

Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С.П.Королева

А.Д.Комаров, А.С.Беляев, И.Н.Желтов,
М.Д.Рудман, В.К.Моисеев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТАНЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Учебное пособие

Самара 1994

Авторы составители: А.Д.Комаров, А.С.Беляев,
И.Н.Желтов, М.Д.Рудман, В.К.Моисеев

УДК 621.9 (075)

Проектирование специальных станочных приспособлений:
Учеб. пособие по курс. проектированию /А.Д.Комаров,
А.С.Беляев, И.Н.Желтов и др.; Самар. аэрокосм.
ун-т. Самара, 1994. 59 с. ISBN 5-230-16869-2

Пособие содержит необходимый руководящий материал по выбору, экономическому обоснованию и проектированию специальных станочных приспособлений при различных видах механической обработки. Может быть также использовано руководителями курсового проектирования при подготовке к занятиям и оценке выполненных работ, что поможет установить необходимое единообразие в руководстве и требованиях к проектам.

Пособие предназначено для студентов, выполняющих курсовой проект по технологии механической обработки. Выполнено на кафедре производства летательных аппаратов.

Табл. II, Ил. I3. Библиогр.: 38 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева

Рецензенты: Ю.В.Егоров, В.С.Иванов

ISBN 5-230-16869-2

© Самарский государственный
аэрокосмический университет,
1994

П р е д и с л о в и е

Механическая обработка деталей – широко распространенный технологический процесс современного машиностроения. Так, в производстве широкофюзеляжного самолета Ил-86 механическая обработка деталей занимает свыше 23% общей трудоемкости изготовления.

При частой смене объектов производства технологическая готовность предприятия – решающий фактор, предупреждающий моральное старение изделий на стадии постановки и освоения их производства. До 70% трудоемкости на постановку изделий связано с проектированием и изготовлением оснастки и инструмента.

В курсовом проекте по технологии механической обработки деталей летательных аппаратов предусмотрено конструирование специальных станочных приспособлений, обеспечивающих высокопроизводительную и безопасную работу.

Из-за специфики проектирования станочных приспособлений и с целью предоставления студентам дополнительных материалов было признано целесообразным рассмотреть эти вопросы в учебном пособии.

Содержание и объем работ по разделу "Проектирование специального станочного приспособления" курсового проекта приведены в учебном пособии [1] .

1. КЛАССИФИКАЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Станочные приспособления (СП) – приспособления, применяемые на металлорежущем и (или) деревообрабатывающем станке.

Специальное станочное приспособление – станочное приспособление для установки заготовок одного типоразмера [28] .

Станочные приспособления классифицируются по ряду признаков

(табл. I. I). В табл. I. 2 приведена система станочных приспособлений как составная часть системы технологической оснастки [29] .

Т а б л и ц а I. I

Классификация станочных приспособлений

Признаки	Характеристика
1. По степени специализации (системы станочных приспособлений)	Универсальные безналадочные, универсально-сборные, универсально-наладочные, специализированные наладочные, сборно-разборные, неразборные, специальные
2. По виду оснащаемых работ	Токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные и др.
3. По числу устанавливаемых заготовок	Одноместные, многоместные
4. По числу используемых при обработке инструментов	Одноинструментные, многоинструментные
5. По порядку применения инструментов и расположенных заготовок	Для последовательной обработки; для параллельной обработки; для последовательно-параллельной обработки
6. По числу позиций, занимаемых заготовкой по отношению к инструменту	Однопозиционные, многопозиционные
7. По степени непрерывности обработки заготовок	Для дискретной обработки; для непрерывной обработки
8. По участию человека в обслуживании приспособлений	Ручные, механизированные, автоматические

Система станочных приспособлений

Система приспособлений	Краткая характеристика систем	Время оперативного оснащения операции приспособлением, ч
1. УБП-универсальные безналадочные	Законченный механизм с несъемными элементами для базирования, обеспечивающий установку заготовок с элементарными схемами базирования	-
2. УСП-универсально-сборные	Собираются из стандартных деталей и узлов многократного применения	3-4
3. УНП-универсально-наладочные	Состоят из универсального базового агрегата и сменных наладочных элементов для установки различных по конфигурации и схемам базирования заготовок	15
4. СНП-специализированные наладочные	Состоят из специализированного базового агрегата и сменных наладок для установки родственных по конфигурации заготовок с идентичными схемами базирования	15
5. СРП-сборно-разборные	Собираются из стандартных деталей и сборочных единиц как специальные приспособления для долгосрочного крепления	20-25
6. НСП-неразборные специальные	Необратимые конструкции, не предназначенные для разборки с целью повторного использования их деталей в других конструкциях	100

2. УТОЧНЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Выполнению настоящего курсового проекта обычно предшествует производственная практика, во время которой студенты знакомятся с технологическими процессами механической обработки деталей и конструкций станочных приспособлений.

Задаaniem на курсовой проект предусмотрено разработать вновь или модернизировать имеющееся станочное приспособление для изготовления детали, аналогичное изученному на практике. Учитывая заданную программу выпуска деталей, необходимо решить вопрос о степени специализации проектируемого приспособления.

В учебной и справочной литературе по конструированию станочных приспособлений дано обоснование выбора различных систем и типов приспособлений, приведены типовые решения и примеры оригинальных приспособлений, применяемых в машиностроении [1-6]. Убедившись, что использование приспособлений систем УБП, УСП, УНП, СМП и СРП в полном объеме невозможно или нецелесообразно, по согласованию с руководителем проекта определяют основные требования к конструкции неразборного специального приспособления (НСП). Однако и в этом случае необходимо стремиться к максимальному использованию стандартных и нормализованных элементов, в том числе из других систем приспособлений [30-33].

В настоящее время действует более 1240 государственных стандартов на детали и узлы станочных приспособлений. Их полный перечень помещается в разделе "Г27. Приспособления и вспомогательный инструмент" ежегодных указателей государственных стандартов [34]. В библиотеке кафедры имеются альбомы нормализованных деталей и узлов приспособлений по отраслевым стандартам (ОСТ) и стандартам предприятий (СТП).

3. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В зависимости от конкретных условий, определяемых требованиями чертежа и технологическим процессом, приспособление может обеспечивать выполнение одновременно различных задач. Для этого в нем предусмотрены детали и узлы с соответствующим целевым назначением.

В самом общем случае приспособление может иметь следующие детали и узлы: корпус, установочные элементы, зажимные устройства, элементы, обеспечивающие точное расположение приспособления на станке, элементы для направления и координации инструмента, делительное устройство.

3.1. Установка заготовок и установочные элементы

Для обеспечения требуемой точности обработки заготовке должно быть придано вполне определенное положение относительно режущего инструмента. Наиболее часто установку выполняют, осуществляя плотный контакт базовых поверхностей заготовки с установочными элементами приспособления, которые жестко закреплены в его корпусе. Это обеспечивается приложением к заготовке соответствующих зажимных сил. Для однозначной ориентации заготовки в пространстве количество и расположение опор должно быть таким, чтобы при соблюдении условия неотрывности баз от опор (т.е. сохранения плотного контакта между ними) заготовка не могла иметь сдвига и вращения относительно трех координатных осей. При выполнении условия неотрывности заготовка лишается всех степеней свободы.

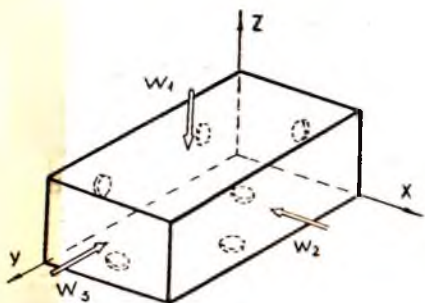
Как и любое твердое тело, заготовка обладает шестью степенями свободы в пространстве – линейными перемещениями по трем взаимно перпендикулярным осям и вращениями относительно этих осей. На этой основе сформулировано "правило шести точек", которым следует руководствоваться при разработке схемы установки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

положения заготовки в приспособлении необходимо иметь шесть жестких опорных точек: три – в основной установочной плоскости, две – в направляющей плоскости и одну – в упорной (рис.3.1).

Для обеспечения устойчивого положения заготовки в приспособлении расстояние между опорами следует брать возможно большим и во всяком случае таким, чтобы под действием силы тяжести не возникало опрокидывающего момента при закладке заготовки в приспособление.

С увеличением расстояния между

опорами уменьшается также влияние макрогеометрических погрешностей базовых поверхностей на положение заготовки в приспособлении.



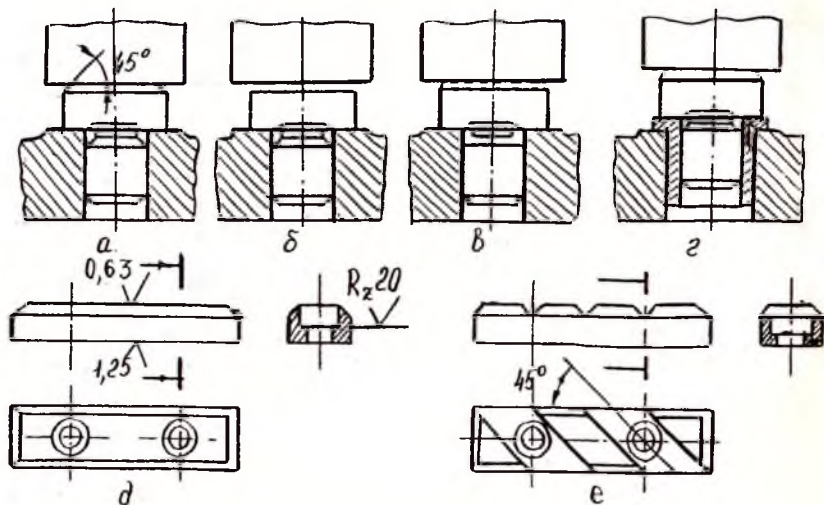
Р и с. 3.1. Схема базирования заготовки по плоским поверхностям

Если к этим шести точкам заготовка будет прижата зажимами, то она окажется лишенной всех степеней свободы. Закрепление заготовки в приспособлении часто осуществляется только одной силой, например W_1 (рис.3.1). В этом случае ее смещение в остальных направлениях предупреждается силами трения, возникающими между базовой (нижней) поверхностью и опорами приспособления. Конструктивное оформление опорных элементов зависит от вида (плоскость, цилиндр), шероховатости и точности баз заготовок.

3.1.1. Схема базирования заготовок по плоским поверхностям

Установка заготовки в приспособлении по плоским поверхностям (рис.3.1) предусматривает, как правило, использование установочной базы заготовки (три опорные точки в плоскости XY на поверхности, имеющей наибольшие габаритные размеры), направляющей базы (две опорные точки в плоскости YZ на поверхности, имеющей наибольшую протяженность) и опорной (одна опорная точка на плоскости XZ).

В качестве основных опор применяют штыри с плоской, сферической или насеченной головкой, а также опорные пластины (рис.3.2).



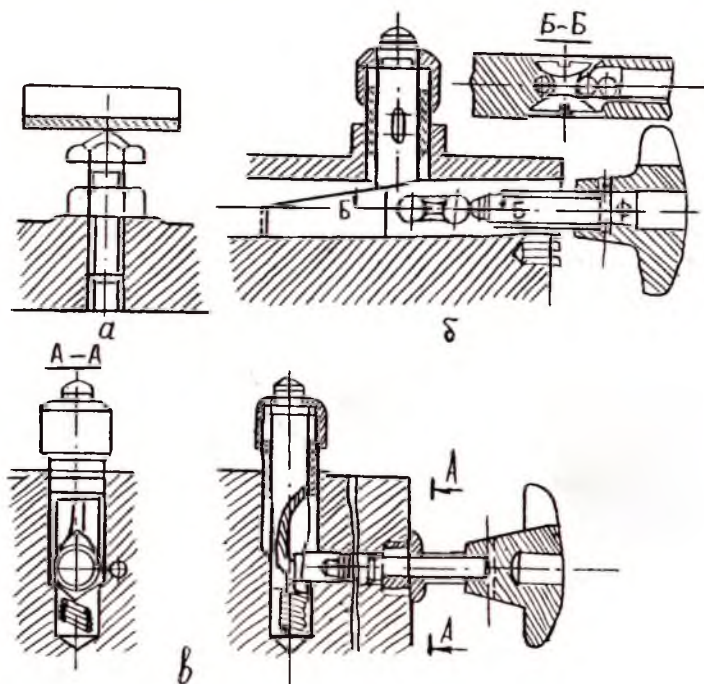
Р и с.3.2. Опорные штыри (а,б,в,г) и опорные пластины (д,е)

Выбор типа и размеров жестких опор зависит от размеров и состояния баз (установочных, направляющих и опорных):

заготовки с обработанными плоскостями больших размеров устанавливают на пластины, а небольших – на штыри с плоской головкой;

заготовки с необработанными поверхностями независимо от размеров устанавливают на штыри со сферической или насеченной головкой.

Для предотвращения прогиба длинных или деформации нежестких заготовок от усилия резания применяют вспомогательные опоры, которые выполняются регулируемые и самоустанавливающиеся, некоторые из них показаны на рис.3.3 [7]. Конструкции стандартных постоянных и вспомогательных опор приведены в справочниках [12,6,35].

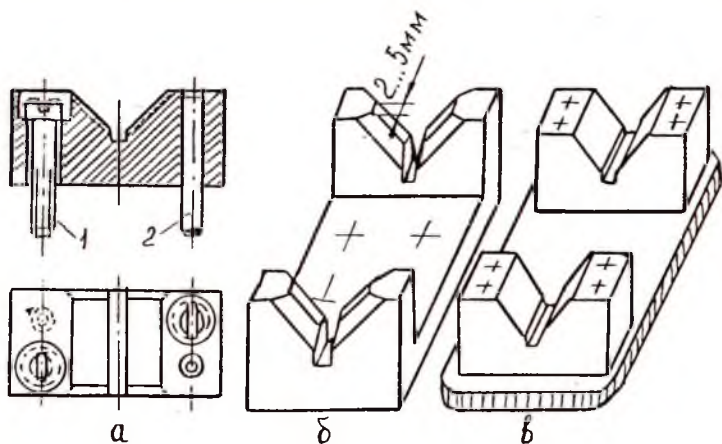


Р и с 3.3. Вспомогательные опоры: а-регулируемые винтовые, б-подводимые, в- самоустанавливающиеся

3.1.2. Схема базирования заготовок по наружным цилиндрическим поверхностям

При установке заготовки в приспособлении по наружным цилиндрическим поверхностям в качестве основных опор применяют самоцентрирующие патроны или призмы, эквивалентные четырем опорным точкам при базировании длинных цилиндрических заготовок и двум опорным точкам – при базировании коротких цилиндрических заготовок (диски, кольца).

В отличие от опорных штырей и пластин, призмы при сборке необходимо точно устанавливать в заданном положении, так как даже небольшое их смещение приводит к погрешностям. Поэтому кроме крепежных винтов положение призмы фиксируют дополнительно двумя контрольными штырями, которые без зазора устанавливают в отверстие призмы и корпуса (рис.3.4)



Р и с.3.4. Опорные призмы для установки заготовок по внешним цилиндрическим поверхностям: а–призма для установки коротких заготовок или как элемент сборной призмы; б,в–соответственно призма с выемкой и сборная призма для установки длинных заготовок

При установке ступенчатых валов, а также заготовок с черновой цилиндрической поверхностью рабочие поверхности призмы делают узкими. В сборных конструкциях с двумя и более призмами, используемыми для установки одной заготовки, рабочие поверхности призм шлифуют совместно.

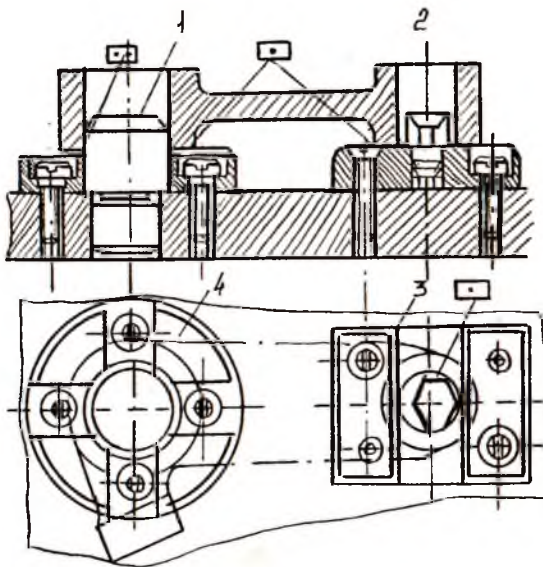
3.1.3. Схемы базирования заготовок по наружным цилиндрическим поверхностям с пересекающимися осями

На практике нередки случаи обработки деталей типа тройников и крестовин с базированием их по наружным цилиндрическим поверхностям. В деталях типа тройников (тройники-фитинги, краны, задвижки) обработке обычно подвергаются опоры и торцы. Заготовки этих деталей устанавливаются в три узкие призмы, поскольку наружная базовая поверхность не обработана. При этой схеме базирования имитируется установка на шесть точек [3]. Обработку деталей типа крестовин обычно ведут в приспособлениях с четырьмя призмами. Если базовые поверхности черновые, применяют узкие призмы. При чисто обработанных базах используют широкие призмы. Конструкции стандартных опорных, неподвижных, подвижных и установочных призм приведены с литературе [2,6,8,34,35].

3.1.4. Схемы базирования заготовок по плоским и внутренним цилиндрическим поверхностям

При установке заготовок по внутренним цилиндрическим поверхностям в качестве опор применяют цилиндрические, конические и срезанные пальцы. Высокий цилиндрический палец (жесткая оправка) эквивалентен четырем опорным точкам, низкий цилиндрический и конический пальцы - двум, низкий срезанный и конический срезанный пальцы - одной, а высокий срезанный (ромбический) - двум опорным точкам [7].

Срезанные пальцы применяют в комбинации с цилиндрическими или коническими пальцами в случае базирования заготовки по плоскости и двум отверстиям (рис.3.5); их также применяют в качестве опор при базировании заготовки по плоскости и отверстию. Применение срезанных пальцев облегчает установку на них заготовок вследствие того, что в направлении, перпендикулярном срезу, дополнительный зазор компенсирует погрешность в расстояниях между базами заготовки и соответствующими опорными элементами приспособления. Такая схема базирования используется при обработке деталей малых и средних размеров типа корпусов, кронштейнов, рам, плит и др. Она обеспечивает простую конструкцию приспособления, позволяет наиболее полно выдержать принцип постоянства баз на различных операциях технологического процесса и дает возможность относительно просто осуществлять фиксацию заготовок. Конструкции стандартных установочных цилиндрических и срезанных пальцев приведены в литературе [2,6,35].



Р и с .3.5 Схема базирования заготовки по плоскости (установочная база) и двум отверстиям

3.1.5. Дополнительные схемы базирования заготовок

Рассмотренные схемы базирования заготовок являются типичными. Однако ими далеко не исчерпывается многообразие схем базирования, применяемых на практике. Весьма часто в качестве установочных баз используется различное сочетание элементарных поверхностей заготовки.

В литературе [3,6,7] приведены схемы базирования заготовок по коническим поверхностям, по внутренним цилиндрическим поверхностям с пересекающимися осями, по зубчатым поверхностям и др.

3.2. Закрепление заготовок.Зажимные устройства приспособлений

3.2.1. Назначение зажимных устройств и предъявляемые к ним требования

Основное назначение зажимных устройств приспособлений – обеспе-

чение надежного контакта заготовки с установочными элементами, предупреждение ее смещения и вибрации в процессе обработки. Введением дополнительных зажимных устройств увеличивают жесткость технологической системы, что повышает точность и производительность обработки. Зажимные устройства используются также для обеспечения правильной установки и центрирования заготовки, выполняя функцию установочно-зажимных устройств. К ним относятся самоцентрирующие патроны, цанговые зажимы, подвижные призмы и другие устройства [3] .

Зажимные устройства должны быть надежны в работе, просты по конструкции и удобны в обслуживании; не должны деформировать закрепляемые заготовки и портить их поверхности; закрепление и открепление заготовок должно быть с минимальной затратой сил и времени; они должны обеспечивать равномерный зажим заготовок, особенно в многоместных приспособлениях; зажимные устройства не должны сдвигать заготовку при ее закреплении и по возможности воспринимать силы резания. Место приложения сил закрепления выбирается по условию наибольшей жесткости и устойчивости крепления и минимальной деформации заготовки. В ручных зажимных устройствах сила на рукоятке не должна превышать 150 Н. Значения моментов, развиваемых рукой на маховичках и рукоятках различных конструкций и размеров, приведены в [3] .

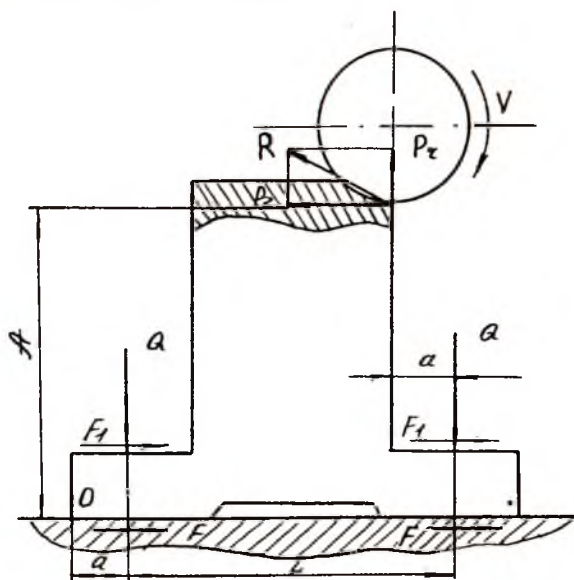
При необходимости увеличить усилие зажима применяют приспособления с силовыми (пневматическими, гидравлическими и др.) узлами.

3.2.2. Методика расчета сил закрепления

Для расчета сил закрепления в наиболее общем случае необходимо знать условия проектируемой обработки – величину, направление и место приложения сил, сдвигающих заготовку, а также схему ее установки и закрепления. Расчет сил закрепления в первом приближении может быть сведен к задаче статики на равновесие заготовки под действием приложенных к ней внешних сил.

К обрабатываемой заготовке приложены силы, возникающие в процессе обработки, искомые силы закрепления и реакции опор. Под действием этих сил заготовка находится в равновесии. Сила закрепления должна быть достаточной для предупреждения смещения установленной в приспособлении заготовки. Методика расчета сил закрепления для различных зажимных устройств, предотвращающих смещение заготовок под действием различных сил и моментов, изложена в [2,3,6] .

В качестве примера рассмотрим определение величин зажимного усилия при фрезеровании паза (рис.3.6).



Р и с 3.6. Расчетная схема для определения величины зажимного усилия при фрезеровании паза

Заготовка устанавливается на стол фрезерного станка и крепится прихватами усилием Q от каждого. Возникающую при обработке силу резания R можно разложить на две составляющие P_x и P_z . Сила P_x стремится сдвинуть заготовку в плоскости стола станка и оторвать ее от опор. Под действием сил P_x и P_z заготовка будет поворачиваться относительно точки O .

Сдвигу заготовки от силы P_x будут препятствовать силы трения, возникающие между опорой и заготовкой F , а также между прихватами и заготовкой F_1 :

$$F + F_1 = Qfn + Qf_1n = P_x,$$

где n - число прихватов, f - коэффициент трения при сдвиге заготовки относительно опоры, f_1 - коэффициент трения при сдвиге заготовки относительно прихватов.

После введения коэффициента надежности закрепления K уравнение примет вид

$$Qn(f + f_1) = KP_2,$$

откуда

$$Q = \frac{KP_2}{n(f + f_1)}.$$

Уравнение моментов относительно точки O будет иметь вид

$$Qa + Q(L + a) = K(P_2A + P_2L),$$

откуда

$$Q = \frac{K(P_2A + P_2L)}{2a + L}.$$

Величина коэффициентов трения определяется шероховатостью контактирующих поверхностей и находится в пределах $0,1 \dots 0,8$. Коэффициент K выбирается в зависимости от конкретных условий выполнения операций и составляет $1,5 \dots 8,0$. Из двух найденных значений Q в качестве окончательного выбирается большее.

3.2.3. Элементарные зажимные устройства

К элементарным зажимным устройствам относятся простейшие механизмы, используемые для закрепления заготовок или выполняющие роль промежуточных звеньев в сложных зажимных системах. При конструировании приспособлений по требуемой силе закрепления заготовки устанавливают основные размеры зажимного устройства и определяют исходную силу (момент) на рукоятке или силовом узле привода приспособления.

Винтовые зажимы применяют в приспособлениях с ручным закреплением заготовок; они просты, компактны и надежны в работе. Быстродействующие винтовые зажимы выполняют с разрезными шайбами, с откидными разрезными планками, с плунжерными устройствами.

Эксцентрикные зажимы бывают с круглыми и криволинейными поверхностями. Обычные круговые эксцентрики широко используют в приспособлениях, так как они просты в изготовлении. Однако их самотормозящие свойства изменяются с углом поворота, который всегда меньше 180° (на $20 \dots 30^\circ$). Поэтому иногда применяют криволинейные (некруглые) эксцентрики. Их самотормозящие свойства повышаются с углом поворота, который может быть больше 180° . Рабочая поверхность таких эксцентриков обычно выполняется по эвольвенте или спирали Архимеда.

Клиновые зажимы применяют в качестве промежуточного звена в сложных зажимных системах. Они просты в изготовлении, компактны, легко размещаются в приспособлении, позволяют увеличивать и

изменять направление передаваемой силы. При определенных углах клиновой механизм обладает свойствами самоторможения.

Рычажные зажимы аналогично клиновым применяют в сочетании с другими элементарными зажимами, образуя более сложные зажимные системы. С помощью рычага изменяют величину и направление передаваемой силы, осуществляют одновременное и равномерное закрепление заготовки в двух местах.

Центрирующие зажимы применяют для установки заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям. К ним относятся цанги, разжимные оправки, зажимные втулки с гидропластмассой, а также мембранные патроны.

Цанги представляют собой разрезные пружинящие гильзы. Они обеспечивают концентричность установки $0,02 \dots 0,05$ мм. Базовую поверхность заготовок для закрепления в цангах следует обрабатывать по 6...9 качеству точности.

Разжимные оправки консольного типа разжимаются внутренним конусом. Точность центрирования таких оправок от $0,02$ до $0,04$ мм в зависимости от их типа и качества обработки отверстия заготовки. Оправки с упругой гильзой, разжимаемой внутри гидропластмассой, обеспечивают точность центрирования $0,005 \dots 0,01$ мм. Базовые отверстия заготовки обрабатывают с точностью H7...H8. Оправки с гофрированными втулками обеспечивают точность центрирования $0,002 \dots 0,003$ мм.

Оправки и патроны с пластинчатыми (тарельчатыми) пружинами обеспечивают прочное закрепление по внутренней или наружной цилиндрической поверхности и точное центрирование в пределах $0,01 \dots 0,02$ мм.

Мембранные патроны используются для точной центровки заготовок по наружной или внутренней цилиндрической поверхности. Для достижения высокой точности (до $0,003 \dots 0,005$ мм) кулачки патрона шлифуют перед закреплением заготовки.

Реечно-рычажные зажимы выполняют с роликовыми, коническими или эксцентриковыми замками.

Методика расчета и конструкции различных зажимов описаны в [2,3,6,34,35] .

3.2.4. Силовые узлы и устройства для приспособлений

Пневматические силовые узлы выполняют в

виде пневмоцилиндров неподвижного, качающегося и вращающегося типов или пневмокамер. Нормальные диаметры цилиндров составляют ряд: 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250 и 300 мм. Цилиндры изготовляют одно- и двухстороннего действия. У цилиндров одностороннего действия обратный ход поршня осуществляется пружиной, у цилиндров двухстороннего действия - сжатым воздухом. Рабочее давление сжатого воздуха обычно принимают 0,4 МПа, что соответствует минимальному давлению в заводской сети.

Гидравлические зажимные устройства выполняют поршневыми, они приводятся в действие от отдельного (реже - группового) насоса. Рабочей жидкостью служит веретенное масло. В сравнении с пневматическими гидравлические силовые узлы имеют меньшие габариты вследствие применения более высокого давления масла (6 МПа и выше). Недостатком гидравлических устройств является необходимость иметь трубопровод для слива выпускаемого из цилиндра масла, а также насос, электродвигатель которого нагружен в течение работы зажимного устройства.

В станочных приспособлениях широко применяют нормализованные встраиваемые цилиндры с внутренним диаметром 40, 50, 60, 75 и 100 мм. На корпусе приспособления их крепят с помощью резьбовой шейки. Для закрепления заготовок применяют также пневмогидравлические зажимные устройства, вакуумные зажимные устройства, электромагнитные зажимные устройства и комбинированные зажимные устройства.

Комбинированные зажимные устройства сочетают в себе элементарные зажимы различного типа. Их применяют для увеличения сил закрепления, изменения величины хода зажимающего элемента, изменения направления сил зажима, уменьшения размеров зажимного устройства в местах его контакта с заготовкой, а также для создания наибольших удобств управления. Комбинированные зажимные устройства могут также обеспечивать одновременное крепление заготовки в нескольких местах. Они приводятся в действие от ручного привода или от пневматических, гидравлических или других силовых узлов.

Зажимные механизмы многоместных приспособлений должны обеспечить равномерное и одновременное закрепление всех заготовок, установленных в приспособлении. Этому требованию удовлетворяют отдельные схемы механических, а также гидравлических и других устройств. Для повышения быстродействия зажимные устройства многоместных приспособлений должны иметь один орган управления.

При параллельной схеме зажима заготовок исходная сила, развиваемая силовым узлом приспособления, суммируется из сил закрепления отдельных заготовок с учетом передаточного отношения механизма.

При последовательной схеме исходная сила равна силе закрепления одной заготовки.

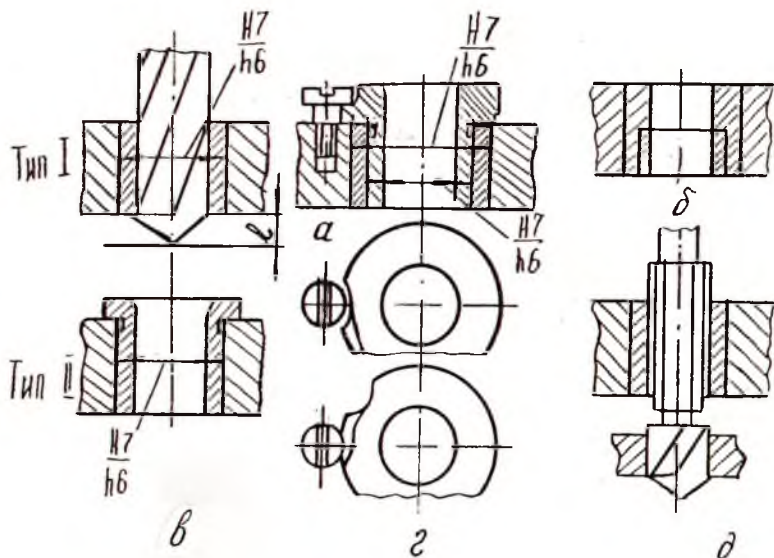
3.3. Направляющие, настроечные, вспомогательные и базовые элементы (корпусы) приспособлений

3.3.1. Детали приспособлений для направления рабочего инструмента

При выполнении отдельных операций механической обработки жесткость режущего инструмента бывает недостаточной. Для устранения упругих отжатый инструмента и придания ему определенного положения в процессе обработки относительно заготовки применяют направляющие детали приспособлений. К ним относятся кондукторные втулки и копиры. Они должны быть точными, износостойкими и сменными.

К о н д у к т о р н ы е в т у л к и применяют в сверлильных и расточных приспособлениях. Конструкция и размеры кондукторных втулок для сверлильных приспособлений стандартизованы. Кондукторные втулки бывают постоянные, сменные и быстросменные. Постоянные втулки применяют в кондукторах для мелкосерийного производства при обработке отверстий одним инструментом (рис.3.7,в); их выполняют гладкими (тип I) и с буртами (тип II). Сменные втулки (ГОСТ 15362-73 и 18431-73) применяют в приспособлениях для массового и крупносерийного производства; быстросменные втулки (ГОСТ 18432-73) с замком - при обработке отверстий несколькими последовательно сменяемыми инструментами. Сменные и быстросменные втулки (рис.3.7,б,г) вставляют в постоянные, которые запрессовывают в корпус приспособления. Применение кондукторных втулок позволяет устранить разметку, уменьшает увод оси и разбивку обрабатываемого отверстия. Точность обработки диаметра отверстий повышается в среднем на 50% по сравнению с точностью при обработке без кондукторных втулок. Ориентировочный срок службы кондукторных втулок 10000...15000 сверлений.

Допуски на диаметр отверстия для прохода сверл и зенкеров устанавливают по посадке $F8$, а для разверток - по посадке $G7$ в системе вала. При точности расположения оси отверстия 0,05 мм и выше допуск на диаметр отверстия для прохода сверл назначают по посадке $H7$.



Р и с 3.7. Кондукторные втулки

Для повышения точности направления инструмента используют более высокие втулки, длина которых равна шагу винтовых канавок сверла. Такие втулки применяют также для комбинированных инструментов сверло - развертка (рис.3.7,д), а также для сверления отверстия малого диаметра. При сверлении отверстий в наклонных площадках, в углублениях, а также при малом расстоянии между осями отверстий применяют специальные втулки [3] .

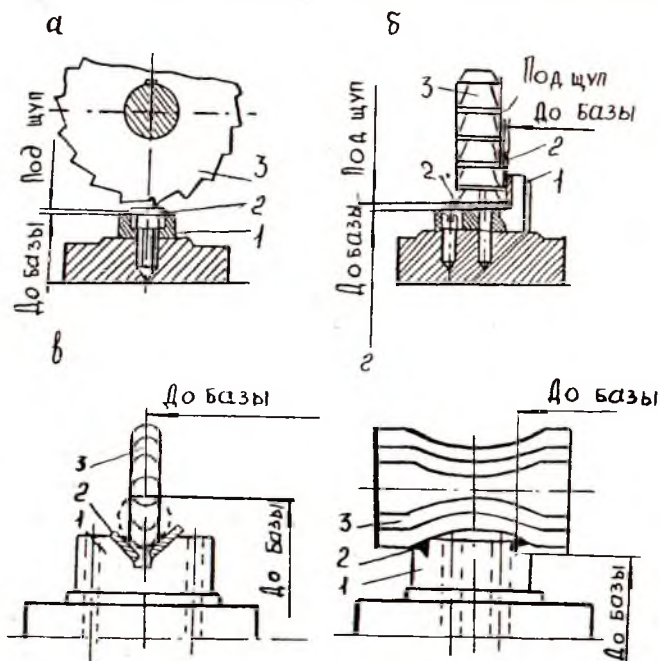
При проектировании сверлильных приспособлений необходимо произвести расчет допусков по методике, изложенной в справочнике [2] , для различных способов установки заготовок в кондукторах.

К о п и р ы применяют для обработки фасонных поверхностей. Роль копиров - направлять режущий инструмент для получения заданной траектории его движения относительно заготовки. Обработку с копиями производят на фрезерных, токарных, строгальных, шлифовальных и других станках. Наиболее общим случаем обработки по копиру является фрезерование замкнутого контура методом круговой подачи. Скрепленные заготовка и копир вращаются вокруг общей оси. Расстояние между общей осью и осью фрезы в соответствии с профилем копира изменяется и получается нужный профиль детали [3] .

3.3.2. Детали приспособлений для настройки технологической системы на выдерживаемый размер

Высотные и угловые установки применяют для контроля положения инструмента при настройке и подстройке станка (ГОСТ 13444-68, 13445-68 и 13446-68). Чаще всего установки применяют для фрезерных приспособлений. Установы упрощают настройку станка на размер и повышают ее точность. Установы закрепляют на корпусе приспособления; их эталонные поверхности располагают ниже обрабатываемых поверхностей, чтобы не мешать проходу режущего инструмента.

Применяются как стандартные, так и специальные установы. Используются обычно стандартные высотные и угловые установы (рис.3.8, а, б). Для установки фасонных фрез используются специальные установы (рис.3.8, в, г).



Р и с. 3.8. Примеры ориентации фрез по установам при помощи щупа: а-дисковой фрезы по высотному установу; б-то же по угловому; в-фасонной фрезы с выпуклым профилем; г-то же с вогнутым профилем; 1-установ; 2-щупы; 3-фреза

Ориентация фрез по установам производится с помощью стандартных щупов 2 (рис.3.8), выполняемых плоскими и цилиндрическими. Плоские щупы изготовляют толщиной 1 мм, 3 мм и 5 мм, а цилиндрические - диаметром 3 и 5 мм.

Установы (кроме высотного) фиксируются на корпусе приспособления двумя штифтами и закрепляются винтами. Располагаются установы на корпусе в стороне от обрабатываемой поверхности детали [2,3,6,34,35].

Примеры ориентации фрез 3 по установам I с помощью щупов 2 приведены на рис.3.8. Показанный на рис.3.8,а высотный установ ориентирует фрезу лишь в одном направлении - по высоте. Остальные установы (рис.3.8,б,в,г) ориентируют фрезу по двум направлениям.

3.3.3. Вспомогательные элементы и устройства приспособлений

Поворотные и делительные устройства применяют в многопозиционных приспособлениях для придания обрабатываемой заготовке различных положений относительно инструмента. Делительные устройства состоят обычно из диска, закрепляемого на поворотной части приспособления, и фиксатора.

Известно много конструкций фиксаторов [3,6]. Шариковый фиксатор наиболее прост, но не обеспечивает точного деления и не воспринимает момента сил обработки. Его поворотная часть на следующее деление переводится вручную до характерного щелчка при западании шарика в новое углубление.

Фиксатор с вытяжным цилиндрическим пальцем может воспринимать момент от сил обработки, но не обеспечивает высокую точность деления из-за наличия зазора в подвижных соединениях.

В фиксаторах умеренной точности сопряжение пальца со втулкой осуществляется по посадке $H7/g6$, а в фиксаторах повышенной точности - по посадке $H6/h5$. В особо точных конструкциях зазор принимается не более 0,01 мм.

Несколько большую точность обеспечивает фиксатор с конической частью вытяжного пальца, угол которого принимают обычно равным 15° . Иногда применяют фиксаторы кнопочного и реечного типов, которые выполняют по ГОСТ 13161-67 и 13162-67.

В точных делительных устройствах фиксаторы разгружают от действия сил резания, что повышает срок их службы. Подвижную (поворотную) часть приспособления прижимают к неподвижной специальными устрой-

вами, повышая жесткость системы. Для уменьшения износа палец и втулки фиксатора выполняют из закаленной стали (*HRC*, 55-60). Конструкция и основные размеры втулок приведены в ГОСТ I2214-66 и ГОСТ I2215-66.

Выталкиватели ручного и автоматического типа применяют для быстрого удаления небольших деталей из приспособления [3]. Выталкиватели повышают производительность обработки и создают удобства в работе.

3.3.4. Корпусы приспособлений

Корпус является базовой деталью, объединяющей элементы приспособлений. На корпусе монтируют установочные элементы, зажимные устройства, детали для направления инструмента, а также вспомогательные детали и механизмы. Корпус воспринимает силы обработки и закрепления заготовки.

Корпус приспособления должен быть: жестким и прочным при минимальной массе, удобным для очистки от стружки и отвода охлаждающей жидкости; обеспечивающим быструю и удобную установку и съем заготовок, установку и закрепление приспособления на станке без выверки (для этого предусматривают направляющие элементы - пазовые шпонки); простым в изготовлении, обеспечивающим безопасность работы (недопустимы острые углы и малые просветы между рукоятками и корпусом, могущие вызвать защемление рук рабочего).

Корпусы передвижных и кантуемых приспособлений для сверления должны быть устойчивыми при разных положениях на столе станка: на всех позициях обработки центр тяжести приспособления не должен выходить за пределы опорных элементов корпуса. Передвижные и кантуемые корпуса выполняют с литыми или вставными ножками, ограничивающими контакт со столом станка. Размеры и конфигурации ножек в плане должны быть такими, чтобы при любом положении корпуса они перекрывали Г-образные пазы стола.

Корпус на столе станка крепят с помощью болтов, заводимых в Г-образные пазы стола. В серийном производстве, когда на одном и том же станке периодически выполняют различные операции, крепление корпуса должно быть удобным и быстродействующим. Корпусы тяжелых приспособлений для удобства захвата при установке и снятии со станка снабжают рым-болтами.

Конструктивные формы корпусов весьма многообразны. В простейшем

случае корпус представляет собой прямоугольную плиту. Такая форма характерна на фрезерных приспособлениях, где необходимо свободное пространство для подвода инструмента. В других случаях корпус имеет форму планшайбы, угольника, тавра или более сложное очертание. В приспособлениях для сверления заготовки с нескольких сторон корпус нередко выполняют в виде коробки.

Для изготовления корпусов обычно применяют серый чугун СЧ12 и сталь Ст3. Корпусы приспособлений изготавливают литьем, сваркой, ковкой, резкой, используя сортовой материал (прокат), а также сборкой из элементов на винтах или с гарантированным натягом.

Литьем выполняют преимущественно корпуса сложной конфигурации, сроки их изготовления довольно длительны. Сваркой также можно получать корпуса сложной конфигурации, сроки и стоимость их изготовления могут быть значительно снижены. Применяя усиливающие ребра, уголки, косынки, можно получать вполне жесткие корпуса. Стоимость сварных корпусов может быть вдвое ниже стоимости литых, а масса их уменьшена на 40%. Ковкой и резкой сортового материала получают корпуса простых конфигураций и небольших размеров.

В корпусах сборного типа с введением дополнительных сопряжений объем механической обработки несколько возрастает, а жесткость снижается.

Значительное снижение расходов и сокращение сроков изготовления приспособлений обеспечивает стандартизация корпусов и их заготовок [2,6,35] .

3.4. Материалы для деталей приспособлений

При проектировании приспособлений выбирают материалы (табл.3.1) для всех его деталей и назначают их термообработку, что должно обеспечить необходимые эксплуатационные требования: прочность, износостойчивость, жесткость (упругость пружин), антифрикционность пар подвижных деталей, устойчивость против коррозии и т.п.

Материалы, рекомендуемые для деталей приспособлений

Наименование деталей	Материалы	Термообработка
Корпусы, основания, плиты и стойки приспособлений	сталь 35 сталь 45	38...40 HRC,
Корпусы и стойки приспособлений	чугун серый СЧ-12	Старение производить после предварительной механической обработки
Корпусы приспособлений сварные	сталь 3	Старение
Крепежные детали: винты, болты, шпильки, гайки, шайбы	сталь 3	-
Штифты цилиндрические и конические	сталь 45	38...40 HRC,
Винты, болты, шпильки и гайки специальные;	сталь 35	-
вилки, ушки, шпонки и др. второстепенные детали приспособлений	сталь 45	-
Опоры, пластины опорные, установочные, ножки для кондукторов, губки сменные к тискам и патронам, гайки с накаткой для откидных болтов	сталь 20	h 0,8...I,2 54...58 HRC,
Прихваты, призмы, плиты	сталь 20, 45	h 0,8...I,2 54...58 HRC, 35...40 HRC,
Пальцы установочные, фиксаторы делительных устройств	сталь У10А 20Х	58...60 HRC, h 0,8...I,2 58...60 HRC,
Втулки кондукторные	сталь У10А	58...60 HRC,
Эксцентрики зажимные	сталь 20	h 0,8...I,2 58...60 HRC,
Копиры и копирные ролики	сталь У8А	58...60 HRC,
Центры, щупы	сталь У8А	58...60 HRC,
Цанги, мембраны зажимные	сталь 65Г, У8А	52...56 HRC, 58...60 HRC,

Наименование деталей	Материалы	Термообработка
Втулки для зажима гидропластом	сталь 40X, 30XГСА	46...50 HRC ₃
Пружины ленточные	лента стальная пружинная 2П-К	Нормализовать
Токопроводящие детали	латунь Л62, ЛС59-1	-
Диафрагмы для пневматических устройств	резина масло- бензостойкая	-

При выборе материалов следует использовать более дешевые сорта. Дефицитные и дорогие материалы применять лишь в особых случаях.

4. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ НЕРАЗБОРНЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ (НСП)

Основным назначением приспособлений является расширение технологических возможностей станков или повышение их производительности, а также качества обработки.

Ниже рассматриваются конструктивные особенности неразборных специальных станочных приспособлений, применяемых для оснащения отдельных видов работ.

4.1. НСП для оснащения сверлильных работ (кондукторы)

Приспособления к сверлильным станкам, служащие для базирования и закрепления обрабатываемых заготовок и снабженные направляющими элементами – кондукторными втулками, называются кондукторами. Кондукторные втулки определяют положение режущего инструмента (сверла, зенкера, развертки и т.п.) относительно установочных поверхностей приспособления при обработке отверстий в заготовке.

Наибольшее распространение получили следующие типы кондукторов, различающиеся конструктивными особенностями: накладные, крышечные, с прижимной откидной планкой, кантующиеся и поворотные.

Накладные кондукторы применяют для обработки одного или нескольких отверстий с параллельными осями в крупных заготовках. Они имеют простую конструкцию, которая состоит из кондукторной плиты с кондукторными втулками, установочных и зажимных элементов. Кондуктор устанавливается (накладывается) на заготовку и на ней закрепляется.

Крышечный кондуктор (в отличие от накладного) имеет корпусные элементы для установки его на столе станка. Кроме того, на корпусе имеются установочные элементы для обрабатываемой заготовки. Кондукторная плита (крышка) в этом случае выполняется съемной или откидной, в ней установлены кондукторные втулки. Кондукторная плита имеет точное расположение относительно установочных элементов.

Кондуктор с прижимной откидной планкой имеет открытый или закрытый корпус. Его особенность заключается в том, что кондукторные втулки непосредственно размещены в стенке корпуса. Это позволяет повысить точность обработки отверстий, так как отсутствие кондукторной плиты приводит к уменьшению числа элементарных погрешностей. Кондуктор с закрытым корпусом применяют в том случае, когда создается возможность удобно устанавливать и вынимать заготовку из корпуса.

Кантующиеся кондукторы применяются для обработки в небольших заготовках (втулках, валиках, фланцах, кольцах и т.п.) отверстий, оси которых расположены радиально, или отверстий на торцовых плоскостях заготовки. На корпусе кондуктора предусматривается столько опорных (базовых) поверхностей для установки его на столе станка, сколько позиций в пространстве должна занимать заготовка в данной операции. Выполняя операцию, нужно переворачивать (кантовать) кондуктор с одной опорной поверхности на другую. Опорные поверхности оформляются в виде плоскостей или ножек.

Поворотные кондукторы применяются для обработки поверхностей, расположенных по окружности на торцовой поверхности заготовки или радиально в одном сечении. От кантуемых они отличаются тем, что снабжены делительным устройством, которое позволяет переворачивать и устанавливать заготовку в следующую позицию относительно кондукторной втулки, размещенной на корпусе. Поворотные кондукторы не имеют ограничений по размерам заготовок и по числу обрабатываемых отверстий. Поворотные кондукторы бывают с вертикальной, горизонтальной и наклонной осью вращения. Выбор оси поворота зависит от расположения обрабатываемых отверстий в заготовке.

В кондукторах применяют также механические зажимные устройства различных типов, которые могут быть расположены или на корпусе приспособления, или на самой кондукторной плите.

Кондукторные втулки независимо от их типа должны координироваться относительно базовых и опорных поверхностей приспособлений.

В некоторых случаях кондукторы механически связываются со шпинделями станка, при этом зажим заготовки осуществляется за счет перемещений шпинделя при подаче инструмента.

4.2. НСЦ для оснащения фрезерных работ

Конструктивно эти приспособления состоят из корпуса, установочных элементов, устройств для связи со станком и зажимов [3]. Связь приспособлений со станком осуществляется с помощью установочных пальцев и болтовых соединений. Пальцы служат для направления по пазам станка, а крепление производится по этим же пазам с помощью болтов. В отдельных случаях для точного совпадения оси приспособления с направлением перемещения по подаче применяются шпонки, которые направляются по центральному, наиболее точному пазу.

Настройка режущего инструмента (фрез) на заданный размер производится с помощью установов по ГОСТ 13443-68. Последние фиксируются на корпусе приспособления с помощью штифтов. Установка заданного размера осуществляется через щуп перед началом фрезерования.

Конструкции фрезерных приспособлений чрезвычайно разнообразны. Это обусловлено тем, что вес, габариты и конфигурации заготовок, а также типы выполняемых операций имеют значительный диапазон. Как общую черту фрезерных приспособлений можно отметить значительную массивность элементов конструкции, предусматриваемую для получения достаточной жесткости и виброустойчивости.

4.3. Многоместные приспособления

В настоящее время в производстве деталей летательных аппаратов широко используются многоместные приспособления при обработке заготовок на универсальных станках и на станках с ЧПУ.

Применение многоместных приспособлений позволяет сократить время обработки за счет уменьшения вспомогательного времени на установку и снятие заготовки; основное время (сокращается путь врезания и перебе-

га инструмента); время, затрачиваемое на смену инструмента при обработке на станках с ЧПУ, так как одноименные поверхности во всех заготовках обрабатываются последовательно одним и тем же инструментом. Все это позволяет повысить производительность обработки на 5...10%, а иногда и больше. Кроме этого при применении многоместных приспособлений появляется возможность организовать многостаночное обслуживание и повысить коэффициент использования станка по машинному времени, а это особенно важно для дорогостоящих станков с ЧПУ.

4.4. Механизированные и автоматизированные приспособления

Механизация и автоматизация станочных приспособлений позволяет освободить рабочего от тяжелого ручного труда, повышает производительность, высвобождает определенное число рабочих. В зависимости от производства осуществляется частичная или полная автоматизация приспособления.

Частично автоматизируют следующие этапы работы: загрузку заготовок в рабочую зону приспособления; базирование заготовок, т.е. доведение их базовых поверхностей до полного контакта с установочными элементами приспособления; закрепление и открепление заготовок; вращение, фиксацию и крепление поворотных (или передвижных) частей приспособлений; съем и выталкивание заготовок после обработки; измерение заготовок в процессе обработки; очистку от стружки.

В автоматизированных приспособлениях все этапы, начиная от загрузки и базирования и кончая съемом обработанных заготовок, производятся без участия рабочего, в полуавтоматических – автоматизируется только часть этапов.

Автоматизация приспособлений в большинстве случаев основана на применении пневматических, пневмогидравлических, механических, электрических или гидравлических приводов, управляемых через конечные выключатели, сервозолотники и упоры перемещающимися рабочими органами станка (шпинделем сверлильного станка, суппортом токарного станка, столом фрезерного станка и т.д.). Автоматизация цикла работы станка, дополненная автоматизацией цикла работы приспособления, позволяет превратить обычные универсальные станки в автоматы и полуавтоматы, а это, в свою очередь, обеспечивает значительное повышение производительности труда и возможность многостаночного обслуживания.

Следует отметить, что в связи со спецификой производства ЛА и обрабатываемых заготовок (малая партия деталей, сложные пространствен-

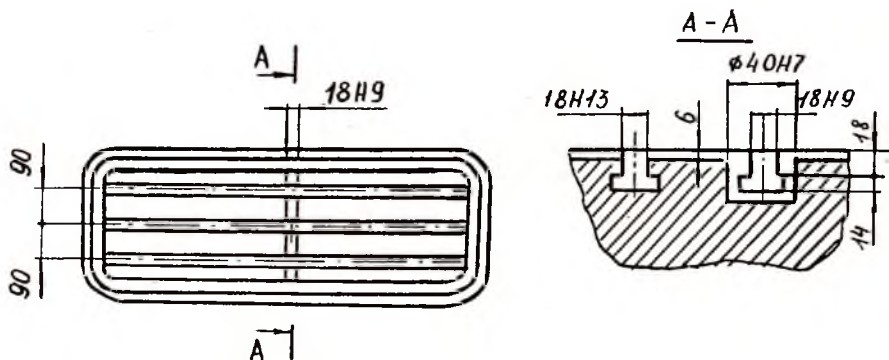
ные формы, высокие требования по точности обработки и шероховатости поверхности) наибольшее распространение получили механизированные приспособления с пневматическими и гидравлическими зажимами.

5. ОСОБЕННОСТИ НСП ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК НА СТАНКАХ С ЧПУ

Одной из основных особенностей станков с ЧПУ является возможность обработки деталей с высокой степенью точности. Поскольку погрешность установки заготовок в приспособлении является одной из наиболее существенных составляющих суммарной погрешности, влияние ее на точность обработки увеличивается с уменьшением остальных погрешностей, обусловливаемых станком с ЧПУ. Следовательно, для обеспечения высокого качества обработки деталей на станках с ЧПУ точность приспособлений для них должна быть значительно выше точности приспособлений к универсальным станкам.

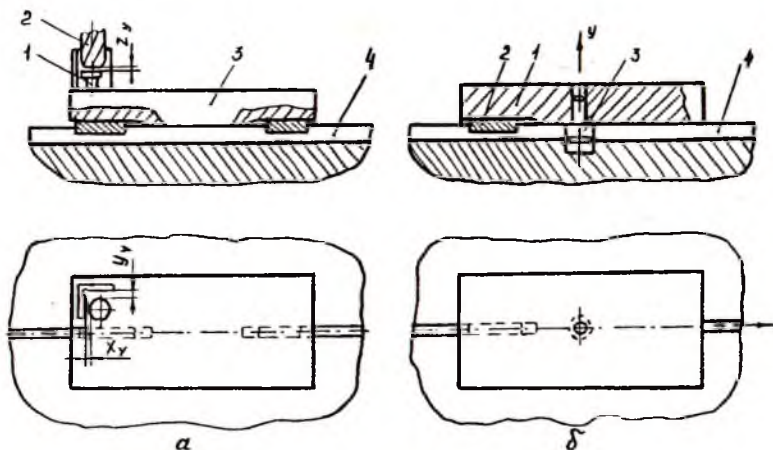
Станки с ЧПУ имеют повышенную жесткость, обуславливающую возможность высокопроизводительной обработки заготовок на черновых переходах. Для использования мощности станков приспособления не должны быть наиболее податливым звеном системы "станок-приспособление-инструмент-деталь". Таким образом, жесткость приспособлений к станкам с ЧПУ должна быть значительно выше жесткости приспособлений к универсальным станкам. Для этой цели детали приспособлений должны изготавливаться из легированных сталей с термической обработкой трущихся поверхностей или из модифицированных чугунов.

Так как при обработке на станках с ЧПУ программируемые перемещения станка и инструмента задаются от начала отсчета координат, приспособления должны обеспечивать полную ориентацию заготовки относительно начала координат, т.е. "нулевой точки". При этом необходимо также полное базирование приспособлений на столе станка для обеспечения их точной ориентации относительно начала отсчета координат системы программного управления. Следовательно, одной из основных особенностей приспособлений к станкам с ЧПУ является необходимость ориентации приспособлений в поперечном и продольном направлениях относительно пазов стола 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, 6Р12Ф3-1, 6Р13Ф3-2 и 6Р13Ф3 имеют поперечный паз и центральное отверстие (рис.5.1).



Р и с. 5.1. Стол фрезерного станка с поперечным пазом и отверстием

При установке приспособлений на столах станков, имеющих только продольные пазы, приспособления ориентируют по пазу станка посредством цилиндрических (по ГОСТ 14739-69) или призматических (по ГОСТ 14737-69) шпонок. Установка инструмента в исходную точку производится под щуп с помощью установов, закрепленных на корпусе приспособления (рис.5.2, а).



Р и с. 5.2. Установка приспособлений на столе станка:
а - по установу: 1 - установ, 2 - фреза, 3 - корпус приспособления, 4 - стол станка;
б - по отверстию и пазу:
1 - корпус приспособления, 2 - шпонки, 3 - штыри, 4 - стол станка

При установке приспособлений на столах станков, имеющих центральное отверстие и продольный паз (рис.5.2,б), в приспособлениях предусматривают штырь и шпонку, либо два штыря при фиксации приспособления по отверстию и пазу. При фиксации приспособления 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 имеется набор штилек, 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 [16] .

Время простоев станков с ЧПУ при их переналадке зависит главным образом от времени, затрачиваемого на смену или переналадку приспособления и инструмента и размерную настройку его. Следовательно, конструкции приспособлений к станкам с ЧПУ должны обеспечивать их быструю установку и съем со станка или быструю переналадку, а также быстрое отсоединение и присоединение элементов гидросистемы приспособления к источнику давления.

На станках с ЧПУ обычно обрабатывают максимальное количество поверхностей заготовок, поэтому приспособления должны иметь хорошо развитые базовые поверхности большой протяженности, обеспечивающие надежное базирование заготовки. Установочные и зажимные элементы приспособлений не должны препятствовать подходу режущего инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, обеспечивая при этом закрепление заготовки без перезакреплений в процессе обработки.

В приспособлениях к станкам с ЧПУ отсутствуют элементы для ориентации и направления инструмента или борштанг – кондукторные или направляющие втулки, поскольку ориентация инструментов для обработки отверстий на станках с ЧПУ осуществляется автоматически по заданной программе. На станках с ЧПУ не применяют кондукторы и расточные приспособления с элементами для направления борштанг, и применяют более простые приспособления – установочно-зажимные.

Как известно, наибольшая доля времени простоя станков обуславливается временем, затрачиваемым на установку, закрепление, съем и раскрепление обрабатываемых заготовок. На станках с ЧПУ первого поколения заготовки на столе станка и в приспособлениях устанавливают при

остановке станка. Сокращение вспомогательного времени на закрепление и раскрепление заготовок позволяет значительно повысить эффективность использования таких станков. Для этого целесообразно, в особенности при небольшом цикле обработки заготовок, применять быстродействующие ручные или механизированные зажимы, позволяющие значительно сократить вспомогательное время на закрепление и открепление обрабатываемых заготовок. В качестве зажимных устройств наиболее целесообразно применение универсальных гидравлических зажимных устройств, источником высокого давления масла которых являются механогидравлические насосы или пневмогидравлические усилители давления [17] .

На многооперационных станках с ЧПУ второго и третьего поколения машинное время резко увеличивается, если заменять заготовки в приспособлениях вне рабочей зоны станка, совмещая время на смену заготовки с временем работы станка. Для этого целесообразно применять маятниковый способ обработки, двухпозиционные и многопозиционные поворотные специальные приспособления.

При обработке на фрезерно-сверлильных станках небольших дегаей с коротким циклом обработки наиболее эффективно применять многоместные приспособления, обеспечивающие увеличение эффективности использования станков с ЧПУ. Применение многоместных приспособлений с механизированным приводом зажимов обеспечивает увеличение производительности обработки деталей за счет сокращения вспомогательного времени, затрачиваемого на закрепление и раскрепление заготовок, поскольку затраты этого времени, приходящиеся на одну заготовку, будут меньше, чем при наличии одностенных приспособлений, так как управление приводом зажима всех заготовок осуществляется одним краном управления. Применение многоместных приспособлений обеспечивает также резкое увеличение коэффициента использования станка, в особенности при обработке заготовки большим количеством инструментов.

6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НСП

Проектирование неразборных специальных приспособлений связано с необходимостью учитывать конкретные производственные условия (требуемая точность изготовления детали, программа выпуска) и применительно к ним решать задачи о точности и производительности конструкции приспособлений.

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления данной детали, и в этой связи

ставятся вполне определенные задачи перед технологом и конструктором [3]. В задачи технолога входит: выбор заготовки и технологических баз, установление маршрута обработки, уточнение содержания операций с разработкой эскизов обработки, дающих представление об установке и закреплении заготовки, определение промежуточных размеров по всем операциям и допусков на них, установление режимов резания, определение штучного времени на операцию, выбор типа и модели станка.

В задачи конструктора приспособлений входят: конкретизация принятой технологом схемы установки заготовки, выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособления, определение величины необходимой силы закрепления заготовки, уточнение схемы и размеров зажимных устройств, определение типов и размеров направляющих и установочных элементов, общая компоновка приспособления с установлением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления. Конструктору приспособлений необходимо учитывать технические возможности изготовления приспособления в условиях данного завода и программу выпуска изделий, чтобы выбрать наиболее рентабельную конструкцию.

Процесс проектирования приспособления можно разделить на несколько взаимосвязанных этапов.

Первый этап – это анализ исходных данных, уточнение условий эксплуатации приспособления и предъявляемых к нему требований.

На втором этапе, ориентируясь на принятую технологом схему базировки заготовки, определяют тип и размеры установочных элементов, их число и взаимное расположение. Решение этого вопроса увязывается с требуемой точностью обработки.

На третьем этапе проектирования устанавливают места приложения сил закрепления и определяют их величину, выполнив необходимые расчеты. Здесь же, исходя из регламентированного времени на закрепление и открепление заготовки, типа приспособления, конфигурации и точности заготовки, а также схемы зажимного устройства, определяют его основные размеры.

На четвертом этапе устанавливают тип и размеры элементов для направления и контроля положения режущего инструмента (кондукторные втулки, установы и т.д.).

Пятый этап посвящен выбору необходимых вспомогательных устройств, уточнению их конструкций и размеров. Эти устройства выбираются в зависимости от массы заготовки, типа выполняемой операции и необходимой точности обработки.

Выполненные начерно конструктивные схемы нескольких вариантов приспособлений представляются руководителю проекта, и после утверждения одной из них на шестом этапе разрабатывают сборочный чертеж приспособления, чертежи его оригинальных деталей [4,6,10-13] .

7. РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ НСП

Разработку сборочного чертежа 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 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 вычерчивают в рабочем положении с закрепленной в нем обрабатываемой заготовкой так, как она расположена на станке (вид со стороны рабочего места). Контур заготовки изображается тонкой штрихпунктирной линией, причем она условно считается прозрачной. 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 принят иной масштаб изображения, то отдельные узлы рекомендуется вычерчивать в натуральную величину.

На сборочном чертеже проставляют следующие размеры:

- габариты, определяющие размеры приспособления;
- размеры, которые пригоняют или регулируют, а затем проверяют в процессе сборки;
- размеры посадочного места, связанного со станком;
- посадки сопряженных деталей;
- размеры посадочных мест установочных элементов под обрабатываемую заготовку;
- размеры отверстий кондукторных втулок и размеры, определяющие их положение;

- координаты установка на фрезерных приспособлениях;
- размеры щупа, а также другие основные размеры, по которым можно проверять пригодность приспособления при эксплуатации.

В сборочный чертеж приспособления включают технические требования (ТТ), содержащие указания, которые невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными изображениями.

Текст ТТ располагают над основной надписью чертежа и излагают в следующей последовательности (ГОСТ 2.316-68):

- требования, предъявляемые к материалам деталей, их термической обработке;
- требования к качеству поверхностей деталей, указания об их отделке, покрытии;
- размеры, предельные отклонения размеров, взаимное расположение поверхностей;
- зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- требования, предъявляемые к настройке и регулированию приспособления;
- условия и методы испытаний;
- указания о маркировке и клеймении;
- правила транспортировки и хранения;
- особые условия эксплуатации.

Укажем на некоторые характерные требования.

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

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.

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

Рабочие давления и диапазон их измерения в гидропневмосистемах приспособлений.

Указания на способ выполнения неразъемных соединений (сварка, пайка).

Содержание маркировки приспособления. Указания о маркировке и клеймении приспособлений и деталей изделия должны определять не только содержание маркировки и клейма, но и место нанесения, способ нанесения, размер шрифта.

В технических требованиях чертежа указания о маркировке и клеймении начинают словами "Маркировать..." и "Клеймить...", причем указания о клеймении на чертежах не являются обязательными. Место нанесения маркировки или клейма на изображении изделия отмечают точкой и соединяют ее линией-выноской с окружностью диаметром 10...15 мм (для маркировки) или равносторонним треугольником высотой 10...15 мм (для клейма), расположенными вне изображения. Внутри этих знаков помещают номер соответствующего пункта технических требований. На наклонном участке линии-выноски проставляют две буквы - большую и маленькую, которые несут определенную смысловую нагрузку. Буква Ш означает, что маркировка должна содержать индекс изделия, буква Ч - номер изделия, Н - заводской номер (партию, серию) изделия, М - марку материала, П - номер плавки, Д - дату изготовления. Для клейма буква И обозначает клеймо об испытаниях (механических, гидравлических, электрических, на твердость и т.д.), буква К - окончательную приемку. Маленькая буква оговаривает способ нанесения маркировки или клейма: у - ударный, к - краской, л - литьем, г - гравированием, т - травлением. Эти буквы допускается не указывать.

Маркировка и клеймение производятся как на самих изделиях, так и на бирках (например, для партии мелких деталей). Примеры: "Маркировать Чл - штифтом... ГОСГ...", "Маркировать Ну - штифтом... ГОСГ... на бирке".

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 назначений жестких допусков, в связи с чем уменьшается трудоемкость проектирования и изготовления приспособлений и их стоимость. На большинстве размеров допуски не проставляют, считая эти размеры свободными [8,13,14] .

Проставление размеров с допусками на чертежах приспособлений обязательно в следующих случаях [15] :

- когда точность размеров приспособления определяет точность размеров обрабатываемой заготовки. К таким размерам относятся, например, расстояния, координирующие расположение установочных элементов, межцентровые расстояния кондукторных втулок и т.п. Величины допусков определяют соответствующими расчетами на точность [8] ;
- для обеспечения посадок обрабатываемых деталей на установочные элементы - фиксирующие пальцы, отверстия, пазы и т.п. В этих случаях

обычно выбираются подвижные посадки с зазором – движения или ходовые. Квалитет точности выбирают на основании расчетов в зависимости от требуемой точности установки. При определении квалитета точности необходимо иметь в виду, что установочные детали подвержены износу;

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

- на посадочные места, связывающие специальное приспособление со станком, на отверстия 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;

- 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;

- для обеспечения неподвижных посадок деталей приспособления (установочных пальцев, втулок и т.п.). В наиболее ответственных случаях применяют неподвижные посадки 7-го квалитета точности, а в менее ответственных – прессовые посадки 9-го квалитета точности;

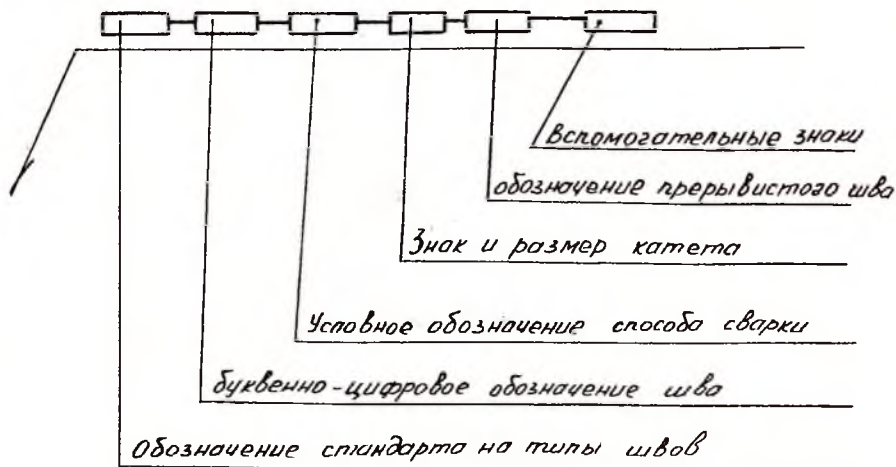
- на сменные детали приспособления, применяемого на нескольких операциях, или при замене их в связи с быстрым износом. В этом случае допуски проставляют из условий обеспечения взаимозаменяемости.

На сборочном чертеже сварного корпуса приспособления приводятся условные изображения и обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312-72. Чаще всего для соединения деталей корпусов используется ручная дуговая сварка. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений приведены в ГОСТ 5264-80.

Для соединения основания корпуса со стойками (толщина свариваемых деталей до 40 мм) применяются угловые швы без скоса кромок односторонние (тип соединения У4) и тавровые без скоса кромок односторонние и двухсторонние (тип соединения Г1 и Т3 соответственно). Катеты угловых и тавровых швов устанавливаются проектировщиком, но не более 1,2 толщины более тонкой детали при сварке деталей толщиной свыше 3 мм. Для прерывистого шва указывают длину свариваемого участка, знак / или Z и размер шага.

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят после условного обозначения шва. Напомним, что шов сварного соединения условно изображают на чертеже: видимый – сплошной основной линией; невидимый – штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны, и под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны.

Структура условного обозначения стандартного шва приведена на рис.7.1, а на рис.7.2 дан пример обозначения шва таврового соединения без скоса кромок одностороннего прерывистого (тип Г1), выполненного ручной дуговой сваркой (обозначение Р) плавящимся электродом (обозначение "п"). Катет шва 6 мм. Длина свариваемого участка 30 мм, шаг 30 мм.



Р и с.7.1. Структура условного обозначения стандартного сварного шва

ГОСТ 5264-80 - Г1-П_н - А6 - 30/30

Р и с. 7.2. Пример обозначения сварного шва

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

Нестандартные детали изготавливаются, как правило, из сталей обыкновенного качества стандартного проката (листы и полосы - ГОСГы 82-70, 103-76, 5520-79, 16523-89, 19904-90; трубы - ГОСГы 800-78, 8731-74, 8732-78, 8734-75, 22897-86).

Конкретный размер сортамента проката и материал деталей указывается в основной надписи. Обозначение материала должно содержать наименование материала, марку, если она для данного материала установлена, и номер стандарта или технических условий, например "Сталь 45 ГОСГ 1050-74". Если в условиях обозначения материала входит сокращение наименования данного материала ("Ст", "СЧ", "Бр" и др.), то полные наименования ("Сталь", "Серый чугун" и т.д.) не указывают. Если для изготовления детали предусматривается применение сортового материала определенного профиля и размера, то материал такой детали записывают в соответствии с присвоенным ему в стандарте на сортament обозначением, например:

полоса $\frac{50 \times 50 \text{ ГОСГ } 103-76}{\text{Ст } 45 \text{ ГОСГ } 1050-74}$; круг $\frac{40 \text{ ГОСГ } 1133-71}{\text{У10 ГОСГ } 1435-74}$.

Если допускается применение другого материала, то указание об этом приводится в технических требованиях чертежа.

При вычерчивании сборочного чертежа 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 меньше допусков на размеры, выдерживаемые при обработке, но не ниже 7-го качества точности.

Допуски на размеры второй группы задаются в зависимости от функционального назначения механизма, а также от характера и условий работы рассматриваемого сопряжения. Обычно здесь допуски берут по 7...10-му качествам точности.

Свободные размеры приспособлений выполняют по 14-му качеству точности для обработанных и по 16-му качеству - 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 Н14, охватываемых по h 14, межцентровых расстояний - $\pm 0,2$, прочих - $\pm 1/2$ допуска 16-го качества точности".

На чертежах деталей приспособления оговаривают требования к шероховатости поверхностей по ГОСТам 2.309-73 и 2789-73. 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, которая осуществлена 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 " $h = 0,7...0,9$; HRC_2 40...45".

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

Правила нанесения на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки, а также термины, требования по выбору покрытий установлены ГОСТ 2.310-68, 9.008-88, 9.073-77, 9.303-84.

Структура записи условного обозначения металлических и неметаллических (неорганических) покрытий в технической документации выглядит следующим образом: "Покрытие 1.2.3.4.5.6". Здесь 1 - способ получения, 2 - материал, 3 - толщина, 4 - физико-механические свойства, 5 - декоративные свойства, 6 - вид дополнительной обработки. Запись проводят в строку, а после слова "покрытие" указанные признаки записывают с помощью условных обозначений. Например, "Покрытие хим.Н9, гфж" - никелевое, толщина 9 мкм, гидрофобизированное, нанесенное химическим способом. Последовательность составления обозначения покрытия не должна нарушаться, но наличие всех перечисленных признаков в записи обозначения необязательно. Все составляющие обозначения отделяют друг от друга точками, за исключением материала покрытия и толщины. При этом электролитический способ покрытия как наиболее распространенный в обозначении не отмечается.

Условные обозначения компонент записи покрытия приведены в табл. 7.1...7.4.

Т а б л и ц а 7.1

Условные обозначения способов получения покрытий

Анодное окисление металла	Горячий	Диффузионный	Катодное распыление	Конденсационный (вакуумный)	Контактный	Металлизация распылением	Химический
Ан	Гор.	Диф.	Кат.-рас.	Кон.	Конт.	Мет.	Хим.

Условные обозначения материалов покрытий

Материал	Обознач.	Материал	Обознач.	Материал	Обознач.
Алюминий	А	Медь	М	Титан	Ти
Вольфрам	В	Молибден	Мо	Хром	Х
Железо	Ж	Никель	Н	Цинк	Ц
Кадмий	Кд	Олово	О	Сурьма	Су
Кобальт	Ко	Свинец	С	Марганец	Мц

Т а б л и ц а 7.3

Обозначение физико-механических свойств покрытий

Микропористое	"Молочное"	Твердое	Электроизоляционное	Голопро- водное
пор.	мол.	тв.	из.	тп.

Т а б л и ц а 7.4

Обозначения дополнительной обработки покрытия

Вид дополнительной обработки	Обозначе- ние	Вид дополнительной обработки	Обозначе- ние
Гидрофобизирование	гфж.	Пропитка (лаком, кле- ем и т.д.)	прп.
Наполнение в воде	нв.	Пропитка маслом	прм.
Лакокрасочное покр.	лкп.	Фосфатирование	фос.
Оксидирование	окс.	Хромирование	хр.
Оплавление	опл.	Наполнение хроматами	нхр.
Пассивирование	пас.	Гермообработка	т.

Материалы неметаллических (неорганических) покрытий обозначают сокращенным наименованием основных химических соединений, входящих в состав покрытия: окислы - "Окс ", окислы хроматы - "Окс.хром.". Окисные покрытия на стали, меди и ее сплавах, полученные химическим способом из кислых растворов, обозначаются "Хим.пас.", при этом материалы покрытия не указывают.

Лакокрасочные покрытия получают за несколько основных операций: подготовка поверхности, грунтовка, шпаклевка, сушка, нанесение краски (эмали). Лакокрасочным материалам присвоены следующие обозначения: БГ - битумные, МА - масляные, ГФ - глифталевые, ПФ - пентафталевые, ФЛ - фенолформальдегидные, ХВ - перхлорвиниловые, НЦ - нитроцеллюлозные, КО - кремнийорганические, ЭП - эпоксидные. Структура обозначения лакокрасочного покрытия следующая: I234. Здесь I - покрывной лакокрасочный материал или система покрытия (шпатлевка, грунтовка, покрывной материал), при этом обозначение стандарта на данные материалы не указывается; 2 - цвет; 3 - класс покрытия, характеризующий его внешний вид (семь классов, которые обозначают римскими цифрами I...VII в порядке уменьшения ровности, гладкости и однотонности поверхности после покрытия); 4 - условия эксплуатации. Условия эксплуатации учитывают воздействие климатических факторов (группы условий эксплуатации: Л - легкая, С₁...С₃ - средняя, Ж₁...Ж₄ - жесткая, ОЖ₁...ОЖ₂ - очень жесткая); воздействие особых сред (обозначение покрытий водостойких - 4, специальных - 5, маслбензостойких - 6, химически стойких - 7, термостойких - 8, электроизоляционных - 9). Эти группы могут разделяться на подгруппы, из которых применительно к курсовому проекту можно отметить покрытия, стойкие к минеральным маслам и смазкам - 6/1.

Примеры обозначения покрытий:

- эмаль МЛ-152 синяя П.Ж₂ (покрытие синей эмалью МЛ-152 по II классу, эксплуатирующееся на открытом воздухе в промышленной атмосфере умеренного климата);
- эмаль ХС-710 серая, лак ХС-76 IУ.6/1 (покрытие серой эмалью ХС-710 с последующей лакировкой лаком ХС-76 по IУ классу, эксплуатирующееся при воздействии масел и смазок.

Рекомендуемые посадки и шероховатость поверхностей для различных деталей приспособлений приведены в табл.7.5.

Выбор посадок колец подшипников на вал и в корпус осуществляется согласно ГОСТ 3325-85, исходя из условия работы узла. Посадочными размерами подшипников являются наружный диаметр наружного кольца и внутренний диаметр внутреннего кольца. При этом посадка внутреннего кольца на вал осуществляется в системе отверстия, а наружного кольца в корпусе в системе вала.

Рекомендуемые посадки и шероховатость поверхностей для деталей приспособлений (в скобках посадки по-старому ОСГу)

Наименование деталей и их поверхностей	Посадка	Шероховатость поверхности
Хвостовики установочных пальцев и постоянных стоп, диаметры контрольных штифтов, наружные диаметры втулок подшипников, наружные диаметры кондукторных втулок и других подобных деталей	(Пл, Г) з 6, n 6	$R_a 1,0 \dots R_a 0,5$
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) к6	—
Наружные диаметры хвостовиков сменных установочных пальцев и других сменных деталей	(П) js 6	—
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) h 6	—
Цапфы шпинделей в подшипниках скольжения для точных делительных и поворотных устройств; наружные диаметры точных подвижных фиксаторов; направ-	(Д) g 6	—

Наименование деталей и их поверхностей	Посадка	Шероховатость поверхности
ляющие поверхности ползунков и других деталей, требующих точного и легкого перемещения		
Цапфы валов подшипников скольжения передач повышенной точности; диаметры пальцев цилиндрических фиксаторов делительных устройств средней точности	(X) $f 7$	$R_a 1,0 \dots R_a 0,5$
Отверстия и пазы для деталей с посадками по 7 квалитету	(A) H7	—
Посадочные диаметры упорных штифтов; посадочные диаметры ножек; цапфы для посадки маховичков и рукояток	(PrI ₃) ≥ 9	$R_a 2,0 \dots R_a 1,0$
Отверстия и пазы для деталей с посадками по 9 квалитету	(A ₃) H9	—
Диаметры осей качающихся прижимов и рычагов зажимных устройств	(C ₄) $h 11$	$R_z 1,5 \dots R_z 2,0$
Головки винтов; плоскости "под ключ"	(C ₅) $h 12$	—
Отверстия кондукторных втулок (характер посадки выбирается в зависимости от требуемой точности направления)	(C, Д, X) $h 6, g 6, f 7$	$R_a 0,5 \dots R_a 0,25$
Наружные диаметры отверстий установочных элементов, связанных с центрированием обрабатываемых деталей	(Д) $g 6$	—
Поверхности пят прижимов		$R_a 2,0 \dots R_a 1,0$

Наименование деталей и их поверхности	Посадка	Шероховатость поверхности
Поверхности гладких рукояток		$R_a 2,0 \dots R_a 1,0$
Рабочие поверхности эксцентриков, кулачков и соприкасающихся с ними деталей		$R_a 1,0 \dots R_a 0,5$
Расточки пневматических цилиндров		" -
Конусные поверхности цанг		$R_a 0,5$
Рабочие поверхности опор, опорных пластин и призм		" -
Измерительные поверхности деталей контрольных приспособлений		$R_a 0,1 \dots R_a 0,05$

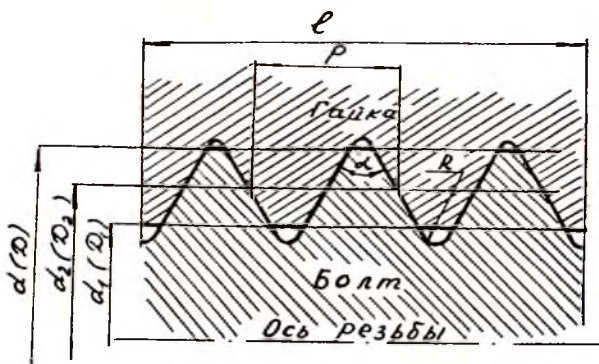
8. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении вообще и в приспособлениях мехобработки в частности (в большинстве современных машин свыше 60% всех деталей имеют резьбу). По эксплуатационному назначению различают резьбы общего применения и специальные, предназначенные для соединения одного типа деталей определенного механизма. К резьбам общего применения относятся: а) крепежные (метрическая и дюймовая), применяемые для разъемного соединения деталей машин, главное требование к которым – обеспечить прочность соединения и сохранить плотность (нераскрытие) стыка в процессе длительной эксплуатации; б) кинематические (трапецеидальная и прямоугольная), применяемые для ходовых винтов, подъемников, столов измерительных приборов и т.п., главное требование к которым – обеспечить точное перемещение при наименьшем трении, преобразование вращательного движения в поступательное и высокую нагрузочную способность соединения;

в) трубные и арматурные (трубные цилиндрическая и коническая, коническая метрическая), применяемые для трубопроводов и арматуры разнообразного назначения, главные требования к которым – обеспечить герметичность соединений.

Общим для всех резьб являются требования надежности, долговечности и свинчиваемости без подгонки при сохранении эксплуатационных качеств соединений.

Для крепления деталей наиболее часто применяется резьба метрическая (рис.8.1), основными параметрами которой являются следующие: треугольный профиль с углом при вершине $\alpha = 60^\circ$; средний d_2 (D_2), наружный d (D) и внутренний d_1 (D_1) диаметры, шаг P , число заходов n , длина резьбы l .



Р и с. 8.1. Профиль и основные параметры метрической резьбы

Опыт эксплуатации показал, что резьбовые соединения с таким профилем отличаются повышенной прочностью и имеют большой запас самоторможения.

8.1. Взаимозаменяемость резьбовых соединений

Реальные резьбы по сравнению с теоретически точными имеют отклонения профиля и размеров.

Системы допусков и посадок, обеспечивающие взаимозаменяемость метрической, трапецеидальной, трубной и других резьб с прямолинейными боковыми сторонами профиля построены по единым принципам: они учитывают особенности конструкции резьбовых деталей и наличие взаимосвязи погрешностей отдельных параметров резьбы.

На длине свинчивания резьбовых деталей расположено несколько витков резьбы, образующих резьбовой контур. На рис.8.1 толстой линией показан номинальный контур резьбы, определяющий наибольший предельный контур резьбы болта и наименьший – гайки. От номинального контура в направлении, перпендикулярном к оси резьбы, отсчитывают отклонения и располагают вниз поля допусков диаметров резьбы болта, в противоположную сторону – поля допусков диаметров резьбы гайки, определяющие наименьший предельный контур болта и наибольший – гайки.

Внутренние и наружные резьбы общего назначения, а также большинство специальных резьб соединяются по боковым сторонам профиля. Возможность контакта по вершинам и впадинам резьбы исключается соответствующим расположением полей допусков $d' (D)$ и $d_i' (D_i)$. В зависимости от характера сопряжений по боковым сторонам профиля (т.е. по среднему диаметру) различают посадки с зазором, натягом и переходные посадки. Характер посадки резьбового соединения зависит от величины зазора или натяга, которые численно представляют собой разницу действительных значений средних диаметров резьбы болта и гайки.

В соответствии со сложившейся во многих странах практикой поля допусков сгруппированы в трех классах точности; точном, среднем и грубом. Понятие о классах точности условное (на чертежах не указываются) и их используют для сравнительной оценки точности резьб. Точный класс рекомендуют для ответственных статически нагруженных резьбовых соединений, средний класс – для резьб общего применения и грубый – при нарезании резьб на горячекатаных заготовках и в длинных глухих отверстиях.

Для числового указания точности резьбы стандартом предусмотрено понятие "степень точности резьбы", на которое даны ряды допусков (табл.8.1). В таблице цифрой обозначается степень точности, а буквой – поле допуска (например $3h$; $7G$ и т.д.).

Для выбора степени точности в зависимости от длины резьбы и требований к точности соединений стандартом введено понятие "длина свинчивания". Она характеризуется отношением длины резьбы (см.рис.8.1) к ее шагу. Для учета влияния длины свинчивания на выбор полей допусков и посадок их подразделяют на три группы: малые S , нормальные N и большие L .

Поля допусков болгов и гаек метрических резьб

Класс точности	Длина свинчивания									
	S		N				L			
	Поля допусков болтов									
Точный	-	(3h 4h)	-	-	-	4g 4h	-	-	(5h 4h)	
Средний	5g 6g	(5h 6h)	6d	6e	6f	6g 6h	(7e 6e)	7g 6g	(7h 6h)	
Грубый	-	-	-	-	-	8g (8h)	-	(9g 8g)	-	
	Поля допусков гаек									
Точный	-	4H	-	4H 5H, 5H		-	-	6H		
Средний	(5G)	5H	6G	6H		(7G)	-	7H		
Грубый	-	-	7G	7H		(8G)	-	8H		

Допуск резьбы при отсутствии оговорок относится к наибольшей нормальной длине свинчивания *N* или ко всей длине резьбы, если длина свинчивания меньше нормальной, и в обозначении резьбы не указывается. При длинах свинчивания *S* или *L* длину свинчивания указывают в технических требованиях или в обозначении резьбы. Например М12 - 7h 6g - 30 (30 - длина свинчивания в мм).

8.2. Обозначение метрической резьбы

Обозначение поля допуска диаметра резьбы состоит из цифры, показывающей степень точности, и буквы, обозначающей основное отклонение (например 7h, 6g, 8H). Обозначение поля допуска резьбы (т.е. сочетание полей допусков по среднему диаметру и по *d* или *D*,) состоит соответственно из обозначений полей допусков среднего диаметра, помещенного на первом месте, и наружного диаметра для болтов и внутреннего - для гаек (например 8g 7g; 5H 6H). Если обозначение полей допусков наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки совпадают с обозначением поля допуска среднего диаметра, то их в обозначении поля допуска резьбы не повторяют (например 6g, 6H). Обозначение поля допуска резьбы ставят после указания ее размера (например болт М12-6g; гайка М12-6H; болт М12х1-6g; гайка М12х1-6H; болт с закругленной впадиной М12-6g - R).

Посадки резьбовых соединений обозначают дробью, в числителе которой указывают поле допуска гайки, а в знаменателе - поле допуска болта (например, М12-6Н/7g; левая резьба М12х1 LH-6Н/7g). Если длина свинчивания отличается от нормальной, то ее указывают в обозначении М12-7g 6g-25, где 25 - длина свинчивания в мм).

Обозначение двухзаходной резьбы: 2М12-7Н/8g.

В обоснованных случаях допуски по среднему диаметру и диаметру выступов можно назначать по разным степеням точности.

9. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НСП

Эффективность применения проектируемого неразборного специального приспособления (НСП) может быть приближенно оценена путем сопоставления ожидаемой в анализируемый период экономии $\mathcal{E}$ с затратами на изготовление и эксплуатацию приспособления $C_{с.п.}$.

Если ожидаемая экономия $\mathcal{E}$ образуется в результате сокращения штучно-калькуляционного времени на обработку заготовки в проектируемом приспособлении ($T_{шт-к.п.}$) по сравнению со штучно-калькуляционным временем на обработку заготовки без приспособления или в существующем приспособлении ($T_{шт-к.}$), то она может быть определена из соотношения

$$\mathcal{E} = (T_{шт-к.} - T_{шт-к.п.}) a_m n q,$$

где a_m - себестоимость одной станко-минуты обработки заготовки, р/мин; n - количество деталей в партии, шт; q - количество партий в анализируемый период, календарный год, например:

$$a_m = a_{пер} + a_{п.п} + a_{пост},$$

где $a_{пер}$ и $a_{п.п.}$ - соответственно пропорциональные времени обработки переменные затраты на заработную плату производственных рабочих с начислениями на нее и переменные-постоянные затраты на автоматизацию и эксплуатацию станка; $a_{пост}$ - цеховые расходы, не учитываемые лишь тогда, когда высвобождаемый фонд времени станка не будет использован для выпуска дополнительной продукции.

Значения a_m и его соответствующих $a_{пер}$, $a_{п.п.}$ приведены в табл. 9.1.

Себестоимость НСП с учетом затрат на его эксплуатацию может быть определена из соотношения:

$$C_{с.п.} = C_{спм} (1 + A_{п.с.м.}) (1 + A_{э.с.п.}),$$

Себестоимость одной станко-минуты в р/мин

Виды работ	Составляющие себестоимости станко-минуты	Разряды работ				
		I	II	III	IV	V
Токарные	$a_{пер}$	0,077	0,0067	0,0100	0,0115	0,0133
	$a_{п.п}$	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
	$a_{пост}$	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	a_m	0,0127	0,0140	0,0156	0,0175	0,0198
Фрезерные	$a_{пер}$	0,0077	0,0087	0,0100	0,0105	0,0133
	$a_{п.п}$	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034
	$a_{пост}$	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	a_m	0,0131	0,0144	0,0160	0,0189	0,0212
Сверлильные	$a_{пер}$	0,0077	0,0087	0,0100	0,0115	0,0133
	$a_{п.п}$	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
	$a_{пост}$	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	a_m	0,0110	0,0113	0,0139	0,0158	0,0181
Шлифовальные	$a_{пер}$	0,0077	0,0087	0,0100	0,0115	0,0133
	$a_{п.п}$	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
	$a_{пост}$	0,0020	0,0023	0,0026	0,0030	0,0035
	a_m	0,0129	0,0142	0,0158	0,0177	0,0200

где $C_{с.п.м}$ – себестоимость изготовления приспособления в металле по имеющимся чертежам, р; $A_{п.с.м}$ – коэффициент проектирования специально-го приспособления (отношение расходов на проектирование и отладку приспособления к его себестоимости в металле); $A_{э.с.п}$ – коэффициент эксплуатации специального приспособления (отношение суммы эксплуатационных расходов по хранению, ремонту и уходу в год к себестоимости его в металле).

По данным литературы $A_{п.с.м} = 0,15 \dots 0,30$, а $A_{э.с.п} = 0,2$.

Тогда $C_{с.п.} = 1,6 C_{с.п.м}$.

Средняя себестоимость изготовления неразборных специальных приспособлений $C_{с.п.м}$ различных групп сложности приведена в табл.9.2.

Себестоимость изготовления специальных приспособлений

Группа сложности	Тип приспособления	Кол-во наим. деталей, шт	Себестоимость приспособления, р (в ценах до 1990 г.)
I	Мелкие приспособления с простыми корпусами, простым и средней сложности принципом действия, простыми зажимами (оправки, сменные губки)	до 5	до 8,5
II	Приспособления средних размеров с простыми, средней сложности корпусами, простого действия (патроны для инструментов, разжимные оправки и т.д.)	3 5-10 10-15	8,5-17 17-30 30-45
III	Легкие приспособления с корпусами средней сложности, среднее приспособление с двух-трехстенными корпусами и крупные приспособления с простыми корпусами простого действия и с различными зажимами	10-15 15-20 20-25	45-62 62-80 80-95
IV I	Мелкие и средние приспособления со сложными корпусами, сложного и средней сложности действия, крупные приспособления с корпусами средней сложности	20-25 25-30 30-35 35-40	125-145 145-175 175-190 190-215
V I	Средние приспособления со сложными корпусами сложного действия, преимущественно с зажимами сложными и средней сложности	35-40 40-45 45-50	300-335 335-360 360-390

Группа сложности	Тип приспособления	Кол-во наим. деталей, шт	Себестоимость приспособления, р (в ценах до 1990 г.)
У 2	Крупные приспособления со сложными корпусами простого действия, с зажимами средней сложности и простыми	50-55	390-415
УІ І	Крупные приспособления с многоместными сложными корпусами, преимущественно сложного действия, с зажимами сложными и средней сложности	50-55	610-640
		55-60	640-690
		60-65	690-735
		65-70	735-765
УІ 2	Крупные и средние приспособления с электромагнитным, пневматическим или гидравлическим действием, требующие сложных расчетов	70-75	765-810
		75-80	810-850
		80-85	850-880
		85-90	880-925
		90-95	925-965

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей летательных аппаратов: Учеб. пособие / Авторы-составители А.Д.Комаров и др. - Самара: СГАУ, 1992. 60 с.
2. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд. Л.: Машиностроение, 1975. 654 с.
3. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1983. 277 с.
4. Основы конструирования приспособлений: Учеб. пособие для вузов / Г.Ф.Герликова, А.С.Мельников, В.И.Бата-лов. М.: Машиностроение, 1980. 120 с.
5. Станочные приспособления: Справочник: В 2 т. / Под ред. Б.Н.Вардашкина. М.: Машиностроение, 1984.
6. Шманев В.А., Шулепов А.П., Анипченко Л.А. Приспособления для производства двигателей летательных аппаратов: Конструкции и проектирование: Учеб. пособие для авиац. вузов / Под общ. ред. В.А.Шманева. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.
7. Технология самолетостроения: Учебник для авиац. спец. вузов / А.Л.Аббатов, Н.М.Бирюков, В.В.Бойцов и др. Под ред. А.Л.Аббатова. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1982. 551 с.
8. Горшкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. 7-е изд. М.: Машиностроение, 1979. 303 с.
9. Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки. 2-е изд. Л.: Лениздат, 1983. 175 с.
10. Микитянский В.В. Гочность приспособления в машиностроении. М.: Машиностроение, 1984. 96 с.
11. Технологическая оснастка для металлорежущих станков / А.П.Драгун и др. Л.: Лениздат, 1982. 163 с.
12. Пружинно-гидравлическая зажимная оснастка для металлорежущих станков / Н.С.Чикирев и др. Под общ. ред. Л.М.Мышле-вского. М.: Машиностроение, 1983. 148 с.
13. Константинсв О.Н. Магнитная технологическая оснастка. 2-е изд. Л.: Машиностроение, 1924. 383 с.
14. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. М.: Машиностроение, 1979.

15. Орелов И.И. Допуски на изготовление и измерение деталей станочных приспособлений: Справочник. М.: Машиностроение, 1993.
16. Кузнецов Ю.И. Технологическая оснастка к станкам с числовым программным управлением. М.: Машиностроение, 1976. 224 с.
17. Приспособления к фрезерным станкам с программным управлением. М.: НИИАГ, 1973. 60 с.
18. Рудман М.Д. Оформление конструкторской и технологической документации при выполнении студентами самостоятельных работ: Метод. указания. Куйбышев: КуАИ, 1982. 46 с.
19. РД 144-1-67. Требования к оформлению учебных текстовых документов: Метод. указания. Куйбышев: КуАИ, 1988. 32 с.
20. Кузнецов В.С., Пономарев В.А. Универсально-сборные приспособления: Альбом монтажных чертежей. М.: Машиностроение, 1974. 156 с.
21. Белюсов А.П. Проектирование станочных приспособлений. М.: Машиностроение, 1980. 240 с.
22. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / Антонов В.Е. и др. Минск: Беларусь, 1969. 392 с.
23. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. М.: Машиностроение, 1973. 315 с.
24. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора. Л.: Машиностроение, 1984. 464 с.
25. Детали и сборочные единицы универсально-сборной переналаживаемой оснастки. Каталог К.31.1-40-88. М., 1990. 63 с.
26. Унифицированные узлы агрегатных станков и автоматических линий: Каталог. М.: ВНИИГАМР, 1988. 207 с.
27. Фельдштейн Е.Э. Режущий инструмент и оснастка станков с ЧПУ: Справ. пособие. Минск: Вышэйш. шк., 1988. 335 с.
28. ГОСТ 31.010.01-84. Приспособления станочные. Термины и определения. М., 1984.
29. ГОСТ 31.0000.01-90. Технологическая оснастка. Основные положения. М., 1990.
30. ГОСТ 31.111.41-83. Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы прочности. М., 1983.
31. ГОСТ 31.121.41-84. Детали и сборочные единицы универсально-сборной переналаживаемой оснастки к металлорежущим станкам. Конструктивные элементы. Основные параметры. Нормы точности. М., 1984.

32. ГОСТ 31.121.42-84. Детали и сборочные единицы универсально-сборной перенастраиваемой оснастки к металлорежущим станкам. Технические требования. М., 1984.
33. ГОСТ 31.1001.01-88. Приспособления станочные для станков с ЧПУ, ГТМ, ГПС. Основные параметры. М., 1988.
34. Государственные стандарты СССР. Указатель. М.: Изд-во стандартов, 1990. Т.1. С.258-277.
35. Стандартные детали и узлы универсально-сборных приспособлений: Справочник / Ред.-сост. И.М.А ф а н а с ь е в. М.:Изд-во стандартов, 1978. 330 с.
36. ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки: Метод.указания. М.: Изд-во стандартов, 1972. 40 с.
37. ЕСТПП. Выбор и рациональное применение систем станочных приспособлений: Метод.указания. М.:Изд-во стандартов, 1979. 88 с.
38. Стандартные детали и узлы универсально-сборных приспособлений: Справочник. М.:Изд-во стандартов, 1978. 318 с.

П р е д и с л о в и е	3
1. Классификация приспособлений	3
2. Уточнение задания на проектирование	6
3. Назначение и составные части станочных приспособлений ...	6
3.1. Установка заготовок и установочные элементы	7
3.1.1. Схема базирования заготовок по плоским поверхностям	8
3.1.2. Схема базирования заготовок по наружным цилиндрическим поверхностям	10
3.1.3. Схема базирования заготовок по наружным цилиндрическим поверхностям с пересекающимися осями	11
3.1.4. Схема базирования заготовок по плоским и внутренним цилиндрическим поверхностям	11
3.1.5. Дополнительные схемы базирования заготовок ...	12
3.2. Закрепление заготовок. Зажимные устройства приспособлений	12
3.2.1. Назначение зажимных устройств и предъявляемые к ним требования	12
3.2.2. Методика расчета сил закрепления	13
3.2.3. Элементарные зажимные устройства	15
3.2.4. Силовые узлы и устройства для приспособлений ..	
3.3. Направляющие, настроечные, вспомогательные и базовые элементы (корпусы) приспособлений	18
3.3.1. Детали приспособлений для направления рабочего инструмента	18
3.3.2. Детали приспособлений для настройки технологической системы на выдерживаемый размер	20
3.3.3. Вспомогательные элементы и устройства приспособлений	21
3.3.4. Корпусы приспособлений	22
3.4. Материалы для деталей приспособлений	23
4. Особенности конструкций неразборных специальных приспособлений (НСП) ...	25
4.1. НСП для оснащения сверлильных работ (кондукторы)	25
4.2. НСП для оснащения фрезерных работ	27
4.3. Многоместные приспособления ...	27

4.4. Механизированные и автоматизированные приспособления ..	28
5. Особенности НСП при обработке заготовок на станках с ЧПУ ...	29
6. Последовательность проектирования НСП	32
7. Разработка и оформление чертежей НСП	34
8. Резьбовые соединения	46
8.1. Взаимозаменяемость резьбовых соединений	47
8.2. Обозначение метрической резьбы	49
9. Экономическое обоснование использования НСП	50
Библиографический список	54

Ко м а р о в Анатолий Дмитриевич
Б е л я е в Анатолий Сергеевич
Ж е л т о в Игорь Николаевич
Г у д м а н Меер Давидович
М о и с е е в Виктор Кузьмич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Редактор Л.Н.Чегодаева
Техн.редактор Г.А.Усачева
Корректор Н.С.Куприянова

Подписано в печать 16.08.93. . Формат 60х84 1/16.
Бумага оберточная. Печать офсетная.
Усл.п.л. 3,48. Усл.кр.-отт. 3,6. Уч.-изд.л. 3,35.
Г. 600 экз. Заказ **87/75** Арт.С-21/94

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С.П.Королева
443006, Самара, Московское шоссе,34

Отдел офсетной печати ИПО Самарского
аэрокосмического университета
443001, Самара, ул.Ульяновская,18