

А. Д. КОМАРОВ  
А. С. БЕЛЯЕВ  
И. Н. ЖЕЛТОВ

ОБРАБОТКА  
ДЕТАЛЕЙ  
НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ  
СТАНКАХ  
В АВИАСТРОЕНИИ

1980

Министерство высшего и среднего-специального  
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени С.П. Королева

А.Д. Комаров, А.С. Беляев,  
И.Н. Желтов

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ  
НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ  
В АВИАСТРОЕНИИ

Учебное пособие

Куйбышев 1980

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ

### 1.1. Цель курсового проекта, связь с другими дисциплинами

Основной целью курсового проекта является привитие студенту практических навыков самостоятельного решения частных инженерных задач в области разработки технологических процессов механической обработки и проектирования специальных станочных приспособлений.

Проект, в известной мере, подытоживает знания, полученные студентами при изучении ряда специальных дисциплин и подготавливает его к предстоящей преддипломной практике и дипломному проектированию.

В процессе работы над курсовым проектом обнаруживается степень усвоения студентом курса "Технология производства летательных аппаратов", а также таких дисциплин, как "Допуски и технические измерения", "Авиационное металловедение", "Обработка металлов резанием, станки и инструменты", "Неметаллические материалы", "Экономика и организация производства". Выясняется также его способность применять теоретические положения указанных дисциплин и сведения, полученные на первой и второй технологических практиках, для практического решения конкретных задач, предусмотренных заданием на курсовое проектирование.

Студент должен уметь использовать прогрессивные процессы, современные достижения науки и техники в области механической обработки, обосновать техническую и экономическую целесообразность их применения в данных конкретных условиях, грамотно выполнить

необходимые технические и экономические расчеты, четко и логично формулировать свои мысли и предложения.

В процессе работы над курсовым проектом студент вырабатывает необходимые навыки пользования материалами, специальной технической и справочной литературой.

## 1.2. З а д а н и е   н а   к у р с о в о й   п р о е к т

Оформленное руководителем проекта и утвержденное заведующим кафедрой, задание выдается во время прохождения студентами технологической практики. Это необходимо для того, чтобы он до начала проектирования мог ознакомиться с реальными технологическими процессами, оборудованием и оснасткой, применяемыми в механических цехах для изготовления подобных деталей, собрать и систематизировать материалы, необходимые для работы над курсовым проектом.

Задание оформляется на бланке установленного образца. В нем указываются наименование и номер чертежа детали, процесс изготовления которой должен разрабатываться, годовая программа выпуска деталей и название специального станочного приспособления, подлежащего проектированию. К заданию прилагается рабочий чертеж детали.

Отдельные положения задания могут быть уточнены руководителем курсового проекта в процессе работы над ним студента.

## 1.3. С о д е р ж а н и е   и   о б ъ е м   к у р с о в о г о п р о е к т а

Курсовой проект состоит из трех частей (разделов): технологической, экономической и конструкторской. В первой части дается техническое обоснование и производится разработка технологического процесса изготовления детали, во-второй - производится экономическое обоснование принятого варианта технологического процесса, в третьей - осуществляется проектирование специального станочного приспособления.

Графические работы включают чертежи детали, заготовки, общего вида приспособления и рабочие чертежи на отдельные его детали.

Графическая часть оформляется на трех-четырех листах (формат 24).

Содержание и ориентировочный объем отдельных частей (разделов) проекта

Содержание разделов проекта	% от полного объема	Ориентировочный объем работ	
		графических (формат 24)	текстовых (формат II)
I	2	3	4
В в е д е н и е			I
I. Разработка технологического процесса изготовления детали.			
I.1. Назначение и краткое техническое описание детали.			I-2
I.2. Конструктивно-технологический анализ детали.	5		I-2
I.3. Выбор и обоснование вида заготовки и способа ее получения.			I-2
I.4. Расчет припусков на обработку и определение размеров заготовки.		0,5-1	2-3
Вычерчивание детали и заготовки	10		
I.5. Установление возможных вариантов плана обработки детали с их краткой характеристикой.	5		3-5
I.6. Детальная разра-			

I	2	3	4
ботка двух вариантов технологического процесса.			
I.6.1. Выбор оборудования			
I.6.2. Выбор режущего инструмента.			
I.6.3. Расчет режимов обработки.			
I.6.4. Нормирование.	20		I2-I6
I.7. Оформление карт технологического процесса.	10		5-7 карт
Всего по разделу I	50	0,5-I.	20-30
2. Экономическое обоснование принятого варианта технологического процесса.	10		5-7
Всего по разделу 2	10		5-7
3. Проектирование специального станочного приспособления.			
3.1. Выбор схемы базирования детали в приспособлении.	5		I-2
3.2. Разработка конструктивных схем приспособления.	5		I-2
3.3. Выполнение расчетов по точности приспособления, по определению усилий закатки детали и необходимых прочностных расчетов	10		3-5

I	2	3	4
3.4. Разработка конструкции приспособления.	15	2,5-3	
3.5. Описание конструкции и работы приспособления.			I-2
3.6. Основные указания по изготовлению, монтажу и безопасной эксплуатации приспособления.	5		
Всего по разделу 3	40	2,5-3	7-13
Всего по проекту	100	3-4	32-50

Текстовые материалы состоят из пояснительной записки и операционных карт технологического процесса. Записку необходимо писать одновременно с разработкой разделов проекта и окончательно оформлять после выполнения всех работ. В записке излагаются основные принципиальные решения, принятые в проекте по отдельным вопросам, даются необходимые пояснения, приводятся инженерные и экономические расчеты, иллюстрируемые схемами, эскизами, графиками. Записка пишется в скатой форме и должна иметь минимум извлечений из различных литературных источников в виде цитат, и максимум собственных выводов, предположений, пояснений, расчетов.

Пишется записка чернилами на одной стороне листа формата II, листы нумеруются. Впереди текста вкладывается задание на проект и пишется содержание, а в конце дается список литературы, на которую имеются ссылки в тексте записки. При составлении списка литературы указываются фамилия и инициалы автора, полное наименование источника, город, издательство и год издания.

Пояснительная записка должна быть написана четким разборчивым почерком и иметь аккуратное внешнее оформление. В конце записки помещаются операционные карты по двум вариантам технологического процесса (для одного - полностью, для второго - только на различающиеся операции).

Образцы выполнения курсовых проектов представлены на стендах в кабинете курсового проектирования кафедры "Производство летательных аппаратов".

#### 1.4. К а л е н д а р н ы й   п л а н   р а б о т ы н а д   к у р с о в ы м   п р о е к т о м , к о н с у л ь т а ц и и   и   к о н т р о л ь з а   в ы п о л н е н и е м   п р о е к т а

Получив задание и ознакомившись с объемом и содержанием работы, студент составляет индивидуальный календарный план выполнения проекта, который включает перечень этапов работы и сроки их выполнения. План является официальным документом, в соответствии с которым студент отчитывается перед руководителем. Конечный срок выполнения курсового проекта устанавливается руководителем в пределах, отводимых учебным планом. Следует помнить, что работа строго по календарному плану гарантирует своевременное и качественное выполнение задания.

Курсовой проект является самостоятельной работой студента, которая базируется на знаниях, полученных им в институте. Вместе с тем, студент имеет право на дополнительные консультации по тем или иным вопросам, при решении которых возникают трудности.

Непосредственное руководство работой студента над проектом осуществляется руководителем курсового проектирования. Последний консультирует студента по всем вопросам разработки отдельных разделов и всего проекта в целом.

Однако, консультации при этом не должны иметь характер "натаскивания" и превратиться в мелочную опеку. Руководитель должен помогать студенту находить правильные решения, подсказывать источники необходимой информации, но не ограничивать его инициативы и самостоятельности. Консультации должны быть построены таким образом, чтобы они повышали творческую активность студента, заставляли его в необходимых случаях пользоваться справочной и специальной литературой. Дни консультаций устанавливаются специальным расписанием, утвержденным заведующим кафедрой.

Существенное значение для планомерной работы студента над курсовым проектом имеет систематический контроль за ходом его



разработки. Руководитель проекта на консультациях в соответствии с календарным планом определяет объем выполняемой работы в процентах. Эти цифры фиксируются руководителем в групповом журнале для сообщения в деканат.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

### 2.1. Конструктивно-технологический анализ заданной детали

Перед разработкой технологического процесса студент должен тщательно ознакомиться с рабочим чертежом детали и техническими требованиями на ее изготовление, иметь ясное представление о конструктивном назначении детали, о ее месте на изделии.

При конструктивно-технологическом анализе детали необходимо обращать внимание на такие факторы, как

конструктивная форма детали;

материал и термообработка;

проставка размеров;

назначение классов точности и шероховатости поверхностей детали;

назначение технических условий (ТУ) на обработку детали.

При анализе технологичности конструкции детали необходимо отметить обоснованность выбора конструктором материала, термообработки, классов точности и шероховатости обработки, правильность проставки размеров. Очень важно отметить, какие можно было бы внести изменения в конструкцию детали, чтобы получить более экономичный процесс ее изготовления при сохранении заданных эксплуатационных качеств. Изменение конструкции детали или технических требований на ее изготовление должно быть обосновано и согласовано с руководителем курсового проектирования. Студент должен представить рабочий чертеж детали с указанием всех необходимых технических требований для ее изготовления.

## 2.2. Выбор вида и определение размеров заготовки

Вид заготовки (пруток, профиль, литье, поковка, штамповка), из которой должна изготавливаться заданная деталь, как правило, указывается в рабочем чертеже детали. В этом случае студент должен дать обоснованное объяснение необходимости использования заготовки именно этого вида. Иногда чертеж детали не содержит каких-либо указаний о виде заготовки. В этом случае необходимо дать обоснованное самостоятельное решение о выборе вида заготовки. Исходными данными для этого являются материал, форма, размеры, а также годовая программа выпуска деталей.

Заготовку следует выбирать такой, чтобы ее конфигурация в наибольшей мере соответствовала форме заданной детали. Это позволит снизить отходы материала и сократить время обработки.

Разработка технологического процесса изготовления заготовки в объем курсового проекта не входит, однако при выборе заготовки необходимо продумать в общих чертах технологию ее изготовления.

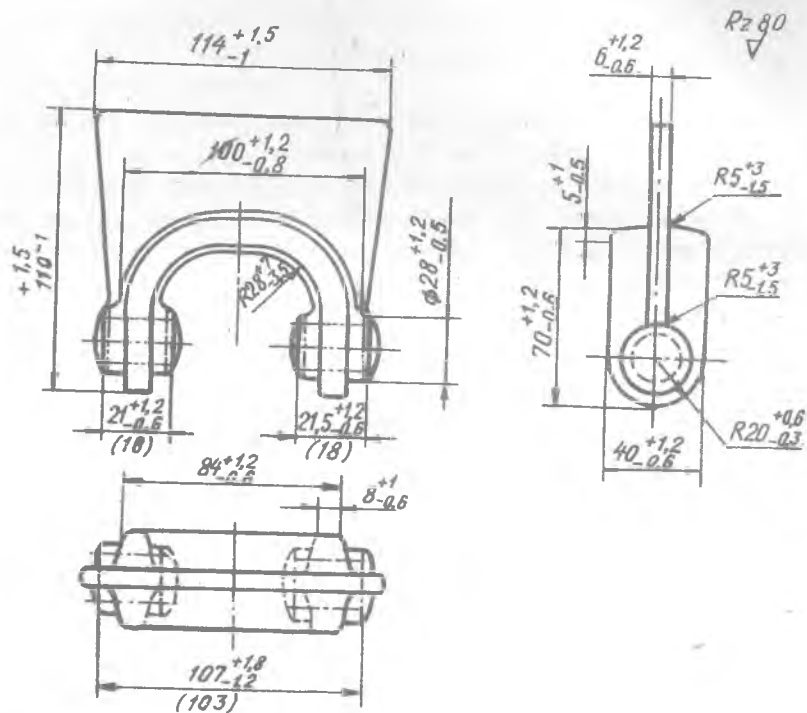
Размеры и форма заготовки должны быть рассчитаны с учетом величины припуска, необходимого для получения заданной шероховатости и точности обрабатываемых поверхностей детали, и допуска на изготовление самой заготовки. Методика определения величины припуска и справочные таблицы допусков на изготовление различных видов заготовок даются в авиационных нормалях [32], [34], [35], РТМ [33] и в справочниках [1], [2], [3], [31].

После того, как окончательно определены вид и размеры заготовки, студент выполняет рабочий чертеж заготовки на листе формата А2 с указанием всех необходимых технических требований.

На чертеже заготовки в том же масштабе следует нанести контуры обрабатываемой детали — это дает возможность наглядного сравнения формы заготовки и детали (рис. 1). Контур детали выполняется условным пунктиром или цветной линией.

Произведя выбор заготовки, следует стремиться к максимальному использованию материала. Рациональность использования материала заготовки определяется соотношением:

$$\gamma = \frac{G_d}{G_z},$$



Р и с. 1. образец оформления чертежа заготовки

где  $\eta$  - коэффициент использования материала заготовки;  
 $G_2$  - вес обработанной детали;  
 $G_3$  - вес заготовки.

При изготовлении деталей из прутков или труб рассчитывается количество заготовок, получаемых из материала различной стандартной длины, определяется коэффициент использования материала и решается вопрос о выборе оптимальной длины полуфабрикатов. Выбор вида заготовок и сортамента материалов можно производить по справочникам [1], [2], [3], [31].

## 2.3. Установление плана обработки

Перед установлением плана обработки детали полезно ознакомиться с типовыми технологическими процессами механической обработки, которые имеются на кафедре, а также с основными принципами проектирования таких процессов [4, с. 125-167], [5, с. 131-144].

При составлении плана обработки следует помнить, что каждый процесс (точение, хонингование и т.д.) обеспечивает соответствующую ему точность и шероховатость поверхности лишь в том случае, если проведена необходимая предварительная подготовка обрабатываемой поверхности. Например, развертывание отверстия позволяет получить второй класс точности и 7-8 классы шероховатости лишь при условии, если отверстие предварительно обработано зенкером и черновой разверткой (см. [2, с. 158-160]).

Экономичные и достижимые классы шероховатости и точности обработки различными методами приведены в табл. I.

Таким образом, выбрав процесс окончательной обработки, можно выбрать необходимые процессы предварительной обработки поверхностей деталей.

При установлении последовательности операций следует руководствоваться следующими общими соображениями:

- 1) В первую очередь надо обработать поверхности деталей, которые являются основными базами для дальнейшей обработки.
- 2) Затем следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наиболее толстый слой металла, так как при этом легче обнаруживаются дефекты заготовки (раковины, включения, трещины и т.п.).
- 3) Операции, при выполнении которых существует вероятность брака из-за дефектов в материале или сложности механической обработки, должны выполняться в начале процесса.
- 4) Далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка каждой последующей поверхности может вызвать искажение ранее обработанной поверхности. Это происходит из-за того, что снятие каждого слоя металла с поверхности детали вызывает перераспределение внутренних напряжений, что приводит к деформации детали.

Таблица I

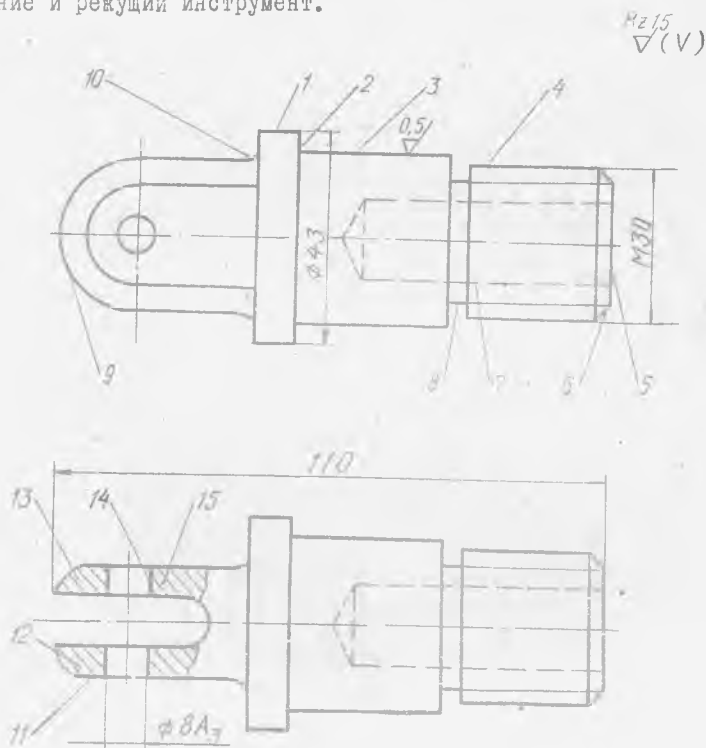
Экономичные и достижимые классы точности и шероховатости поверхностей при различных методах механической обработки

Вид обработки	Параметры шероховатости, мкм							Классы шероховатости в зависимости от материала детали					Классы точности	
	Rz	Ra		Rz	Ra	Rz	Ra	Неметаллические материалы	Легкие сплавы	Латунь, бронза	Сталь	Экономичные	Высокие	
		4-0-20	2,5-1,25											1,25-0,63
Сверление до φ15	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	4-6	5-6	4-6	7-4	003	
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	4-5	3-4	7-4	003		
Зенкеробан.	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	5-6	5-6	5-6	5-6	7-3	002	
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4	4	4	4	7-5		
Цилиндрической	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	5-6	5-6	5-6	7-4			
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲				7	3	2a	
торцевые	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4	4	4	4	7-5		
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	5-6	5-7	5-7	7-5			
Фрезерованные	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	7	7-9	7-8	5	2a		
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	5-6	4-5	4-5	7-5			
Наружное точение	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	5-6	5-7	5-7	5-2			
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	4	4	7-5			
Внутреннее точение	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	4	4	4	7-5		
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	5-7	5-7	5-2			
Растачивание	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	4-5	4-5	4-5			
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	7-8	7-9	7-8	2	001		
Подрезка торцев	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	4-5	4-5	4-5			
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	4-6	6-7	6-7	6-7			
Шабрение	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	8	8-9	8-9	8-9			
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	5-7	5-7	5-7	5-7			



5) Поверхности, которые должны быть наиболее точными и чистыми, должны обрабатываться последними. Этим исключается или уменьшается возможность изменения размеров и повреждения окончательно обработанных поверхностей. Если такие поверхности были обработаны ранее и потом выполнялись другие операции, то их обрабатывают повторно для окончательной отделки.

В плане обработки указывается последовательность выполнения технологических операций, начиная от черновой обработки заготовки и кончая контролем готовой детали. По каждой операции устанавливается метод обработки, используемое оборудование, приспособление и режущий инструмент.



Р и с. 2. Эскиз к плану обработки вильчатого болта (цифрами обозначены номера обрабатываемых поверхностей)

Любая деталь может быть получена различными методами механической обработки; могут быть применены различные виды оборудования, различные приспособления (универсальные или специальные), различные виды инструментов (универсальные, специальные, из разных материалов), могут быть различные виды заготовок (прутки, поковки, штамповки, разной точности отливки).

Студент на основе знаний технологии, станочного оборудования, приспособлений и инструментов должен составить несколько вариантов плана обработки. Все они должны обеспечивать необходимое качество деталей, но с экономической точки зрения (производительности, стоимости) будут различны. Сравнить их по этим характеристикам можно только разработав подробно процесс, назначив режимы и рассчитав норму времени. Студент предлагает несколько вариантов процесса и дает общую словесную оценку каждого (достоинства и недостатки). Затем по согласованию с руководителем выбирается два варианта процесса, которые подробно разрабатываются и сравниваются по технологической себестоимости. В плане обработки указывается только вид заготовки, наименование операций, оборудование, приспособления и инструменты. Например, для вильчатого болта (рис. 2) могут быть предложены варианты изготовления указанные в табл. 2. Могут быть и другие варианты, в частности, если заготовку получить на высадочном прессе (штамповкой).

#### 2.4. Детальная разработка и оформление технологического процесса

В соответствии с выбранными для детальной разработки двумя вариантами технологического процесса производят по каталогам выбор оборудования и инструментов, необходимых для выполнения всех операций и переходов. Затем определяют режимы обработки, корректируют их в соответствии с паспортными данными выбранного оборудования и нормируют все переходы и операции технологического процесса.

При назначении операций и переходов рекомендуется ознакомиться с терминологией механических операций и классификатором



Варианты изготовления

№№ п/п	Операции	I вариант		Инструмент
		Станок	Приспособ- ление	
<u>Из штучной круглой заготовки</u>				
1	Токарная обработка по- верхностей 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Токарно- винторезный	3-х кулач- ковый пат- рон	Набор резцов
2	Нарезание резьбы М30	-"-	-"-	Резьбовой резец
3	Фрезерование поверхнос- тей 11, 12, 13, 15	Горизонт. фрезери.	Одноместное приспособ- ление	Набор фрез
4	Сверление отверстия (поверхность 14)	Вертик. сверлильн.	Кондуктор с ручным зажимом	Сверло
5	Шлифование поверхнос- ти 3	Кругло- шлифов.	Универс.	Универс.
6	Развертывание отверс- тия $\varnothing 8A_3$	Вручную		Комплект разверток

переходов по справочнику Г.А. Долматовского [I] (с. 475 - 492). По этому справочнику можно выбрать режущий инструмент (с. 556-833), измерительный инструмент (с. 1145-1206), определить режимы резания (с. 834-1100) и подсчитать основное (технологическое) время (с. 1101-1144). Можно использовать и другие нормативные справочники [36-47].

Специальность и разряд рабочих определяют по тарифно-квалификационным справочникам.

На каждую операцию технологического процесса изготовления детали заполняется бланк операционной карты, отпечатанный типографским способом. На карте выполняется операционный эскиз, поз-








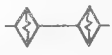
















детали "вильчатый болт"













2 вариант			3 вариант		
Станок	Приспособ- ление	Инстру- мент	Станок	Приспособ- ление	Инстру- мент
<u>Из прутка</u>			<u>Из прутка</u>		
Токарно- револьв.	Универс.	Универс., фасонный резец	Одно- шпинд., автомат	Универс.	Универс., фасонный резец
"-"	"-"	Плашка	"-"	"-"	Резьбонаре- зная голов- ка
Горизонт.- фрез.	Многомест- ное приспособ- ление	Набор фрез	Вертик. фрезерн.	Поворотн. многомест. приспособ.	Набор фрез
Вертик. сверлильн.	Кондуктор с автом. зажимом	Сверло	По 2-му варианту		
Безцентро- во-шлиф.	Универс.	Универс.	По I или 2-му варианту		
Вертик. сверлильн.	Тиски со спец. губками	Машин. разверт.	По I или 2-му варианту		

волящий рабочему выполнять операцию, не прибегая к подробному разбору размеров на чертеже и подсчету мекоперационных размеров. Изготавливаемая деталь должна быть изображена на эскизе в рабочем положении, т.е. так, как она устанавливается на станке. На эскизе дается одна или несколько проекций детали, позволяющих обозначить способ ее закрепления, точки приложения усилий прижимов и положение режущего инструмента относительно обрабатываемых поверхностей.

Условные обозначения опор и зажимов, применяемых в операционных эскизах для обозначения опорных точек и прижимов, показаны в табл. 3 и 4 (ГОСТ 3.1107-73). В табл. 5 и 6 показаны примеры нанесения знаков базирования изделия и примеры выполнения схем











## Условные обозначения опор

Наименование	Обозначение	
	Вид спереди	Вид сверху
Опоры подвижные, установочно-зажимные устройства, патроны		
Центры вращающиеся		
Центры плавающие		
Опоры регулируемые, самоустанавливающиеся подводимые, одиночные		
Опоры заблокированные		
Опоры призматического типа		
Опоры плавающие		
Патроны двух-, трех-, и четырехлапчатые, цанговые, оправки разжимные		
Патроны шариковые, роликовые		
Патроны поводковые		
Люнеты		
Опоры неподвижные		
Центры гладкие		
Центры рифленные		



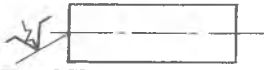
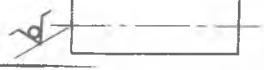
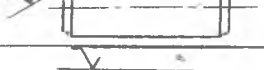
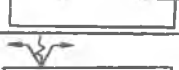




Наименование	Обозначение	
	Вид спереди	Вид сверху
Штыри, пальцы пластины		
Оправки цилиндрические		
Оправки конические		
Опоры призматического типа		
Люнеты		
Опоры съемные		

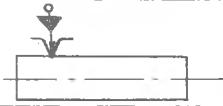
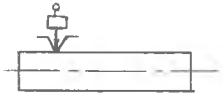
Т а б л и ц а 4

Условные обозначения зажимов

Наименование	Обозначение	
	Вид спереди	Вид сверху
Зажим одиночный (механический)		
Зажим заблокированный двойной (механический)		
Зажим гидравлический		
Зажим пневматический		
Зажим магнитный и электромагнитный		

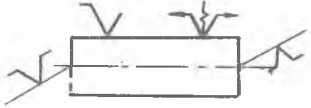
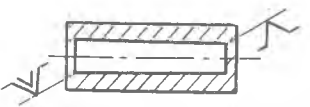


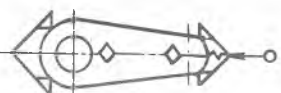
Примеры нанесения знаков базирования изделий

Наименование	Примеры нанесения знаков базирования
Центр гладкий	
Центр рифленый	
Центр плавающий	
Центр вращающийся	
Центр обратный	
Патрон поводковый	
Люнет подвижный	
Люнет неподвижный	
Патрон двух-, трех- и четырехкулачковый	
Патрон пневматический	

Наименование	Примеры нанесения знаков базирования
Патрон гидравлический	
Патрон магнитный и электромагнитный	

Т а б л и ц а 6

Примеры выполнения схем установок изделий

Описание способа установки	Схема обозначения
С упорным и вращающимся центрами, в поводковом патроне и в подвижном люнете	
С рифленным и упорным центрами	
С упорным и плавающим центрами, в поводковом патроне и в неподвижном люнете	
В тисках с опорой на плоскость	
В призмах с опорой на плоскость	

Описание способа установки	Схема обозначения
На разжимной цилиндрической оправке с упором в торец	
На гидравлической оправке с упором в торец	
На резьбовой оправке с упором в торец	
На шлицевой оправке с упором в торец	

установок изделий. На операционном эскизе указываются также выдерживаемые размеры и шероховатость обрабатываемых поверхностей, которые пронумеровываются. Номера обрабатываемых поверхностей проставляются на эскизе обязательно в последовательном порядке по часовой стрелке; при этом желательно располагать их по горизонтальным и вертикальным линиям, не допуская пересечения выносных линий. Нумерация поверхностей в каждой операции начинается с первого номера.

На эскизе проставляются только те размеры и технические условия, которые получаются в результате обработки и требуются для контроля данной операции. Допуски на размеры указываются в буквенном и числовом выражении. Числовые величины допусков рекомендуется проставлять в скобках, например  $20A(+0,023)$ .

Запись переходов должна быть краткая и ясная, глагол в тексте должен стоять в неопределенной форме (точить, фрезеровать, сверлить и т.д.). Числовые размеры, указанные на операционном

эскизе, в тексте не повторяются. Промежуточные размеры, не указанные на эскизе, записываются в тексте. Например:

1. Обточить поверхность I до  $\varnothing 31,5$  на длину 48 (запись перехода промежуточной обработки поверхности I).
2. Обточить поверхность I (запись перехода чистовой обработки поверхности I в соответствии с размерами, указанными на операционном эскизе).

Переходы нумеруются арабскими цифрами в порядке их технологической последовательности и начинаются в каждой операции с первого номера.

При сложных многоинструментальных переходах каждый отдельный элемент перехода записывается в своей строке под номером данного перехода с добавлением порядковой буквы алфавита (Ia, Ib, Ic и т.д.).

Установки обозначаются заглавными буквами русского алфавита (А. Установить и снять). Переустановки деталей, происходящие в течение операции, обозначаются порядковыми буквами (Б, В и т.д.) и записываются после соответствующих (последних) переходов предыдущих установок. При наличии ряда позиций для данного станова (например, фрезеровании четырех пазов, расположенных по окружности под углом  $90^\circ$ ) после записи станова указывается номер позиции и выполняемые в этой позиции переходы. Далее в последовательном порядке записываются остальные позиции и соответствующие им переходы. Если при этом перемещение детали в каждую позицию и соответствующие им переходы совершенно одинаковы, то после записи первой позиции и соответствующих ей переходов указывается, сколько раз они повторяются.

Контрольной операции присваивается номер данной операции с добавлением буквы К. При записи контрольной операции можно ограничиться указанием о проведении контроля согласно эскизу и установлением процента контролируемых деталей. Например, КК. Контрольная. Проверить у 25% деталей размеры и шероховатость обработки согласно эскизу.

Для режущего инструмента дается его название, размер, материал, из которого он сделан, а для нормального инструмента дополнительно указывается шифр или номер ГОСТа по каталогу. Например, резец подрезной - I6x25xI50 - Т15К6. Для измерительного инструмента указывается его наименование и основные размеры (напри-



мер, скоба предельная  $25C_3$ ; микрометр 25-50), а для вспомогательного — наименование (оправка, резцедержавка, зажимная втулка и т.д.). В случае использования специального приспособления дается его название и шифр (или чертежный номер).

Расчетная длина обработки складывается из длины обрабатываемой поверхности (определяется по эскизу или расчетом), величины врезания и выхода (перебега) инструмента. В случае обработки в многоместных приспособлениях последовательного типа в соответствующую графу операционной карты записывают расчетную длину обработки, отнесенную к одной детали. Нормы времени указываются до тысячных долей минуты.

Текст операционных карт должен быть написан чернилами чертовым шрифтом, эскиз выполняется карандашом. Пример оформления операционной карты механической обработки детали типа фланец показан на рис. 3.

При разработке технологического процесса обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо составить расчетно-технологическую карту в виде графического изображения траектории движения инструмента со всеми необходимыми пояснениями и расчетными размерами [49, 50, 51, 52] и рассчитать числовую управляющую программу автоматической работы станка ручным методом [51] или с помощью ЭВМ [49].

После того, как выбраны станки, приспособления и инструмент, рассчитаны размеры обработки для всех переходов рассчитываются режимы обработки и нормы основного и вспомогательного времени, а также штучно-калькуляционное время на операцию. Перед расчетом нормы выбирается партия запуска. Количество деталей в партии можно определить по формуле

$$n = \frac{T_{пз}}{\alpha T_{шт}}$$

- где  $T_{пз}$  — суммарное подготовительно-заключительное время по всем операциям механической обработки;
- $T_{шт}$  — суммарное штучное время по всем операциям;
- $\alpha$  — зависит от масштабов производства и берется для мелкосерийного производства  $\alpha = 0,2 - 0,3$ ;
- серийного  $\alpha = 0,1 - 0,2$ ;
- крупносерийного  $\alpha = 0,05 - 0,1$ .



Обычно количество деталей в партии округляют так, чтобы оно равнялось целодневной программе (на 1, 2, 5, 10 дней).

Количество деталей в партии можно определять и иначе, исходя из годовой программы выпуска данных деталей и времени обработки данной партии деталей, пользуясь формулой

$$n = \frac{N}{\Phi_{\lambda}} T_n,$$

где  $N$  - годовая программа выпуска данных деталей;

$T_n$  - число дней, на которое необходимо иметь запас деталей на складе;

$\Phi_{\lambda}$  - число рабочих дней в году (календарный фонд работы завода в днях).

Величину  $T_n$  обычно определяют исходя из стойкости инструмента или задают его, руководствуясь общей организацией работы цеха. В практике работы серийных заводов время  $T_n$  принимают равным 5 или 10 дням (при 5-ти дневной рабочей неделе). При этом количество переналадок оборудования в течение года при выполнении заданной программы определяется по формуле

$$\tau = \frac{N}{n}.$$

В пояснительной записке не следует приводить подробного расчета режимов и норм времени по всем операциям. Достаточно дать в качестве примера такой расчет с указанием таблиц нормативов для нескольких типовых операций - токарной, фрезерной, сверлильной, шлифовальной.

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОЦЕССА

Сравнение экономической эффективности вариантов процесса ведут по технологической себестоимости детали. Техническая себестоимость детали по одной операции или по всему процессу определяется по формуле

$$C_{т.с} = M + Z + Э_0 + A_0 + П + И + Н,$$

где  $M$  - стоимость основного материала или полуфабриката;

$Z$  - заработная плата станочника с начислениями;

$Z_0$  - расходы по эксплуатации оборудования;

$A_0$  - амортизация оборудования;

$\Pi$  - расходы на приспособления;

$И$  - расходы на инструменты;

$Н$  - заработная плата наладчиков.

В книге С.А. Тиллеса [6] приведены формулы для расчета указанных составляющих технологической себестоимости и необходимые справочные данные. Формулы приводятся и в других учебных пособиях [5], а справочные данные в каталогах и справочниках.

Суммарные расходы, составляющие технологическую себестоимость изготовления одной детали или всей годовой программы деталей, можно разделить на две различных группы.

Переменные расходы  $A$  - это стоимость материала, зарплата производственных рабочих, эксплуатация и амортизация оборудования, универсальных приспособлений и инструментов. Все эти расходы изменяются пропорционально объему выпускаемой продукции. Постоянные расходы  $B$ , не зависящие от программы, - это расходы на специальные приспособления, специальный инструмент и расходы на наладку станков. Эти расходы имеют место перед началом выпуска продукции и в дальнейшем они могут возобновляться через определенные промежутки времени.

Технологическая себестоимость одной детали выразится формулой

$$C_{т.дет} = A + \frac{B}{N},$$

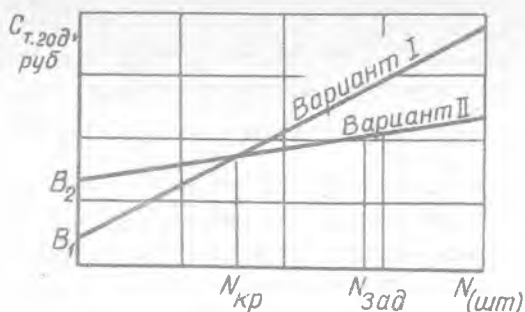
а себестоимость годовой программы

$$C_{т.год} = AN + B.$$

Последнее уравнение выражает в координатах  $C_{т.год}$  и  $N$  прямую линию. Вычислив для каждого варианта значения  $A_1, B_1$  и  $A_2, B_2$ , строят график (рис. 4).

Пересечение прямых дает критическую программу, при которой годовая себестоимость по обоим вариантам одинакова. Она определяется соотношением

$$N_{кр} = \frac{B_2 - B_1}{A_1 - A_2}.$$



Р и с. 4. График сравнения вариантов технологических процессов обработки детали

Для удобства проведения и проверки расчетов их сводят в таблицы. Сначала делается сводка трудоемкостей по разрядам для двух вариантов (табл. 7). Затем рассчитываются по соответствующим формулам все необходимые показатели (табл. 8).

Т а б л и ц а 7

Сводка трудоемкостей по разрядам

I вариант		2 вариант	
№ операции	Т шт.	Разряд	№ операции
		Разряд	Т шт.

Итого:

2 разряд -  
3 разряд -  
4 разряд -

Итого:

2 разряд -  
3 разряд -  
4 разряд -

Сводная таблица показателей

Показатели		I вариант	2 вариант
Переменные	Стоимость материалов		
	Заработная плата		
	Эксплуатация и амортизация оборудования		
	Расходы на приспособления		
	Расходы по инструменту		
Итого $A$ , руб.		$A_1 =$	$A_2 =$
Постоянные	Годовые расходы на спец. оснастку		
	Годовые расходы на спец. инструмент		
	Годовые расходы на наладку		
Итого $B$ , руб.		$B_1 =$	$B_2 =$

Таким образом, устанавливается наиболее экономичный вариант процесса. Для окончательного выбора необходимо проанализировать процессы с точки зрения таких показателей, как производительность труда, степень механизации (количество ручных работ).

Если уменьшение себестоимости при данном варианте получается за счет применения значительно более дорогостоящих оборудования, приспособлений и инструментов (особенно специальных), то необходимо сделать расчет эффективности капиталовложений, т.е. рассчитать срок окупаемости капиталовложений. Методика такого расчета изложена в учебнике [5].

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

##### 4.1. Ознакомление с существующими конструкциями приспособлений, аналогичных заданному

По станочным приспособлениям имеется большое количество литературных источников, где приведены описания конструкций приспособлений, их элементы, методики проектных расчетов для различного рода приспособлений (токарных, фрезерных, сверлильных и др.). Приступая к выполнению этой части проекта, студент должен подобрать литературу по аналогичным приспособлениям и тщательно ее проработать, ознакомиться с описаниями компоновок и отдельных элементов, с теоретическими расчетами. Чем больше конструкций будет проработано, тем технически грамотнее будет принятое собственное решение.

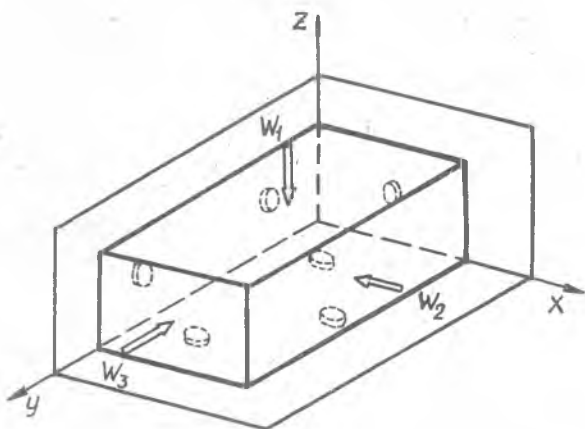
Список литературы приведен в конце данного учебного пособия. Надо использовать и те сведения об аналогичных приспособлениях, которые были изучены на практике.

##### 4.2. Базирование деталей в приспособлении. Составление конструктивных схем

Одним из существующих вопросов проектирования специального станочного приспособления является базирование в нем заготовки, подлежащей обработке.

Как и любое твердое тело, заготовка обладает шестью степенями свободы в пространстве — линейными перемещениями по трем взаимно-перпендикулярным осям и вращениями относительно этих осей. На этой основе сформулировано "правило шести точек", которым следует руководствоваться при разработке схемы установки и закрепления заготовки в приспособлении. Правило шести точек формулируется так: для устойчивого положения заготовки в приспособ-

соблении необходимо иметь шесть жестких опорных точек: три — в основной установочной плоскости, две — в направляющей плоскости и одну — в упорной. Если к этим шести точкам заготовка будет прижата зажимами, то она окажется лишенной всех степеней свободы. При этом зажимы должны быть свободными (точечными). На рис. 5 показана схема базирования заготовки по плоским поверхностям.



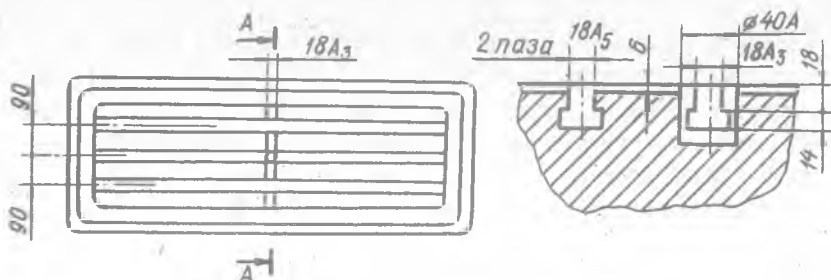
Р и с. 5. Схема базирования заготовки по плоским поверхностям ( $W_1$ ;  $W_2$ ;  $W_3$  — силы зажима)

При проектировании приспособления, применяемого на фрезерных станках с ЧПУ, необходимо обеспечить не только полное базирование заготовки, но и полную ориентацию приспособления относительно установочных поверхностей станка [48], [51].

Поскольку станки с ЧПУ в основном применяют в мелкосерийном производстве, для сокращения времени их простоя, связанного с подготовительно-заключительным временем, необходимо предусматривать быструю установку и закрепление приспособлений на столе станка. Для полной ориентации приспособлений на столах некоторых станков предусмотрены поперечные пазы и отверстия. Например, столы вертикально-фрезерно-консольных станков с ЧПУ моделей 6Н13Ф3-1, 6Н13Ф3-2, 6Р13Ф3-1, 6Р13Ф3-2 и 6Р13РФ3 имеют поперечный паз и центральное отверстие (рис. 6).

При установке приспособлений на столах станков, имеющих только продольные пазы, приспособления ориентируют по пазу стан-





Р и с. 6. Стол фрезерного станка с поперечным пазом и отверстием

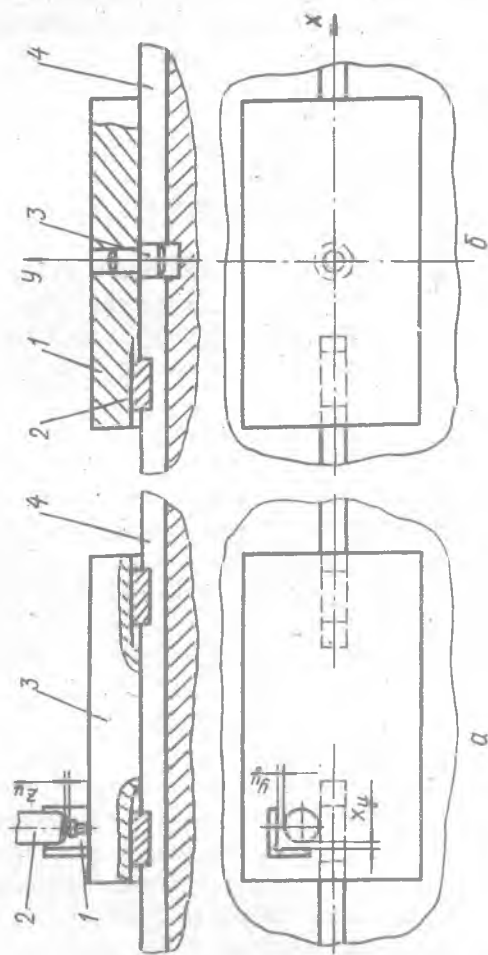
ка посредством цилиндрических (по ГОСТ I4739-69) или призматических (по ГОСТ I4737-69) шпонок.

Установка инструмента в исходную точку производится под щуп с помощью установов, закрепленных на корпусе приспособления (рис. 7,а).

При установке приспособлений на столах станков, имеющих центральное отверстие и продольный паз (рис. 7,б), в приспособлениях предусматривают штырь и шпонку либо два штыря при фиксации приспособления по отверстию и пазу. При фиксации приспособлений по продольному и поперечному пазу применяют обычно три штыря или три шпонки.

Распространенным способом ориентации приспособлений является увязка их с помощью координатной плиты, имеющей базовые (гладкие) и резьбовые отверстия для крепления детали или приспособления, расположенные в шахматном порядке. Гладкие отверстия нумеруются, к резьбовым отверстиям есть набор шпилек, болтов, шайб и планок для крепления. На приспособлении сверлят отверстия, совпадающие с отверстиями на координатной плите, и указывают их номер. Такое приспособление быстро устанавливается на координатную плиту с помощью фиксирующих штырей и жестко закрепляется болтами.

Конструктивная схема приспособления представляет собою схематическую компоновку приспособления, на которой указываются основные элементы - базисные опорные элементы, расположение и схема зажимов, приводов, схематическое изображение корпуса. Такие схемы удобно делать на миллиметровке в нескольких вариантах. Для них проводятся расчеты погрешностей базировки, усилий резания



Р и с. 7. Установка приспособлений на столе станка: а) по устройству;  
 1 - установ; 2 - фреза; 3 - корпус приспособления; 4 - стол станка;  
 б) по отверстию и пазу; 1 - корпус приспособления; 2 - шпонка;  
 3 - штырь; 4 - стол станка

и необходимых усилий зажима, что в дальнейшем используют для прочностных расчетов зажимных элементов.

Конструктивные схемы приспособлений представляются руководителю и после утверждения одной из них проводится дальнейшая конструктивная разработка общего вида приспособления и его детализовка.

#### 4.3. Разработка и оформление чертежа общего вида приспособления и детализовки

Разработку общего вида приспособления начинают с нанесения на лист контуров заготовки. В зависимости от сложности схемы приспособления вычерчивается две или три проекции заготовки, которые должны быть удалены друг от друга на достаточное расстояние.

Разработку общего вида ведут методом последовательного нанесения отдельных элементов приспособления вокруг контуров заготовки. Сначала вычерчивают установочные детали (опоры), затем зажимные устройства, детали для направления инструмента и вспомогательные устройства. Вслед за этим определяют контуры корпуса приспособления, который объединяет в единое целое перечисленные выше элементы.

Приспособление на сборочном чертеже вычерчивают в рабочем положении с закрепленной в нем обрабатываемой деталью так, как оно расположено на станке (вид со стороны рабочего места). Контур детали изображается обычно цветным карандашом, причем деталь условно считается прозрачной. Контур обрабатывающего инструмента наносится штрих-пунктирными линиями. Указываются также направления подачи и движения инструмента. Предварительно разработанный общий вид приспособления в эскизных чертежах упрощает размещение проекций и разрезов на поле сборочного чертежа. Приспособление изображают в необходимом количестве проекций и дополнительных разрезов, дающих ясное представление о принципе действия, взаимном расположении и способах соединения всех его деталей.

Все чертежи обычно выполняются в масштабе 1:1. Если для приспособления принять иной масштаб изображения, то рекомендуется отдельные узлы вычерчивать в натуральную величину.

На сборочном чертеже проставляют следующие размеры:  
габаритные, определяющие размеры приспособления;  
размеры, которые пригоняют или регулируют, а затем проверяют в процессе сборки;

размеры посадочного места, связанного со станком;

размеры посадочных мест установочных элементов под обрабатываемую деталь;

размеры отверстий кондукторных втулок и размеры, определяющие их расположение;

координаты установка на фрезерных приспособлениях;

размеры шупа, а также другие основные размеры, по которым можно проверять пригодность приспособления к эксплуатации.

Точность изготовления приспособления наряду с выдерживанием допусков на размеры деталей достигается их совместной обработкой или пригонкой.

Сборочный чертеж должен содержать все необходимые данные для сборки приспособления (технические требования), которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Необходимые технические требования к приспособлению помещают в виде надписи в правой части чертежа или в виде размеров с примечаниями на поле чертежа (ГОСТ 2.316-68). Чаще всего указывают следующие технические требования:

1. Способ обработки отверстий (например, под штифты) в разных деталях приспособления для обеспечения их точного совмещения. Здесь же даются все необходимые указания — координаты расположения, количество отверстий, размеры, точность, шероховатость.

2. Данные о компенсации замыкающего звена размерной цепи, предусматривающей установку компенсаторов в виде шайб или прокладок. Например, "Пригнать за счет подбора прокладок, обеспечить . . .," далее оговаривается необходимая точность пригонки.

3. Диапазоны регулировок регулирующих устройств (если таковые имеются) и точность регулировки.

4. Рабочие давления и диапазон их изменения в гидropневмосистемах приспособлений.

5. Указания на способ выполнения неразъемных соединений (сварка, пайка и т. д.).

6. Способ и содержание маркировки приспособления (обычно маркируют номер приспособления, шифр обрабатываемой детали, размеры отверстий кондукторных втулок по ГОСТ 2.314-68).

#### 4.4. Назначение допусков и посадок<sup>ж</sup>

Специальные станочные приспособления изготавливают, как правило, в небольших количествах, что не требует взаимозаменяемых деталей. Необходимая точность их, за исключением нижесказанных случаев, достигается методом пригонки или установки компенсаторов. При этом отпадает необходимость в расчете размерных цепей и назначении жестких допусков, в связи с чем уменьшается трудоемкость проектирования и изготовления приспособлений и их стоимость. На большинство размеров допуски не проставляются, считая эти размеры свободными.

Проставление размеров с допусками на чертежах приспособлений обязательно в следующих случаях:

1. Когда точность размеров приспособления определяет точность размеров обрабатываемой детали. К таким размерам относятся, например, расстояния, координирующие положение установочных элементов, межцентровые расстояния кондукторных втулок и т.п. Величины допусков определяют соответствующими расчетами на точность.

2. Для обеспечения посадок обрабатываемых деталей на установочные элементы - фиксирующие пальцы, отверстия, пазы и т.п. В этих случаях обычно выбирают подвижные посадки с зазором - движения или ходовые. Класс точности выбирают на основании расчетов в зависимости от требуемой точности установки. При определении класса точности необходимо иметь в виду, что установочные детали подвержены износу.

3. Для обеспечения точности направления инструмента. В этом случае допуски проставляют на отверстия кондукторных втулок, на расположение установок для фрез и т.п. Величины допусков определяют соответствующими расчетами на точность.

4. На посадочном месте, связывающие специальное приспособление со станком или универсальным приспособлением: на отверстия

<sup>ж</sup> В главе использовались материалы П.И.Ковалева.

в планшайбах для посадки на шпindel; на посадочные места оправок; на размеры сухарей к станочным пазам. Величины допусков для обеспечения необходимой посадки берут из нормативных материалов. Размеры посадочных мест без допусков с указанием соответствующей пригонки допускаются лишь в исключительных случаях.

5. Для обеспечения подвижных посадок деталей самого приспособления - валиков, ползунов, осей шарниров и других перемещающихся деталей. Посадки и класс точности выбирают в зависимости от эксплуатационных условий и требуемой точности.

6. Для обеспечения неподвижных посадок деталей приспособления (установочных пальцев, втулок и т.п.). В наиболее ответственных случаях применяют неподвижные посадки 2-го класса точности, а в менее ответственных - прессовые посадки 3-го класса точности.

7. На сменные детали приспособления, применяемого на нескольких операциях, или при замене их в связи с быстрым износом. В этом случае допуски проставляют из условий обеспечения взаимозаменяемости.

Деталировочные чертежи выполняются на основные детали приспособления. Среди них должны быть обязательно детали, требующие взаимной увязки. Если детали, на которые имеются ГОСТ и нормали, используются в конструкции приспособления без доработки, то на них деталировочные чертежи не выполняются.

При вычерчивании общего вида приспособления и рабочих чертежей деталей необходимо установить допуски на размеры отдельных элементов приспособления. По точности выполнения эти размеры можно разбить на три группы.

К первой группе относятся размеры тех сопряжений, от которых зависит точность выполняемой обработки (например, расстояние между осями кондукторных втулок сверлильного приспособления; неточность этого размера непосредственно влияет на расстояние между осями просверленных в заготовке отверстий). К первой группе относятся также размеры установочных элементов, от точности выполнения которых зависит положение заготовки в приспособлении.

Ко второй группе относятся размеры тех сопряжений, от погрешностей которых точность обработки не зависит (например, размеры сопряжений зажимных устройств, выталкивателей и других вспомогательных механизмов).

К третьей группе относятся свободные размеры обработанных и необработанных (черных) поверхностей.

Допуски на размеры первой группы обычно берут в 2-3 раза меньшими допусков на размеры, выдерживаемые при обработке, но не ниже 2-3 класса точности.

Допуски на размеры второй группы назначаются в зависимости от функционального назначения механизма, а также от характера и условий работы рассматриваемого сопряжения. Обычно здесь допуски берут по 2-3 классам точности.

Свободные размеры приспособлений выполняют по 7 классу точности для обработанных и по 9 классу - для необработанных поверхностей.

Допуски на чертежах приспособления обычно проставляют в числовом выражении. Для удобства использования калибров рекомендуется по нормальному диаметру наряду с числовым выражением указывать его буквенное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.307-68.

Предельные отклонения размеров относительно низкой точности, многократно повторяющихся на чертеже, непосредственно после номинальных размеров не наносят, а в технических требованиях делают, например, такую запись: "Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих - по  $A_7$ , охватываемых - по  $B_7$ , межцентровых расстояний -  $\pm 0,2$ , прочих -  $\pm I/2$  допуска 9-го класса".

На чертежах деталей приспособления оговаривают требования к шероховатости поверхностей по ГОСТ 2.309-73 и ГОСТ 2.789-73. Шероховатость поверхностей назначают с учетом условий работы детали, характера посадки, точности отдельных ее размеров и производственных возможностей цеха. Без особой необходимости не следует завышать требования к шероховатости обрабатываемых поверхностей, так как это приводит к излишнему удорожанию приспособления.

На чертежах деталей приспособления, подвергаемых термической обработке, приводят показатели свойств материалов, полученные в результате термообработки, осуществленной в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.310-68. Глубину цементации и твердость после термообработки на чертежах в технических требованиях указывают условно предельными значениями "от ... до," например: " $H$  07 ... 0,9; HRC 42 ... 46".

Для защиты от коррозии и получения хорошего внешнего вида детали некоторых приспособлений оксидируют, хромируют, цинкуют, окрашивают в различные цвета и подвергают другим видам отделки.

Правила нанесения на чертежи обозначений покрытий установлены ГОСТ 2.310-68; 9791-68; 9894-61.

Рекомендуемые посадки и шероховатость поверхностей для различных деталей приспособлений приведены в табл. 9.

Т а б л и ц а 9

Рекомендуемые посадки и шероховатость поверхностей для деталей приспособлений

Наименование деталей и их поверхностей	Посадка	Шероховатость поверхности
Хвостовики установочных пальцев и постоянных опор, диаметры контрольных штифтов, наружные диаметры втулок подшипников, наружные диаметры кондукторных втулок и других подобных деталей.	Пл. Г	1,0/√ ... 0,5/√
Наружные диаметры центрирующих проточек планшайб и корпусов, посадочные места на валах под шестерни, кулачки, шкивы и другие детали, требующие точного центрирования и сравнительно легкой разборки.	Н	1,0/√ ... 0,5/√
Наружные диаметры хвостовиков сменных установочных пальцев и других сменных деталей.	П	1,0/√ ... 0,5/√
Диаметры осей точных шарниров, плоскости откидных крышек и ползунов, требующих повышенной точности направления, направляющие плоскости кулачков патронов, наружные диаметры сменных и быстросменных кондукторных втулок.	С	1,0/√ ... 0,5/√
Цапфы шпинделей в подшипниках скольжения для точных декартовых и поворотных устройств, наружные диаметры точных, подвижных фиксаторов, направля-	Д	1,0/√ ... 0,5/√



Наименование деталей и их поверхностей	Посадка	Шероховатость поверхности
щие поверхности ползунов и других деталей, требующих точного и легкого перемещения.		
Цапфы валов подшипников скольжения передач повышенной точности, диаметры пальцев цилиндрических фиксаторов делительных устройств средней точности.	X	1,0/√ ... 0,5/√
Отверстия и пазы для деталей с посадками по 2-му классу точности.	A	1,0/√ ... 0,5/√
Посадочные диаметры упорных штифтов, посадочные диаметры ножек, цапфы для посадки маховичков и рукояток.	Pr <sub>13</sub>	2,0/√ ... 1,0/√
Отверстия и пазы для деталей с посадками по 3-му классу точности.	A <sub>3</sub>	2,0/√ ... 1,0/√
Диаметры осей качающихся прижимов и рычагов зажимных устройств.	C <sub>4</sub>	2,5/√ ... 1,5/√
Головки винтов, плоскости "под ключ"	C <sub>5</sub>	—
Отверстия кондукторных втулок (характер посадки выбирается в зависимости от требуемой точности направления).	C, D, X	0,5/√ ... 0,25/√
Наружные диаметры отверстий установочных элементов, связанных с центрированием обрабатываемых деталей.	D	0,5/√ ... 0,25/√
Поверхности пят прижимов.	—	2,0/√ ... 1,0/√
Поверхности гладких рукояток.	—	2,0/√ ... 1,0/√
Рабочие поверхности эксцентриков, кулачков и соприкасающихся с ними деталей.	—	1,0/√ ... 0,5/√
Расточки пневматических цилиндров.	—	1,0/√ ... 0,5/√
Конусные поверхности цапг.	—	0,5/√

Наименование деталей и их поверхностей	Посадка	Шероховатость повер.
Рабочие поверхности опор, опорных пластин и призм.	—	0,5 ✓
Измерительные поверхности деталей контрольных приспособлений.	—	0,1 0,03 ✓ . . . ✓

## Л и т е р а т у р а

1. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. М., Машгиз, 1962.
2. Справочник технолога машиностроителя. М., Машгиз, 1963.
3. Справочник металлиста. М., Машиностроение, 1965.
4. Егоров М.Е. и др. Технология машиностроения. М., Высшая школа, 1965.
5. Абибов А.Л. и др. Технология самолетостроения. М., Машиностроение, 1970.
6. Тиллес С.А. Экономика технологических процессов механической обработки. М., Машиностроение, 1964.
7. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. М., Оборонгиз, 1963.
8. Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки. Лениздат, 1969.
9. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М., Машиностроение, 1965.
10. Влазнев Е.И., Подгорнов С.В. и др. Нормализованные станочные приспособления. М., Оборонгиз 1963.
11. Белоусов А.П. Проектирование приспособлений. М., Машиностроение, 1964.
12. Абакумов М.М. Современные станочные приспособления. М., Машгиз, 1960.
13. Горбачевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М., Высшая школа, 1970.

14. А н с е р о в М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М., Машиностроение, 1964.
15. Б о л о т и н Х.Л., К о с т р о м и н Ф.П. Основы конструирования. М., Машгиз, 1951.
16. Г о р о ш к и н А.К. Приспособления для металлорежущих станков. М., Машгиз, 1962.
17. З е р н о в И.А., К о н о р о в Л.А. Теоретические основы технологии и процессы изготовления деталей самолетов. М., Оборонгиз, 1960.
18. Г р и г о р ь е в В.П. Технология самолетостроения. М., Оборонгиз, 1960.
19. Р а з у м и х и н М.И. Заготовительные работы в самолетостроении. М., Оборонгиз, 1946.
20. К у з н е ц о в В.С., П о н о м а р е в В.А. Универсально-сборные приспособления в машиностроении. М., Машгиз, 1951.
21. А н с е р о в М.А., Б у т к о в с к и й В.Д. Приспособления для фрезерных станков. М., Машгиз, 1953.
22. З о н к е н б е р г С.М., Л е б е д е в А.С. Пневматические зажимные приспособления. М., Машгиз, 1959.
23. Р а д ч е н к о В.М., Э м а н у э л ь Г.Д. Станочные приспособления в машиностроении. М., Машгиз, 1952.
24. Детали и узлы станочных приспособлений., Стандартгиз, 1960.
25. Детали и узлы станочных приспособлений. Нормали министерства АН-671.
26. Приспособления - универсально-сборные (УСП). Стандартгиз, 1963.
27. Д о с н е в с к и й Л.З. Альбом станочных приспособлений. М., Машгиз, 1948.
28. Г о р д о н В., Э ш м и д. Технология самолетостроения в США. Перевод с англ. под ред. В.В. Бойцова. М., Оборонгиз, 1958.
29. Рекомендации по технологичности самолетных конструкций. М., Оборонгиз, 1959.
30. К о в а н В.М. Расчет припусков на обработку в машиностроении. М., Машгиз, 1958.

31. Энциклопедический справочник. Т.15. М., Машиностроение, 1950.
32. Размеры технологические нормальные. Нормаль Министерства АН-750.
33. Межоперационные припуски и допуски при механической обработке РТМ-583.
34. Допуски и припуски на отливки из цветных сплавов. Нормаль министерства АН-1026 (взамен АН-712).
35. Допуски на размеры и припуски на обработку штамповок, изготавливаемых из стали и цветных сплавов на молотах и прессах. Нормаль министерства 555-57,-58.
36. Нормативы режимов резания на токарные работы. М., Оборонгиз, 1952.
37. Нормативы режимов резания и нормативы времени при работе на токарно-револьверных станках. М., Оборонгиз, 1953.
38. Нормативы режимов резания и машинно-ручного времени на обработку отверстий сверлами, зенкерами и развертками. М., Оборонгиз, 1953.
39. Нормативы режимов резания на фрезерные работы. М., Оборонгиз, 1953.
40. Нормативы для технического нормирования работ на сверлильных станках. М., Машгиз, 1958.
41. Нормативы времени. Слесарные работы при обработке деталей из магнитных сплавов в самолетостроении. М., Оборонгиз, 1954.
42. Нормативы режимов резания и основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времени на шлифовальные работы. М., Оборонгиз, 1953.
43. Нормативы режимов резания при токарной обработке жаропрочных сплавов и нержавеющей сталей. Кафедра, 1957.
44. Нормативы режимов резания при фрезеровании жаропрочных и нержавеющей сталей и сплавов. Кафедра, 1958.
45. Нормативы режимов резания алюминия и дюралюминия на фрезерных станках. Кафедра, 1958.
46. Нормативы режимов резания и нормативы времени при работе на протяжных станках. М., Оборонгиз, 1954.

47. Нормативы по допускам и режимам резания магниевых сплавов. Кафедра, 1970.
48. Кузнецов Ю.И. Технологическая оснастка к станкам с программным управлением. М., Машиностроение, 1976.
49. Сафраган Р.Э., Полонский А.Э., Таурит Г.Э. Эксплуатация станков с числовым программным управлением. Киев, Техника, 1974.
50. Заерский Е.И., Жолнерчик С.И. Технология обработки деталей на станках с программным управлением. Л., Машиностроение, 1975.
51. Желтов И.Н. Обработка деталей на фрезерных станках с числовым программным управлением. Куйбышев, КуАИ, 1977.
52. Косенко И.Н. Обработка деталей на токарных станках с числовым программным управлением. Куйбышев, КуАИ, 1977.
53. Маталин А.А., Френкель Б.И., Попов Ф.С. Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с числовым программным управлением. Л., изд-во Ленингр. ун-та, 1977.

## О г л а в л е н и е

П р е д и с л о в и е .....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ .....	4
1.1. Цель курсового проекта, связь с другими дисциплинами .....	4
1.2. Задание на курсовой проект .....	5
1.3. Содержание и объем курсового проекта .....	5
1.4. Календарный план работы над курсовым проектом, консультации и контроль за выполнением проекта .....	9
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ .....	10
2.1. Конструктивно-технологический анализ заданной детали .....	10
2.2. Выбор вида и определение размеров заготовки .....	11
2.3. Установление плана обработки .....	13
2.4. Детальная разработка и оформление технологического процесса .....	17
3. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОЦЕССА .....	28
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ .....	32
4.1. Ознакомление с существующими конструкциями приспособлений, аналогичных заданному .....	32
4.2. Базирование деталей в приспособлении. Составление конструктивных схем .....	32

4.3. Разработка и оформление чертежа общего вида приспособления и детализовки.....	36
4.4. Назначение допусков и посадок.....	38
Л и т е р а т у р а .....	43

Анатолий Дмитриевич Комаров,  
Анатолий Сергеевич Беляев,  
Игорь Николаевич Желтов

#### ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ В АВИАСТРОЕНИИ

Редактор И. Чулкова  
Техн.редактор Н. Каженюк  
Корректор С. Рубан

подписано в печать 11.02.80 г. 000313.  
Формат 60x84 1/16. Бумага оберточная белая.  
Оперативная печать. Физ.п.л. 3. Усл.п.л. 2,79.  
Уч.-изд.л. 2,6. Тираж 600 экз. Заказ № 1320  
Цена 18 коп.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени С.П.Королева, г. Куйбышев,  
ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография им. В.П.Мяги, г. Куйбышев,  
ул. Венцека, 60.