ст. преп. Беляков Н.В., асс. Мацкевич Е.В.

В методических указаниях изложены основы представления деталей класса «некруглые стержни» в задаче проектирования технологии как совокупности функциональных модулей; приводятся методики выбора маршрута обработки типовых поверхностей и функциональных модулей, распределения переходов по этапам типовой схемы обработки, выбора метода изготовления заготовки и ее проектирования, синтеза технологического процесса обработки детали.

Методические указания предназначены для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»

23 октября 2009 г. Протокол № _____

Рецензент к.т.н., доц. Угольников А.А.

Редактор к.т.н., доц. Ольшанский А.И.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ»
_____ 2009 г. Протокол № _____

Ответственный за выпуск Жук Н.В.
Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.-изд. лист _____

Печать ризографическая. Тираж _____ экз. Заказ № _____ Цена _____ руб.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Лицензия №02330/0494384 от 16 марта 2009г.

Республика Беларусь, 210035, г. Витебск, Московский пр., 72

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Классификация деталей класса «некруглые стержни» («рычаги»).....	4
2. Функциональные компоненты рычагов.....	5
3. Основные технические требования при изготовлении рычагов.....	6
4. Типовые схемы обработки деталей.....	7
5. Методы обработки функциональных компонентов рычагов.....	8
6. Выбор способа изготовления заготовки и синтез ее конфигурации.....	14
Литература.....	19
Приложение 1. Пример оформления титульного листа отчета.....	20
Приложение 2. Оформление комплекта технологической документации..	21

ВВЕДЕНИЕ

Цель выполнения работы: приобретение опыта проектирования технологических процессов изготовления деталей класса «некруглые стержни» в условиях серийного производства.

Задача студента. Для заданного варианта детали:

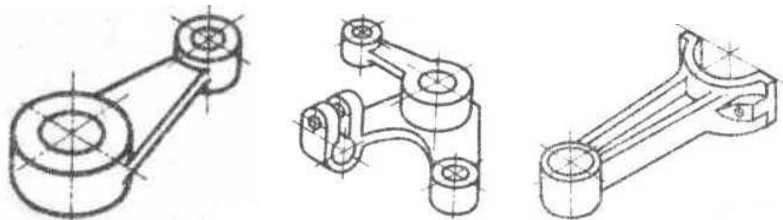
- 1) описать деталь как совокупность функциональных модулей;
- 2) проверить правильность простановки размеров при помощи графов размерных связей;
- 3) выбрать маршрут обработки типовых поверхностей и функциональных модулей;
- 4) распределить переходы по этапам типовой схемы обработки;
- 5) выбрать метод изготовления заготовки и спроектировать ее;
- 6) синтезировать комплекты технологических баз и назначить порядок выполнения переходов внутри каждого этапа;
- 7) синтезировать технологический процесс обработки детали;
- 8) оформить отчет и технологическую документацию согласно примеру.

1. Классификация деталей класса «некруглые стержни» («рычаги»)

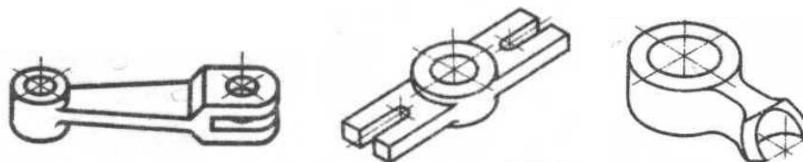
К классу «рычаги» относят многоосные детали, состоящие из двух или нескольких втулок-головок, соединенных необработанными или обработанными с высокой точностью стержнями.

Данный класс делится на следующие подклассы:

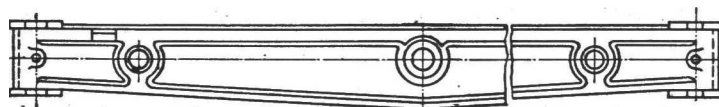
- рычаги



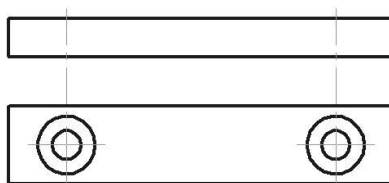
- вилки



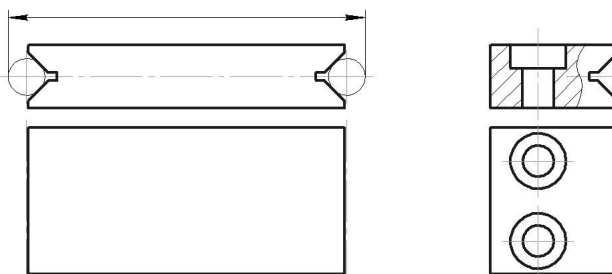
- балки



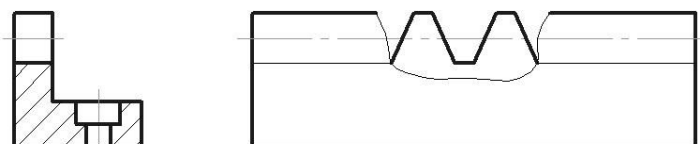
- планки



- направляющие



- рейки



В данной методичке рассматриваются только рычаги и вилки.

2. Функциональные компоненты рычагов

Для выполнения полезных функций в рассматриваемых деталях используются типовые поверхности и типовые функциональные модули (ФМ). К элементарным типовым поверхностям деталей класса некруглые стержни (функциональным модулям нулевого ранга) относятся поверхности вращения (торец, цилиндр и конус) и плоскости (см. рис. 2.1).

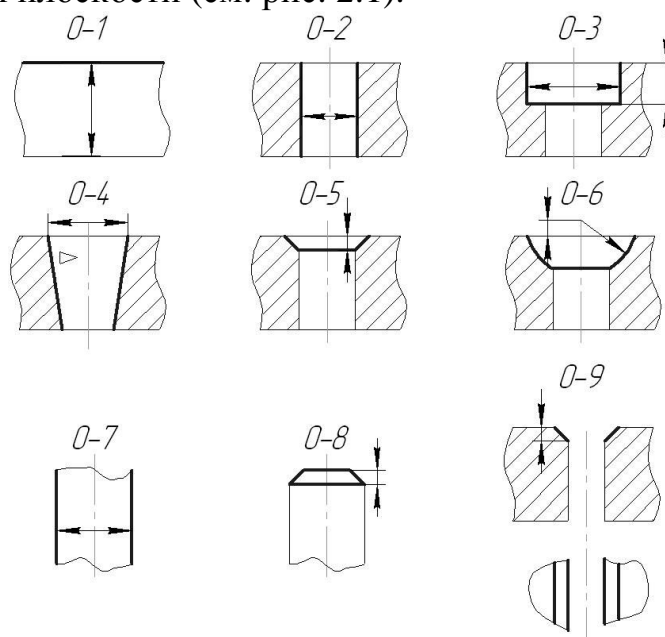


Рис. 2.1. Функциональные модули нулевого ранга рычагов

Функциональные модули первого ранга показаны на рисунках 2.2, 2.3 и 2.4.

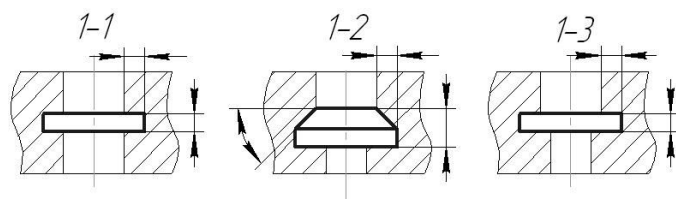


Рис. 2.2. Функциональные (1-1, 1-2) и технологические (1-2, 1-3) канавки

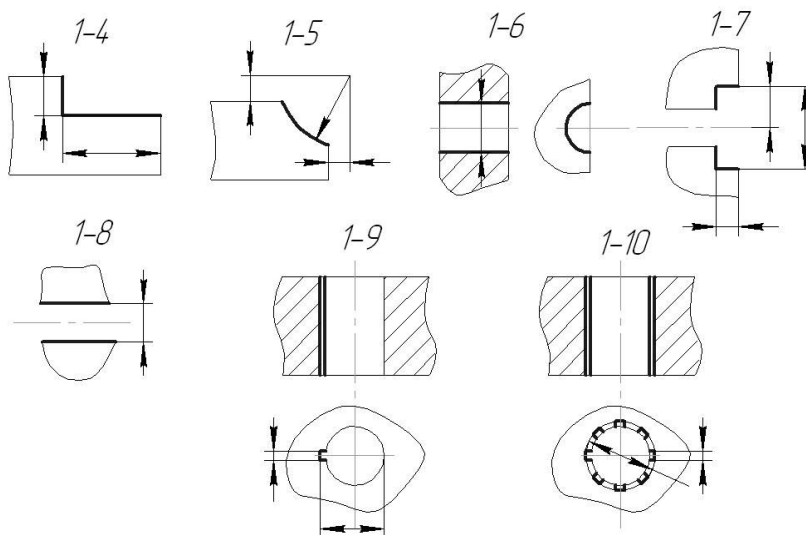


Рис. 2.3. Уступ (1-4) и прямые канавки

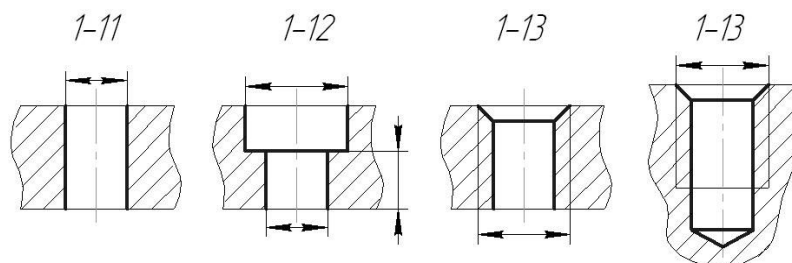


Рис. 2.4. Крепежные функциональные модули

3. Основные технические требования при изготовлении рычагов.

1. Основные и вспомогательные базы (отверстия) выполняются по IT6...10.
2. Допуск на расстояние между осями отверстий: $\pm 0,05 \dots 0,5$ мм
3. Неперпендикулярность торцов бобышек и осей отверстий: $0,1 \dots 0,3$ мм на длине 100 мм
4. Неперпендикулярность торца бобышки и оси основной базы: $0,02 \dots 0,1$ мм на длине 100 мм
5. Непараллельность осей отверстий: $0,03 \dots 0,05$ на длине 200 мм
6. Шероховатость отверстий: Ra $0,63 \dots 2,5$ мкм
7. Шероховатость торцов: Ra $0,32 \dots 1,25$ мкм
8. В некоторых случаях производится закалка

4. Типовые схемы обработки деталей

Существует 3 типовые схемы обработки рычагов:

- сверлильная
- сверлильно-фрезерная
- токарная

Сверлильная типовая схема:

Э0 – Заготовительный этап

(литье, обработка давлением)

IT 14..20

Ra 6,3..50

Э1- Сверлильно-расточной этап

(сверление отверстий, цекование бобышек с одной стороны, растачивание отверстий, цекование бобышек с другой стороны)

IT 9..14

Ra 3,2..6,3

Э2 - Термический этап

(для чугуна – старение, для остальных металлов – улучшение)

Э3 - Сверлильно- фрезерный этап

(второстепенные операции: фрезерование, сверление, нарезание резьбы и др.)

IT 7..9

Ra 1,6..3,2

Э4 – Отделочный этап

(окончательная обработка основных и вспомогательных сборочных баз)

IT 5..6

Ra 0,32..1,25

Сверлильно-фрезерная типовая схема:

Применяется когда форма бобышек нецилиндрическая и если имеются развитые (большие) плоскости.

Э0 – Заготовительный этап

(литье, обработка давлением)

IT 14..20

Ra 6,3..50

Э1- Фрезерный этап

(фрезерование плоскости бобышек и других больших плоскостей)

IT 9..11

Ra 3,2..6,3

Э2- Сверлильно-расточной этап

(сверление основных отверстий)

IT 10..14

Ra 6,3..12,5

- Э3 - Термический этап
(для чугуна – старение, для остальных металлов – улучшение)
- Э4 - Сверлильно- фрезерный этап
(второстепенные операции: фрезерование, сверление, нарезание резьбы и др.)
IT 7..9
Ra 1,6..3,2
- Э5 – Отделочный этап
(окончательная обработка основных и вспомогательных сборочных баз)
IT 5..6
Ra 0,32..1,25

Токарная типовая схема:

Применяется, когда одна из основных сборочных баз является сложным отверстием.

- Э0 – Заготовительный этап
(литье, обработка давлением)
IT 14..20
Ra 6,3..50
- Э1- Токарный этап
(обработка всех бобышек и основных отверстий)
IT 7..14
Ra 3,2..6,3
- Э2 - Термический этап
(для чугуна – старение, для остальных металлов – улучшение)
- Э3 – Сверлильно - фрезерный этап
(второстепенные операции: фрезерование, сверление, нарезание резьбы и др.)
IT 7..9
Ra 1,6..3,2
- Э4 – Отделочный этап
(окончательная обработка основных и вспомогательных сборочных баз)
IT 5..6
Ra 0,32..1,25

5. Методы обработки функциональных компонентов рычагов

В зависимости от формы, размеров и требований к качеству функциональных компонентов, а также от наличия оборудования следует выбирать методы обработки согласно следующим рекомендациям. Указанные выше функциональные модули в серийном производстве можно обрабатывать на фрезерных (ФРС), токарных (ТС), сверлильных (СВС), многоцелевых (МЦС), протяжных (ПРТ), прошивочных (ПРШ), шлифовальных (ШЛФ) и долбежных (ДЛБ) станках.

Плоскость (он же торец) **0-1** можно *фрезеровать* торцевой фрезой (021), *подрезать* (005) резцом, *цековать* (017) (при наличии отверстия и ширине площадки под цекование не более 20 мм) и шлифовать (045, 046). Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Варианты кодов переходов для ФМ 0-1

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-1	12–14	6,3–12,5	(МЦС, ФРС) 0211; (ТС) 0051; (СВС) 0174.	1
	9–11	1,25-3,2	(МЦС, ФРС) 0212; (МЦС, ФРС) 0214; (ТС) 0052; (СВС) 0174.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(МЦС, ФРС) 0213; (ТС) 0053; (СВС) 0174; (ШЛФ) 0453, 0463	6

Открытые отверстия **0-2** после сверления (013) обрабатывают продольным растачиванием на токарных станках резцом (003). Данные отверстия на 6-м этапе рекомендуется обрабатывать развертыванием (016). Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.2. Кроме того, в стальных деталях эти поверхности на 6-м этапе можно обрабатывать на координатно-шлифовальном станке планетарным шлифованием (048).

Таблица 5.2

Варианты кодов переходов для ФМ 0-2

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-2	12–14	6,3–12,5	(МЦС, СВС) 0134; (ТС) 0031; (МЦС) 0264.	1
	9–11	1,25-3,2	(МЦС, СВС) 0144; (МЦС, СВС) 0154; (МЦС, СВС) 0161.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(ТС) 0032; (МЦС, СВС) 0163; (МЦС, СВС) 0164; (ШЛФ) 0484.	6

Полуоткрытые отверстия **0-3** обрабатывают продольным растачиванием на токарных станках резцом (003). Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.3. В стальных деталях эти поверхности на 6-м этапе можно обрабатывать на координатно-шлифовальном станке планетарным шлифованием (048).

Таблица 5.3

Варианты кодов переходов для ФМ 0-3

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-3	12–14	6,3–12,5	(МЦС) 0264; (ТС) 0031; (МЦС, СВС) 0151.	1
	9–11	1,25-3,2	(МЦС, СВС) 0152; (ТС) 0032.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(ШЛФ) 0484.	6

Коническое отверстие **0-4** удобнее всего растачивать на токарном станке (003). Относительно небольшие (<50 мм) отверстия можно обработать коническим зенкером и окончательно – разверткой. При этом точность расположения оси такого отверстия относительно невелика. Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Варианты кодов переходов для ФМ 0-4

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-4	12–14	6,3–12,5	(ТС) 0131; (МЦС, СВС) 0151.	1
	9–11	1,25-3,2	(МЦС, СВС) 0161; (МЦС, СВС) 0152; (ТС) 0042; (ТС) 0034.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(ТС) 0032; (МЦС, СВС) 0163.	6

Фаску **0-5** растачивают на чистовом этапе на многоцелевом станке, на токарном станке — методом врезания, на сверлильном — зенкерованием. При обработке на токарном станке с ЧПУ растачивание фаски включается в обработку соответствующего контура.

Таблица 5.5

Варианты кодов переходов для ФМ 0-5

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-5	9–13	3,2- 6,3	(МЦС, СВС) 0184; (ТС) 0044.	4–5

Сферическую поверхность **0-6** обрабатывают на токарном и многоцелевом станках поперечным растачиванием (004) и на сверлильном станке фасонным (сферическим) зенкером (015). А также на фрезерном станке (106) и на шлифовальном (107) при соответствующей настройке (рисунок 5.1).

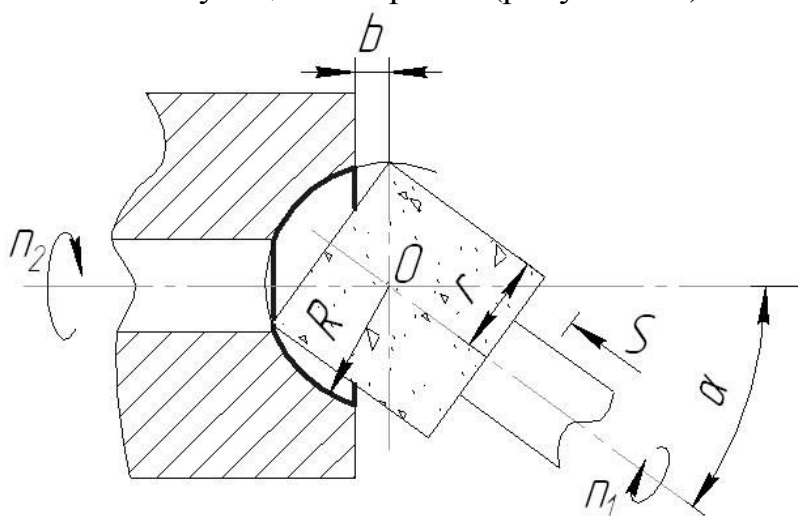


Рис. 5.1. Настройка станка на обработку сферической поверхности

Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6

Варианты кодов переходов для ФМ 0-6

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-6	12–14	6,3–12,5	(МЦС, ТС) 0044; (МЦС, СВС) 0151.	1
	9–11	1,25-3,2	(МЦС, СВС) 0152.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(МЦС, ШЛФ) 1074; (МЦС, ФРС) 1064.	6

Наружная цилиндрическая поверхность **0-7** обычно обрабатывается продольным точением (001) на токарном или многоцелевом станке. Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7

Варианты кодов переходов для ФМ 0-7

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-7	12–14	6,3–12,5	(МЦС, ТС) 0011.	1
	9–11	1,25-3,2	(МЦС, ТС) 0012.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(МЦС, ТС) 0013; (ШЛФ) 0453, 0463	6

Фаску **0-8** обтачивают на токарном станке методом врезания. При обработке на токарном или токарно-карусельном станке с ЧПУ обтачивание фаски включается в обработку соответствующего контура.

Таблица 5.8

Варианты кодов переходов для ФМ 0-8

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-8	9–13	3,2- 6,3	(МЦС, ТС) 0024.	4–5

Фаску **0-9** обрабатывают на станке с ЧПУ фрезерованием концевой фрезой по заданному контуру.

Таблица 5.9

Варианты кодов переходов для ФМ 0-9

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
0-9	9–13	3,2- 6,3	(МЦС) 0254.	4–5

Канавки **1-1**, **1-2**, **1-3** технологичны для обработки на токарном станке (004), причем канавку 1-2 при обработке на станках с ЧПУ обычно включают в обработку соответствующего контура. Кроме того, эти канавки обрабатывают на многоцелевом станке методом планетарного фрезерования (026) дисковой

фрезой. Обработка обычно ведется на чистовом этапе. Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10

Варианты кодов переходов для ФМ 1-1, 1-2, 1-3

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
1-1,	12–14	6,3–12,5	(ТС) 0041, МЦС (0264).	1
1-2, 1-3.	9–11	1,25-3,2	(ТС) 0042.	4–5

Уступы **1-4** и плоские канавки **1-7** и **1-8** обрабатывают дисковыми (открытые) фрезами (023) или концевыми (полуоткрытые) фрезами (022) на фрезерных и многоцелевых станках. Боковые стороны открытых точных канавок шлифуют (047) на плоскошлифовальных станках. Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.11.

Таблица 5.11

Варианты кодов переходов для ФМ 1-4,1-7,1-8

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
1-4,	12–14	6,3–12,5	(МЦС, ФРС) 0221; (МЦС, ФРС) 0231.	1
1-7,	9–11	1,25-3,2	(МЦС, ФРС) 0222; (МЦС, ФРС) 0232.	4–5
1-8.	7–8	0,4–1,25	(МЦС, ФРС) 0223; (МЦС, ФРС) 0233; (ШЛФ) 0472.	6

Пазы **1-5** и **1-6** обрабатывают концевыми фрезами (022) на фрезерных или многоцелевых станках. Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12

Варианты кодов переходов для ФМ 1-5,1-6

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
1-5,	12–14	6,3–12,5	(МЦС, ФРС) 0221.	1
1-6.	9–11	1,25-3,2	(МЦС, ФРС) 0222.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(МЦС, ФРС) 0223; (ШЛФ) 0453, 0463	6

Внутренние шпоночные пазы **1-9** обрабатываются на протяжных станках (033). Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.13.

Таблица 5.13

Варианты кодов переходов для ФМ 1-9

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
1-9	9–11	1,25-3,2	(ПРТ) 0331.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(ПРТ) 0332.	6

Внутреннее шлицевое отверстие **1-10** обрабатывается на протяжных (036) и прошивочных (038) станках. Варианты кодов переходов с указанием станков приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Варианты кодов переходов для ФМ 1-10

Код ФМ	Показатели качества		Коды переходов	Этап
	<i>IT</i>	<i>Ra</i>		
1-10	12–14	6,3–12,5	(ПРТ) 0361; (ПРШ) 0381.	1
	9–11	1,25-3,2	(ПРТ) 0362; (ПРШ) 0382.	4–5
	7–8	0,4–1,25	(ПРТ) 0363; (ПРШ) 0383.	6

Крепежные отверстия **1-11** и **1-12** обрабатываются на сверлильных (СВС) и многоцелевых станках сверлами (014) и, если требуется, зенкером (015) и разверткой (016). При обработке на станках с ручным управлением с помощью кондуктора сверло центровочное (СЦ) не применять. После сверления отверстия **1-12** обрабатывается цекованием (0174).

Последовательность обработки отверстий 1-17 на станках с ЧПУ приведена в таблице 5.15

Таблица 5.15

Последовательность обработки отверстий на станке с ЧПУ

$d_{зг}$	<i>d</i>	<i>IT</i>	СЦ	СВ	ЗН	Р31	Р32
0	4..11	7..8	+	+	-	+	+
		9..10	+	+	-	+	-
		11..12	+	+	+	-	-
		13..14	+	+	-	-	-
0	12..28	7..8	+	+	+	+	+
		9..10	+	+	+	+	-
		11..12	+	+	+	-	-
		13..14	+	+	-	-	-

В таблице: СЦ – сверло центровочное; СВ – сверло (0144); ЗН – зенкер (0152); Р31 – развертка предварительная (0162); Р32 – развертка чистовая (0164); $d_{зг}$ – диаметр отверстия в заготовке; *d* – диаметр обработанного отверстия.

Резьбовые отверстия обрабатывают на сверлильных с ЧПУ и многоцелевых станках сначала центрованием (0204), затем сверлением (0144), затем нарезанием резьбы метчиком (0724).

Обработка крепежных отверстий проводится на чистовом этапе. В некоторых случаях, если их следует использовать в качестве технологических баз, отверстия 1-11 предварительно обрабатываются на этапе 1 (0131).

Выбранные переходы распределяются по этапам типовой схемы обработки в таблице следующей формы (см. табл. 5.16).

Распределение переходов по этапам

Таблица 5.16

Этапы	(Номера поверхностей) согласно эскизу и коды переходов
1	(номер поверхности) – код перехода
4 – 5	(номер поверхности) – код перехода
6	(номер поверхности) – код перехода

6. Выбор способа изготовления заготовки и синтез ее конфигурации

Сначала в зависимости от материала и формы заготовки описываются возможные **методы** ее изготовления. Затем методом весовых коэффициентов (если заготовка будет получена литьем или штамповкой) выбирается два наиболее предпочтительных **способа**.

Всего в машиностроении используется пять методов изготовления заготовок:

- 1) отделение (отрезание, вырезание) из сортового проката (прутки, листы и т.д.);
- 2) обработка давлением;
- 4) литье;
- 4) порошковая металлургия;
- 5) комбинированные методы (штампосварные и листосварные заготовки), в которых сварка служит для соединения отдельных частей заготовки, предварительно изготовленных литьем, штамповкой или отделением из проката.

Среди отливок до 80% по массе занимают заготовки, изготовленные **литьем в песчаные формы**. Этот метод является универсальным применительно к литейным материалам, а также к массе и габаритам отливки.

Специальные способы литья значительно повышают стоимость отливки, но позволяют изготавливать заготовки повышенного качества с минимальным объемом механической обработки (табл. 6.1).

По конфигурации отливки делятся на пять групп сложности (отливки рычагов бывают трех групп сложности).

К *первой* группе относятся отливки простой геометрической формы с наличием невысоких ребер, бобышек, фланцев, выступов и углублений.

Точность размеров и шероховатость поверхности отливок

Способ литья	Квалитет точности / Ra , мкм для материалов	
	серый чугун	ковкий чугун, сталь
В песчано-глинистые формы и центробежное	7т...10 / 10...20	7...14 / 10...20
В кокиль и оболочковые формы	5...10 / 5...10	6...10 / 10...20
В керамические формы и по выплавляемым моделям	5т...7 / 2,5...5	5т...7 / 2,5...5

Ко *второй* группе (рис. 6.1) относятся отливки в виде сочетания простых геометрических тел: плоские, круглые или открытые коробчатой формы. Наружные поверхности плоские и криволинейные при наличии ребер, бортов, бобышек, фланцев, отверстий и углублений простой конфигурации. Внутренние полости простые, большой протяженности или высокие. Для выполнения отдельных частей отливки применяются стержни.

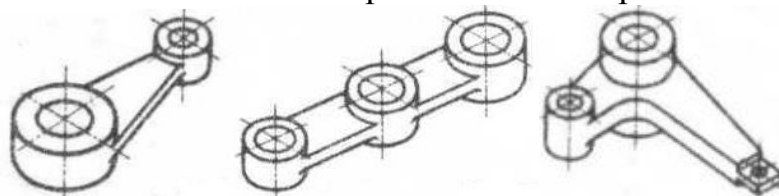


Рис. 6.1 Отливки второй группы сложности

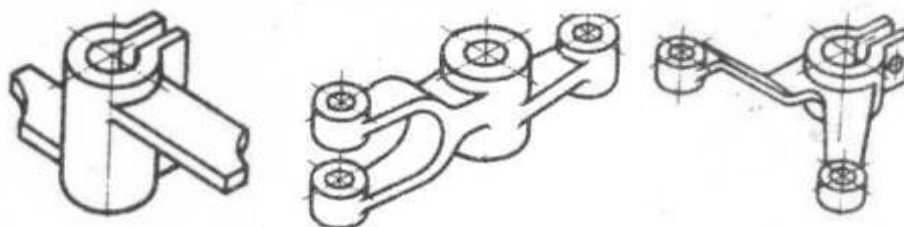


Рис. 6.2 Отливки третьей группы сложности

К *третьей* группе (рис. 6.2) относятся отливки открытой коробчатой или другой формы. Плоские и криволинейные наружные поверхности имеют нависающие части, ребра, бобышки и фланцы с отверстиями и углублениями относительно сложной конфигурации. Внутренние полуоткрытые полости представляют собой объединение нескольких простых геометрических элементов, имеют большую протяженность или высоту. У них в одном или двух ярусах имеются незначительные углубления или выступы.

Суть метода *весовых коэффициентов* заключается в следующем. Заготовка характеризуется рядом критериев, отражающих ее форму, массу, габаритные размеры. Сложность и параметры качества. Каждый критерий выбора имеет несколько уровней значений. А каждому уровню критерия выбора и типу производства соответствует ряд весовых коэффициентов, значение которых зависит от способа изготовления заготовки. В табл. 6.2 приведены значения весовых

коэффициентов для различных способов получения литых заготовок, а в таблице 6.3. – поковок. Способ использования таблицы 6.2 поясним следующим примером.

Таблица 6.2

Весовые коэффициенты критериев выбора метода изготовления отливки

Номер и наименование критерия выбора	Уровень, градация и значение критерия выбора	Способ изготовления литой заготовки						
		ЛПФ		ЛОФ	ЛВМ	ЛК	ЛПД	ЦЛ
		РФ	МФ					
1. Тип производства	1. Мелкосер.	2	0	0	0	0	0	0
	2. Серийное	1	1	1	1	1	1	1
	3. Крупносер.	0	2	2	2	1	2	1
2. Материал детали	1. Сталь	1	1	0	1	1	0	0
	2. Чугун	1	1	1	0	1	0	1
4. Масса детали, кг	1. 50...60	1	1	1	1	1	1	1
	2. 60...120	1	1	1	1	1	0	1
4. Группа сложности отливки	1. 1	1	1	0	0	1	0	1
	2. 2	1	1	0	0	1	1	2
	3. 3	1	1	1	1	0	1	0
5. Параметр Ra поверхности заготовки, мкм	1. 1,6...3,2	0	0	0	2	0	1	0
	2. 6,4...12,5	0	1	2	1	2	0	1
	3. 12,5...50	2	2	1	0	1	0	1
6. Форма детали	1. Тела вращ.	1	1	1	1	1	1	1
	2. Рычаги	1	1	1	1	1	1	0
	3. Фасонные	1	1	1	1	0	1	1
7. Максимальные габаритные размеры, мм	1. до 25	0	0	0	1	0	1	1
	2. 25...50	0	1	1	1	0	1	1
	3. 50...120	1	1	1	1	1	1	1
	4. 120...400	1	1	1	0	1	1	1
	5. 400...1600	1	1	0	0	0	0	0
8. Класс точности размеров отливки	1. 2...3	0	0	0	1	0	1	0
	2. 4...5т	0	0	1	1	1	1	0
	3. 5...7т	0	1	1	0	1	0	1
	4. 7...10	1	1	0	0	0	0	1

Обозначения методов литья: 1) ЛПФ – литье в песчаные формы; 1.1) РФ – ручная формовка; 1.2) МФ – машинная формовка; 2) ЛОФ – литье в оболочковые формы; 4) ЛВМ – литье по выплавляемым моделям; 4) ЛК – литье в кокиль; 5) ЛПД – литье под давлением; 6) ЦЛ – центробежное литье.

Таблица 6.3

Весовые коэффициенты критериев выбора метода изготовления поковки

Номер и наименование критерия выбора	Уровень градации и значение критерия выбора	Способ изготовления заготовки									
		СК	СП	ШТ	ГКМ	ВД	РК	ХШ	ХВ	ВП	КП
1. Тип производства	1. Мелкосер.	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. Серийное	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0
	3. Крупносер.	0	0	2	2	1	1	1	2	1	1
2. Материал	1. Сталь 1 гр.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Сталь 2 гр.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3. Цвет. спл.	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Форма	1. Круглые стержни	1	1	1	1	0	2	0	2	2	2
	2. Втулки	1	1	2	2	2	0	1	0	0	1
	3. Диски	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0
	4. Некруглые стержни	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0
4. Масса, кг.	1. До 10	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1
	2. 10...30	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1
	3. 30...60	1	2	1	1	0	0	0	0	1	0
	4. 60...120	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5. Группа сложности значения С	1. 0,63...1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	2. 0,36...0,63	1	1	2	2	1	1	1	1	0	1
	3. 0,16...0,36	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
	4. менее 0,16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
6. Максим. габаритный размер	1. До 25	0	0	2	0	1	1	1	2	1	2
	2. 25...50	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2
	3. 50...120	1	1	2	2	0	2	1	1	2	1
	4. 120...400	1	2	1	1	0	1	0	0	1	0
	5. 400...1600	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0
7. Качество точности поковки	1. 20...19	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	2. 18...16	1	1	2	2	2	1	1	0	2	2
	3. 15...13	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1
	4. 12...10	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
	5. 9...8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8. Показатель шероховатости поковки Ra	1. Больше 25	2	2	1	1	0	1	0	0	0	0
	2. 12,5...6,3	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2
	3. 6,3...3,2	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2
	4. 3,2...1,6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	5. 1,6...0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Обозначения методов: 1) свободная ковка – СК, 2) свободная ковка в подкладной оснастке – СП, 3) штамповка в открытых и закрытых штампах – ШТ, 4) штамповка на горизонтально-ковочной машине – ГКМ, 5) штамповка выдавливанием – ВД, 6) ротационная ковка – РК, 7) холодная штамповка – ХШ, 8) холодная высадка – ХВ, 9) поперечно-винтовая прокатка – ВП, 10) поперечно-клиновое прокатка КП.

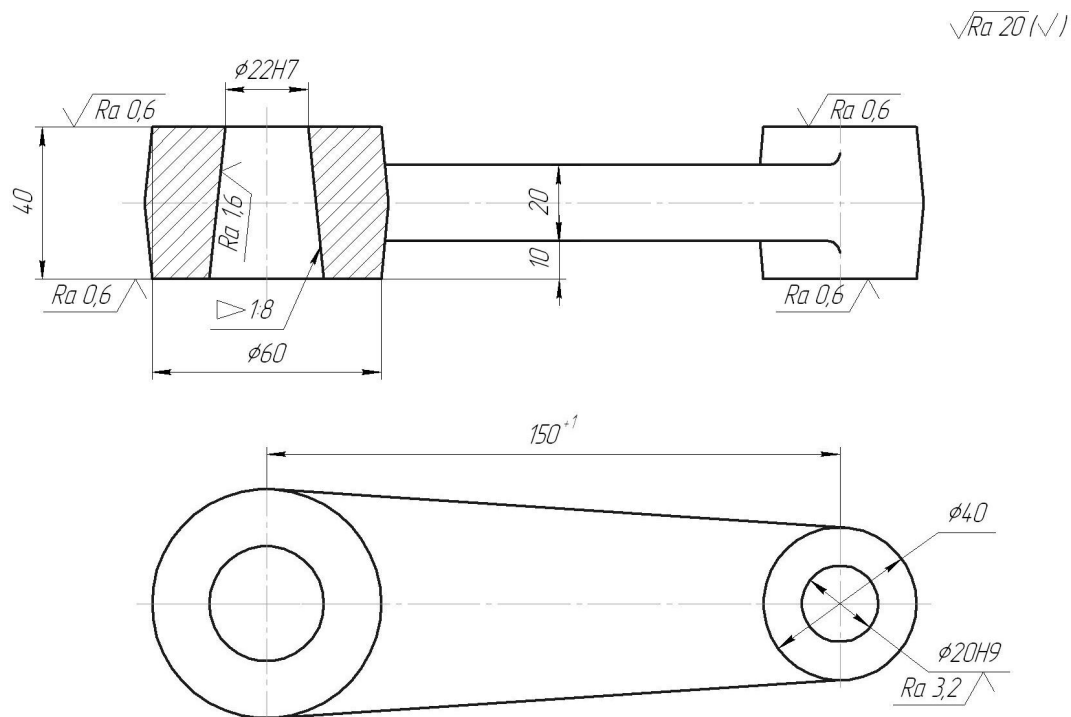


Рис. 6.3 Эскиз детали

Значения критериев выбора для рассматриваемой детали (рис. 6.3):

1) тип производства – серийное; 2) материал – чугун; 3) масса детали – до 50 кг; 4) группа сложности – 2; 5) параметр шероховатости исходных поверхностей $Ra = 50$; 6) форма детали – рычаги; 7) максимальный габаритный размер – 200 мм; 8) качество точности размеров, связывающих исходные поверхности – 6. Соответствующие данным уровням критериев выбора строки значений весовых коэффициентов заносим в таблицу 6.4 и затем находим их суммы по столбцам, соответствующим разным методам получения отливки.

Таблица 6.4

Значения весовых коэффициентов для рассматриваемой детали

Номер критерия выбора	Уровень критерия выбора	Способ изготовления литой заготовки						
		ЛПФ		ЛОФ	ЛВМ	ЛК	ЛП Д	ЦЛ
		РФ	МФ					
1	2	1	1	1	1	1	1	1
2	2	1	1	1	0	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
4	2	1	1	0	0	1	1	2
5	4	2	2	1	0	1	0	1
6	2	1	1	1	1	1	1	0
7	4	1	1	1	0	1	1	1
8	4	0	1	1	0	1	0	1
Сумма		8	9	7	3	8	5	8

Выбирается тот метод, сумма весовых коэффициентов которого будет наибольшей. В данном случае это будет литье в песчаную форму с машинной формовкой.

В том случае, если необходимо принимать решение о выборе из нескольких конкурирующих вариантов, то описываются достоинства и недостатки выбранных методов и на основании проведенного анализа окончательно выбирается один из них.

На рис. 6.4 показан чертеж заготовки рассматриваемой детали с назначенными припусками. В соответствии с общими припусками назначаются размеры заготовки: $Z_1 = 44$ мм.

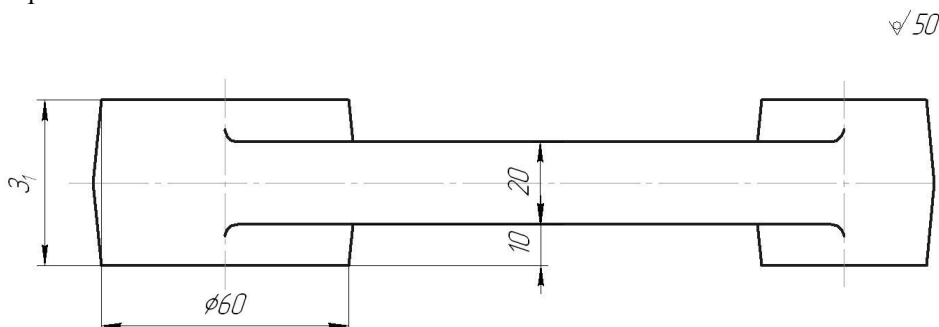


Рис. 6.4 Чертеж заготовки (фронтальная проекция)

Кроме того в крупносерийном и массовом производстве заготовки рычагов получают **горячей объемной штамповкой** в открытых штампах.

Горячая объемная штамповка позволяет получить поковки сложной конфигурации без напусков, с небольшими припусками и допусками, что снижает объем последующей обработки резанием.

Производительность штамповки составляет сотни поковок в час.

Горячей объемной штамповкой получают в основном поковки массой 20..30 кг.

Штамповка в открытых штампах характеризуется тем, что полость штампа в процессе деформирования заготовки остается открытой и штамповка сопровождается образованием облоя вокруг поковки.

Облой компенсирует погрешность отрезки заготовки, что позволяет применять дешевые, высокопроизводительные способы их отрезки на прессножницах. Однако образование облоя приводит к потерям металла до 20...25% от объема заготовки и необходимости дополнительной операции – обрезки облоя в специальных обрезных штампах на обрезных прессах.

Несмотря на указанные недостатки, штамповка в открытых штампах в настоящее время является наиболее распространенной.

В качестве заготовки для штамповки в открытых штампах применяют сортовой прокат разного сечения.

Методика выполнения прочих разделов указана в [1].

Литература

1. Махаринский, Е. И. Проектирование технологических процессов механической обработки нетипизированных деталей : методические указания для лабораторных работ по курсу «Проектирование технологических процессов» для студентов специальности 1- 36 01 01 «Технология машиностроения» / Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский, Н. В. Беляков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 57 с.

Пример оформления титульного листа отчета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»

Лабораторная работа № 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЫЧАГА _____

Выполнил
студент группы 4Тм-____
Иванов И.И.

Проверил
к.т.н., доц. Петров П.П.

Витебск
2010

Оформление комплекта технологической документации

ГОСТ 3.1117-81 Форма 2

Дубл.									
Взам.									
Подп.									
	Инв.№	Подпись	Дата		Изм.	Лист	N докум	Подпись	Дата
				Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»	УО «ВГТУ»				
				<i>ЛР.05.00.01</i>					

21

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
 МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
 РЫЧАГА ЛР.05.00.01

Разработал
 студент группы 5Тм-1
 Иванов И.И.

Проверил
 к.т.н., доц. Петров П.П.

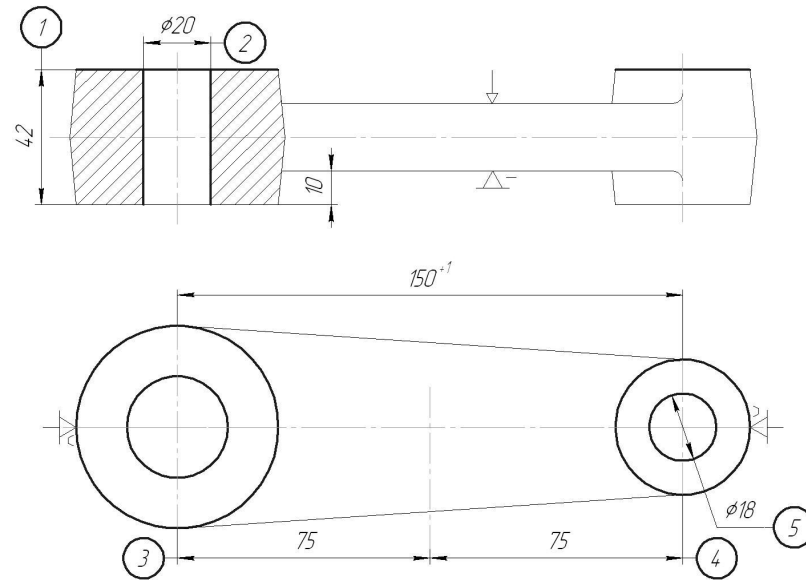
Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.			
Р						ПИ	D или B		L	t	i	S		n	V				
О 03	6. Зенкеровать отверстие, выдерживая размеры 5, 6																		
Р 04							20		40,1		1	1		0,9	310,5	19,5			
О 05	7. Открепить и снять заготовку																		
Т 06	Приспособление станочное УСП с ручным винтовым зажимом.																		
Т 07	Зенкер конусный 1:8, развертка коническая 1:8, зенкер Ø20 ГОСТ 12489-71, зенковка Ø65 ОСТ 2 Н2-2-80, зенковка Ø45 ОСТ 2 Н2-2-80;																		
Т 08	Штангенциркуль ШЦ 111-250 ГОСТ 166-80, калибр-пробка.																		
А 09	020 4130 Шлифовальная																		
Б 10	Плоскошлифовальный 3Е710А						5		1	1		100	28	0,48					
О 11	1. Установить заготовку в приспособление и закрепить																		
О 12	2. Шлифовать 2 плоскости, выдерживая размер 1.																		
Р 13							60		60		0,05	1	4	1500	20				
О 14	3. Открепить и снять заготовку																		
Т 15	Приспособление станочное УСП с ручным винтовым зажимом.																		
Т 16	Круг шлифовальный ПП, микрометр																		
А 17	025 4130 Шлифовальная																		
Б 18	Плоскошлифовальный 3Е710А						5		1	1		100	28	0,48					
О 19	1. Установить заготовку в приспособление и закрепить																		
О 20	2. Шлифовать 2 плоскости, выдерживая размер 1.																		
Р 21							60		60		0,05	1	4	1500	20				
КТП																			

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.										
Взам.										
Подп.										

Разраб.					Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»	УО «ВГТУ»	005
Провер.							
Н.контр.							

Ra 6,3



H14, h14, IT14/2

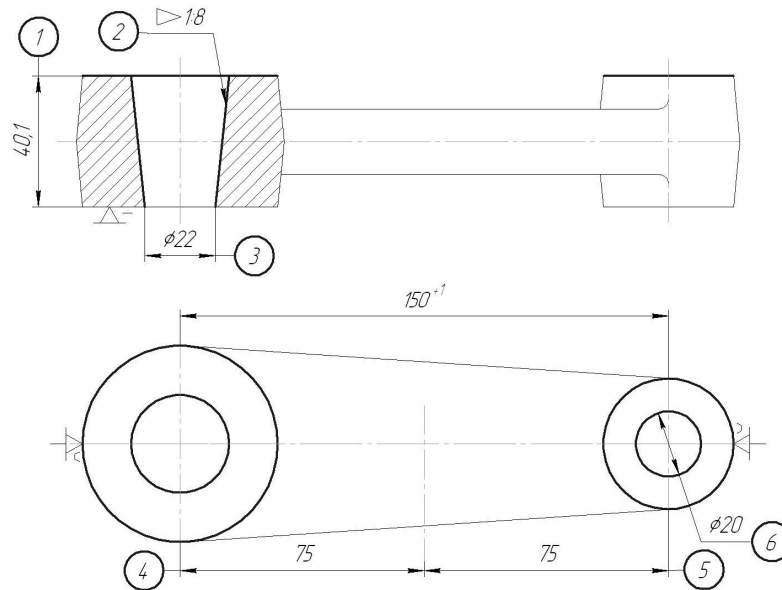
К.Э.

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

Разраб.					Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»	УО «ВГТУ»	015
Провер.							
Н.контр.							

Ra 1,6



H14, h14, IT14/2

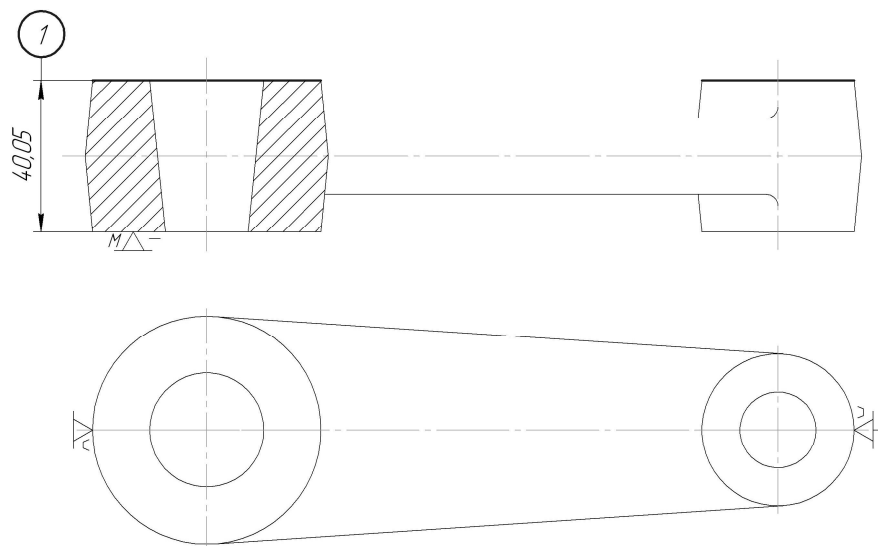
К.Э.	
------	--

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

Разраб.					Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»	УО «ВГТУ»	020						
Провер.													
Н.контр.													

Ra 0,6



H14, h14, IT14/2

К.Э.

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

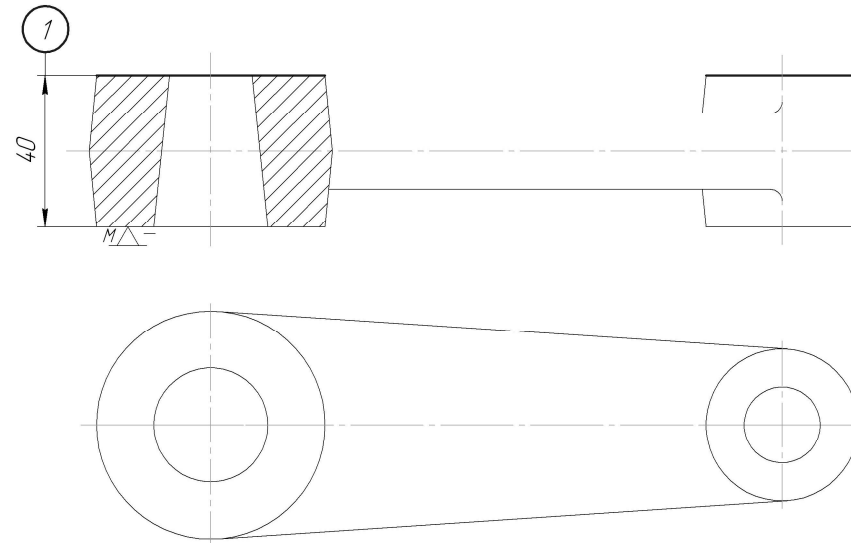
Разраб.					
Провер.					
Н.контр.					

Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»

**УО
«ВГТУ»**

025

Ra 0,6



H14, h14, IT14/2

К.Э.