

Министерство образования и науки Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

---

Кафедра "Технология машиностроения"

ТДВ ↓

лес р. 11-12

I.

РАЗРАБОТКА МАШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Лабораторная работа  
по дисциплине "Технология обработки на станках с ЧПУ"  
для студентов специальности 12.01 - "Технология машиностроения"

М и н с к 1 9 9 6

УДК 621.002 (075.8)

В работе изложена методика анализа технологичности конструкции плоских деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Приводится методика разработки маршрута обработки плоских деталей на многоцелевых станках. Рассмотрен пример разработки технологического процесса на станке ГДВ 400 ИМТ4.

Составитель Е.Н.Сташевская

Рецензенты:

И.А.Каштальян, А.А.Ярошевич

© Сташевская Е.Н., составление,  
1996

РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ОБРАБОТКИ ШЛОС.ИХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ  
(ГДВ400 ПМ1Ф4)

Цель работы – освоение методики разработки маршрута технологических процессов деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ (овершильно-фрезерно-расточных).

Работа рассчитана на 4 часа.

Задание

Для одного из указанных в табл. I вариантов разработать технологический процесс обработки детали.

Т а б л и ц а I

№ вари- анта	№ рмо.	Наименова- ние детали	Материал детали	Поверхности, подлежащие обработке при разработке операции (к рабо- те № 2)
1	11	Плита	Сталь 3	$\phi 211$ ; $\phi 210H7$ ; $\phi 142$ ; $\phi 16H7$ ; плоскость
2	12	Плита	Сталь 40X	2 отв. $\phi 21H7$ ; 4 отв. $\phi 25H7$ ; 4 отв. $\phi 30$ ; плоскость
3	13	Рычаг	Сталь 40X	Паз; $\phi 56H9$ ; 2 отв. M10-7H/ $\phi 10,5$ x I20 <sup>0</sup> ; плоскость
4	14	Опора	Сталь 40X	$\phi 25H7$ ; 5 отв. $\phi 12$ ; 5 отв. $\phi 20$ ; 2 плоскости; 2 отв. M6-7H x I4-20/ $\phi 6,3$ x I20 <sup>0</sup>
5	15	Опора	Сталь 40X	$\phi 25H7$ ; 5 отв. $\phi 12$ ; 5 отв. $\phi 20$ ; выступ; 2 верхние плоскости
6	16	Опора	Сталь 40X	2 отв. $\phi 25H7$ ; 5 отв. $\phi 17$ ; 5 отв. $\phi 26$ ; R 50; 3 плоскости
7	17	Корпус	Чугун СЧ15	$\phi 22H7$ ; $\phi 8H9$ ; $\phi 15$ ; 4 отв. M8-7H; 2 плоскости
8	18	Кронштейн	Сталь 35Л	4 отв. $\phi 25H7$ ; 4 отв. $\phi 30$ ; 4 отв. $\phi 12H7$ ; 3 плоскости
При- мер	9.	Рычаг	Сталь 45 24Г...265HB	нов. Д; $\phi 25H7$ ; $\phi 16H7$ ; окно 3; M8-7H x 20-26/ $\phi 8,4$ x I20 <sup>0</sup> ; M6-7H x I0-15/ $\phi 6,3$ x I20 <sup>0</sup>

ПРИМЕЧАНИЕ. Неуказанные на чертеже предельные отклонения размеров  
детали: H14; h I4;  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

## Основные положения

Проектирование технологических процессов для станков с ЧПУ выполняется в следующей последовательности:

- анализ и обеспечение технологичности конструкции деталей;
- разработка маршрута технологического процесса;
- разработка операций механической обработки;
- программирование технологических операций;
- внедрение управляющей программы.

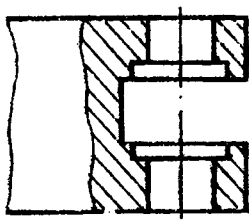
### Анализ технологичности конструкции детали

Для операций, выполняемых на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ, характерны большая концентрация переходов обработки на одном станке и стремление полностью обработать деталь за один установ.

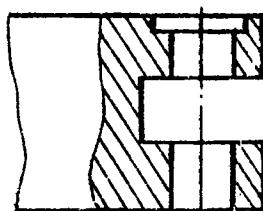
Перед разработкой таких процессов анализируют технологичность конструкции детали. Особое внимание обращают на точность обработки поверхностей, используемых в качестве технологических баз, на унификацию формы и расположения повторяющихся элементов, возможность работы инструмента без ударов. В общем случае следует считать технологичными такие детали, формы и размеры которых отвечают условиям выполнения обработки в непрерывном автоматическом цикле.

Деталь считают технологичной в следующих случаях.

1. Она имеет простую геометрическую форму.
2. Конструкция детали жесткая.
3. Конфигурация детали обеспечивает свободный доступ инструмента к поверхностям обработки при их минимальном количестве и минимальном количестве ходов.



Нетехнологично



Технологично

Рис. 1.

4. В местах сопряжения обрабатываемой стенки с дном имеется завывание.



Рис. 2

5. Сопряжение линий контура осуществляется одинаковыми радиусами.

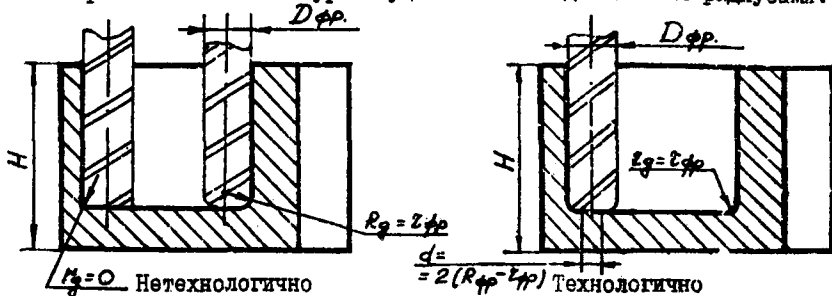


Рис. 3.

При обработке деталей из легких сплавов

$$R_{\text{фр}} > \frac{H}{6} ,$$

из труднообрабатываемых материалов

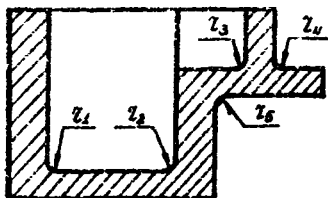
$$R_{\text{фр}} > \frac{H}{4} .$$

При назначении радиусов сопряжения для детали  $R_d$  и  $r_d$  необходимо выдерживать такое соотношение между ними и радиусами фрезы  $R_{\text{фр}}$  и  $r_{\text{фр}}$ , которое обеспечивало бы наличие на торце инструмента (концевой фрезы) плоского участка с диаметром  $d$ .

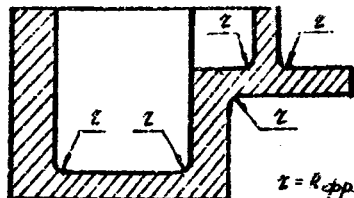
Следует избегать соотношения

$$R_d = r_d = R_{\text{фр}} = r_{\text{фр}} ,$$

при котором требуется применять концевые сферические фрезы.



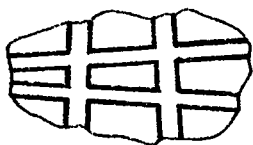
Нетехнологично



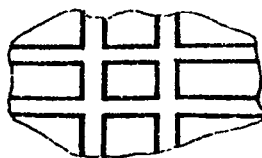
Технологично

Рис. 4

6. Имеются типовые повторяющиеся геометрические элементы, зеркально отраженные и симметричные элементы.



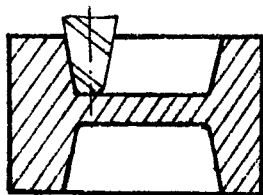
Нетехнологично



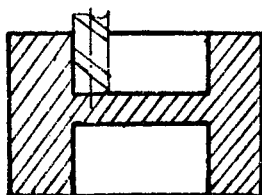
Технологично

Рис. 5

7. В детали отсутствуют наклонные стенки, обрабатываемые на этом станке (с ЧПУ).



Нетехнологично

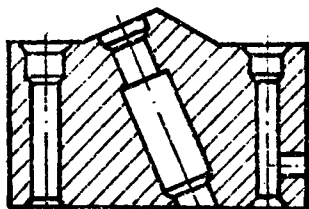


Технологично

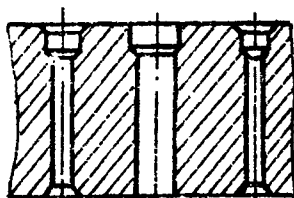
Рис. 6

8. Величина припуска минимальная.  
 9. Обеспечивается легкое и надежное удаление стружки.  
 10. Имеется возможность за одну операцию обработать две или несколько деталей.

11. В детали отсутствуют глухие отверстия.
12. Не имеется глубоких отверстий (в глубоких отверстиях длина отверстий больше пяти его диаметров).
13. Обрабатываемые отверстия располагаются перпендикулярно основной обрабатываемой плоскости на одном уровне, не имеют канавок.



Нетехнологично



Технологично

Рис. 7

14. Резьбовые отверстия имеют размеры свыше 6 мм.
15. Форма и размеры обрабатываемых элементов унифицированы (сокращается количество инструментов, можно использовать подпрограммы).
16. Количество необходимых для обработки инструментов должно соответствовать или быть меньше числа гнезд в инструментальном магазине. Если число гнезд в магазине меньше, чем число требующихся инструментов, то следует подобрать другой станок с большим количеством гнезд или выполнить обработку за несколько операций.
17. Обеспечивается надежное закрепление детали в приспособлении. В случае, когда деталь, обрабатываемая по контуру фрезой, не имеет конструктивных отверстий, которые могут быть использованы как базовые, следует ввести в конструкцию такие отверстия. Располагать их следует на максимальном расстоянии друг от друга.

Т а б л и ц а 2  
 Наименьшие допустимые диаметры  $d_{min}$   
 базовых отверстий

Размеры деталей, мм !	$d_{min}$ , мм
до 100	4
100...200	6
200...1000	10

При невозможности выполнить в детали технологические базовые отверстия следует предусмотреть у заготовки специальные технологические приливы, в которых разместить базовые отверстия.

18. Количество установов заготовки при обработке минимально. Имеется возможность обработать максимальное количество поверхностей с одного установка заготовки.

#### План операций

Технологический процесс обработки на станках с ЧПУ, в отличие от технологических процессов, выполняемых на обычном универсальном и специальном оборудовании, требует большей детализации.

На этом этапе следует:

определить переходы обработки;

определить последовательность переходов и содержание операций;

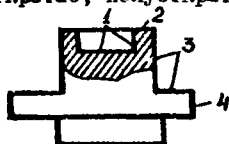
уточнить черновые, чистовые, промежуточные базы, методы закрепления заготовки.

#### Определение переходов обработки

При разработке технологического процесса обработки деталей на станках с ЧПУ следует руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности механической обработки на станках с ручным управлением. Обработку следует разделить на черновую, чистовую, отделочную. Но, учитывая, что станки с ЧПУ имеют более жесткую конструкцию, улучшенный теплоотвод из зоны резания, допускаются объединять черновую и чистовую обработки.

Фрезерование поверхностей обычно производится в самом начале обработки. Для обработки плоскостей применяют торцовые фрезы, для обработки пазов, окон, уступов, контуров – концевые. При обработке шпоночного паза концевой фрезой следует предварительно просверлить отверстие для входа фрезы в зону резания. Иногда плоскости обрабатываются концевыми фрезами. Для черновой обработки отверстий больших размеров применяют фрезерование концевыми фрезами.

При фрезеровании можно выделить определенные зоны обработки: открытые, полуоткрытые, закрытые (рис. 8), комбинированные.



- 1 – закрытая (инструмент – концевая фреза);
- 2 – открытая (инструмент – торцовая фреза);
- 3 – полуоткрытая (инструмент – концевая фреза);
- 4 – открытая (инструмент – концевая фреза).

Рис. 8. Зоны обработки при фрезеровании



Открытая область - поверхности, которые не налагают ограничений на перемещение инструмента.

Полуоткрытая область - область, поверхности обработки которой частично ограничивают перемещения инструмента.

Закрытая область - область, поверхности обработки которой ограничивают перемещения инструмента по всем направлениям (инструмент вводят в зону резания либо сверху, либо врезанием).

Способы обработки поверхностей фрезерованием в зависимости от необходимой точности и шероховатости приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Рекомендуемые способы обработки плоских поверхностей

Квалитет допуска размера	Параметр шероховатости, мкм	Фрезерование			
		черновое	получистовое и однократное	чистовое	тонкое
I4...II	I2,5...3,2	+			
I2...II	3,2...1,6	+	+		
IO...9	I,6...0,8	+	+	+	
8...6	I,6...0,2	+	+	+	+

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Табличные данные относятся к случаю обработки деталей жесткой конструкции с габаритами менее I м при базировании по чисто обработанной поверхности и использовании ее в качестве измерительной базы.

2. Точность обработки торцовыми фрезами при сопоставимых условиях выше, чем цилиндрическими (ориентировочно на один квалитет).
3. Точность обработки деталей из чугуна и цветных металлов несколько выше обработки стали.
4. Тонкое фрезерование (с малыми глубинами резания и подачами на зуб) производят только торцовыми фрезами.

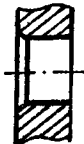
Способы обработки отверстий приведены в табл. 4.

Типовые переходы при обработке отверстий

Эскиз отверстия	Квалитет допуски размера отверстия	Диаметр шероховатости R <sub>a</sub> , мкм	Переходы обработки										
			Центр-повал	Свер-ле-ние	Зен-ке-ро-	Зен-ро-ва-	Зен-ро-ва-	Зен-ро-ва-	Рас-чи-ще-ние	Рас-та-чи-ще-ние	Обра-ботка фас-ки	Раз-вер-ты-ва-ние	Раз-вер-ты-ва-ние

В сплошном металле

а)



I2	25...12,5	+	+									+										
II	6,3...3,2	+	+	+								+										
	9...8			+																		
	9...8			+								+										
	8...7			+								+										
	8...7			+								+										



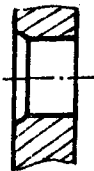
б)

Обработка отверстия вида "б" аналогична обработке отверстия вида "а", только добавляется переход цевкование



в)

В заготовках с отверстием



I2	6,3...3,2		+																					
I2	6,3...3,2																							
I2	25...6,3																							
II	12,5...6,3																							
II	12,5...6,3																							

Продолжение табл. 4

Зонки отверстия	Квалитет долука размера отверстия	Параметр шероховатости $R_a$ , мкм	Переходы обработки															
			Центровальные	Сверление	Зенкование	Зенкование	Расстояние	Расстояние	Расстояние	Обработка	Расстояние	Расстояние	Тонкость	Нарезание				
9...8		3,2...1,6	+															
9...8		3,2...1,6				+												
9...8		6,3...3,2	+															
9...8		1,6...0,8			+													
9...8		1,6...0,8							+									
8...7		0,8...0,4	+															
8...7		0,8...0,4							+									
8...7		0,8...0,2	+															
8...7		0,8...0,2																
8...7		0,8...0,2							+									
8...7		0,8...0,2																+

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Центрование применяется при обработке отверстий при обработке отверстий до 15 мм. В отверстиях свыше 15 мм до 30 мм центрование выполняется в том случае, когда допуск межцентрового расстояния составляет 0,1...0,2 мм.

2. Обработку фаски в отверстиях диаметром до 18 мм можно производить центровочным сверлом с углом  $\varphi = 90^\circ$ .

3. Предварительную обработку литых (штампованных, кованных) отверстий средних диаметров рекомендуют выполнять резцом, а отверстий больших диаметров - фрезерованием концевыми фрезами по контуру отверстия. Черновое растачивание и фрезерование по контуру, не обеспечивая высокой точности диаметра и формы отверстия, позволяет получить точное расположение оси отверстия.

## Определение последовательности переходов

Определение последовательности переходов при обработке на многоцелевом станке является сложной задачей. Вариантов последовательности обработки достаточно много.

Примеры вариантов последовательности обработки:

- 1). Сначала деталь обрабатывается полностью с одной стороны, затем обрабатывается другая сторона и т.д.
- 2). Сначала деталь обрабатывается со всех сторон начерно, затем - чистото.
- 3). Сначала обрабатываются все плоскости, затем приступают к обработке стержней и т.д.

Конкретное решение задачи должно учитывать разнообразные факторы: конструкция станка, конструкция детали, точность размеров детали, себестоимость операций, величина и равномерность припуска и т.д.

Общие принципы выбора последовательности обработки:

чем выше точность поверхности детали, тем позже следует предусматривать ее обработку;

сначала следует планировать черновую обработку, затем чистовую. Конструкция станка с ЧПУ позволяет объединять черновую и чистовую обработки в одной операции. Объединение рекомендуют делать для деталей с небольшими припусками;

для деталей с большими припусками должны быть предусмотрены разгрузочные операции, часть которых целесообразно выполнять на универсальных или специальных станках;

полная обработка детали за один установ;

при обработке должна быть обеспечена максимальная жесткость заготовки на всех участках ее обработки. Сначала производят обработку поверхностей большой протяженности. Обработка внутренних контуров заготовки должна производиться от центра к периферии. Так, обработку корпусной детали с ребрами целесообразно начинать с фрезерования торцев ребер (до обработки контура детали, ребра при этом будут более жесткими). Далее целесообразно обработать внешний контур, а потом -- внутренний -- окна, колодцы.

При обработке корпусных деталей рекомендуется следующая последовательность переходов [4]:

- 1). Черновое, получистовое, чистовое фрезерование наружных поверхностей торцовыми фрезами;
- 2). Сверление (рассверливание) в сплошных стенках сквозных и глухих основных отверстий диаметром свыше 30 мм;

3). Фрезерование пазов, отверстий, окон, карманов, выбоков концевыми фрезами;

4). Фрезерование полукруглых и закрытых плоскостей, перпендикулярных к оси шпинделя, торцовыми и концевыми фрезами;

5). Черновое растачивание и зенкерование основных отверстий в сплошных стенках расточными резцами и зенкерами;

6). Фрезерование и растачивание канавок, фасок и выточек в основных отверстиях концевыми, угловыми, дисковыми и другими фрезами, канавочными и фасочными резцами, зенковками;

7). Фрезерование пазов и выемок на наружных, внутренних и необрабатываемых поверхностях концевыми и шпоночными фрезами;

8). Обработка крепежных и других вспомогательных отверстий диаметром свыше 15 мм (сверление, рассверливание, зенкерование, зенкование, нарезание резьбы);

9). Фрезерование фасок угловыми фрезами;

10). Чистовое фрезерование открытых плоскостей торцовыми фрезами;

11). Обработка точных поверхностей основных отверстий (растачивание, развертывание);

12). Обработка точных и точно расположенных отверстий малого размера (под базовые штифты, втулки) расточными резцами, развертками;

13). Обработка точных и точно расположенных дополнительных поверхностей (канавок, выемок, уступов) расточными резцами, дисковыми трехсторонними фрезами;

14). Обработка выемок, пазов, карманов, прорезей, несимметричных относительно отверстия, дисковыми и концевыми фрезами, фасонными, канавочными, фасочными, расточными резцами;

15). Обработка фасок и других поверхностей, сопряженных с основными отверстиями, дисковыми и угловыми фрезами, канавочными и фасочными резцами;

16). Обработка крепежных и других неответственных отверстий малого диаметра (центрование, сверление, зенкование, зенкерование и нарезание резьбы).

При высоких требованиях к точности обработки корпусных деталей сначала фрезеруют плоские поверхности, затем обрабатывают точные основные отверстия, далее крепежные и другие несложные отверстия.

При обработке отверстий в сплошном металле сначала производят засверливание (центрование) отверстий короткими жесткими сверлами — своеобразную разметку расположения будущих отверстий. Центрование применяют при обработке отверстий диаметром до 15 мм. В отверстиях

свыше 15 до 30 мм центрование выполняют в том случае, когда допуск межцентрового расстояния между отверстиями составляет 0,1...0,2 мм.

Последовательность обработки большого количества отверстий, обрабатываемых с различной точностью, значительно влияет на производительность и точность операции. Эта последовательность устанавливается исходя из обеспечения точности обработки детали и минимальных потерь на холостые ходы.

Обработку отверстий, которые имеют невысокую точность (10, 11, 12 качества), рекомендуется производить по следующей схеме (параллельный метод обработки). Первым инструментом осуществляется обработка всех одинаковых отверстий. Затем инструмент меняется на следующий и выполняются второй и последующие переходы по обработке той же группы отверстий. Далее в аналогичной последовательности обрабатываются все отверстия другого диаметра и т.д.

При обработке отверстий высокой точности диаметров и формы (6, 7, 8 качества) рекомендуется следующая схема обработки (последовательный метод обработки). Обработка каждого отверстия производится последовательно всеми инструментами при неизменном положении заготовки относительно шпинделя. В противном случае погрешность обработки будет увеличиваться за счет погрешности позиционирования.

#### Определение черновых и чистовых баз, установов

На многооперационных станках следует стремиться к максимальной концентрации обработки на одном станке при минимальном числе операций и переустановок заготовок. Это накладывает ограничения на выбор базовых поверхностей, а также на выбор конструкции приспособлений и зажимных устройств.

В случае возможности полной обработки заготовки за одну операцию при одном ее закреплении базовыми поверхностями могут быть не обработанные поверхности.

При полной невозможности обработки заготовки от черновых баз приходится вводить операцию обработки базовых поверхностей на обычных станках.

Обработку наиболее сложных заготовок выполняют на многооперационных станках за несколько операций. Сначала обрабатывают базовые поверхности и поверхности, обработка которых возможна при том же закреплении заготовки.

Первый установ выбирают из условия наиболее удобного базирования заготовки по черным или заранее подготовленным чистым базам.

25/V

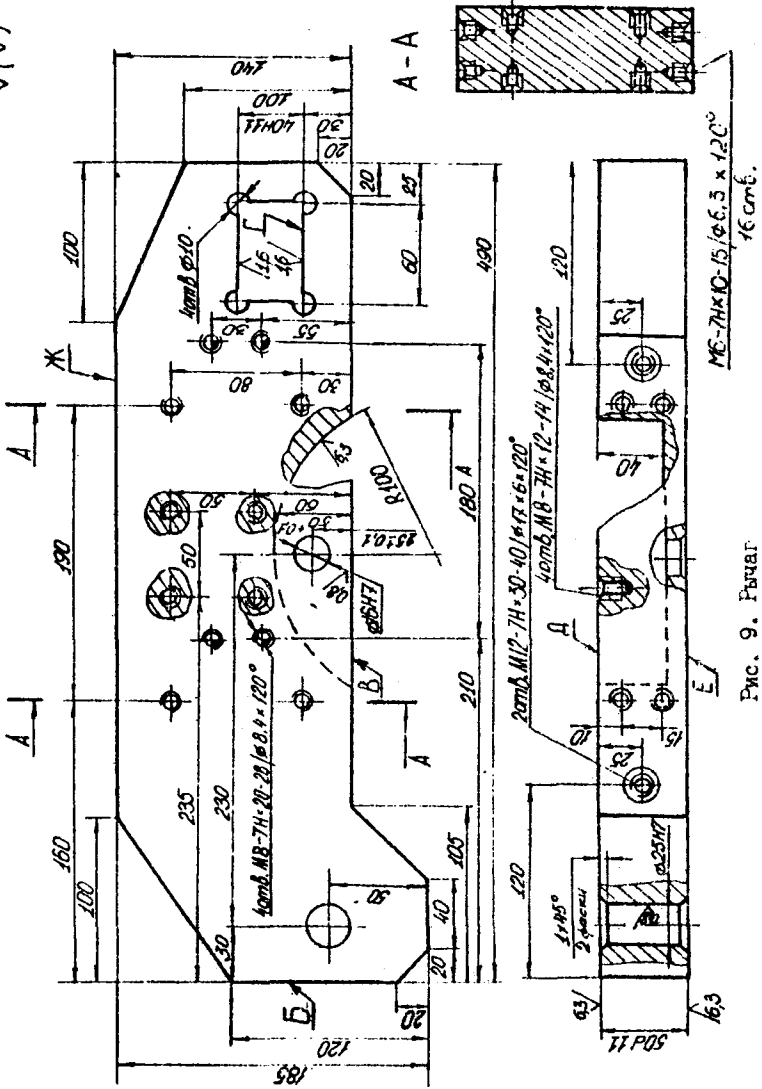


Рис. 9. Рычаг

МС-7НХО-15 / φ 6.5 x 120°  
16 мм.

Второй и последующие установки должны предусматривать использование обработанных при предыдущих установках чистых поверхностей в качестве промежуточных баз.

Базовые поверхности следует выбирать с учетом принципов единства и постоянства баз.

Конструктивные особенности базовых поверхностей при обработке на станках с ЧПУ рассматривались при анализе конструкции детали.

#### Методические указания

Разработка технологического процесса механической обработки на станке ДЛВ400 ПМФ4 рассматривается на примере детали, приведенной на рис. 9. Чертеж заготовки показан на рис. 10.

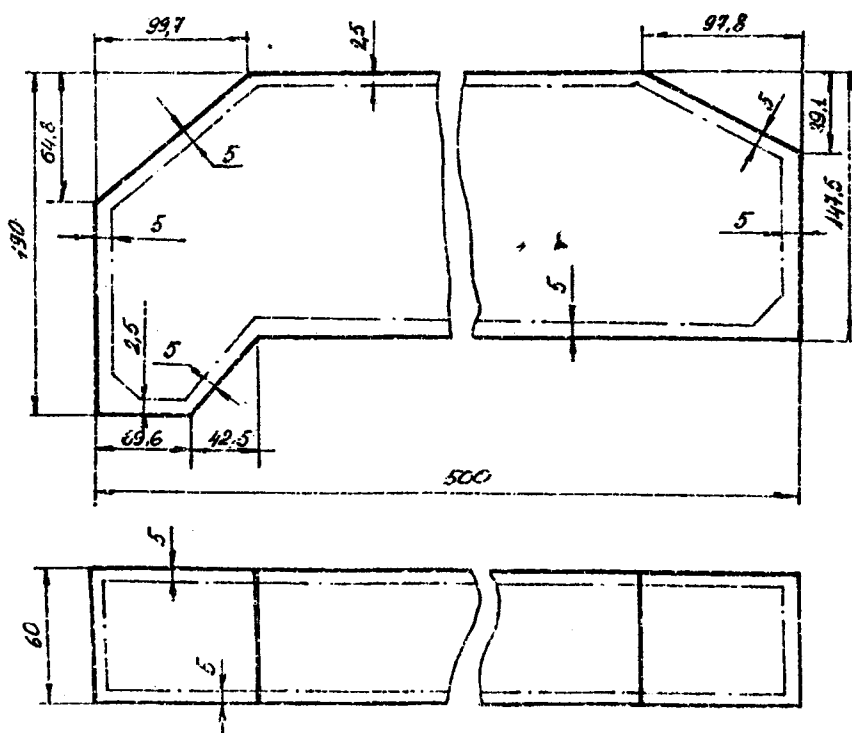


Рис. 10 Заготовка рычага. Исходная  
заготовка: Полоса  $\frac{1-2}{45}$  60x190 ГОСТ 103-76  
ГОСТ 535-79



Анализ технологичности конструкции рычага произведен в соответствии с рекомендациями, изложенными на с. 4-7. В табл. 5 показаны технологичные и нетехнологичные элементы конструкции рассматриваемой детали.

Т а б л и ц а 5

Технологично	! Нетехнологично
<p>I. Деталь представляет собой сочетание элементов простой формы</p> <p>2. Имеется свободный доступ инструмента почти ко всем обрабатываемым поверхностям, за исключением окна прямоугольной формы с размерами 60 x 40мм</p> <p>3. В углах прямоугольного окна предусмотрены отверстия одинакового диаметра</p> <p>4. В детали отсутствуют наклонные стенки</p> <p>5. Имеется возможность обработать по 2 детали одновременно на некоторых операциях</p> <p>6. Не имеется глубоких отверстий, за исключением прямоугольного окна</p> <p>7. Обрабатываемые отверстия располагаются перпендикулярно основным обрабатываемым поверхностям на одном уровне, не имеют канавок</p> <p>8. Имеется возможность надежно закрепить деталь</p>	<p>I. Конструкция детали недостаточно жесткая</p> <p>2. Не указаны радиусы сопряжения линий внешнего контура</p> <p>3. В детали имеются глубокие резьбовые отверстия</p> <p>4. Прямоугольное окно имеет большую глубину, что вызывает осложнения при его обработке</p> <p>5. Имеются резьбовые отверстия с размерами М6</p> <p>6. Деталь нельзя полностью обработать за один установ</p>

#### Определение переходов обработки

Количество переходов обработки выбирается в зависимости от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей. Для выполнения этого раздела следует пользоваться данными табл. 3, 4 и [3].

Информация об обработке детали сведена в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Поверхность обработки	!Качитет до- !пуска размера	! Шерохова- !тость, мкм !	! Методы обработки
I	2	3	4
Контур наружный	I4	I2,5	Черновое фрезерование

Продолжение табл. 6

	1	2	3	4
Плос- кость Д; Е		II	6,3	Фрезерование; шлифование
Поверхность R 100		14	6,3	Фрезерование черновое; фрезерование получистовое
∅ 25H7		7	0,8	Сверление; зенкерование; обработка фаски; развертывание; развертывание
∅ 16H7		7	0,8	Центрование; сверление; обработка фаски; развертывание; развертывание
Окно Г		II	1,6	Сверление ∅ 10; сверление ∅ 20; фрезерование черновое; фрезерование получистовое
Отверстия резьбовые		7H	12,5	Центрование; сверление; обработка фаски; нарезание резьбы

#### Последовательность обработки

Последовательность обработки выбирается в соответствии с положениями, изложенными на с. 12.

Маршрут обработки детали следующий (номера поверхностей показаны на рис. 9):

005 Фрезерная (на универсальном станке)

Фрезеровать поверхность Д (подготовка базы).

Базы: поверхности Б; В; Е.

010 Программно-комбинированная. (Станок ГДВ400 ПМ14).

Базы: поверхц. Б; Е; Д.

Переход 1. Фрезеровать поверхн. Е.

Обработка отверстия ∅ 25H7 (3, с. 585)

Переход 2. Сверлить отверстие ∅ 23.

Переход 3. Зенкеровать ∅ 24,75.

Переход 4. Обработать фаску I . 45°.

Переход 5. Развернуть отверстие ∅ 24,94.

Переход 6. Развернуть отверстие ∅ 25H7.

Обработка отверстия  $\phi$  16H7.

Переход 7. Центровать.

Переход 8. Сверлить отверстие  $\phi$  15,75.

Переход 9. Обработать фаски I  $\alpha$  45°.

Переход 10. Развернуть отверстие  $\phi$  15,95.

Переход 11. Развернуть отверстие  $\phi$  16H7.

Обработка окна Г

Переход 12. Центровать 4 отв.  $\phi$  10 .

Переход 13. Сверлить 4 отв.  $\phi$  10.

Переход 14. Центровать отв.  $\phi$  20 .

Переход 15. Сверлить отверстие  $\phi$  20.

Переход 16. Фрезеровать по контуру.

Переход 17. Фрезеровать 2 поверхности, имеющие шероховатость Ra 1,6.

Обработка резьбы

Отверстие M8 - 7H x 20 - 28 /  $\phi$  8,4 x I20°

Переход 18. Центровать.

Переход 19. Сверлить отв.  $\phi$  6,8 [3, с.599] .

Переход 20. Обработать фаску.

Переход 21. Нарезать резьбу.

Повторить 3 раза переходы 18...21.

Отверстие M6 - 7H x 10 - 15 /  $\phi$  6,3 x I20°

Переход 22. Центровать.

Переход 23. Сверлить отв.  $\phi$  5.

Переход 24. Обработать фаску.

Переход 25. Нарезать резьбу.

Повторить переходы 22...25 3 раза.

015 Программно-комбинированная. Станок ГДВ400 ПМ1Ф4.

Базы: поверхности 6;  $\phi$  25H7;  $\phi$  16H7.

Переход 1. Фрезеровать поверхн. Д.

Переход 2. Фрезеровать наружный контур.

Переход 3. Фрезеровать пов. R 100.

Переход 4. Фрезеровать пов. R 100.

Обработка резьбы

Отверстие M8 - 7H x 12 - 14 /  $\phi$  8,4 x I20°

Переход 5. Центровать.

Переход 6. Сверлить отверстие  $\phi$  6,8.

Переход 7. Обработать фаску.

Переход 8. Нарезать резьбу.

Повторить переходы 5...8 3 раза.

Отверстие M6 - 7H x 10 - I5/  $\phi$  6,3 x I20<sup>0</sup>

Переход 9. Центровать.

Переход 10. Сверлить  $\phi$  5.

Переход 11. Обработать фаску.

Переход 12. Нарезать резьбу.

Повторить переходы 9...12 3 раза.

Переход 13. Обработать фаску в отв.  $\phi$  25H7.

020 Программно-комбинированная. Станок ГДВ400 ПМ1Ф4.

Базы: поверхн. Б; В; Д.

#### Обработка резьбы

Отверстие M12 - 7H x 30 - 40 /  $\phi$  17,6 x I20<sup>0</sup>

Переход 1. Центровать.

Переход 2. Сверлить отв.  $\phi$  10,2.

Переход 3. Обработать фаску.

Переход 4. Нарезать резьбу.

Повторить переходы 1...4. 3 раза.

Отверстие M6 - 7H x 10 - I5/  $\phi$  6,3 x I20<sup>0</sup>

Переход 5. Центровать.

Переход 6. Сверлить отв.  $\phi$  5.

Переход 7. Обработать фаску.

Переход 8. Нарезать резьбу.

Повторить переходы 5...8 3 раза.

025 Программно-комбинированная. Станок ГДВ400 ПМ1Ф4.

Базы: поверхн. Б; Д; Ж.

Переход 1. Центровать.

Переход 2. Сверлить отв.  $\phi$  5.

Переход 3. Обработать фаску.

Переход 4. Нарезать резьбу M6-7H.

Повторить переходы 1...4. 3 раза.

- 030 Моечная.
- 035 Контрольная.
- 040 Термическая.
- 045 Калибровочная.
- 050 Шлифовальная (торцы Д;Е).
- 055 Контрольная.

Операции 045 и 050 выполняются на универсальном оборудовании.

#### Определение черновых и чистовых баз, установов

Данную деталь не представляется возможным обработать за одну установку. Деталь будет обрабатываться за несколько операций.

Черновые базы: поверхн. Б; В; Е.

Промежуточные базы: поверхн. Б; В; Д.

пов. Е;  $\phi$  25Н7;  $\phi$  16Н7;

поверхн. Б; Д; Ж.

#### Порядок выполнения работы

1. Выбрать метод получения заготовки.
2. Выполнить технологический эскиз заготовки.
3. Сделать анализ технологичности конструкции детали.
4. Определить переходы механической обработки.
5. Разработать маршрут обработки заданной детали.

#### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Задание.
3. Эскиз заготовки.
4. Анализ технологичности конструкции детали.
5. Переходы механической обработки детали.
6. Маршрут обработки заданной детали.

#### Контрольные вопросы

1. Какая конструкция детали считается технологичной для обработки на сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ?
2. Какие факторы влияют на выбор переходов обработки?
3. Какие принципы выбора последовательности механической обработки?

4. Как обрабатываются отверстия 7; 8 классов точности?
5. Как обрабатываются отверстия 10; 11; 12 классов точности?
6. Как выбираются черновые и чистовые базы обработки на сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ?

#### Л и т е р а т у р а

1. Гижров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. - Л.: Машиностроение, 1990. - 588 с.
2. Камталыян И.А., Клевзонит В.И. Обработка на станках с числовым программным управлением: Справочное пособие. - Мн.: Высшая школа, 1989. - 271 с.
3. Обработка металлов резанием. Справочник технолога /Под общей ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2. - Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - 656 с.

Рис. 12 вы указаных отв. Ф20Н7

Учебное издание

**РАЗРАБОТКА МАНИПУЛТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

Лабораторная работа

по дисциплине "Технология обработки на станках с ЧПУ"  
для студентов специальности 12.01 - "Технология машиностроения"

Составитель СТАШЕВСКАЯ Евгения Николаевна

Редактор Т.Н.Микулик. Корректор М.П.Антонова

Подписано в печать 30.08.96.

Формат 60x84 1/16. Бумага тип. № 2. Сфсетная печать.

Усл.печ.л. 2,3. Уч.-изд.л. 1,8. Тпр. 100. Зак. 476.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусская государственная политехническая академия.

Лицензия ЛВ № 1049. 220027, Минск, пр. Ф.Скорины, 65.