

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

**ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Утверждено
редакционно-издательским
советом института
в качестве
методических указаний
к дипломному и курсовому
проектированию для студентов

В методических указаниях представлена методика проектирования специальных станочных приспособлений для обработки заготовок деталей двигателей летательных аппаратов, приводятся примеры технико-экономических расчетов по обоснованию оптимальной конструкции, даются рекомендации по назначению технических требований на сборку приспособления, по применению материалов и термообработки для деталей приспособлений.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по учебному плану целевой интенсивной подготовки специалистов (ЦИПС), а также для студентов, выполняющих курсовую работу по дисциплине «Проектирование приспособлений», курсовой проект по курсу «Технология двигателей летательных аппаратов», они могут быть использованы при выполнении дипломных проектов по технологическим темам.

Рецензенты: *В. А. Барвинок, В. Б. Батуров*

Составители: *Василий Александрович Шманев,
Александр Павлович Шулепов,
Леонид Алексеевич Анипченко,
Валентин Васильевич Емельянов*

ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Редактор *Е. Д. Антипова*
Техн. редактор *Н. М. Каленюк*
Корректор *Н. С. Купринова*

Сдано в набор 5.11.86 г. Подписано в печать
Формат 60×84 1/16. Высокая печать. Литературная гарнитура.
Бумага оберточная. Усл. п. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,0.
Т. 500 экз. Заказ 1051. Бесплатно.

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

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Проектирование любого изделия включает разработку комплексной технической документации, содержащей чертежи, расчеты, технико-экономические обоснования, пояснительную записку и другие материалы, необходимые для производства изделий /1—10/. Проектирование осуществляется по стадиям и завершается созданием конструкторской рабочей документации, по которой и изготавливается изделие. Стандартом СЭВ 208-75 установлены следующие стадии разработки конструкторской документации: техническое задание, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. По такой схеме могут разрабатываться и приспособления. Однако на практике при проектировании приспособлений, как правило, ограничиваются разработкой технического проекта и конструкторской рабочей документации.

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к конструкциям приспособлений:

обеспечение заданной точности обработки заготовки на данной операции;

получение высокой производительности при обработке заготовки и экономической эффективности от применения приспособления;

выполнение условий эксплуатации: соблюдение правил охраны труда, обеспечение удобства установки и снятия заготовки, обслуживания приспособлений и др.

Известно, что вспомогательное время, затрачиваемое на базирование, закрепление и раскрепление заготовки, составляет 30...60% от общего вспомогательного времени на выполнение операции. Это важный резерв повышения производительности труда. Сократить вспомогательное время в значительной степени позволяет механизация и автоматизация приспособлений и внедрение наиболее совершенных конструкций. При этом исключаются многие ручные приемы, что облегчает труд, делает его более производительным и в конечном итоге повышает качество работы.

При конструировании приспособлений целесообразно механизировать или автоматизировать следующие приемы работы:

подача обрабатываемых заготовок в рабочую зону приспособления с помощью подающего или загрузочного устройства;

закрепление и раскрепление заготовок;

периодические повороты заготовок при позиционной обработке с последующей фиксацией и зажимом поворотной части приспособления;

вращение при непрерывной обработке с механизированным или автоматизированным закреплением и раскреплением обрабатываемых заготовок на вращающемся столе при фрезеровании;

удаление обрабатываемых заготовок из рабочей зоны приспособления (с помощью пружинных выталкивателей, пневматических и других устройств);

очистка установочных элементов приспособления от стружки путем отсоса или сдувания ее сжатым воздухом или струей охлаждающей жидкости.

Уровень механизации и автоматизации того или иного приспособления зависит от программы выпуска деталей в год. Чем больше годовая программа выпуска деталей, тем выше должен быть уровень механизации и автоматизации приспособления. Однако во всех случаях при решении вопроса об уровне механизации и автоматизации необходимо проводить экономическое обоснование целесообразности применения выбранного варианта приспособления.

Заводы двигателей летательных аппаратов организуются по единичному (опытные заводы) и серийному типу производства. В единичном производстве широко используются универсальные, универсально-сборочные приспособления (УСП), а также специальные приспособления сравнительно простых конструкций. Если же обработка заготовок осуществляется по групповому технологическому процессу, то применяют специализированные (групповые) приспособления. В серийном производстве наряду с универсальными и групповыми широко применяются специальные приспособления с различным уровнем механизации и автоматизации.

В серийном производстве разрабатывается операционный технологический процесс изготовления детали. При оформлении операционных карт и карт эскизов технолог наряду с данными, которые записываются в эти документы, указывает схему установки заготовки (базирование и закрепление), последовательность обработки поверхностей (переходы), точность выполняемых размеров, название и вид приспособления, применяемый станок. Все эти данные определяют принципиальную схему предполагаемого приспособления. На основании операционных карт технолог составляет задание на проектирование приспособления. Конструктор по приспособлениям претворяет замысел

технолога в реальную конструкцию. При этом, сохраняя принципиальную схему, предложенную технологом, конструктор разрабатывает и анализирует различные варианты конструкций приспособлений и выбирает из них наиболее оптимальный, отвечающий всем или большинству требований выполнения операции. Вариант согласовывается с заказчиком, после чего оформляются рабочие чертежи общего вида конструкции.

Для проектирования приспособления конструктор должен иметь все исходные материалы:

- рабочие чертежи детали и исходной заготовки;
- операционную карту с эскизом обрабатываемой заготовки в данной операции со схемой базирования и закрепления;
- операционные карты предшествующих операций, в которых обрабатывались базовые поверхности и поверхности, используемые для закрепления заготовки на данной операции;
- годовую программу выпуска деталей;
- данные станка, для которого проектируется приспособление.

Кроме исходных данных конструктор должен иметь вспомогательные материалы: альбомы типовых конструкций универсальных, специализированных (групповые и др.) и специальных приспособлений, стандартизованных (нормализованных) полуфабрикатов, силовых приводов, механизмов и элементов приспособлений, паспортные данные о форме и размерах посадочных мест станков, на которые устанавливаются и закрепляются приспособления, справочники о применяемых конструкционных материалах для изготовления деталей приспособлений, а также технические руководящие материалы, книги, справочники, учебные пособия, необходимые для выполнения технико-экономических расчетов по обоснованию приспособления.

Проектирование приспособлений осуществляется в такой последовательности:

1. Изучение и анализ исходных материалов.
2. Разработка вариантов конструктивных схем.
3. Технико-экономические расчеты по обоснованию оптимального варианта.
4. Разработка общего вида конструкции принятого варианта приспособления (сборочный чертеж).
5. Выполнение рабочих чертежей на оригинальные детали.
6. Оформление расчетно-пояснительной записки.

ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Внимательное изучение рабочих чертежей позволяет получить полное представление о форме, размерах, технических требованиях и других особенностях детали и исходной заготовки. Все это необходимо знать при выборе варианта приспособления.

Важное значение имеет глубокое изучение операционной карты выполнения данной операции, по которой конструктор знакомится со схемой установки, точностными и другими требованиями к обработке, с последовательностью переходов, с материалом заготовки, режимами резания и т. д. Кроме того, следует обратить внимание на форму, размеры, точность, шероховатость, жесткость и расположение базовых поверхностей и мест крепления заготовки в данной операции. Подробные данные о базовых поверхностях и местах закрепления можно получить из операционных карт предшествующих операций, по которым эти поверхности обрабатывались; если приспособление проектируется на первую операцию, то необходимо тщательно изучить базовые и зажимные поверхности у исходной заготовки.

При ознакомлении с годовой программой конструктор должен обратить внимание на количество выпускаемых деталей в год, а также на трудоемкость операции, что позволяет ему хотя бы ориентировочно определить производительность и наметить уровень механизации и автоматизации проектируемого приспособления.

При изучении данных станка кроме его технологических возможностей необходимо еще знать форму и размеры посадочных мест, на которые будет устанавливаться и закрепляться приспособление (форма и размеры конца шпинделя станков токарного типа, пазов на столах фрезерных станков и т. п.).

Наряду с изучением исходных материалов необходимо ознакомиться с типовыми конструкциями и нормализованными элементами и полуфабрикатами приспособлений.

РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

На основе изучения исходных материалов и типовых конструкций конструктор разрабатывает варианты конструктивных схем приспособлений. При этом он либо изменяет только конструкции отдельных элементов, сохраняя общую схему прототипа приспособления, либо создает совершенно иные принципиальные схемы вариантов конструкций приспособлений. В первом случае чаще всего конструкция варьируется за счет изменения установочных (жесткие или самоцентрирующие), зажимных (с ручным или механизированным приводом) и корпусных (литой, штампованный, сварной, сборный корпус) элементов. Изменение конструкций установочных и зажимных элементов прежде всего оказывает влияние на точность и производительность обработки заготовки, а изменение корпуса — на сроки его изготовления и стоимость.

Во втором случае разрабатываются варианты различных конструктивных схем приспособлений. Например, для сверления нескольких отверстий в заготовке могут быть предложены: для по-

следовательной обработки по одному отверстию — кондуктор со съёмной или откидной кондукторной плитой и кондуктор поворотный; для одновременной обработки всех отверстий — кондуктор совместно с многошпindelной сверлильной головкой. При этом в каждом варианте приспособления будет различный уровень механизации и автоматизации.

Естественно, все созданные варианты конструкций приспособлений для обработки заданной заготовки будут иметь разные показатели по точности, производительности, стоимости, эффективности и т. п. Следовательно, выбор оптимального варианта, который в большей степени отвечает выполнению данной операции, должен быть обоснован техническими и экономическими расчетами. Заметим, что если предлагаемая схема приспособления не отвечает требованиям охраны труда, то она исключается из дальнейшего рассмотрения.

РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИСПОСОБЛЕНИИ

Технические и экономические расчеты позволяют всесторонне оценить предлагаемые варианты конструкций приспособлений и на основании этого выбрать из них наиболее оптимальный. В технические расчеты входят расчеты на точность выполняемых геометрических параметров заготовок и надежность их закрепления в приспособлениях. После технических расчетов проводят экономические расчеты.

Расчет точности обработки в приспособлениях. Результирующая погрешность обработки при выполнении любой операции с применением приспособлений не должна превышать заданного допуска на геометрический параметр, т. е.

$$\omega \leq T, \quad (1)$$

где ω — результирующая погрешность обработки заданного геометрического параметра;

T — допуск на геометрический параметр обрабатываемой заготовки (размер, форму или взаимное расположение поверхностей).

При выполнении операций обычно выдерживается несколько геометрических параметров, поэтому по каждому из них необходимо проводить расчеты.

Результирующая погрешность включает большое количество производственных (элементарных) погрешностей и, учитывая, что составляющие погрешности представляют собой случайные величины, распределение которых в первом приближении подчиняется нормальному закону, результирующую погрешность можно представить в виде трех основных составляющих:

$$\omega = \sqrt{\omega_{у.пр}^2 + \omega_0^2 + \omega_{п}^2}, \quad (2)$$

где $\omega_{у.пр}$ — погрешность, связанная с установкой самого приспособления на станке;

ω_0 — погрешность, связанная с методом обработки;

$\omega_{п}$ — погрешность, связанная с приспособлением.

Расчеты при проектировании приспособлений сводятся к определению результирующей погрешности ω , которая не должна превышать допуск на геометрический параметр.

Величина погрешности $\omega_{у.пр}$ зависит от точности расположения установочных элементов приспособления относительно посадочного места корпуса и точности соединения корпуса со станком. Эта погрешность в приспособлениях вызывает погрешность координирующих размеров, перекосы, смещения относительно базирующей поверхности.

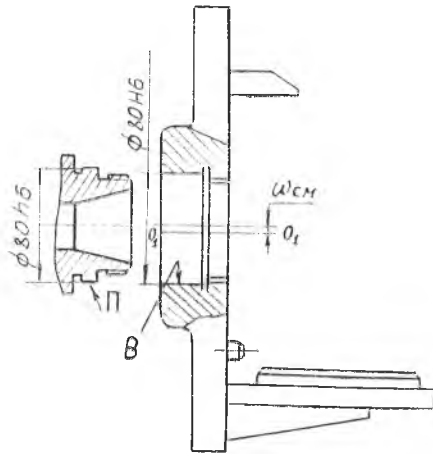


Рис. 1. Погрешность установки $\omega_{у.пр}$ при соединении корпуса приспособления со шпинделем

Из рис. 1 видно, что погрешность $\omega_{у.пр}$ возникает из-за смещения оси I—I приспособления относительно оси пояска П, вызванного зазором в соединении приспособления со шпинделем. В станочных приспособлениях эту погрешность устанавливает конструктор, и величина ее обычно не превышает 0,02 ... 0,05 мм. Погрешность ω_0 возникает в процессе обработки заготовки, и на нее влияет большое количество производственных погрешностей. Погрешность ω_0 редко определяется расчетным путем, чаще она берется по нормативным

материалам. В табл. 1—3 приведены значения погрешности ω_0 в зависимости от геометрической неточности станков, от погрешности настройки и размерного износа инструмента. Погрешность от температурных деформаций рекомендуется принимать равной 10—15% от суммарной погрешности, а при шлифовании — 30—40% [11].

Погрешность $\omega_{п}$ состоит из погрешностей изготовления и износа самого приспособления $\omega_{п.п}$ и погрешности установки в нем заготовки $\omega_{у.з}$:

$$\omega_{п} = \sqrt{\omega_{п.п}^2 + \omega_{у.з}^2}. \quad (3)$$

Таблица 1

Погрешности обработки, возникающие вследствие геометрической неточности станков

Тип станка	Геометрические параметры	ω ₀ , мкм
Токарный	Радиальное биение центрирующего пояска шпинделя (для установки приспособления) для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: 250 ... 800 мм 800 ... 1600 мм	10 16
	Радиальное биение конического отверстия шпинделя для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 400 мм — у торца шпинделя, на расстоянии 300 мм от него до 800 мм — у торца шпинделя, на расстоянии 300 мм от него	10 16 12 20
Токарно-револьверный	Радиальное биение пояска шпинделя, центрирующего патрон, и посадочного отверстия в шпинделе под зажимные цанги для станков с наибольшим диаметром изделия, обрабатываемого над станиной: до 200 мм до 200 ... 320 мм до 320 ... 500 мм	7 10 12
Фрезерный копсольный	Параллельность рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения на длине хода: до 400 мм до 630 мм до 1000 мм свыше 1000 мм	20 25 30 40
	Параллельность боковых сторон среднего паза стола направлению его продольного перемещения на длине хода: до 400 мм до 630 мм до 1000 мм свыше 1000 мм	20 25 30 40
	Радиальное биение конического отверстия шпинделя у торца шпинделя	10

Тип станка	Геометрические параметры	ω_0 , мкм
	Перпендикулярность оси вращения шпинделя и рабочей поверхности стола для станков с шириной стола: до 160 мм на диаметре 150 мм свыше 160 мм на диаметре 300 мм	12 25
Зубодолбежный	Радиальное биение шпинделя (центрирующего пояска для установки долбяка) для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 80 мм до 200 мм до 500 мм	5 6 8
Зубофрезерный	Радиальное биение контрольной оправки, установленной в отверстии стола для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 125 мм до 320 мм до 800 мм	4 6 10
Круглошлифовальный	Радиальное биение контрольной оправки, установленной в коническое отверстие шпинделя передней бабки, для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия: до 200 мм до 400 мм	5 6

Таблица 2

Погрешности обработки, возникающие при настройке станков на размер

Интервалы размеров, мм	Погрешность настройки в мкм		
	черновая	чистовая	тонкая
До 30	40—100	10	5
Св. 30 до 80	60—150	20	6
80 до 180	80—200	30	7
180 до 360	100—250	40	8
360 до 500	120—300	50	10

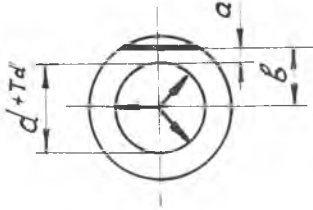
Погрешности обработки, возникающие вследствие размерного износа инструмента

Интервалы размеров, мм	Размерный износ в мкм		
	черновая	чистовая	тонкая
До 30	30—80	15	2
Св. 30 до 80	45—120	20	3
80 до 180	60—150	30	6
180 до 360	75—200	40	10
360 до 500	90—250	50	15

Таблица 4

Погрешность базирования при установке заготовок в приспособлениях

Схема базирования	Параметр	Погрешность базирования
	<i>a</i>	$\omega_{y-z}^a = 0$
	<i>b</i>	$\omega_{y-z}^b = T_c$
	<i>a</i>	$\omega_{y-z}^a = \frac{T_D}{2 \sin \alpha/2}$
	<i>b</i>	$\omega_{y-z}^b = \frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right)$
	<i>c</i>	$\omega_{y-z}^c = \frac{T_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} - 1 \right)$
	T_D	$\omega_{y-z} = S_{\text{ланб}} = ES + ei$ ES — верхнее отклонение отверстия ei — нижнее отклонение вала

Схема базирования	Параметр	Погрешность базирования
	<p style="text-align: center;">a</p> <p style="text-align: center;">b</p>	<p style="text-align: center;">$\omega_{y,z}^a = \frac{T_d}{2}$</p> <p style="text-align: center;">$\omega_{y,z}^b = 0$</p>

Если приспособление имеет еще делительные и направляющие элементы, то на погрешность ω_n влияют соответственно погрешности деления ω_d и от направляющих элементов ω_n . Тогда

$$\omega_n = \sqrt{\omega_{и п}^2 + \omega_{y,z}^2 + \omega_d^2 + \omega_n^2}. \quad (4)$$

Погрешность установки заготовки $\omega_{y,z}$ возникает при базировании и закреплении ее в приспособлении. При обработке заготовок в достаточно жестких приспособлениях погрешность закрепления оказывает незначительное влияние на точность обработки (ее в расчетах можно не учитывать). Погрешность $\omega_{y,z}$ проявляется при установке заготовок во все виды приспособлений, величина ее зависит от схемы базирования и способа установки.

В табл. 4 приведены отдельные примеры базирования заготовок к определению величины погрешности $\omega_{y,z}$.

При конструировании поворотных приспособлений с делительным устройством погрешность деления ω_d составляет 0,03...0,08 мм/7/. При применении сверлильных приспособлений возникает погрешность от направляющих элементов ω_n , которая равна:

$$\omega_n = \sqrt{\omega_{см}^2 + \omega_{ув}^2}, \quad (5)$$

где $\omega_{см}$ — погрешность смещения осей отверстий от номинального положения;

$\omega_{ув}$ — погрешность увода оси обрабатываемого отверстия относительно оси кондукторной втулки.

Погрешность смещения осей отверстий от номинального положения (рис. 2) составляет

$$\omega_{см} = \sqrt{T_a^2 + e_{п}^2 + S_{вт}^2 / 4 + e_{вт}^2} \quad (6)$$

где T_a — допуск на размер сверления отверстия в кондукторной плите;

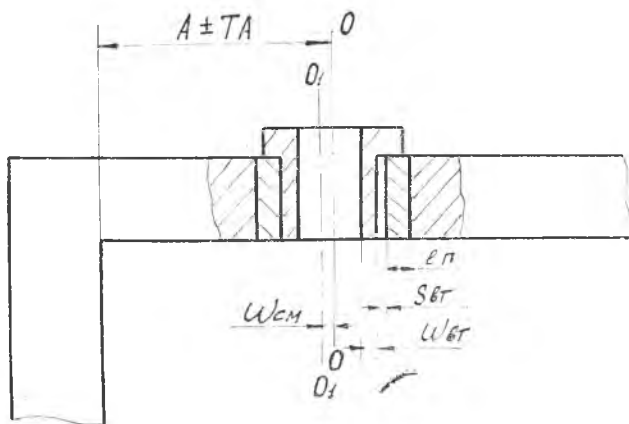


Рис. 2. Схема погрешностей смещения кондукторной втулки от номинального положения

$e_{п}$ — эксцентриситет постоянной кондукторной втулки;

$S_{вт}$ — зазор между втулками;

$e_{вт}$ — эксцентриситет быстросменной втулки.

Погрешность увода $\omega_{уп}$ оси обрабатываемого отверстия относительно оси кондукторной втулки из-за перекоса $\omega_{пер}$ инструмента (рис. 3) определяется по формуле

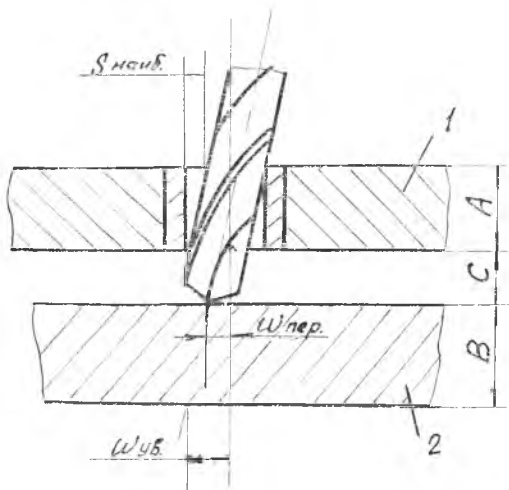


Рис. 3. Схема определения погрешности увода оси сверла: 1 — кондуктор; 2 — заготовка

$$\omega_{ув} = S_{\text{наиб}} \left(\frac{B + C}{A} + \frac{1}{2} \right), \quad (7)$$

где $S_{\text{наиб}}$ — наибольший зазор между инструментом и кондукторной втулкой;

B — глубина отверстия;

C — расстояние между торцом кондукторной втулки и поверхностью детали;

A — длина направляющей части кондукторной втулки.

Учитывая погрешности, возникающие при обработке заготовок в стапачных приспособлениях, и используя формулы (3), (4), (5), получим погрешность, связанную с приспособлением $\omega_{\text{п}}$,

$$\omega_{\text{п}} = \sqrt{\omega_{\text{н.п}}^2 + \omega_{\text{у.з}}^2 + \omega_{\text{д}}^2 + \omega_{\text{см}}^2 + \omega_{\text{ув}}^2}. \quad (8)$$

Расчет погрешности обработки, связанной с приспособлением, рекомендуется вести в следующей последовательности:

1. На основании анализа технологической операции и конструкции приспособления выясняется, какие основные погрешности влияют на точность обработки в приспособлении.

2. Определяются их значения по таблицам и формулам.

3. Вероятностным методом определяется результирующая погрешность ω .

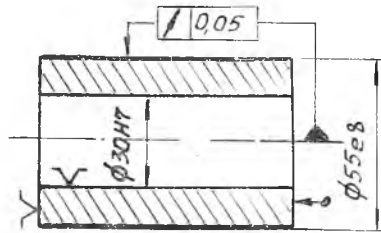
4. Результирующая погрешность ω должна удовлетворять по точности требованиям технологической операции на обработку ($\omega \leq T$): если $\omega > T$, то необходимо уменьшить составляющие погрешности; если $\omega \ll T$, то необходимо понизить точность изготовления приспособления из-за экономической целесообразности.

Приведем примеры точностных расчетов при обработке в приспособлениях.

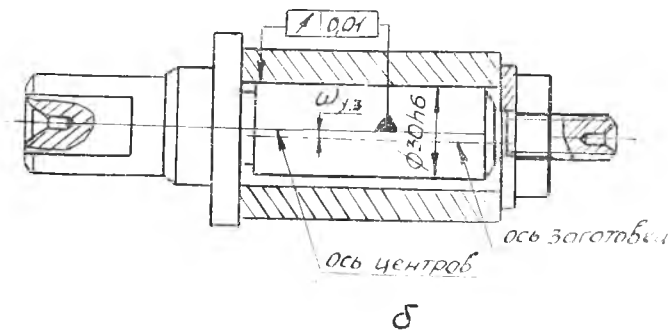
Пример 1. Произвести расчет на точность оправки для чистового обтачивания наружной поверхности заготовки на токарном станке (рис. 4) для обеспечения требований, предъявляемых технологией. Анализ показывает, что выполнение размера $\varnothing 55e8$ не зависит от приспособления, а величина биения заготовки не более 0,05 мм зависит от точности ее установки на оправке.

Проверим обеспечение допуска на биение $T \leq 0,05$ мм.

Центровая оправка спроектирована с опорной поверхностью, на которую надевается заготовка отверстием $\varnothing 30H7$. Диаметр цилиндрической поверхности оправки $У$ примем $\varnothing 30h6$ и назначим допустимое биение поверхности $У$ относительно оси не более 0,01 мм. Погрешность обработки примем равной $\omega_0 = 0,01$ мм (см. табл. 1). Погрешность установки приспособления $\omega_{\text{у.гр}} = 0$, т. к. оправка в центрах устанавливается без погрешностей, т. е. ось центров отверстий оправки не смещается относительно оси поверхности центров. Анализ показывает, что погрешность приспособ-



а



б

Рис. 1. К расчету точности обработки на токарной оправке:
а — операционный эскиз; б — приспособление — оправка

собрания ω_{Π} зависит от погрешности его изготовления $\omega_{\Pi.п}$ и погрешности установки в нем заготовки $\omega_{y.з}$. Погрешность изготовления оправки $\omega_{\Pi.п} = 0,01$ мм — есть биение опорной поверхности $У$ относительно посадочных поверхностей (см. рис. 4). Погрешность установки заготовки $\omega_{y.з}$ равна наибольшему зазору между диаметрами заготовки и оправки (см. табл. 2). По таблицам допусков $\varnothing 30H7 = \varnothing 30^{+0,021}$ мм, $\varnothing 30h6 = \varnothing 30_{-0,013}$ мм, следовательно

$$\omega_{y.з} = S_{н\text{ач}} = ES + ei = 0,013 + 0,021 = 0,034 \text{ мм.}$$

Определим результирующую погрешность:

$$\omega = \sqrt{\omega_{\theta}^2 + \omega_{\Pi.п}^2 + \omega_{y.з}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,034^2} = 0,037 \text{ мм.}$$

Проектируемая оправка обеспечивает заданную точность, т. к. $\omega = 0,037 < T = 0,05$, но с большим запасом, что экономически нецелесообразно. Поэтому примем диаметр оправки $\varnothing 30h7 = \varnothing 30_{-0,021}$ мм. Тогда

$$\omega_{y,3} = 0,021 + 0,021 = 0,041 \text{ мм.}$$

Определим результирующую погрешность:

$$\omega = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,042^2} = 0,044 \text{ мм.}$$

Таким образом оправка обеспечивает заданную точность.

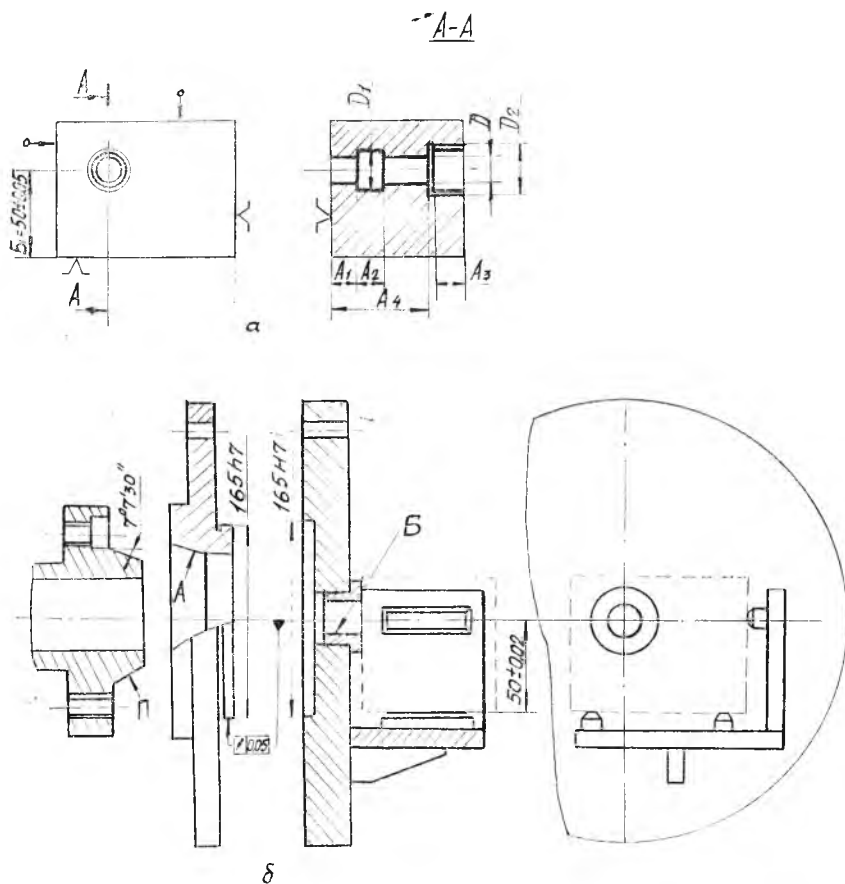


Рис. 5. К расчету точности обработки в приспособлении на револьверном станке: а — операционный эскиз; б — приспособление

Пример 2. Произвести расчет на точность приспособления к револьверному станку для обработки ступенчатого отверстия (рис. 5). Анализ показывает, что при обработке отверстия в заготовке выдерживается несколько размеров: D , D_1 , D_2 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , $B_1 = 50 \pm 0,05$ мм. Сконструированное приспособление оказы-

вайт влияние только на точность размера $B_1 = 50 \pm 0,05$ мм, допуск которого равен $T = 0,1$ мм. Погрешность обработки примем равной $\omega_0 = 0,015$ мм. (см. табл. 1). Погрешность установки приспособления равна зазору между буртиком фланца и выточкой приспособления и смещению буртика фланца относительно оси. По таблицам допусков $\varnothing 165h7 = \varnothing 165^{+0,04}$ мм, $\varnothing 165H7 = \varnothing 165^{-0,04}$ мм, следовательно, зазор равен $\omega_{1у.пр} = 0,04 + 0,04 = 0,08$. Смещение буртика фланца равно половине его биения: $\omega_{2у.пр} = \omega_c = 0,05 / 2 = 0,025$ мм. Анализ показывает, что погрешность приспособления $\omega_{п}$ зависит только от погрешности его изготовления. Погрешностью изготовления приспособления $\omega_{и.п}$ является отклонение размера между опорной поверхностью и осью выточки Б (см. рис. 5), которая равняется

$$\omega_{и.п} = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ мм.}$$

Определим результирующую погрешность:

$$\begin{aligned} \omega &= \sqrt{\omega_0^2 + \omega_{1у.пр}^2 + \omega_{2у.пр}^2 + \omega_{и.п}^2} = \\ &= \sqrt{0,015^2 + 0,08^2 + 0,025^2 + 0,04^2} = 0,094 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Проектируемое приспособление обеспечивает заданную точность обработки, так как $\omega = 0,094 < T = 0,1$.

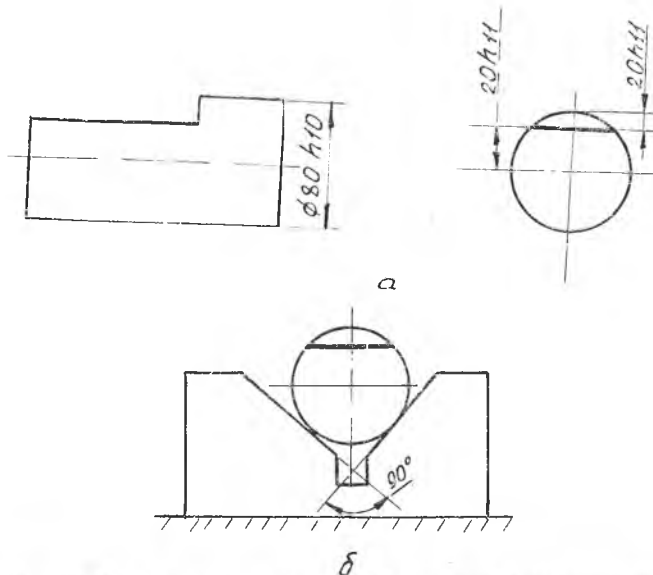


Рис. 6. К расчету точности обработки при фрезеровании с установкой в призму: а — операционный эскиз; б — приспособление

Пример 3. Произвести расчет на точность приспособления для фрезерования лыски заготовки (рис. 6). Заготовка устанавливается в призму с углом $\alpha = 90^\circ$. Допуск на размер $20H11 = 20 \pm 0,065$ мм составляет $T = 0,130$ мм. Погрешность обработки примем равной $\omega_0 = 0,02$ мм (см. табл. 1). Погрешность установки приспособления примем $\omega_{y-пр} = 0,02$ мм. Анализ показывает, что погрешность приспособления зависит только от погрешности установки заготовки. По таблицам допусков $\varnothing 80 h 10 = \varnothing 80_{-0,12}$ мм. Погрешность установки заготовки в призму с углом $\alpha = 90^\circ$ (см. табл. 4)

$$\omega_{y-з} = \frac{Td}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \frac{0,12}{2} \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} + 1 \right) = 0,177 \text{ мм.}$$

Определим результирующую погрешность:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \omega_{y-пр}^2 + \omega_{y-з}^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2 + 0,177^2} = 0,179 \text{ мм.}$$

Проектируемое приспособление не обеспечивает заданную точность, т. к. $\omega = 0,179 > T = 0,130$.

При данной простановке операционного размера приспособление не обеспечивает получение лыски с заданной точностью. Не усложняя конструкцию приспособления, целесообразно изменить простановку операционного размера (на рис. 6 показано штриховой линией). Тогда погрешность установки заготовки в призму равна (см. табл. 4):

$$\omega_{y-з} = \frac{Td}{2 \sin \alpha/2} = \frac{0,12}{2 \sin 45^\circ} = 0,092 \text{ мм.}$$

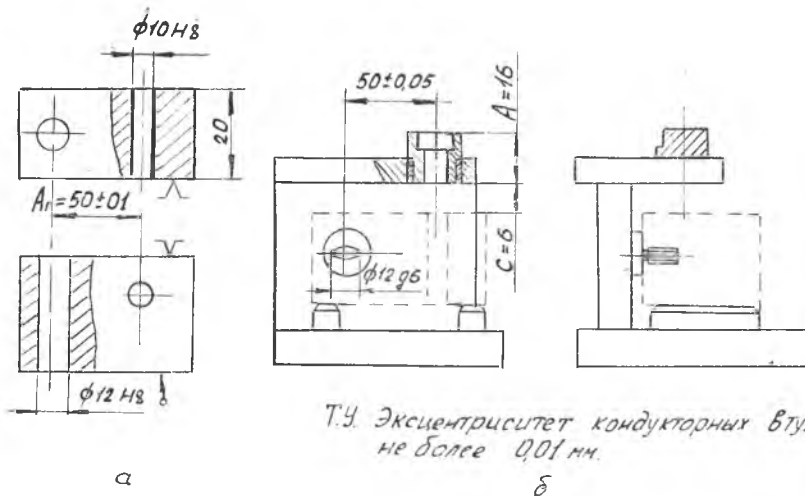
Определим результирующую погрешность:

$$\omega = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2 + 0,092^2} = 0,094 \text{ мм.}$$

Изменив простановку операционного размера заготовки, можно на проектируемом приспособлении получить лыску с заданной точностью

$$\omega = 0,094 < T = 0,130.$$

Пример 4. Произвести расчет на точность кондуктора с быстросменными втулками для обработки отверстия $\varnothing 10H8$ в заготовке (рис. 7). Заготовка базируется плоскостью на опорные поверхности, а отверстием — на ромбический палец. Из операционного эскиза видно, что при выполнении операции выдерживаются размеры: $\varnothing 10H8$ и $A = 50 \pm 0,1$ мм. Анализ показывает, что размер $\varnothing 10H8$ получается режущим инструментом, а выполняемый размер A , допуск которого $T = 0,2$ мм, зависит от точности обработки в кондукторе. Погрешность обработки для данного метода незначительна, примем ее $\omega_0 = 0$.



Т.У. Эксцентриситет кондукторных Втулок не более 0,01 мм.

Рис. 7. К расчету точности обработки в кондукторе: а — операционный эскиз; б — кондуктор

Погрешность установки кондуктора при сверлении $\omega_{у.пр} = 0$, т. к. координаты обработанного отверстия не зависят от положения корпуса кондуктора на столе станка. Анализ показывает, что погрешность приспособления зависит от погрешности установки в нем заготовки и погрешностей направляющих элементов. Погрешность установки заготовки $\omega_{у.з}$ равна максимальному зазору между отверстием заготовки и диаметром ромбического пальца (см. табл. 4).

По таблицам допусков $\phi 12H8 = \phi 12^{+0,027}_{-0,006}$ мм, $\phi 12g6 = \phi 12^{+0,017}_{-0,017}$ мм, следовательно $\omega_{у.з} = S_{напб} = ES + ei = 0,027 + 0,017 = 0,044$ мм.

Погрешность направляющих элементов в формуле (5) зависит от погрешности смещения оси относительно номинального положения $\omega_{см}$ и погрешности увода оси отверстия $\omega_{уд}$. Погрешность смещения оси относительно номинального положения по формуле (6) будет $\omega_{см} = \sqrt{T_A^2 + e_{п}^2 + S_{вт}^2 / 4 + e_{вт}^2}$.

На рис. 7 допуск на размер от опорного элемента до оси равен $T_a = 0,05$ мм, эксцентриситет постоянной втулки $e_{п} = 0,01$ мм, эксцентриситет быстросменной втулки $e_{вт} = 0,01$ мм. Быстросменные втулки устанавливаются в постоянные по посадке $H7/g6$. Для сверла $\phi 10$ мм быстросменная втулка имеет наружный диаметр 15 мм /11/. По таблицам допусков $\phi 15H7 = \phi 15^{+0,018}_{-0,006}$ мм, $\phi 15g6 = \phi 15^{+0,017}_{-0,017}$ мм, следовательно, максимальный зазор между втулками будет

$$S_{\text{вт}} = 0,018 + 0,017 = 0,035 \text{ мм.}$$

Определим смещение оси относительно номинального положения:

$$\omega_{\text{см}} = \sqrt{0,05^2 + 0,01^2 + 0,035^2 / 4 + 0,01^2} = 0,10 \text{ мм.}$$

Погрешность увода оси отверстия определим по формуле (7):

$$\omega_{\text{ув}} = S_{\text{наиб}} \left(\frac{B+C}{A} + \frac{1}{2} \right).$$

Для получения отверстия $\varnothing 10H8$ в технологии осуществляют сверление до диаметра $\varnothing 9,8H11$ с последующим развертыванием разверткой $\varnothing 10H8$. Сверление производят сверлом $\varnothing 9,8_{-0,036}$ мм. Диаметр отверстия в быстросменной втулке $\varnothing 9,8F7 = \varnothing 9,8_{+0,013}^{+0,028}$ мм /11/. Тогда максимальный зазор между втулкой и сверлом $S_{\text{наиб}} = 0,036 + 0,028 = 0,064$ мм.

Определим увод оси отверстия в заготовке, используя размеры сконструированного кондуктора (см. рис. 7):

$$\omega_{\text{ув}} = 0,064 \left(\frac{20+6}{16} + \frac{1}{2} \right) = 0,136 \text{ мм.}$$

Определим результирующую погрешность:

$$\omega = \sqrt{\omega_{\text{уз}}^2 + \omega_{\text{см}}^2 + \omega_{\text{ув}}^2} = \sqrt{0,044^2 + 0,10^2 + 0,136^2} = 0,18 \text{ мм.}$$

Проектируемый кондуктор обеспечивает заданную точность, т. е. $\omega = 0,18 < T = 0,2$.

Расчет надежности закрепления заготовки. Для закрепления заготовок применяются различные зажимные устройства (зажимы). При выборе зажима необходимо прежде всего учитывать условия надежности закрепления заготовок, т. е. следить за тем, чтобы заготовка в процессе обработки под действием сил и моментов не смогла сдвинуться с установленного положения, повернуться или вырваться из зажимного устройства.

Величину необходимого зажимного усилия определяют на основании решения задачи статик, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Необходимо составить расчетную схему, т. е. изобразить на схеме базирования заготовки все действующие на нее силы: силы и момент резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными элементами и зажимными устройствами. Расчетную схему следует составлять для наиболее неблагоприятного местоположения режущего инструмента по длине обрабатываемой поверхности. По расчетной схеме необходимо установить направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определить величину про-

екий всех сил на направление перемещения и составить уравнения сил и моментов.

Значение сил и моментов резания определяют расчетным путем по формулам, приведенным в литературе по курсу «Резание металлов» /14/. Но в процессе обработки действительные силы резания могут существенно отличаться от расчетных вследствие колебания механических свойств самого материала, наличия наклепа и поверхностной корки на заготовках, притупления режущего инструмента, неравномерности снимаемого припуска и в силу других причин. Кроме того, при принятой схеме расчета потребной силы зажима возможны различные состояния контакта (смятие поверхностей, наличие смазки, различная шероховатость и т. п.) между опорными поверхностями приспособления и заготовкой, заготовкой и зажимом.

Все эти изменения сил резания и состояния контакта расчетным путем учесть невозможно, поэтому в практических расчетах величину силы резания, найденную расчетным путем, умножают на коэффициент надежности закрепления K , который принимают равным 1,5...2,5 (меньшее значение — для чистовой обработки, большее — для черновой). Следовательно, расчет потребной силы зажима заготовки производят с учетом коэффициента надежности закрепления.

На основании решения уравнений статики получают формулы для расчета зажимного усилия Q , обеспечивающего надежное закрепление заготовки. Сказанное проиллюстрируем на примерах.

На операции фрезерования плоскости (рис. 8,а) при принятых способе базирования и схеме закрепления заготовки под действием сил резания она может только поворачиваться относительно точки O . Из условия равновесия заготовки уравнение моментов будет иметь вид

$$Q a + F l = P_z b + P_y l,$$

где P_z , P_y — силы резания;
 F — сила трения.

После подстановки значения $F = f Q$ и введения коэффициента надежности K уравнение примет вид

$$Q a + Q f l = K (P_z b + P_y l),$$

откуда

$$Q = \frac{K (P_z b + P_y l)}{a + f l},$$

где f — коэффициент трения между заготовкой и зажимными устройствами.

При сверлении отверстия в заготовке, закрепленной в трехкулачковом патроне (рис. 8,б), она может перемещаться вдоль кулачков под действием силы резания P_0 и провертываться в кулач-

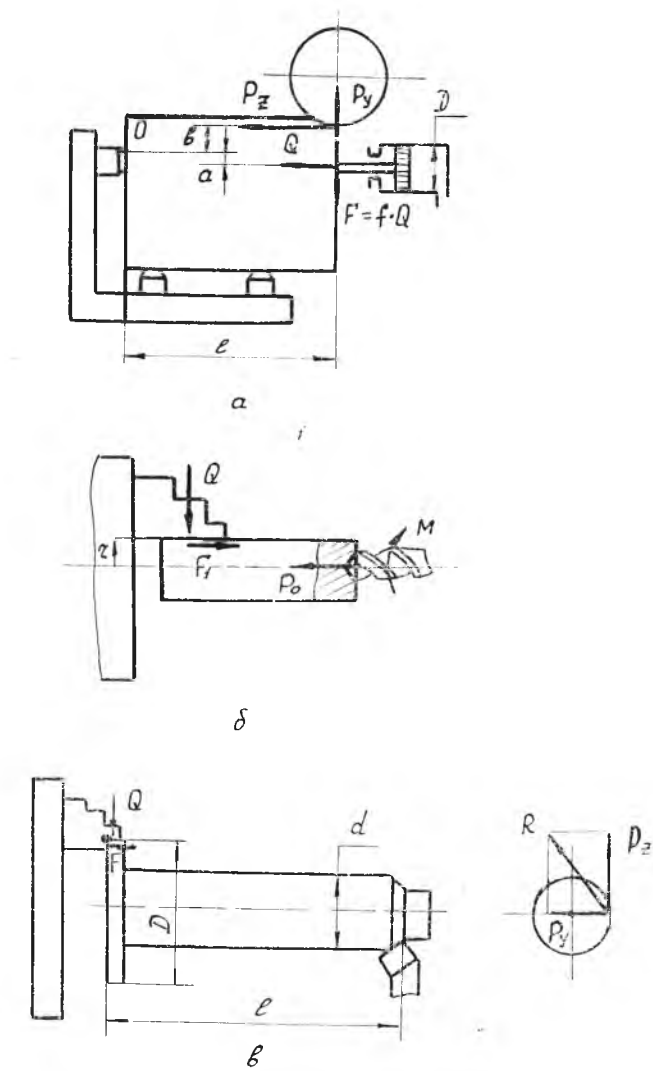


Рис. 8. Расчетные схемы к определению величины зажимного усилия, удерживающего заготовку: а — при фрезеровании; б — при сверлении на токарном станке; в — при точении на токарном станке

ние приспособления считается целесообразным, если годовая экономия больше, чем годовые затраты, связанные с ним. При сравнении экономии от применения приспособления с затратами на его изготовление и эксплуатацию условие эффективного использования приспособления выражается формулой $\mathcal{E} \geq P$, (9) где \mathcal{E} — ожидаемая экономия от применения приспособления в анализируемый период;

P — затраты на приспособление в тот же период.

Ожидаемая экономия определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (t_{\text{шт}} - t_{\text{шт}}^{\text{п}}) a_{\text{м}} N, \quad (10)$$

где $t_{\text{шт}}$ — штучно-калькуляционное время выполнения операции без приспособления, мин;

$t_{\text{шт}}^{\text{п}}$ — ожидаемое штучно-калькуляционное время на операцию после внедрения проектируемого приспособления, мин;

$a_{\text{м}}$ — себестоимость одной станко-минуты, руб/мин;

N — планируемая годовая программа, шт.

Себестоимость одной станко-минуты рассчитывается по формуле

$$a_{\text{м}} = a_{\text{пер}} + a_{\text{п.п}} + a_{\text{пост}}, \quad (11)$$

где $a_{\text{пер}}$ — переменные затраты, пропорциональные изменению времени обработки (они включают в себя заработную плату производственных рабочих с начислениями на нее);

$a_{\text{п.п}}$ — переменные постоянные затраты, которые также изменяются пропорционально времени обработки (сюда входят затраты на амортизацию и эксплуатацию станка);

$a_{\text{пост}}$ — прочие постоянные цеховые расходы, которые при данном объеме выпуска валовой продукции остаются постоянными независимо от изменения времени обработки.

Значения слагаемых формулы (11) и стоимости одной станко-минуты $a_{\text{м}}$, которыми можно пользоваться при расчетах по формуле (10), приведены в табл. 5.

При проектировании обычно приходится сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для данной операции и выбирать из них наиболее выгодный. Поэтому учитывают только те элементы себестоимости обработки, которые зависят от конструкции приспособления.

Экономическая целесообразность сравниваемых вариантов приспособлений определяется как

$$P_1 - P_2 \leq \left[\left(\frac{P_{y1}}{n} + Z_1 \right) - \left(\frac{P_{y2}}{n} + Z_2 \right) \right] \cdot N, \quad (12)$$

где P — годовые затраты на приспособление (индексы 1 и 2 относятся к вариантам приспособлений);

P_y — разовые расходы на установку приспособления на станок;

n — число заготовок в партии;

Себестоимость одной станко-минуты

Виды работ	Составляющие себестоимости станко-минуты, руб	Разряды работ				
		I	II	III	IV	V
Токарные	<i>a</i> _{пер}	0,0077	0,0087	0,0100	0,0115	0,0133
	<i>a</i> _{д-п}	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
	<i>a</i> _{пост}	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	<i>a</i> _м	0,0130	0,0140	0,0160	0,0170	0,0200
Фрезерные	<i>a</i> _{пер}	0,0077	0,0087	0,0100	0,0015	0,0133
	<i>a</i> _{п-п}	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034
	<i>a</i> _{пост}	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	<i>a</i> _м	0,0130	0,0140	0,0160	0,0180	0,0200
Сверлильные	<i>a</i> _{пер}	0,0077	0,0087	0,0100	0,0115	0,0133
	<i>a</i> _{п-п}	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
	<i>a</i> _{пост}	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	<i>a</i> _м	0,0110	0,0120	0,0130	0,0150	0,0180
Шлифовальные	<i>a</i> _{пер}	0,0077	0,0087	0,0100	0,0115	0,0133
	<i>a</i> _{п-п}	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
	<i>a</i> _{пост}	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	<i>a</i> _м	0,0130	0,0140	0,0160	0,0180	0,0200

Z — заработная плата производственного рабочего по штучно-калькуляционному времени, т. е. произведение часовой заработной платы на норму штучного времени;

N — годовая программа заготовок.

Годовые затраты на специальное приспособление

$$P = C (1 + K_{\text{пр}}) \left(\frac{1}{C_{\text{сл}}} + K_{\text{э}} \right), \quad (13)$$

где *C* — стоимость приспособления;

*K*_{пр} — коэффициент проектирования (*K*_{пр} = 0,3);

*K*_э — коэффициент эксплуатации (*K*_э = 0,2 ... 0,3);

*C*_{сл} — срок службы приспособления (для простого приспособления — 2 года, для приспособления средней сложности — 3 года, для сложного приспособления — 5 лет).

Как видно из формулы (13), для определения годовых затрат необходимо знать стоимость приспособления *C*. Поскольку экономический расчет делается в начальный период проектирования, т. е.

когда разработана только конструктивная схема, то точно определить стоимость приспособления невозможно. В этом случае применяется приближенный метод расчета и используется эмпирическая зависимость

$$C = A D_{\text{ор}} + B, \quad (14)$$

где $D_{\text{ор}}$ — число оригинальных деталей, входящих в приспособление;

A, B — показатели стоимости, зависящие от группы сложности приспособления.

Для упрощения оценки группы сложности приспособления используется в этом случае один показатель — число оригинальных деталей (табл. 6). Из таблицы видно, что каждое приспособление

Таблица 6

Группы сложности приспособлений и значение показателей стоимости

Число оригинальных деталей	Группы сложности	Показатели сложности	
		A	B
1...10	1	0,8	0
5...20	2	1,0	5
10...30	3	1,5	5
20...60	4	2,5	0
30...90	5	3,35	0
60...120	6	4,0	20

с числом оригинальных деталей больше пяти можно отнести к двум смежным группам сложности. Чтобы решить, какую группу сложности принять для расчета стоимости приспособления, руководствуются следующими положениями: если приспособление имеет менее сложные детали, невысокую точность их изготовления (для черновой обработки), то его относят к меньшей группе сложности.

Примечание. Стоимость приспособлений при расчете по формуле (14) и по данным табл. 6 получается заниженной по сравнению с действительной стоимостью приспособлений в авиадвигателестроении, поэтому полученную по формуле (14) стоимость необходимо для всех групп сложности увеличить примерно в 1,5 раза.

РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ОБЩЕГО ВИДА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Разработка конструкции приспособления выполняется в определенной последовательности. Обычно сначала тонкими линиями вычерчивается контур обрабатываемой заготовки в требуемом количестве проекций. Проекция располагают на таком расстоянии

друг от друга, чтобы было достаточно места для размещения на них соответствующих элементов приспособления. Затем к проекциям заготовки вычерчивают установочные и зажимные элементы, а если приспособление имеет направляющие или делительные элементы, то их тоже наносят на чертеж. После этого оформляют конструкцию корпуса приспособления. При создании корпуса необходимо стремиться к более простой конструкции, чтобы изготавливать ее можно было из стандартных заготовок. Затем вычерчивают вспомогательные и другие недостающие детали (рис. 9).

На общем виде приспособление изображается в рабочем положении, на нем даются все необходимые проекции, сечения и разрезы, позволяющие полностью представить конструкцию всех элементов приспособления и их взаимосвязь. Размеры и форма специальных деталей приспособления определяются на основании прочностных расчетов или выбираются из конструктивных соображений.

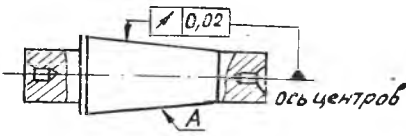
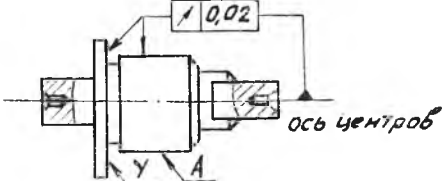
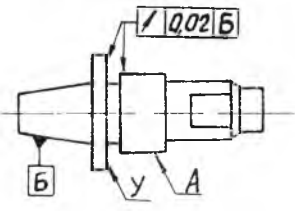
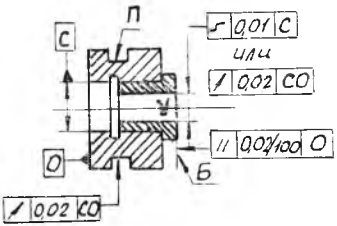
Общий вид приспособления вычерчивают, как правило, в масштабе 1:1. На нем проставляются габаритные, координирующие, посадочные размеры, размеры направляющих элементов и размеры, связывающие приспособление со станком. Кроме того, назначаются технические требования, которые определяют точность сборки приспособления и его монтажа на станке, условия эксплуатации, сроки контроля точностных параметров приспособления и др. Рекомендации по назначению технических требований к приспособлениям представлены в табл. 7, а по выбору материалов для изготовления деталей приспособлений и их механических свойств — в табл. 8 и 9.

К общему виду чертежа прилагается спецификация. Оформление чертежа общего вида конструкции приспособления, простановка размеров, написание технических требований, составление спецификации должны строго соответствовать Государственным стандартам Единой Системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой Системе допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ).

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ОРИГИНАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ

По согласованию с преподавателем студент выполняет чертежи 2...3 оригинальных деталей спроектированного приспособления. Чертеж выполняется в масштабе 1:1 и содержит все необходимые виды, разрезы и сечения. На нем проставляются размеры с соответствующими допусками, шероховатость обработанных поверхностей, а также технические условия на взаимное расположение поверхностей, указывается материал детали и ее твердость после соответствующей термообработки.

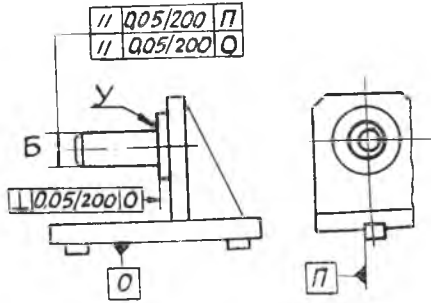
Технические требования к приспособлениям

Схема	Технические требования
<p data-bbox="171 189 972 216">Приспособления для токарных, кругло- и внутришлифовальных станков</p> 	<p data-bbox="710 230 1022 323">Допуск радиального бие-ния поверхности А отно-сительно оси центровых от-верстий 0,02 мм</p>
	<p data-bbox="710 422 1022 541">Допуск радиального бие-ния поверхности А и торцевого бие-ния поверхности У отно-сительно оси центровых от-верстий 0,02 мм</p>
	<p data-bbox="710 630 1022 749">Допуск радиального бие-ния поверхности А и торцевого бие-ния поверхности У отно-сительно оси поверхности В 0,02 мм</p>
	<p data-bbox="710 875 1022 1194">Допуск радиального бие-ния поверхности П отно-сительно оси поверхности С с упо-ром в торец О 0,02 мм. Допуск соосности поверхно-сти У относительно поверх-ности С 0,01 мм или допуск радиального бие-ния поверх-ности П относительно оси поверхности С с упором в торец О 0,02 мм. Допуск параллельной поверхно-сти Б относительно поверхности О 0,01 мм</p>

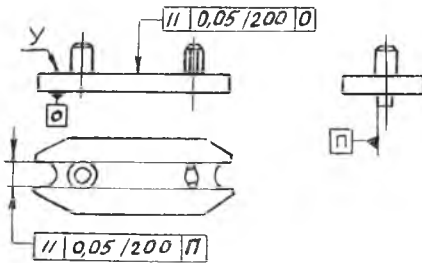
Схема

Технические требования

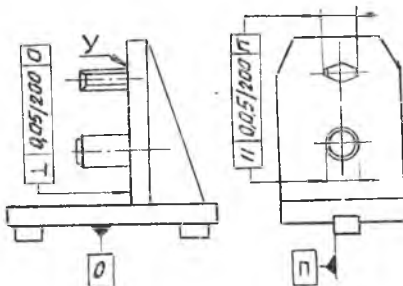
Приспособления для фрезерных станков



Допуск параллельности оси поверхности Б относительно плоскости О 0,05 мм на длине 200 мм
 Допуск параллельности оси поверхности Б относительно плоскости П 0,05 мм на длине 200 мм
 Допуск перпендикулярности поверхности У относительно плоскости О 0,05 мм на длине 200 мм

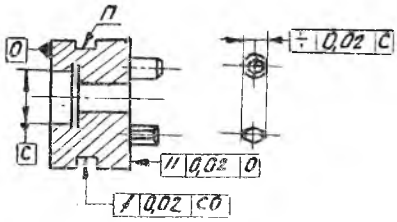


Допуск параллельности общей оси поверхности пальцев относительно поверхности П 0,05 мм на длине 200 мм
 Допуск параллельности поверхности У относительно плоскости О 0,05 мм на длине 200 мм

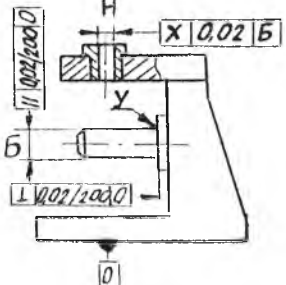


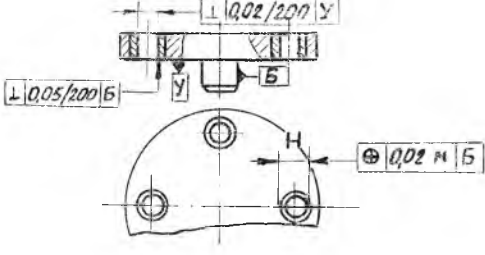
Допуск параллельности общей оси поверхности пальцев относительно поверхности П 0,05 мм на длине 200 мм
 Допуск перпендикулярности поверхности У относительно плоскости О 0,05 мм на длине 200 мм

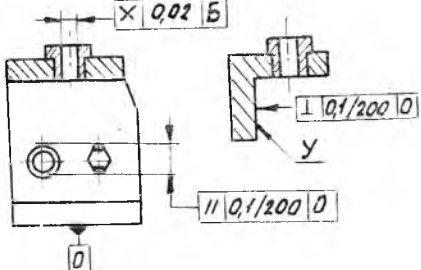
Схема	Технические требования
	<p>Допуск параллельности оси контрольного валика относительно поверхности П 0,05 мм на длине 200 мм Допуск параллельности оси контрольного валика относительно плоскости O 0,05 мм на длине 200 мм</p>
	<p>Допуск радиального биения поверхности П относительно оси поверхности С с упором в торец O 0,02 мм Допуск перпендикулярности поверхности Y относительно поверхности O 0,02 мм на 200 мм длины Допуск пересечения осей поверхности Б относительно поверхности С 0,02 мм Допуск перпендикулярности оси поверхности Б к плоскости Y 0,02 мм на 200 мм длины</p>
	<p>Допуск соосности поверхности Б относительно С 0,01 мм</p>
	<p>Допуск несовпадения плоскости, проходящей через ось пальцев, с осью отверстия С 0,02 мм Допуск перпендикулярности плоскости Y относительно поверхности O 0,02 мм на длине 200 мм Допуск радиального биения поверхности П относительно оси отверстия С с упором в торец 0,02 мм</p>

Схема	Технические требования
	<p>Допуск радиального биения поверхности П относительно оси поверхности С с упором в торец 0,02 мм Допуск параллельности поверхности У относительно поверхности О 0,02 мм Допуск симметричности общей плоскости осей поверхностей пальцев относительно поверхности С 0,02 мм</p>

Приспособления для сверлильных и расточных станков

	<p>Допуск параллельности оси поверхности Б относительно поверхности О 0,02 мм на 200 мм длины Допуск перпендикулярности поверхности У относительно поверхности О 0,02 мм на 200 мм длины Допуск пересечения осей поверхностей Н относительно Б 0,02 мм</p>
---	--

	<p>Позиционный допуск осей отверстий Н относительно номинального положения не более 0,02 мм Допуск перпендикулярности осей отверстий Н относительно поверхности У 0,02 мм на длине 200 мм Допуск перпендикулярности поверхности У относительно оси пальца Б 0,05 мм на длине 200 мм</p>
--	---

	<p>Допуск параллельности общей оси поверхностей пальцев относительно поверхности О 0,1 мм на 200 мм длины Допуск перпендикулярности поверхности У относительно поверхности О 0,1 мм на 200 мм длины Допуск пересечения осей поверхности Н относительно поверхности Б 0,02 мм</p>
---	--

Выбор материалов для изготовления деталей приспособлений

Марка материала	Область применения различных деталей	Детали приспособлений
Сталь 3 ГОСТ 380-71	Работающие с малой нагрузкой без термической обработки	Болты, винты, ручки, крышки, кожуха, ребра, шпильки, сварные корпуса...
Сталь 6 ГОСТ 380-71	Средненагруженные	Болты, штифты, шпонки, штыри, державки, валики, планки...
Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Малонагруженные простой конфигурации, работающие на истирание, и детали с высокой поверхностной твердостью (после цементации и закалки)	Валики, втулки, сварные корпуса, упоры, установочные элементы, призмы, фиксаторы, эксцентрики...
Сталь 35 ГОСТ 1050-74	Подвергающиеся небольшим нагрузкам	Тяги, серьги, траверсы, оси, диски, ободы, балки, рычаги, втулки, болты, винты, гайки...
Сталь 45 ГОСТ 1050-74	Работающие на истирание	Валы, шпонки, рабочие шпиндели, вилки, делительные диски, кронштейны, цилиндры, стаканы, корпуса, зажимные элементы...
Сталь 65Г ГОСТ 14959-69	Обладающие упругими свойствами	Зажимные и подающие цапги, пружины плоские, круглые, прижимные шайбы, кольца, упругие втулки, мембраны, тарельчатые пластины...
Сталь 38ХА ГОСТ 4543-71	Требующие повышенной прочности	Болты, винты, валики, шпиндели, арматурные детали, зажимные элементы УСП...
Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71	Ответственные как сварные, так и механически обрабатываемые	Стержни, камертоны, упругие втулки, установочные элементы...
Сталь У7А ГОСТ 1435-74	Подвергающиеся ударам и толчкам при умеренной твердости и большой вязкости	Пальцы, втулки промежуточные, установочные элементы небольших размеров, втулки делительных устройств, установки...
Сталь У8А ГОСТ 1435-74	Подвергающиеся ударам, при повышенной твердости и достаточной вязкости	Эксцентрики, кулачки, камеры, ролики, призмы, копиры, цапги, оправы центровые, установочные пальцы, втулки фиксаторов...

Марка материала	Область применения различных деталей	Детали приспособлений
Сталь У10А ГОСТ 1435-74	С повышенной твердостью и износостойкостью, не подлежащие ударам	Цанги, кондукторные втулки, центра, установочные пальцы...
Сталь У12А ГОСТ 1435-74	Не подлежащие ударам	Направляющие и кондукторные втулки
Сталь 20Х ГОСТ 1543-71	С повышенной поверхностной износостойкостью	Прихваты, эксцентрики, опоры, призмы, установочные пальцы, втулки, установочные...
Сталь 40Х ГОСТ 1543-71	С повышенной износостойкостью	Рабочие шпиндели, зубчатые колеса, валы, втулки, оси, муфты, направляющие шпонки, резьбовые втулки...
Сталь ХВГ ГОСТ 5950-73	При закалке малдеформирующиеся	Пальцы, втулки, калибры, шаблоны...
Сталь 12Х18Н9Т ГОСТ 5632-72 (Х18Н9Т)	Работающие при высоких давлениях, температурах, в условиях влажной и агрессивной среды	Штуцера, ниппели, детали приспособлений для электрохимической обработки...
Сталь 25Л ГОСТ 977-75	Сложной формы, при требованиях повышенной прочности и жесткости по сравнению с чугуном литьем	Шкивы, нитурвалы, траверсы, кронштейны, рычаги, корпуса...
Сталь 35Л ГОСТ 977-75	Сложной формы, при требованиях повышенной прочности и жесткости по сравнению с модифицированным чугуном	Рычаги, кронштейны, планшайбы, корпуса...
Сталь 45Л ГОСТ 977-75	С более высокими требованиями к прочности и твердости поверхности	То же
СЧ 15-32 ГОСТ 1412-70	С невысоким требованием к износостойкости (малоответственное литье)	Крышки, плиты, стойки, корпуса, заготовки (болванки) для других деталей...
СЧ 18-36 ГОСТ 1412-70	Работающие при средних нагрузках на износ (ответственное литье)	Для аналогичных деталей, как и СЧ 15-32
СЧ 24-44 ГОСТ 1412-70	С толщиной стенок 10—30 мм (ответственное литье)	Корпуса, плиты, шестерни...
АЛ4, АЛ9, АК5М2	С облегченным весом, работающие с малой нагрузкой	Крышки кондукторов, корпуса многошпиндельных сверлильных головок...

Механические свойства конструкционных сталей

Марка материала	Термообработка	σ_B , кгс/мм ²	σ_T , кгс/мм ²	HB, кгс/мм ²	HRC
Сталь 3	В состоянии поставки	38...49	21	143	
Сталь 6	В состоянии поставки	60	30		
	Нормализация			156...217	
Сталь 20	В состоянии поставки	42	25	Не более 163	56...60
	Цементация, закалка, отпуск				56...60
Сталь 35	В состоянии поставки	51	32	207	
	Закалка, отпуск	100	65		30...35
Сталь 45	В состоянии поставки	60	32	Не более 229	
	Закалка 830—850°C; отпуск 180—200°C	120	95		40...45
	Закалка 830—850°C; отпуск 160—180°C	90	65		30...35
Сталь 65Г	В состоянии поставки	100	80	Не более 244	
	Улучшение	150	125		40...48
Сталь 38ХА	В состоянии поставки			Не более 207	
	Улучшение	95	80		30...37
Сталь 30ХГСА	В состоянии поставки			Не более 229	
	Улучшение	110	85		34...39
Сталь У7А	В состоянии поставки	63	39	Не более 187	
	Закалка, отпуск				40...45 56...60
Сталь У8А	В состоянии поставки	75		187	
	Закалка, отпуск				40...45 56...60
Сталь У10А	В состоянии поставки	65		200	
	Закалка, отпуск				56...64
Сталь У12А	В состоянии поставки (отжиг)	60	33	207	
	Закалка, низкий от- пуск	172			58...64

Марка материала	Термообработка	σ_{σ} , кгс/мм ²	σ_{τ} , кгс/мм ²	НВ, кгс/мм ²	HRC
Сталь 20х	В состоянии поставки (улучшение)	80	60	220...240	
	Цементация, закалка, отпуск				50...55
Сталь 40Х	В состоянии поставки (улучшение)	100	80	240...280	
	Поверхностная закалка				40...45
Сталь ХВГ	В состоянии поставки			Не более 255	
12Х18Н9Т Х18Н9Т	В состоянии поставки	55	20		56...60
Сталь 25Л	В состоянии поставки	45	24	124...150	
Сталь 35Л	В состоянии поставки	50	28	137...166	
	Закалка, отпуск	60	40		30...35
Сталь 45Л	В состоянии поставки	55	32	153...179	
	Закалка, отпуск	75	40		30...35

ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Записку необходимо писать по разделам параллельно с разработкой задания и окончательно оформлять после выполнения всех работ. В расчетно-пояснительной записке студент дает обоснование по всем вопросам выполняемой курсовой работы. В ней приводятся анализ, технические и экономические расчеты с приложением схем, эскизов, графиков и т. п.

Записка должна иметь минимум извлечений из различных литературных источников в виде цитат и т. п. и максимум собственных выводов, предложений, пояснений, расчетов. Записку пишут чернилами на одной стороне листа, листы нумеруют. В начале записки вкладывается задание на курсовую работу.

Рекомендуется следующая последовательность и содержание разделов расчетно-пояснительной записки.

Введение. Этот раздел пояснительной записки должен освещать задачи, значение и развитие производства деталей двигателей летательных аппаратов на базе внедрения механизации и автоматизации технологических процессов, оснащения производства специальными высокопроизводительными приспособлениями.

Изучение и анализ исходных материалов. В этом разделе приводится краткое описание конструкции обрабатываемой на данной операции заготовки; схема базирования и закрепления; определяется серийность производства; приводятся краткие сведения по станку, для которого проектируется приспособление. На основании типовых и существующих конструкций студент излагает свои соображения о возможности применения различных вариантов приспособлений для обработки заданной заготовки.

Разработка вариантов конструктивных схем приспособления. Разработка вариантов является наиболее важной частью курсовой работы, поэтому ее необходимо выполнять с особой тщательностью. В записку необходимо поместить эскизы 2...3 вариантов конструктивных схем приспособления с описанием их преимуществ и недостатков. На конструктивных схемах приспособления необходимо проставить соответствующие размеры с допусками, которые потребуются для выполнения расчетов на точность и надежность закрепления. Кроме того, необходимо ориентировочно оценить количество оригинальных деталей в конструкции для выполнения экономического расчета.

Технико-экономические расчеты по обоснованию оптимального варианта приспособления. В этом разделе выполняются расчеты на точность, надежность закрепления, расчет экономической эффективности применения приспособления. Расчеты должны дополняться соответствующими расчетными схемами, ссылками на справочную и другую литературу. В результате должен быть выбран оптимальный вариант конструкции приспособления.

Описание конструкции и работы спроектированного приспособления. В этом разделе дается описание конструкции спроектированного приспособления, принцип его работы, правила техники безопасности при его эксплуатации. Знание конкретных размеров деталей приспособления и сил закрепления дает возможность выполнить проверочный расчет на прочность 1...2 деталей.

Литература. Список использованных при курсовой работе литературных источников дается в конце текста записки.

Приложение. Здесь помещается спецификация к сборочному чертежу приспособления (в случае, если ее не представляется возможным разместить на листе).

Содержание. Перечень разделов расчетно - пояснительной записки с номерами страниц приводится на последней странице.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фираго В. П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей. — М.: Машиностроение-1973.

2. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1975. — 656 с.
3. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. — М.: Машиностроение, 1983. — 277 с.
4. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений. — М.: Высшая школа, 1980. — 240 с.
5. Антонюк В. Е., Королев В. А., Башев С. М. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. — Минск: Беларусь, 1969. — 392 с.
6. Болотин Х. Л., Костромин Ф. П. Станочные приспособления. — М.: Машиностроение, 1973. — 315 с.
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1979. — 303 с.
8. Шманев В. А. Приспособления для авиационного двигателестроения. — Куйбышев: КуАИ, 1980. — 78 с.
9. Уткин Н. Ф. Приспособления для механической обработки. — Л.: Лениздат, 1983. — 175 с.
10. Иващенко И. А. Проектирование технологических процессов производства двигателей летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1981. — 224 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. Т2-М.: Машиностроение, 1972. — 568 с.
12. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. — М.: Машиностроение, 1983. — 359 с.
13. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник. — Л.: Машиностроение, 1984. — 464 с.
14. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов. — М.: Высшая школа, 1985. — 304 с.