

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

В. Г. Гусев, А. И. Ёлкин, А. В. Морозов, А. А. Фомин

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Учебное пособие

«Допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для бакалавров и магистров высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Технология машиностроения», «Машины и оборудование высокоэффективных методов обработки»



Владимир 2012

УДК 621.9.06-52.658.527:681.3.06

ББК 34.630.2 – 54

П77

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

В.А. Тарасов

Кандидат технических наук, зам. главного инженера
по развитию новой техники ООО «Вектор», г. Владимир

С.О. Худяков

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Гусев, В. Г.

П77 Приспособления для современных станков с ЧПУ : учеб. пособие / В. Г. Гусев [и др.] ; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012 – 202 с.

ISBN 978-5-9984-0266-1.

Рассмотрено базирование заготовок в приспособления, являющееся основой для разработки высокоточных станочных приспособлений.

Изложены особенности и требования, предъявляемые к технологической оснастке, применяемой при механической обработке заготовок на современных токарных, фрезерных станках с ЧПУ, обрабатывающих центрах и гибких производственных системах. Рассмотрена модульная система вспомогательного инструмента, а также система автоматической смены режущего инструмента.

Для более глубокого усвоения излагаемых принципов разработки приспособлений рассмотрены конкретные примеры расчета на достаточность усилия закрепления заготовки и точность выполняемого размера.

Предназначено для бакалавров и магистров высших учебных заведений, обучающихся по направлению 151900 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», а также студентов по специальностям: 15.10.01 – «Технология машиностроения» и 15.02.06 – «Машины и оборудование высокоэффективных методов обработки».

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 115. Табл. 3. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.9.06-52.658.527:681.3.06

ББК 34.630.2 – 54

ISBN 978-5-9984-0266-1

© ВлГУ, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ	
1.1. Понятия конструкторской, технологической, измерительной и сборочной базовых поверхностей.....	7
1.2. Погрешность базирования заготовок в призме, на оправку и в центра.....	10
1.3. Схемы базирования заготовок, нанесение обозначений опор...	18
1.4. Погрешность установки заготовок в приспособление, выбор черновых и чистовых технологических баз.....	27
1.5. Значения погрешностей для типовых схем базирования.....	30
1.6. Примеры решения задач по базированию заготовок в приспособление.....	38
Вопросы для проверки усвоения материала.....	47
2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ	
2.1. Особенности станков с ЧПУ и требования к заготовкам...	49
2.2. Самоцентрирующие и поводковые патроны.....	54
2.3. Центры и разжимные оправки.....	64
2.4. Приводы патронов и оправок.....	73
Вопросы для проверки усвоения материала.....	77
3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ	
3.1. Универсальные безналадочные и наладочные приспособления.....	78
3.2. Специализированные наладочные приспособления (СНП).....	87
3.3. Универсально-сборные приспособления (УСП).....	91
3.4. Сборно-разборные приспособления (СРП-ЧПУ).....	97
Вопросы для проверки усвоения материала.....	104
4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ И ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ	
4.1. Модульные приспособления.....	106
4.2. Сборно-разборные приспособления для обрабатывающих центров.....	112

4.3. Универсально-сборная переналаживаемая оснастка.....	114
4.4. Приспособления для гибких производственных систем...117	
Вопросы для проверки усвоения материала.....	127
5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	
5.1. Характеристика вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ.....	128
5.2. Вспомогательный инструмент для токарных, фрезерных и сверлильных станков с ЧПУ.....	129
5.3. Вспомогательный инструмент для обрабатывающих центров..	134
5.4. Вспомогательный инструмент для станков с системой автоматической смены инструмента.....	137
5.5. Гибкая модульная система вспомогательного инструмента...140	
5.6. Методика проектирования станочных приспособлений...142	
Вопросы для проверки усвоения материала.....	153
6. ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ	
6.1. Разработка станочного приспособления для механической обработки детали «Корпус».....	155
6.2. Разработка станочного приспособления для механической обработки детали «Муфта».....	170
6.3. Разработка станочного приспособления для обработки детали «Корпус редуктора».....	183
Заключение.....	198
Приложение. Спецификация станочного приспособления для фрезерной детали «Корпус»	199
Библиографический список	201

ВВЕДЕНИЕ

До появления станков с числовым программным управлением (ЧПУ) металлорежущее оборудование создавали применительно к конкретному виду обработки, основанному на вполне определенном процессе резания (токарная, сверлильная, фрезерная, строгальная и другие виды обработки). Этот традиционный принцип сохранялся во всех конструкциях станков, будь то универсальные станки, станки с программным управлением, специальные станки и автоматы или автоматические линии. Традиционные технологические процессы механической обработки заготовок основаны на необходимости использования большого числа разных по назначению станков.

Такой подход значительно удлиняет технологическую цепочку, приводит к использованию больших производственных площадей, транспортных средств для межстаночного перемещения заготовок, увеличению численности рабочих – станочников и др. Все это сказывается на существенном увеличении организационных, энергетических, эксплуатационных и др. расходов, повышении себестоимости продукции, а следовательно, на снижении конкурентной способности предприятий в условиях современного рынка.

Современные станки с ЧПУ, выпускаемые передовыми мировыми станкостроительными компаниями, могут реализовать почти все виды механической обработки и отличаются лишь степенью сложности, точностью, размерами и технологическими возможностями. Например, на одном современном обрабатывающем центре с ЧПУ можно изготовить в пределах одной классификационной группы любую по конструкции и степени сложности деталь, что позволяет заменить 3 – 5 и более обычных металлорежущих станков одним обрабатывающим центром. В машиностроении встречаются случаи, когда один современный обрабатывающий центр с ЧПУ заменяет целый механический участок, при этом значительно сокращаются потребные производственные площади, расходы на основную и дополнительную заработную плату рабочих, электроэнергию, транспортные и другие расходы.

Вместе с этим станки с ЧПУ характеризуются высокой стоимостью, сложностью конструкции, программного обеспечения, требуют тщательной технологической подготовки производства, высококвалифицированного обслуживающего персонала и технологов-программистов, от которых во многом зависит эффективность работы этих станков.

В этом плане важная роль принадлежит технологической оснастке, при надлежащем проектировании и эксплуатации которой снижаются непроизводительные простои этого вида прогрессивного и дорогостоящего оборудования [1]. Для эффективного использования станков с ЧПУ и обеспечения их окупаемости в кратчайшие сроки необходимо изыскать и использовать все имеющиеся резервы производства. Одним из таких резервов является сокращение вспомогательного времени при механической обработке путем широкого использования быстро переналаживаемой оснастки.

Наибольший удельный вес в общей массе оснастки имеют станочные приспособления, с помощью которых решаются три основные задачи:

- исключение выверки обрабатываемых заготовок при базировании на станках с ЧПУ, что ускоряет процесс установки и обеспечивает возможность автоматического получения размеров;
- повышение производительности и облегчение условий труда рабочих путем механизации и автоматизации функционирования приспособлений, а также применения многоместной, позиционной и непрерывной обработки;
- расширение технологических возможностей станков.

Применение переналаживаемых и универсально-сборных приспособлений, а также универсальных приводов существенно снижает затраты средств и времени на подготовку производства.

Настоящее учебное пособие направлено на оказание методической помощи студентам, бакалаврам, магистрантам и аспирантам при изучении вопросов разработки технологической оснастки и эффективного использования станков с ЧПУ, а также технологом-программистам, наладчикам и операторам, эксплуатирующим современное оборудование с ЧПУ.

1. БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

1.1. Понятия конструкторской, технологической, измерительной и сборочной базовых поверхностей

Прежде чем обрабатывать заготовку на станке ей необходимо придать строго определённое пространственное положение относительно инструмента, станка. Для этого служат станочные приспособления, в которые заготовка устанавливается и закрепляется. После последующей настройки инструмента на требуемый размер включают рабочие движения в станке и проводят обработку заготовки.

Базированием называется процесс доведения базовых поверхностей заготовки в контакт с приспособлением. В результате такого базирования заготовка занимает заданное пространственное положение на станке.

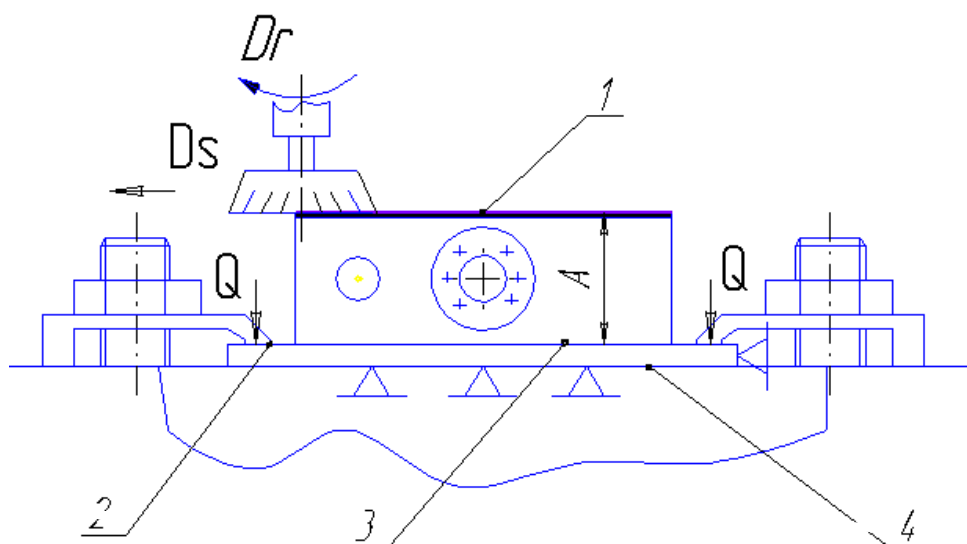


Рис. 1.1. Схема обработки заготовки, установленной в приспособление

Любая заготовка имеет несколько поверхностей: обрабатываемые поверхности 1 (рис.1.1); поверхности 2, контактирующие с зажимными элементами приспособления; поверхности 3, от которых отсчитывают выдерживаемый при обработке размер A ; поверхности 4, которые контактируют с установочными элементами приспособления, и, наконец, свободные поверхности.

Измерительная базовая поверхность — это такая поверхность, линия, точка, от которой отсчитывается выдерживаемый размер.

Технологические базовые поверхности – это такие поверхности, линии, точки или их совокупность, которые контактируют с установочными элементами приспособления и которые определяют пространственное положение обрабатываемой заготовки на станке. Базовые поверхности бывают конструкторские, технологические, измерительные, сборочные.

Конструкторские базовые поверхности (или конструкторские базы) – это поверхности, которые определяют положение детали в узле машины или станка.

Для шестерни 6 конструкторскими базами будут (рис. 1.2) торец 7, отверстие 8 и шпоночный паз 9.

Для валика 1 конструкторскими базами будут цилиндрические шейки 2, 3 и торцы 4, 5 валика.

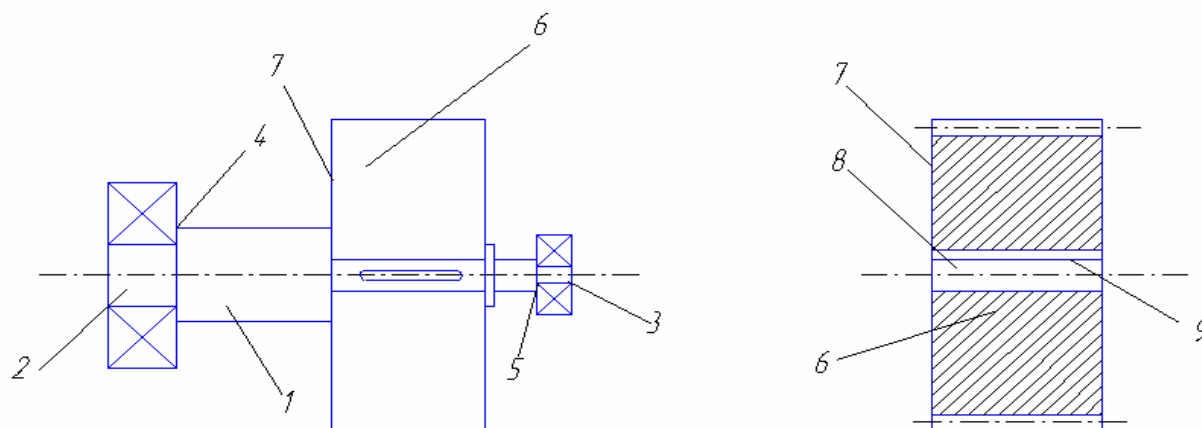


Рис. 1.2. Схема, поясняющая суть конструкторских баз

Сборочные базы – поверхности, которые используют в качестве базовых при сборке.

Технологические базы в зависимости от числа степеней свободы, лишаемых у заготовки при ее базировании в приспособление, бывают установочной, направляющей, опорной, двойной направляющей, двойной опорной.

Заготовку перед обработкой нужно лишить шести степеней свободы относительно приспособления, т.е. сделать её неподвижной относительно приспособления. Установочная технологическая база лишает заготовку трех степеней свободы: поступательное перемещение вдоль оси $Z(\vec{z})$, поворотов вокруг оси $X(\vec{x})$ и оси $Y(\vec{y})$ (рис. 1.3).

Установочная база имеет три точки контакта. Если на установочной базе будет выбрано больше точек, то заготовка будет иметь несколько положений на станке, а следовательно, при обработке возникнут погрешности. Такое неоднозначное положение заготовки на станке носит название неопределенности базирования, она не допускается из-за возникновения дополнительных погрешностей у деталей при обработке.

Для обеспечения устойчивого положения заготовки установочная технологическая база должна быть самой большой по площади. Плоскость A является установочной технологической базой (рис. 1.3). Чтобы заготовка имела однозначное положение в приспособлении, необходимо выбрать еще базовые плоскости B и C . Плоскость B представляет собой направляющую технологическую базу, она лишает заготовку двух степеней свободы: поворот вокруг оси Z (\vec{Z}) и поступательное перемещение вдоль оси X (\vec{X}). Направляющая база имеет две базовые точки (4 и 5). В качестве направляющей технологической базы выбирают поверхность, имеющую наибольшую длину.

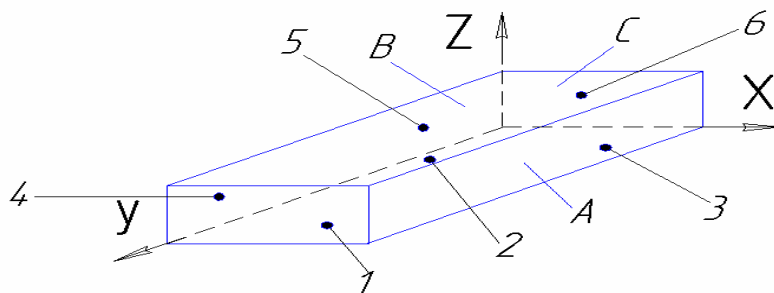


Рис. 1.3. Схема базирования заготовки коробчатой формы

Точка 6 является опорной, лишает заготовку одной степени свободы – поступательного перемещения вдоль оси Y . Она располагается на плоскости C . Таким образом, можно записать: движения $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$ устраняются установочной технологической базой; \vec{X}, \vec{Z} – устраняются направляющей технологической базой; \vec{Y} – устраняется опорной технологической базой.

После лишения заготовки 6 степеней свободы прикладывают силовое замыкание, т.е. заготовку закрепляют в приспособлении. Рассмотренное базирование называется полным, т. к. заготовка лишается всех 6 степеней свободы. Совокупность установочной, направляющей и опорной технологических баз носит название комплекта баз.

Неполное базирование – это базирование, при котором заготовка лишена не всех 6 степеней свободы, а меньше, например 5, 4 и даже только 3 степеней свободы. Двойная направляющая технологическая база лишает заготовку 4 степеней свободы.

Например, при установке длинной втулки А на оправку (рис. 1.4) двойная опорная база лишает заготовку двух степеней свободы.

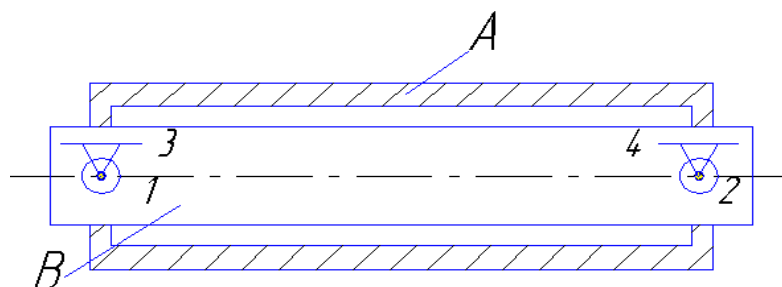


Рис. 1.4. Схема, поясняющая суть двойной направляющей технологической базы (⊙, ▽ – обозначение базовых точек)

1.2. Погрешность базирования заготовок в призме, на оправку и в центра

При установке заготовок в приспособление возникает **погрешность базирования** в виде отклонения в пространственном расположении заготовок относительно инструмента. Технологический процесс должен быть построен так, чтобы они были минимальны или вообще отсутствовали.

Погрешность базирования – это разность предельных расстояний измерительной базы относительно установленного на размер инструмента. Она возникает при обработке партии заготовок на настроенных станках, когда обрабатываемая заготовка и инструмент устанавливаются в требуемое исходное положение, а размер настройки инструмента не изменяется при обработке всей партии заготовок. Обработка настроенным на размер инструментом носит название метода автоматического получения размера.

В приспособление установлена заготовка 2 (рис. 1.5), поверхность 3 которой обрабатывается фрезой 4, совершающей вращение вокруг своей оси в направлении стрелки D_r . Заготовка вместе с приспособлением установлены на столе 1 фрезерного станка и совершают движение подачи по стрелке D_s . Фреза установлена на размер $C =$

$= \text{const}$, который является настроечным размером. В результате рабочих движений инструмента и заготовки обрабатывается плоскость I – I. Размер A_1 заготовки не обрабатывается на данном переходе и выполнен ранее с допуском $\pm T_{A_1}/2$.

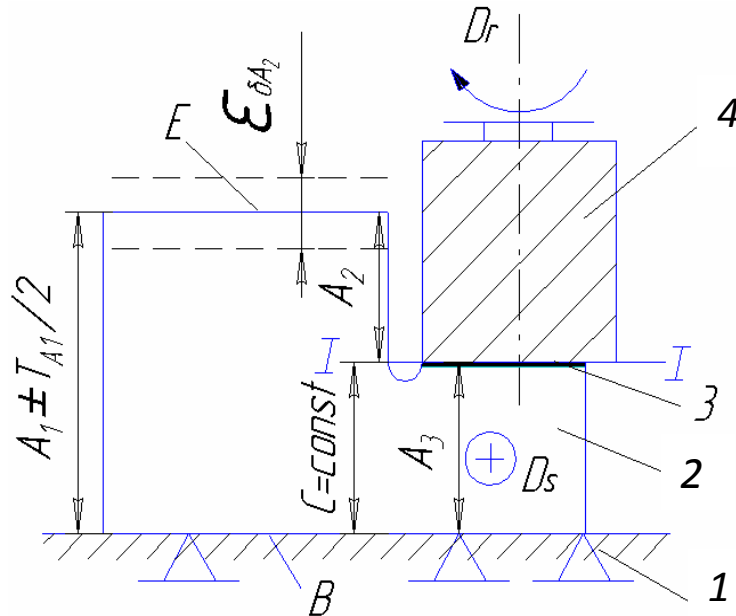


Рис. 1.5. Схема базирования, поясняющая возникновение погрешности базирования

Погрешность базирования возникает в том случае, если измерительная база не совпадает с технологической. Для размера A_2 измерительной базой является плоскость E (см. рис. 1.5), а технологической базой – плоскость B . Как видно на схеме, плоскости E и B не совпадают, следовательно, погрешность базирования $\varepsilon_{\delta A_2} \neq 0$. Численное значение погрешности базирования равно допуску на размер A_1 , т.е. $\varepsilon_{\delta A_2} = T_{A_1}$.

Для размера A_3 измерительной базой служит плоскость B , технологической базой – также плоскость B , т.е. измерительная и технологическая базы совпадают, следовательно, $\varepsilon_{\delta A_3} = 0$.

Обрабатываемые заготовки типа тел вращения устанавливают в призмы, при этом возникает погрешность базирования.

В призму 1 (рис. 1.6) устанавливают валы, оси и др. заготовки для фрезерования шпоночных пазов, лысок и др. поверхностей, например фрезой 3, настроенной на размер $C = \text{const}$. При этом диаметр базовой поверхности 2 выполнен на предшествующей токарной опе-

$$A_0 A_5 = \frac{D_{\min}}{2} + \frac{D_{\min}}{2 \sin \alpha / 2} ;$$

$$\varepsilon_{\delta h_1} = \frac{D_{\max}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) - \frac{D_{\min}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) = \left(\frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \right) \left(\frac{1}{\sin \alpha / 2} + 1 \right);$$

$$\varepsilon_{\delta h_1} = \frac{T_d}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right). \quad (1.1)$$

Погрешность базирования для размера h_2

$$\varepsilon_{\delta h_2} = A_3 A_4 = A_0 A_4 - A_0 A_3 = \frac{D_{\max}}{2 \sin \alpha / 2} - \frac{D_{\min}}{2 \sin \alpha / 2} = \frac{T_d}{2 \sin \alpha / 2}. \quad (1.2)$$

Аналогично получаем погрешность базирования для размера h_3

$$\varepsilon_{\delta h_3} = A_1 A_2 = \frac{T_d}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha / 2} - 1 \right). \quad (1.3)$$

Из формул (1.2), (1.3) следует, что величина погрешности базирования зависит от допуска T_d , а также от угла α призмы.

Чем больше T_d , тем больше ε_{δ} и чем больше угол α призмы, тем меньше ε_{δ} . Следовательно, для уменьшения погрешности размеров h_1 , h_2 и h_3 необходимо точнее выполнять предшествующую токарную операцию, т.е. точнее выполнить диаметр D базовой поверхности и уменьшить угол призмы. Уменьшение погрешности базирования можно обеспечить, заменив принятую на рис. 1.6 схему базирования на новую схему, например, как изображено на рис. 1.7. Для новой схемы погрешность базирования для размера A_1 равна нулю, т.е. $\varepsilon_{\delta A_1} = 0$. Для размеров A_2 и A_3 погрешности базирования равны и составляют по величине

$$\varepsilon_{\delta A_2} = \varepsilon_{\delta A_3} = \frac{T_d}{2}. \quad (1.4)$$

Таким образом, при грамотном выборе той или иной схемы базирования можно существенно уменьшить погрешность базирования на тот или иной размер или свести эту погрешность до нуля. Это позволяет повысить точность выдерживаемых размеров деталей.

При установке заготовок на оправку также может возникать погрешность базирования, величина которой зависит от того, с зазором или без зазора заготовка надевается на оправку.

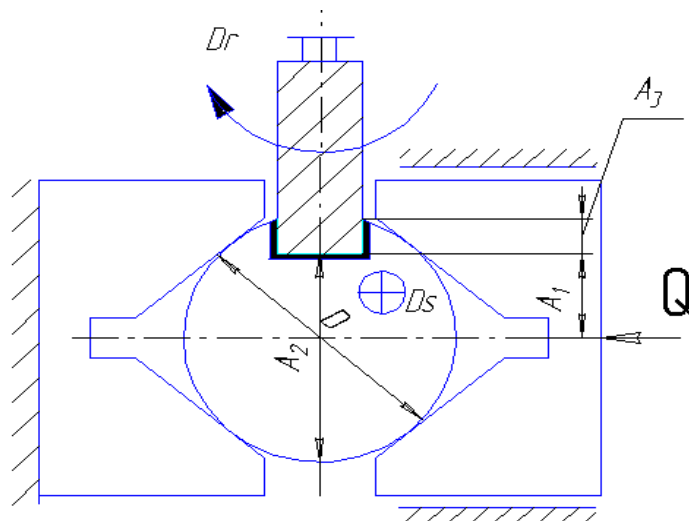


Рис. 1.7. Схема базирования вала в двух призмах

На оправку базируют шестерни, втулки и другие детали, при этом обрабатываемая заготовка перед механической обработкой может напрессовываться на оправку (базирование без зазора) или устанавливаться на неё с зазором (рис. 1.8). Обрабатываемая заготовка 2 (втулка) надевается центральным отверстием на оправку 1. Фреза 3 настраивается на размер $C = \text{const}$, после чего фрезеруют плоскость (жирная линия). Погрешность базирования для размера A_1

$$\varepsilon_{\delta A_1} = S_{\max}, \quad (1.5)$$

где S_{\max} – максимальный зазор в соединении втулка – оправка.

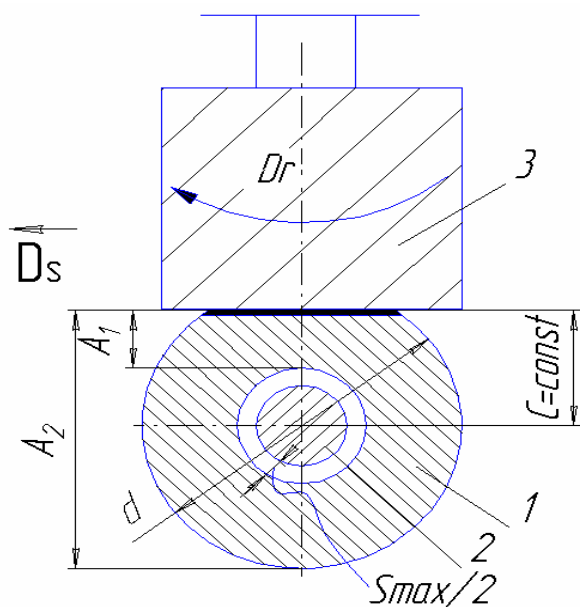


Рис. 1.8. Базирование обрабатываемой заготовки на оправке с зазором

Погрешность базирования для размера A_2 равна

$$\varepsilon_{\delta A_2} = S_{\max} + T_d / 2, \quad (1.6)$$

где T_d допуск на диаметр d , выдержанный на предшествующей операции.

Из (1.5) и (1.6) следует, что погрешность базирования зависит от величины максимального зазора S_{\max} и допуска T_d . Если базирование втулки осуществляется на оправке без зазора, то из формул (1.5) и (1.6) следует исключить S_{\max} , тогда

$$\varepsilon_{\delta A_1} = 0, \quad (1.7)$$

$$\varepsilon_{\delta A_2} = T_d / 2. \quad (1.8)$$

Для базирования заготовок без зазора применяют различные разжимные оправки или втулки перед обработкой напрессовывают на оправку.

Чтобы обработать валы, оси, пальцы, штифты и другие тела вращения, их устанавливают на два центра, один из которых называется передним (левый), другой – задним (правый центр).

На первой операции механической обработки обрабатывают (подготавливают) чистовые базы – центровые отверстия. Для этого вначале фрезеруют торцы *A* и *B* (рис. 1.9, *a*), предварительно установив заготовку в призмы *C, D*. Фрезы 6, 7 перед обработкой торцов *A, B* настраивают на размер *L*. После фрезерования указанных торцов с обеих сторон сверлят центровые отверстия 8, 9 (рис. 1.9, *б*).

На операции зацентровки длину зацентровки *l* выдержать абсолютно точно невозможно вследствие большого числа независимых и случайных факторов, действующих в процессе обработки.

Глубина центровочного гнезда (отверстия) изменяется у различных заготовок от l_{\min} до l_{\max} как на левом, так и на правом конце вала. После подготовки центровых гнезд (чистовых баз) обрабатывают шейки вала с установкой заготовок на передний и задний центры.

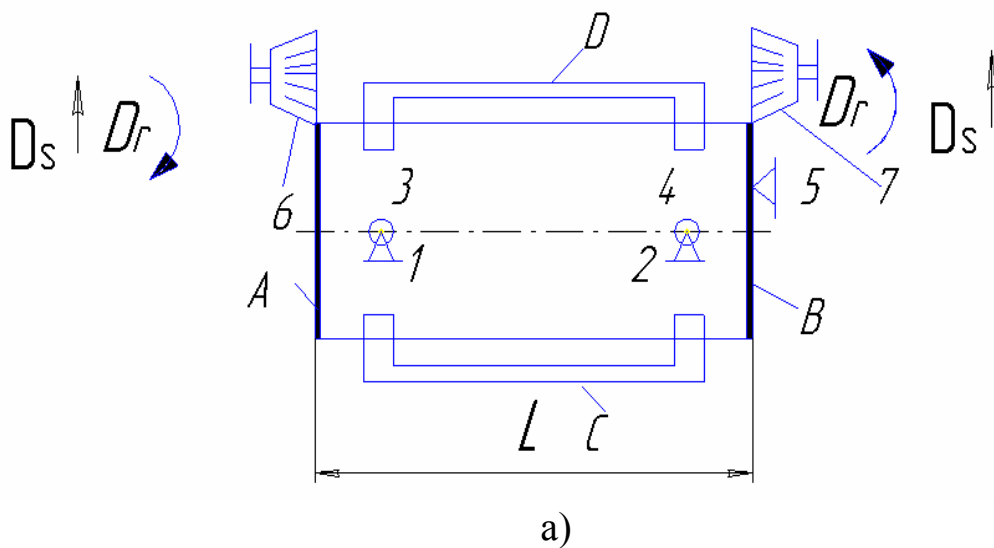
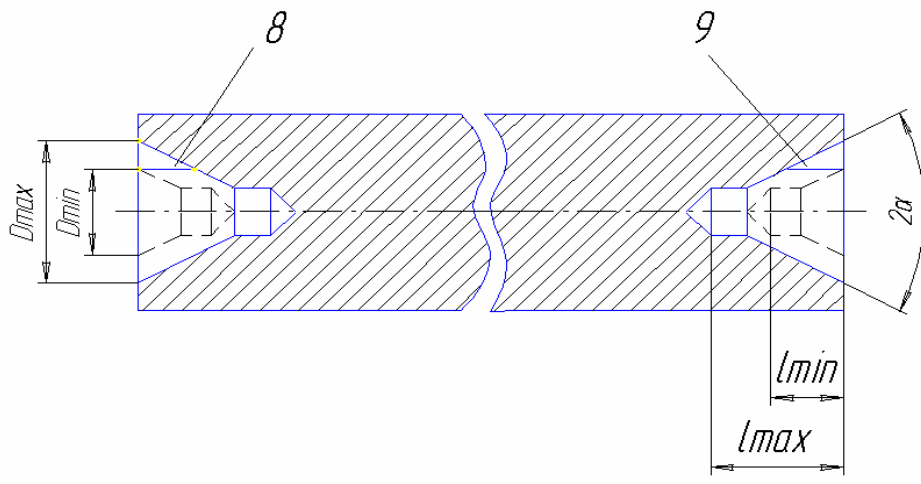


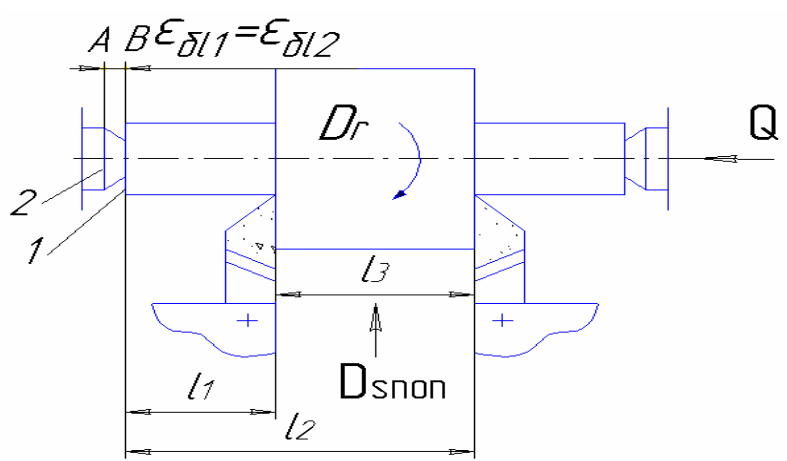
Рис. 1.9. Фрезерование торцов вала (а) и сверление центровых отверстий (б) (см. также с. 16)



б)

Рис. 1.9. Окончание (см. также с. 15)

Вследствие погрешности зацентровки глубина центрального отверстия после зацентровки изменяется, следовательно, у различных заготовок левый торец вала может занимать положение 1 или 2 в зависимости от глубины просверленного центрального отверстия.



Измерительная база для размера l_1 и l_2 смещается относительно установленного на размер инструмента в пределах отрезка AB (рис. 1.10). Тогда погрешность базирования для размеров l_1

Рис. 1.10. Схема установки заготовки в центра, поясняющая возникновение погрешности базирования и l_2 можно определить из треугольника BCD (рис. 1.11).

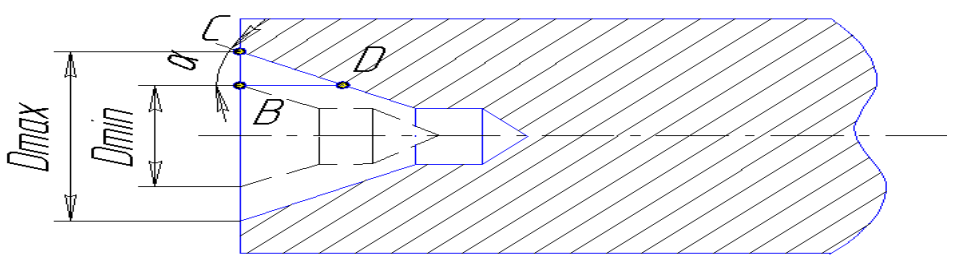
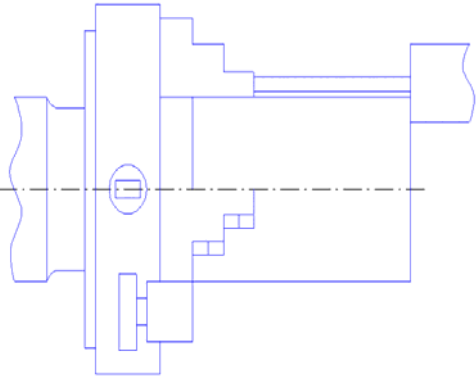
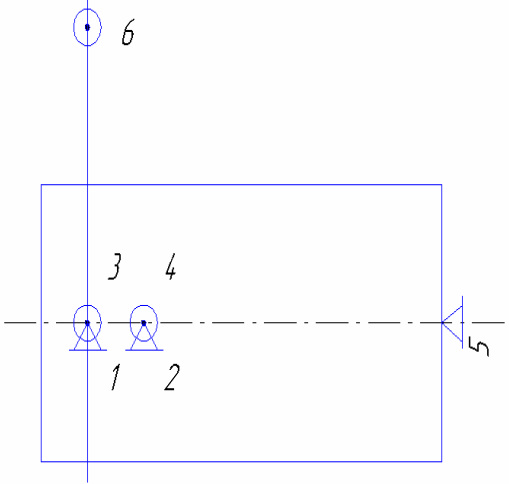
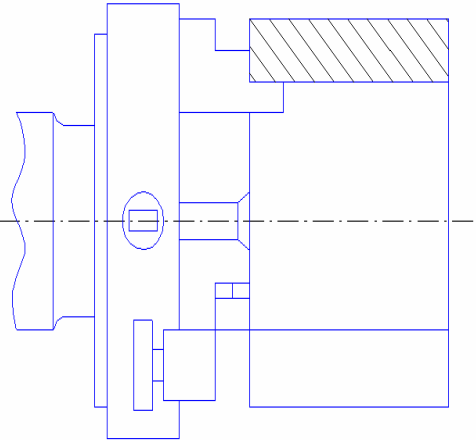
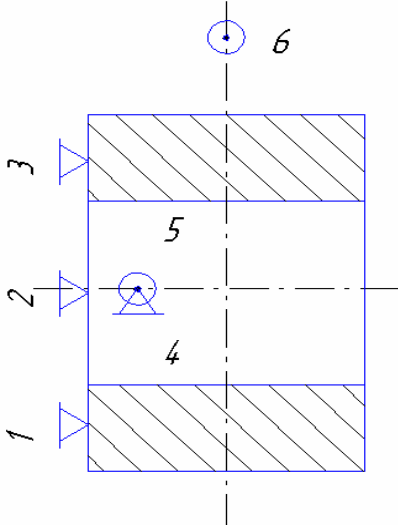
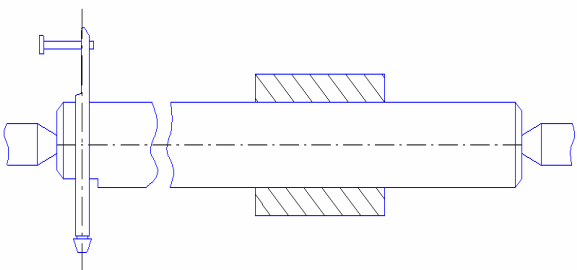
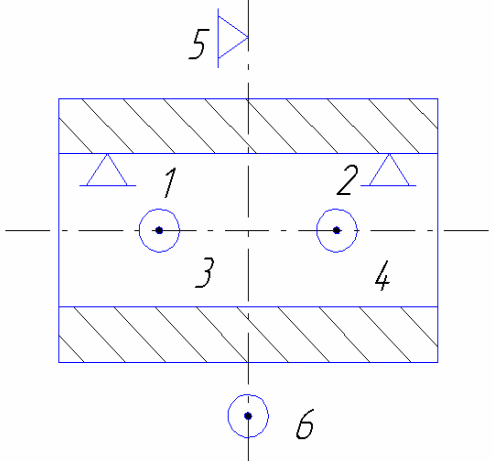
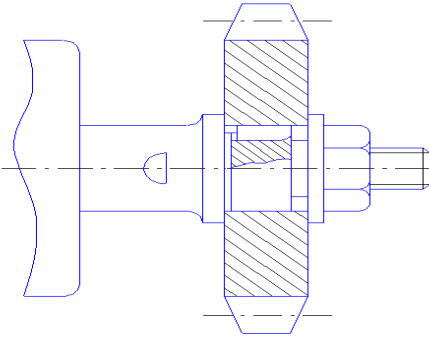
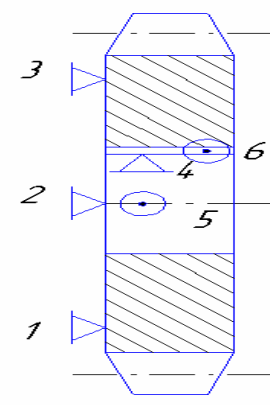
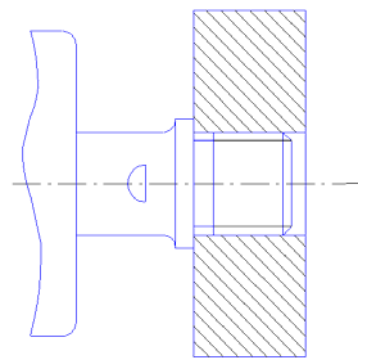
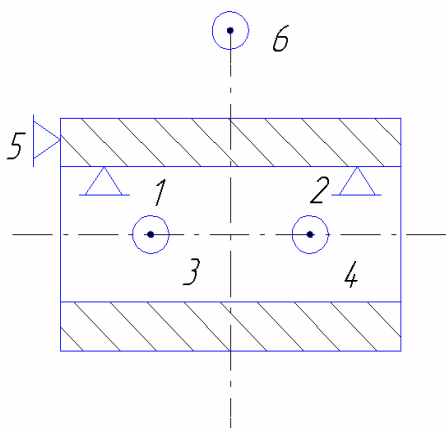
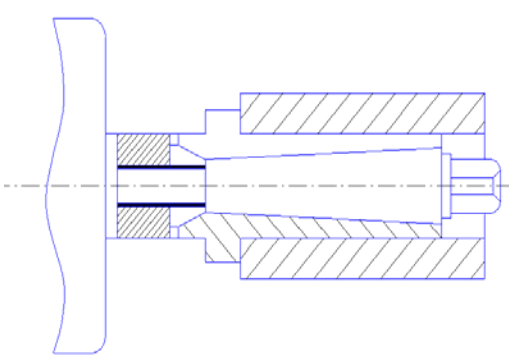
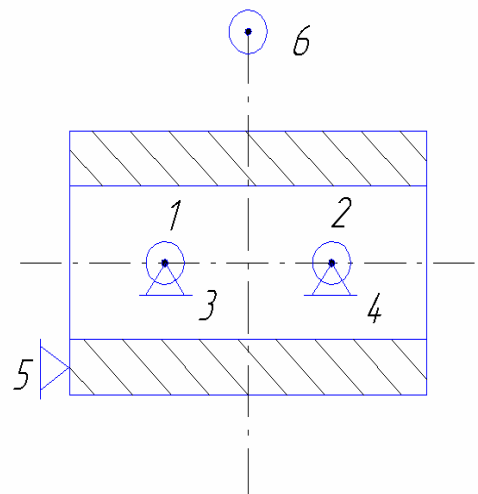


Рис. 1.11. Схема для расчёта погрешности базирования в центрах

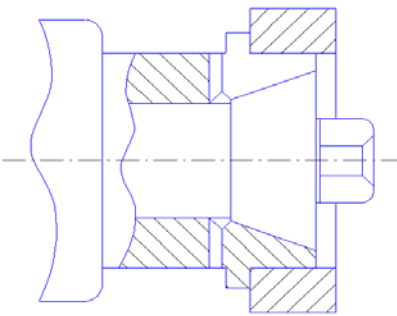
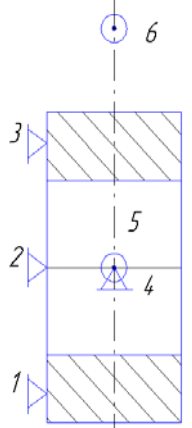
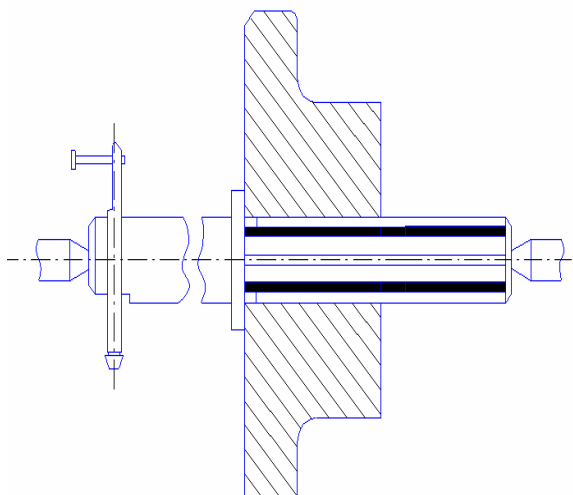
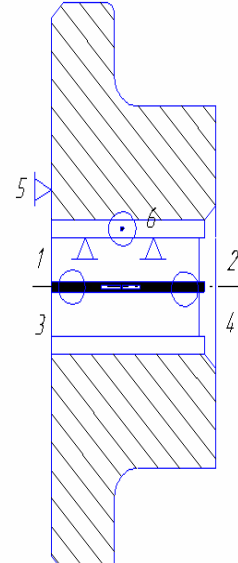
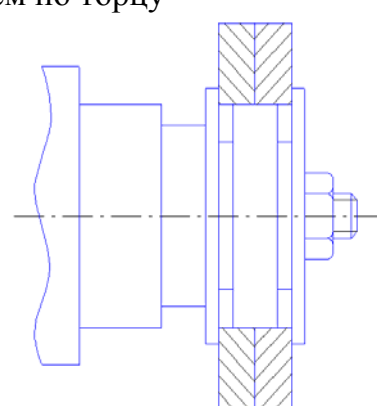
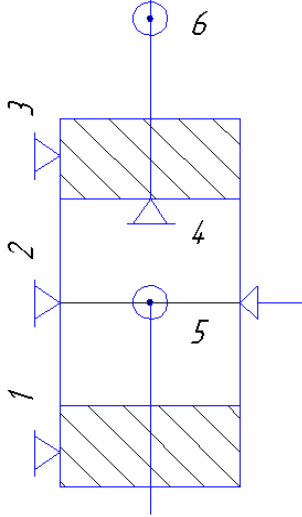
Продолжение табл. 1.1

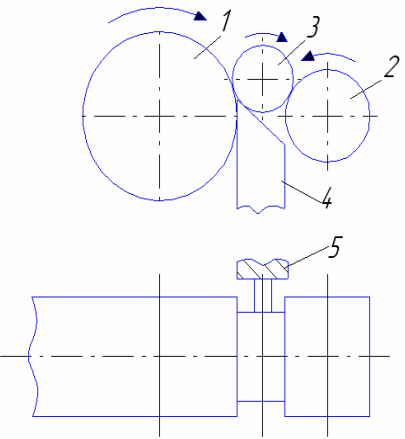
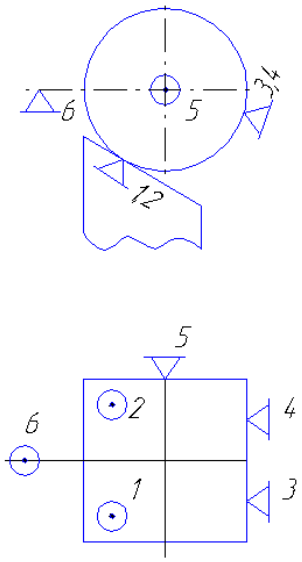
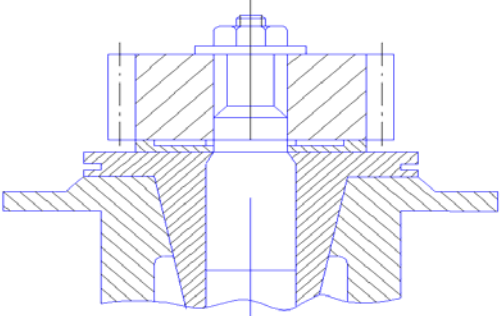
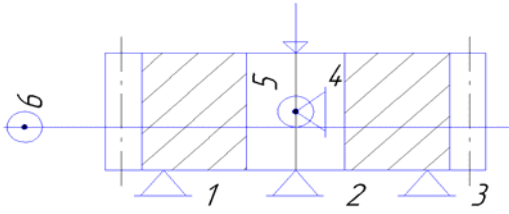
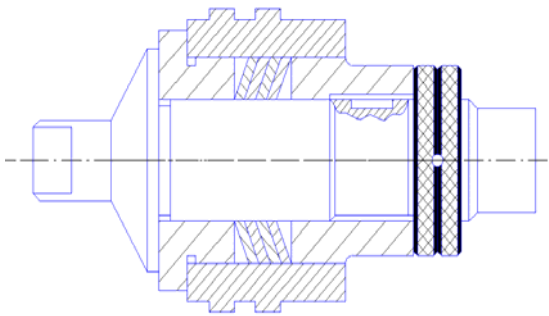
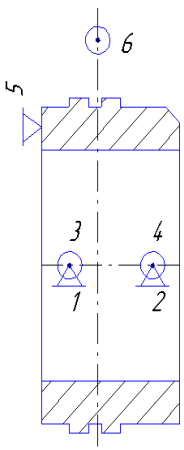
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>В трехкулачковом самоцентрирующем патроне с базированием по наружному диаметру без упора в торец</p> 	
<p>В трехкулачковом патроне в разжим с базированием по торцу</p> 	
<p>На жесткой центральной конусной или цилиндрической оправке с натягом в центрах с базированием по отверстию</p> 	

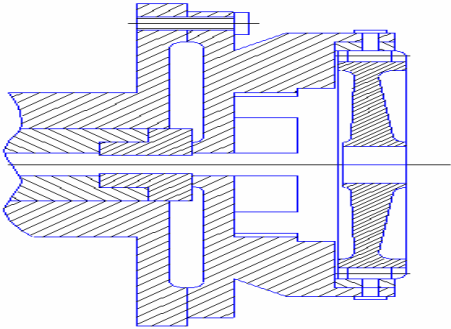
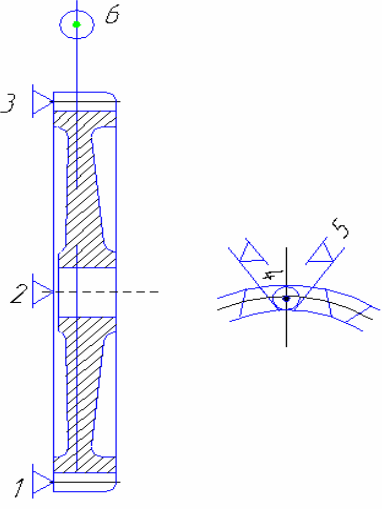
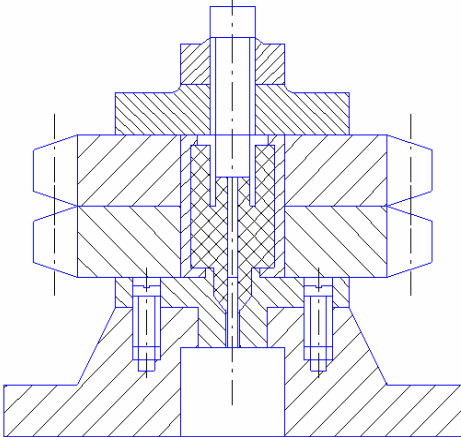
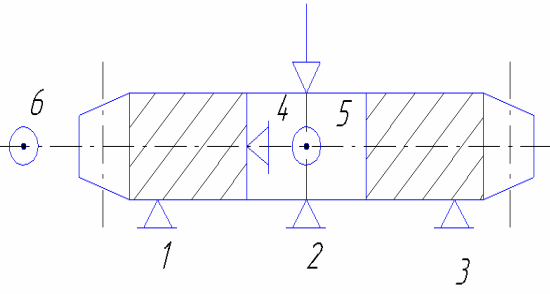
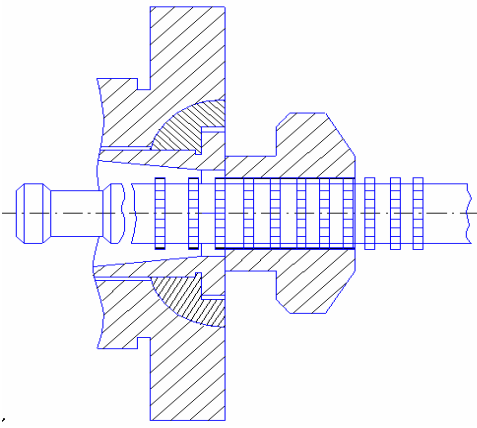
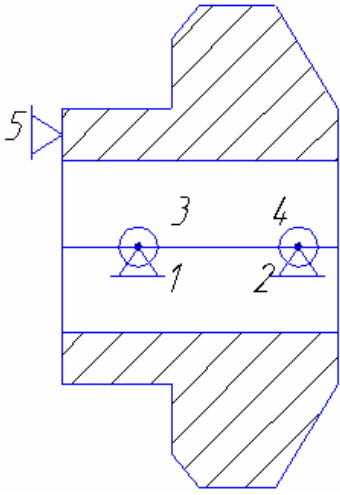
Продолжение табл. 1.1

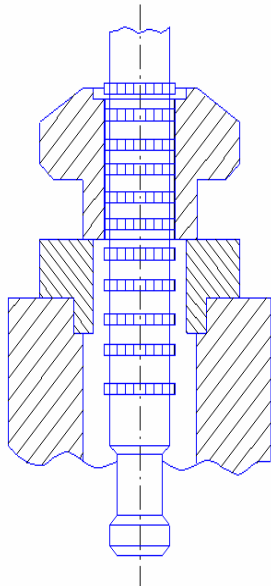
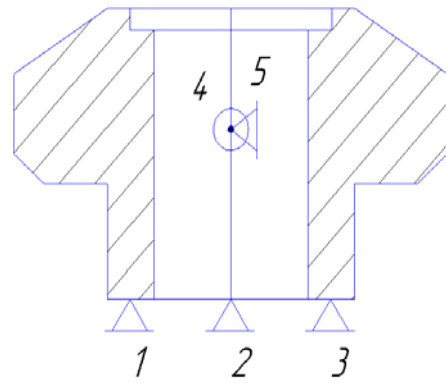
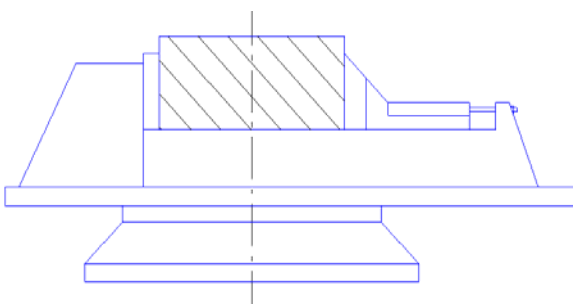
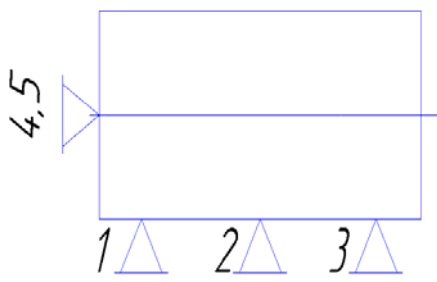
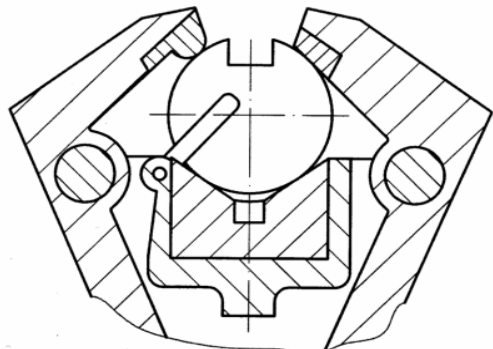
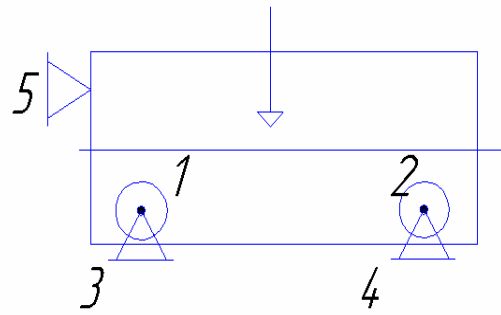
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>На консольной оправке со шпонкой с базированием по торцу</p> 	
<p>На резьбовой консольной оправке с базированием по резьбе</p> 	
<p>На разжимной консольной оправке с базированием по отверстию</p> 	

Продолжение табл. 1.1

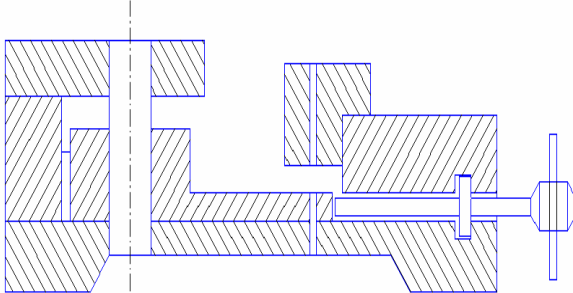
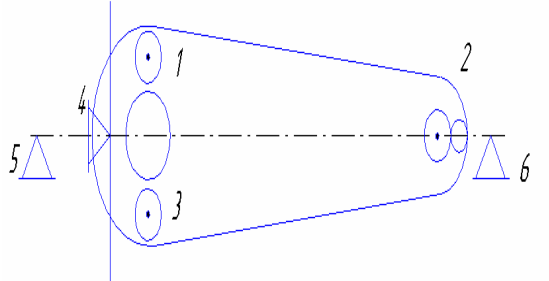
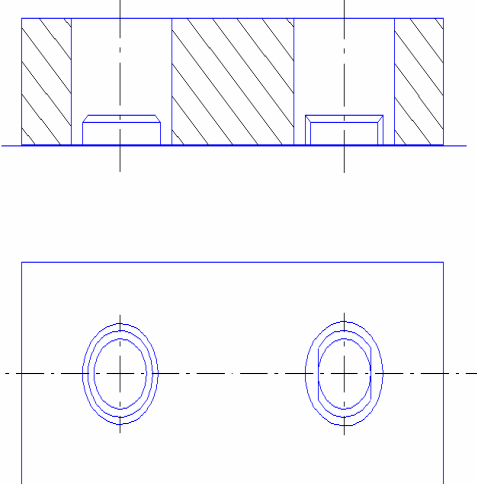
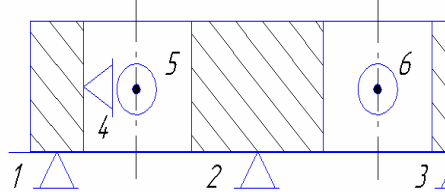
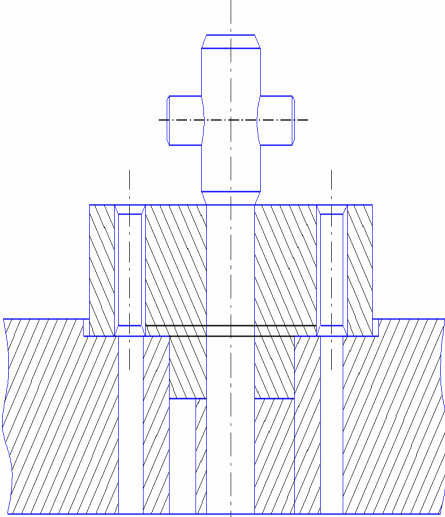
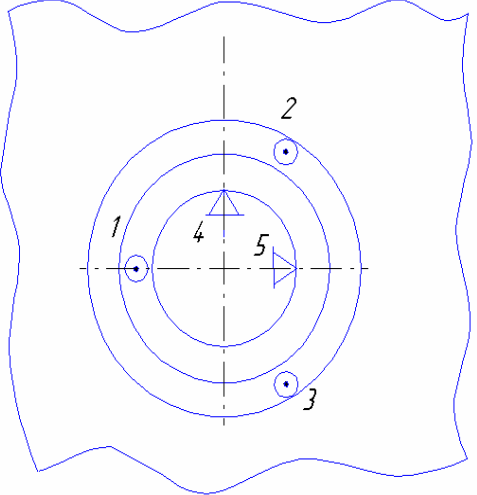
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>На разжимной консольной оправке с базированием по торцу</p> 	
<p>На шлицевой оправке в центрах с базированием по отверстию</p> 	
<p>На жесткой консольной оправке с базированием по торцу</p> 	

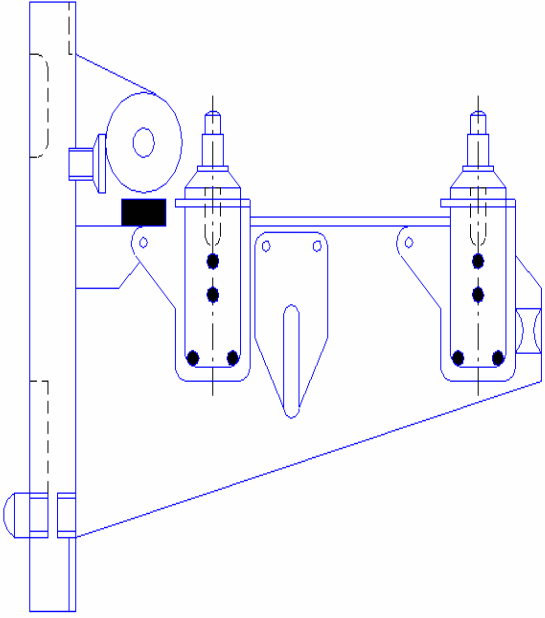
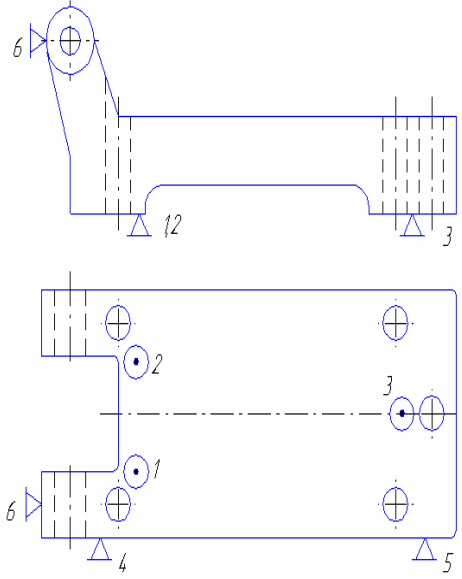
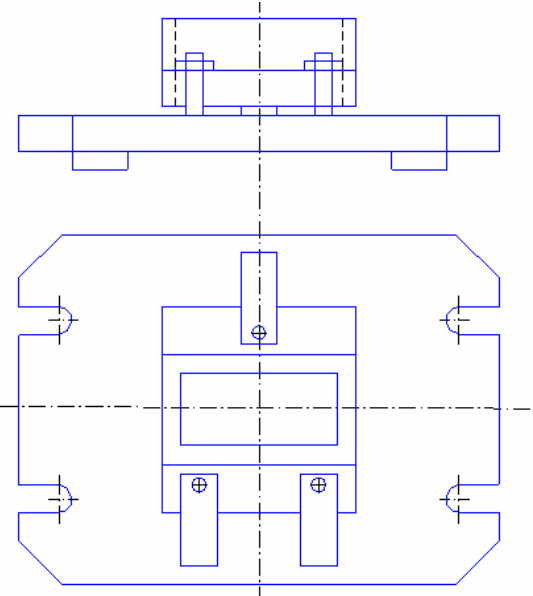
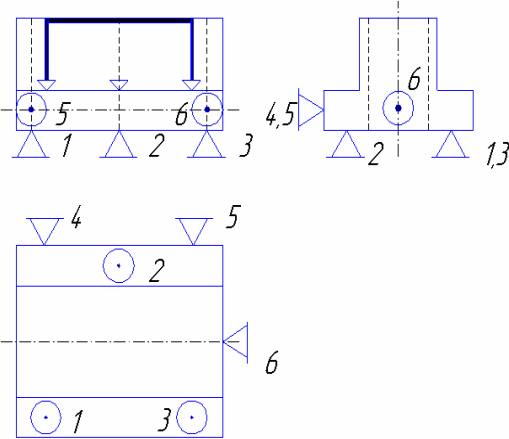
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>По обрабатываемой поверхности при бесцентровом врезном шлифовании</p>  <p>1 – шлифовальный круг; 2 – ведущий круг; 3 – заготовка; 4 – опора; 5 – продольный упор</p>	
<p>На жесткой оправке с креплением по торцу</p> 	
<p>На оправке в разжим с базированием по отверстию</p> 	

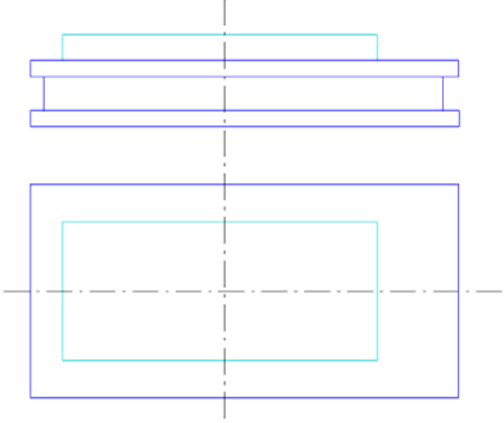
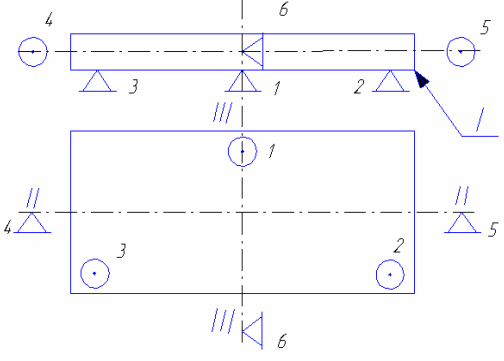
Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p data-bbox="199 340 802 421">В приспособлении с роликами с базированием по торцу</p> 	
<p data-bbox="199 900 778 936">Крепление на оправке с гидропластом</p> 	
<p data-bbox="199 1438 802 1518">Базирование по отверстию по сферической опоре при протягивании</p> 	

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>Базирование по торцу и с жесткой опорой при протягивании</p> 	
<p>В машинных тисках</p> 	
<p>В призматических тисках</p> 	

Продолжение табл. 1.1

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p data-bbox="199 349 523 387">Крепление в призмах</p> 	
<p data-bbox="199 779 802 862">На плоскость, круглый и срезанный пальцы с вертикальными осями</p> 	
<p data-bbox="199 1413 577 1451">В накладном кондукторе</p> 	

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p data-bbox="199 349 730 387">В кондукторе на поворотном столе</p> 	
<p data-bbox="199 1077 798 1160">По плоскости основания и двум боковым сторонам</p> 	

Описание и схема установки	Теоретическая схема базирования
<p>По плоскости (на магнитной плите)</p> 	

П р и м е ч а н и е. На теоретических схемах базирования цифрами 1 – 6 обозначены опорные точки.

1.4. Погрешность установки заготовок в приспособление, выбор черновых и чистовых технологических баз

На первую технологическую операцию механической обработки поступают заготовки, у которых нет обработанных поверхностей. Поэтому технолог должен выбрать в качестве базовых необработанные поверхности. Такие поверхности называются черновыми базами. В качестве черновых следует выбрать такие поверхности, которые обеспечивают устойчивое положение при обработке и которые в дальнейшем не обрабатываются. В качестве черновых баз выбирают наиболее точные поверхности, не имеющие немаetalлических включений, раковин и других дефектов. На первой операции обрабатывают те поверхности, которые в дальнейшем будут служить в качестве чистовых базовых поверхностей.

Чистовыми базами являются обработанные поверхности заготовки. В качестве чистовых баз выбирают поверхности, обеспечивающие совмещение измерительных и установочных баз и являющиеся наиболее чистыми и точными поверхностями. В этом случае погрешность базирования равна нулю, а следовательно, выше точность обработки.

При выборе технологических баз следует соблюдать два принципа базирования: принцип совмещения (единства) баз и принцип постоянства баз. Принцип совмещения баз заключается в том, что базировать заготовку следует так, чтобы измерительная и технологическая базы совпадали.

Принцип постоянства баз заключается в том, что на всех операциях механической обработки, кроме первой операции, используются одни и те же базовые поверхности. Лучше всего, если совпадают конструкторские, технологические, измерительные и сборочные базы. В этом случае достигается наибольшая точность детали и собранного узла.

В ряде случаев, принцип постоянства баз выполнить не удаётся, тогда технолог должен сменить ранее использованные чистовые технологические базы на новые чистовые базы. В этом случае в качестве новых баз необходимо брать наиболее точные и чистые поверхности, а также те поверхности, которые позволяют обработать с одной установки как можно больше поверхностей. Погрешности взаимного расположения поверхностей у обработанных деталей при этом будут минимальны.

При установке заготовок в приспособление также возникает погрешность, которая называется погрешностью установки. Погрешность установки при автоматическом получении размера определяется

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2} + \varepsilon_n, \quad (1.10)$$

где ε_δ – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления, возникающая вследствие непостоянства силы закрепления, различных физико-механических свойств базовых поверхностей и др.;

ε_n – погрешность положения или погрешность, обусловленная неточностью самого приспособления. Если обработка партии заготовок проводится на одном станке, то применима формула (1.10). При выполнении одной и той же операции на нескольких станках и с использованием нескольких одинаковых приспособлений погрешность установки определяется по формуле (1.11).

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{II}^2}, \quad (1.11)$$

где погрешность $\varepsilon_{II} = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.12)$

где ε_1 – погрешность изготовления установочных элементов приспособления;

ε_2 – погрешность, обусловленная износом приспособления;

ε_3 – погрешность сборки приспособления на станке.

После придания заготовке требуемого пространственного положения на станке ее закрепляют, при этом происходит изменение исходного положения заготовки под действием приложенных сил закрепления. Иными словами, возникает погрешность закрепления заготовок в приспособлении под действием сил закрепления.

Погрешность закрепления – это разность предельных расстояний измерительной базы относительно установленного на размер инструмента, возникающих под действием сил закрепления.

При обработке партии заготовок настроенным на размер инструментом возникают разные по величине силы закрепления. Так, при закреплении различных заготовок, принадлежащих одной партии, давление в заводской пневмосети изменяется в пределах $0,4 \div 0,6$ МПа, вследствие чего сила закрепления изменяется от Q_{\max} до Q_{\min} .

Под действием изменения силы закрепления Q заготовка 1 (рис. 1.13) может занимать положения I и II, так как при силе Q_{\max} контактные деформации в точках A, B, C будут наибольшими, а при Q_{\min} они будут минимальными, а заготовка примет положение II. Фреза 2 установлена на размер и вследствие разных контактных деформаций размеры A, B, C будут изменяться в пределах

$$\varepsilon_{3A1} = Y_{\max} - Y_{\min}, \quad (1.13)$$

где Y_{\max} и Y_{\min} – наибольшие и наименьшие контактные деформации, соответственно, возникшие при Q_{\max} и Q_{\min} .

Контактные деформации зависят от микрогеометрии стыкуемых поверхностей заготовки и приспособления, твёрдости базовой поверхности и др. и связаны с силой закрепления зависимостью

$$Y = CQ^n, \quad (1.14)$$

где C – коэффициент, зависящий от твёрдости материала заготовки, его микрогеометрии и др.; Q – усилие закрепления; n – показатель степени, определяемый эмпирическим путём $n = 0,2 \div 0,4$.

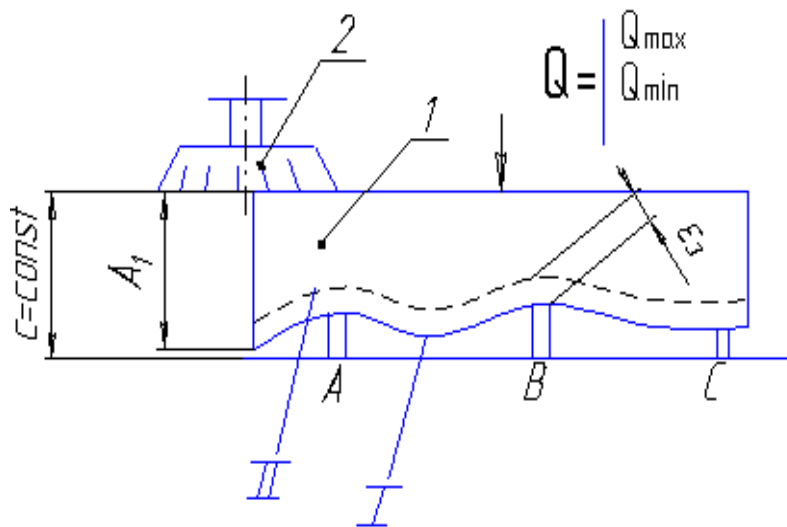


Рис. 1.13. Схема, поясняющая непостоянство контактных деформаций заготовки и элементов приспособления

На основании формулы (1.14) можно записать

$$\Delta Y = Y_{\max} - Y_{\min} = C_{\max} \cdot Q_{\max}^n - C_{\min} \cdot Q_{\min}^n, \quad (1.15)$$

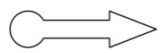
т. е. погрешность закрепления определится

$$\varepsilon_{\text{зак}} = C_{\max} \cdot Q_{\max}^n - C_{\min} \cdot Q_{\min}^n. \quad (1.16)$$

Из выражения (1.16) следует, что для уменьшения погрешности закрепления заготовки в приспособлениях необходимо стабилизировать силу закрепления на протяжении всего времени обработки, а также повышать физико-механические характеристики базовых поверхностей заготовок и в первую очередь повышать твердость и снижать шероховатость поверхности.

1.5. Значения погрешностей для типовых схем базирования

Условные обозначения:



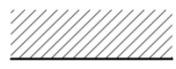
направление усилия закрепления заготовки,



обрабатываемые поверхности,



жесткий упор,



опорные установочные поверхности.

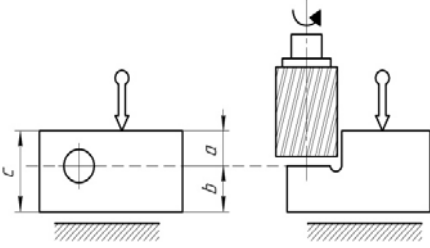
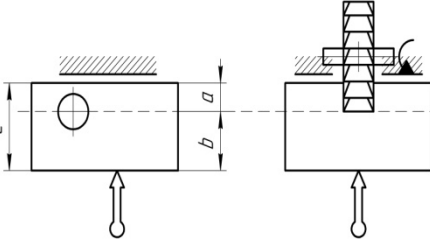
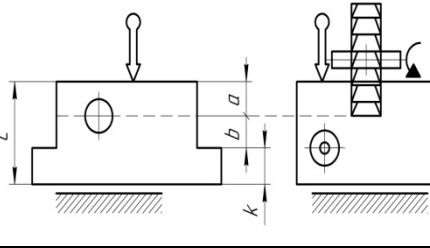
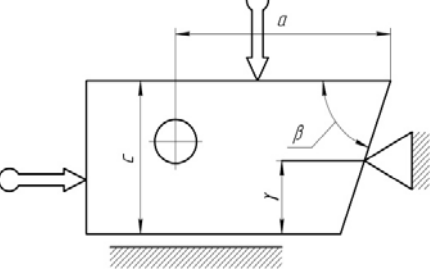
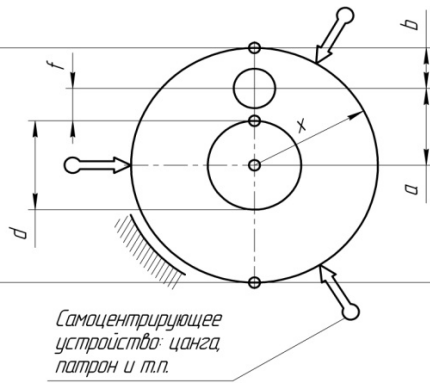
$\delta_a, \delta_b, \delta_c, \dots$ – допуски на размеры a, b, c, \dots ; x – радиальное биение;

S_{\min} – минимальный гарантированный зазор.

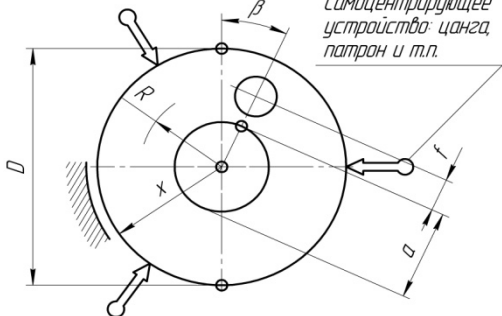
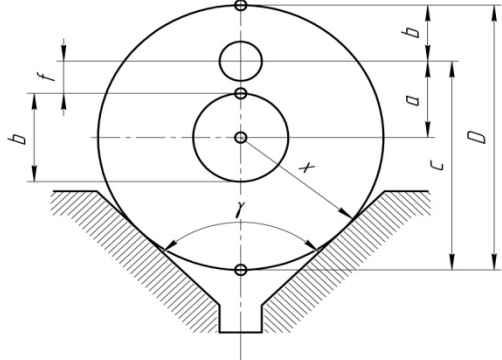
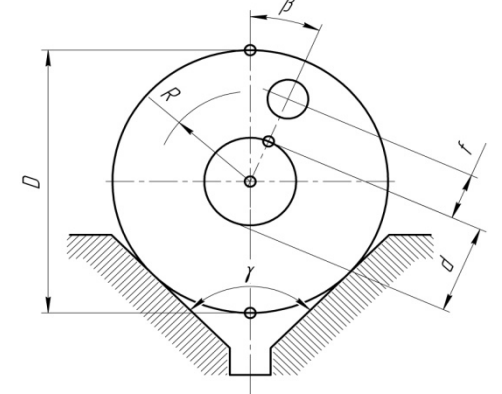
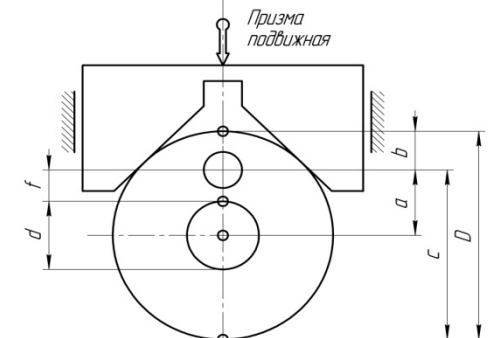
Величины погрешностей базирования заготовок в приспособления для типовых случаев установки приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

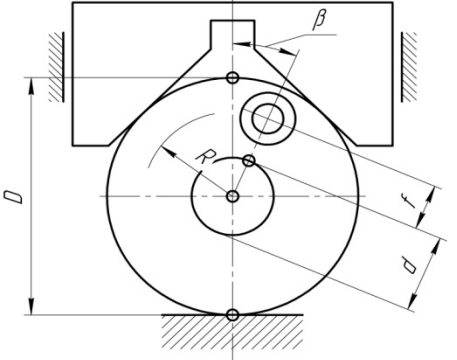
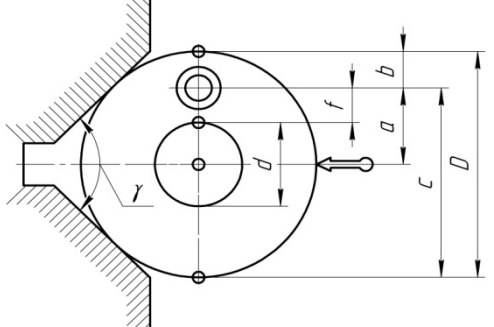
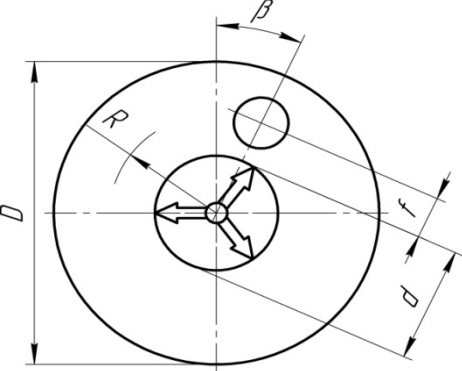
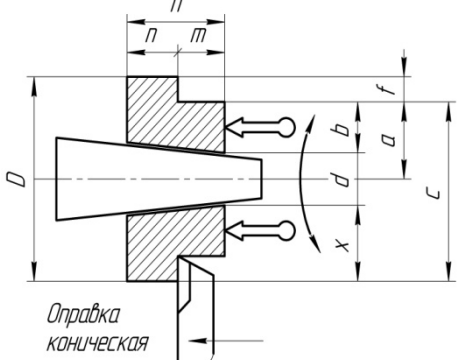
Схемы и значения погрешности базирования

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования
	a b	$\varepsilon_a = 0$ $\varepsilon_b = \delta_c$
	a b	$\varepsilon_a = \delta_c$ $\varepsilon_b = 0$
	a b	$\varepsilon_a = \delta_k$ $\varepsilon_b = \delta_c$
	a	$\varepsilon_a = \delta_c / \text{tg}\beta + k \text{tg}\beta$
 <p>Самоцентрирующее устройство: цанга, патрон и т.п.</p>	a b c f y	$\varepsilon_a = 0$ $\varepsilon_b = \varepsilon_c = \delta D / 2$ $\varepsilon_f = \delta d / 2 + x$ $\varepsilon_y = x$

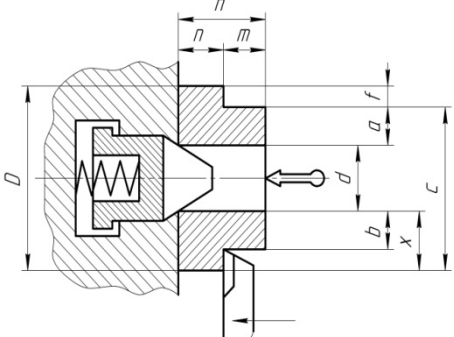
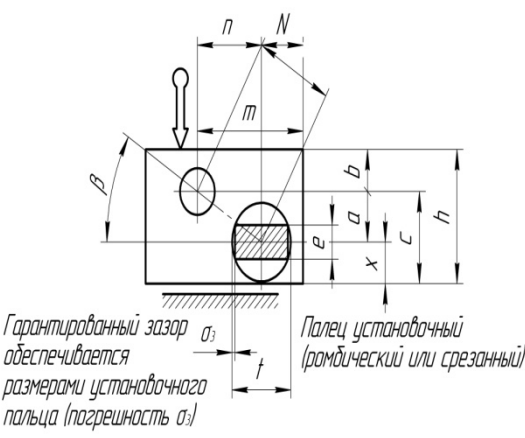
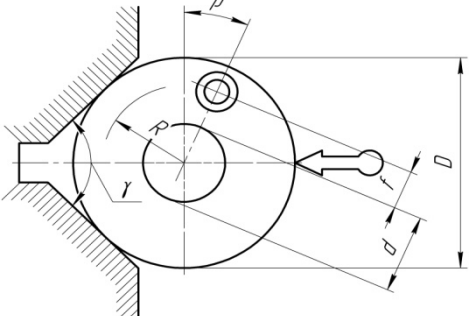
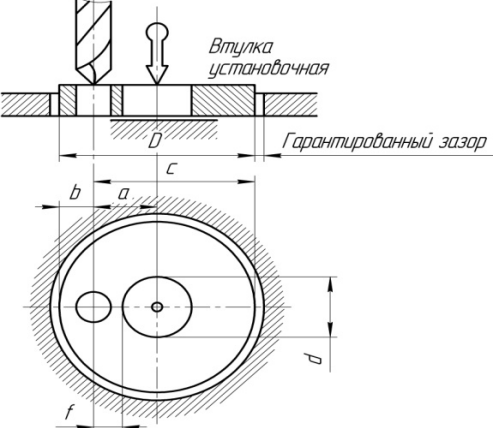
Продолжение табл. 1.2

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования
 <p>Самоцентрирующее устройство: цанга, патрон и т.п.</p>	<p>B R f</p>	<p>$\varepsilon_B = \varepsilon_R = 0$ $\varepsilon_f = \delta d/2 + x$</p>
	<p>a b c f y</p>	<p>$\varepsilon_a = \delta D / (2 \sin \gamma / 2)$ $\varepsilon_b = \delta D / 2 (1 / (\sin \gamma / 2) + 1)$ $\varepsilon_c = \delta D / 2 (1 / (\sin \gamma / 2) - 1)$ $\varepsilon_f = \delta D / (2 \sin \gamma / 2) + \delta d / 2 + x$ $\varepsilon_y = x$</p>
	<p>β R f</p>	<p>$\varepsilon_\beta = \arctg(\delta D \sin \beta / (2R \sin \gamma / 2))$ $\varepsilon_R = \delta D \cos \beta / (2 \sin \gamma / 2)$ $\varepsilon_f = \delta D \cos \beta / (2 \sin \gamma / 2) + \delta d / 2 + x$</p>
 <p>Призма подвижная</p>	<p>a b c f y</p>	<p>$\varepsilon_a = \delta D / 2$ $\varepsilon_b = \delta D$ $\varepsilon_c = 0$ $\varepsilon_f = (\delta D + \delta d) / 2 + x$ $\varepsilon_y = x$</p>

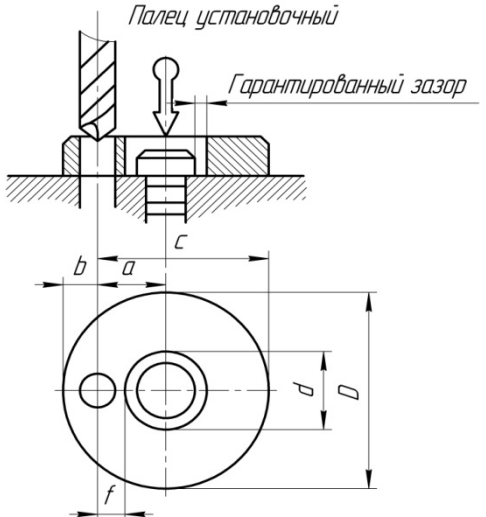
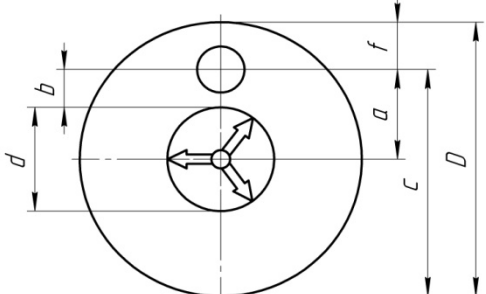
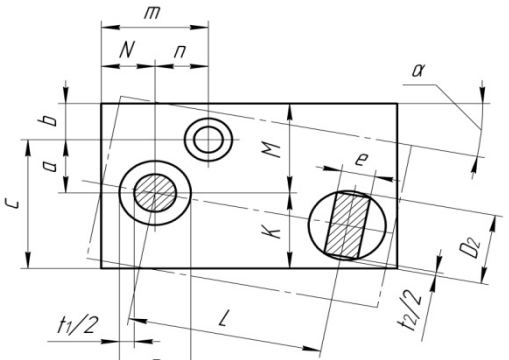
Продолжение табл. 1.2

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования
<p style="text-align: center;"><i>Призма подвижная</i></p> 	<p style="text-align: center;">β R f</p>	<p style="text-align: center;">$\varepsilon_\beta = \text{arctg}(\delta D \sin \beta / (2R))$ $\varepsilon_R = \delta D \cos \beta / 2$ $\varepsilon_f = (\delta d + \delta D \cos \beta) / 2 + x$</p>
	<p style="text-align: center;">a b c f y</p>	<p style="text-align: center;">$\varepsilon_a = 0$ $\varepsilon_f = \varepsilon_c = \delta D / 2$ $\varepsilon_f = \delta d / 2 + x$ $\varepsilon_y = \delta D / (2 \sin \gamma / 2) + x$</p>
	<p style="text-align: center;">β R f</p>	<p style="text-align: center;">$\varepsilon_\beta = \varepsilon_R = 0$ $\varepsilon_f = \delta D / 2$</p>
 <p style="text-align: center;"><i>Оправка коническая</i></p>	<p style="text-align: center;">a b f c n m</p>	<p style="text-align: center;">$\varepsilon_a = 0$ $\varepsilon_b = \delta d / 2$ $\varepsilon_c = \varepsilon_f = \delta D / 2 + x$ $\varepsilon_n = \delta d / k$ $\varepsilon_m = \delta d / 2 + \delta h$</p>
<p>$K = 2 \text{tg} \gamma / 2$ – конусность оправки</p>		

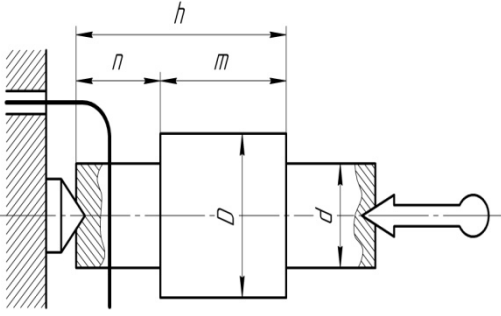
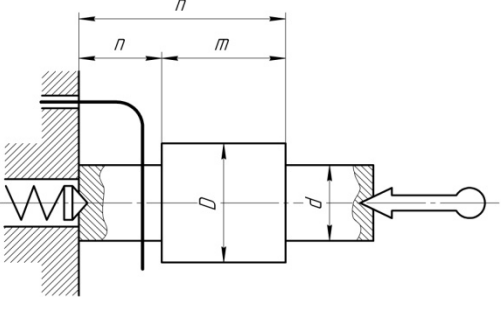
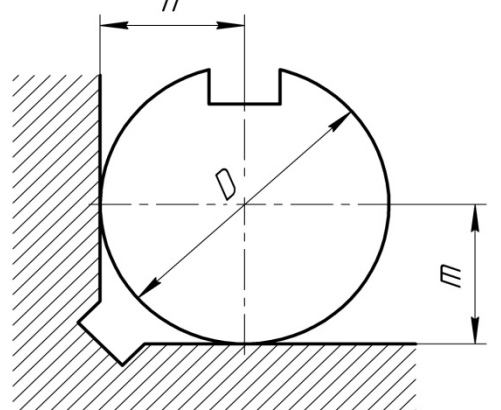
Продолжение табл. 1.2

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования
	<p><i>a</i> <i>b</i> <i>f</i> <i>c</i> <i>n</i> <i>m</i></p>	$\begin{aligned} \varepsilon_a &= 0 \\ \varepsilon_b &= \delta d/2 \\ \varepsilon_c &= \varepsilon_f = \delta D/2 + x \\ \varepsilon_n &= 0 \\ \varepsilon_m &= \delta h \end{aligned}$
	<p><i>a</i> <i>b</i> <i>f</i> <i>c</i> <i>n</i> <i>m</i> <i>t</i> <i>beta</i> <i>L</i></p>	$\begin{aligned} \varepsilon_a &= \delta k \\ \varepsilon_b &= \delta h \\ \varepsilon_c &= 0 \\ \varepsilon_n &= \delta d \\ \varepsilon_m &= \delta d + \delta N \\ \varepsilon_{\beta} &= 2 \arcsin(\delta d \sin \beta / 2R) \\ \varepsilon_L &= \delta d \cos \beta \end{aligned}$ <p style="text-align: center;">Ширина пальца $e = d S_{\min} / (\delta k + \delta k_y)$, где δk_y – допуск приспособления по размеру <i>k</i></p>
	<p><i>beta</i> <i>R</i> <i>f</i></p>	$\begin{aligned} \varepsilon_{\beta} &= \arctg(\delta D \cos \beta / (2R \sin \gamma / 2)) \\ \varepsilon_R &= \delta D \sin \beta / (2 \sin \gamma / 2) \\ \varepsilon_f &= \delta D \sin \beta / (2 \sin \gamma / 2) + \delta d / 2 + x \end{aligned}$
	<p><i>a</i> <i>b</i> <i>c</i> <i>f</i></p>	$\begin{aligned} \varepsilon_a &= \varepsilon_b = \varepsilon_c = \delta D \\ \varepsilon_f &= \delta D + \delta d / 2 + x \end{aligned}$

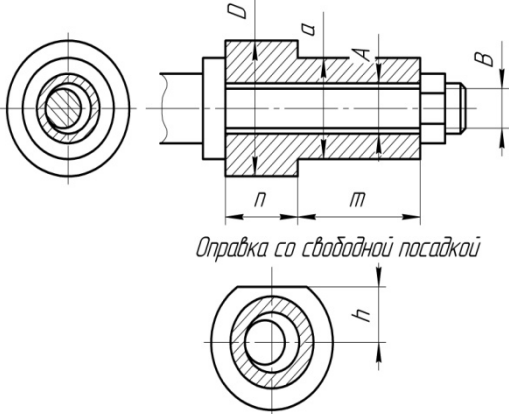
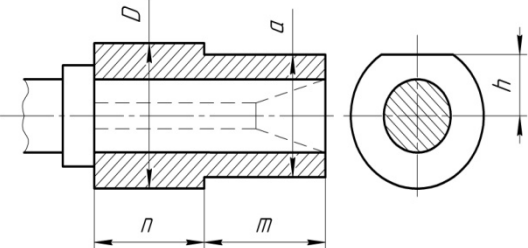
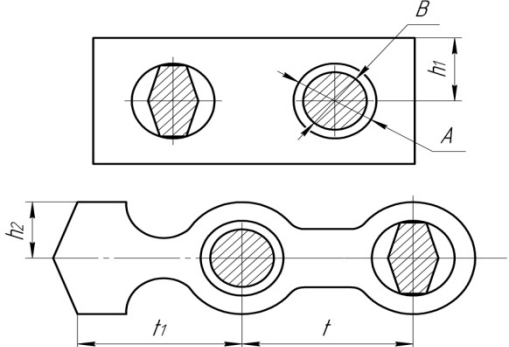
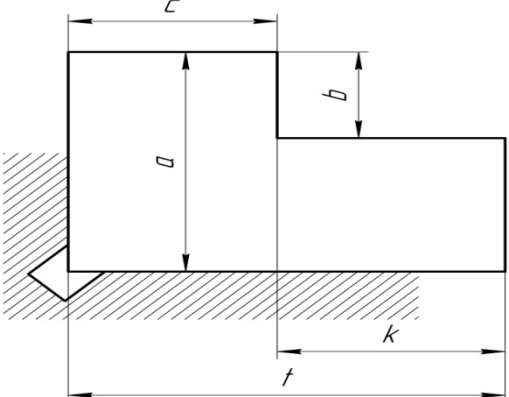
Продолжение табл. 1.2

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования
 <p>Палец установочный Гарантированный зазор</p>	<p>a f b c</p>	$\varepsilon_a = \varepsilon_f = \delta d$ $\varepsilon_b = \varepsilon_c = \delta d + \delta D / 2 + x$
 <p>Самоцентрирующее устройство цанга, патрон и т.п.</p>	<p>a b c f y</p>	$\varepsilon_a = 0$ $\varepsilon_b = \delta d / 2$ $\varepsilon_c = \varepsilon_f = \delta D / 2 + x$ $\varepsilon_y = x$
 <p>Пальцы установочные</p> <p><i>t₁, t₂ – гарантированные зазоры обеспечиваются размерами установочных пальцев (погрешность σ)</i></p>	<p>a n b c m α</p>	$\varepsilon_a = \varepsilon_n = \delta D_1$ $\varepsilon_b = \delta M + \delta D_1$ $\varepsilon_c = \delta k + \delta D_1$ $\varepsilon_m = \delta N + \delta D_1$ $\varepsilon_\alpha = 2 \arcsin(\delta D_1 + \delta D_2 / 2L)$ <p>Ширина пальца $e = D_2 S_{2\min} / (\delta L + \delta L_y - S_{1\min}),$ где δL_y – допуск приспособления по размеру L</p>

Продолжение табл. 1.2

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования				
	D	$\varepsilon_D = 0$				
	d	$\varepsilon_d = 0$				
	m	$\varepsilon_m = 0$				
	n	$\varepsilon_n = \delta_{ц}$				
		$\delta_{ц}$ – посадка центров				
	Наибольший диаметр центрального гнезда, мм	1; 2; 2.5	4; 5; 6	7.5; 10	12.5; 15	20; 30
	Посадка центров $\delta_{ц}$, мм	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25
	D d m n h	$\varepsilon_D = 0$ $\varepsilon_d = 0$ $\varepsilon_m = 0$ $\varepsilon_n = 0$ $\varepsilon_h = 0$				
	n m	$\varepsilon_n = \delta D/2$ $\varepsilon_m = 0$				

Окончание табл. 1.2

Схема базирования	Выполняемый размер	Значение погрешности базирования
 <p data-bbox="370 654 657 685">Оправка со свободной посадкой</p>	D d h	$\varepsilon_D = S_{\min} + \delta_B + \delta_A$ $\varepsilon_d = S_{\min} + \delta_B + \delta_A$ $\varepsilon_h = S_{\min} + \delta_B + \delta_A$
	При установке оправки на плавающий передний центр в гильзу или патрон по упору	
	n t	0 0
	При установке оправки на жёсткий передний центр	
n t	0 $\delta_{\text{ц}}$	
 <p data-bbox="296 1160 520 1214">Разжимная или жёсткая оправка с натягом</p>	D d h t n	$\varepsilon_D = 0$ $\varepsilon_d = 0$ $\varepsilon_h = 0$ $\varepsilon_m = \delta_n$ $\varepsilon_n = 0$
	h_1 h_2	$\varepsilon_{h1} = S_{\min} + \delta_B + \delta_A$ $\varepsilon_{h2} = (S_{\min} + \delta_B + \delta_A) ((2l_1 + 1)/l)$
	b k c	$\varepsilon_b = \delta_a$ $\varepsilon_k = \delta_l$ $\varepsilon_c = 0$

1.6. Примеры решения задач по базированию заготовок в приспособление

Рассмотрим конкретные примеры решения задач по расчету погрешностей базирования заготовок в приспособления.

Задача № 1

Наружная цилиндрическая поверхность втулок диаметром 115 мм обрабатывается при установке их с зазором на жесткой шпиндельной оправке (рис. 1.14). Базовое отверстие втулок имеет диаметр $65^{+0,035}$ мм. Цилиндрическая рабочая поверхность оправки диаметром 65 мм с верхним и нижним отклонениями (-0,03) и (-0,06) мм имеет радиальное биение относительно её конусной поверхности 0,02 мм, а биение шпинделя станка составляет 0,01 мм. Точность метода обработки $\omega = 0,05$ мм. Определить ожидаемую точность выполнения цилиндрической поверхности втулки и её возможное отклонение от соосности относительно базового отверстия.

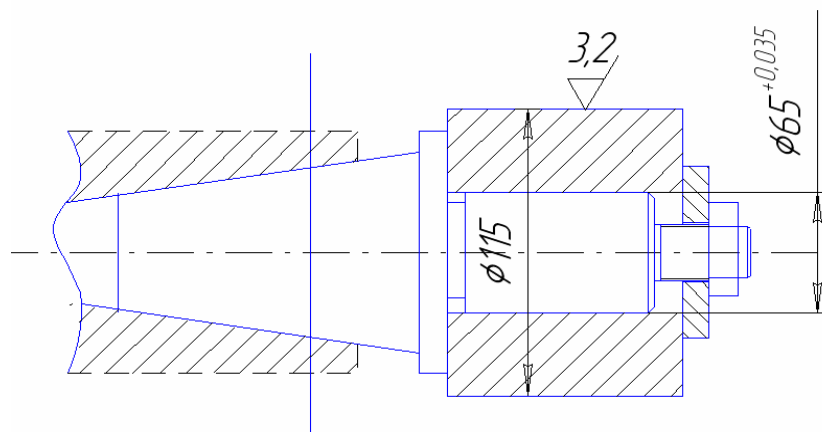


Рис. 1.14. Схема установки втулки на оправке перед обработкой

Решение задачи

Допуск выполнения наружной цилиндрической поверхности диаметром 115 мм втулок определим по формуле $T = \varepsilon_y + \omega$, где ε_y – погрешность установки втулки на жесткой шпиндельной оправке; ω – средняя экономическая точность обработки на металлорежущих станках, по условию задачи $\omega = 0,05$ мм.

Погрешность установки обрабатываемой втулки определяется

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2},$$

где ε_6 – погрешность базирования втулки на шпиндельной оправке;

ε_3 – погрешность закрепления, обусловленная колебанием твердости базового торца втулки и силы закрепления, т.е. момента затяжки гайки крепления втулки на оправке;

ε_{II} – погрешность положения заготовки, обусловленная радиальным биением цилиндрической шейки оправки, на которую устанавливают обрабатываемые втулки, относительно ее конического хвостовика, вставленного в шпиндель станка, а также радиальным биением шпинделя.

Поскольку обрабатываемые втулки устанавливают на цилиндрическую рабочую поверхность оправки диаметром 65 мм с верхним и нижним отклонениями (-0,03) и (-0,06) мм с зазором (базовое отверстие втулок имеет диаметр $65^{+0,035}$ мм), то погрешность базирования втулок будет равна максимальному зазору в соединении “центральное отверстие втулки – рабочая цилиндрическая шейка оправки”. Численное значение максимального зазора

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 65,035 \text{ мм} - 64,94 \text{ мм} = 0,095 \text{ мм},$$

где D_{\max} – наибольший предельный диаметр отверстия втулки;

$$D_{\max} = D_{\text{ном}} + B.O = 65 + 0,035 = 65,035 \text{ мм};$$

d_{\min} – наименьший предельный размер рабочей шейки оправки;

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} + H.O = 65 - 0,06 = 64,94 \text{ мм};$$

В.О, Н.О – верхнее и нижнее отклонения на диаметр втулки и рабочей шейки оправки соответственно.

Следовательно, погрешность базирования равна $\varepsilon_6 = S_{\max} = 0,095 \text{ мм}$.

Погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 0$, т.к. сила закрепления втулки на оправке с помощью гайки направлена по оси оправки, т.е. перпендикулярно обрабатываемому диаметру 115 мм втулки. В этих условиях изменение численного значения силы закрепления вызывает погрешность закрепления в осевом, а не в радиальном направлении.

Погрешность положения втулки на оправке зависит от радиального биения ε_o конического хвостовика и рабочей шейки оправки, а также от радиального биения оси шпинделя $\varepsilon_{ш}$, в который вставляется конус оправки.

Так как величины ε_o и $\varepsilon_{ш}$ независимы друг от друга и их относительное угловое положение является случайной величиной, то

$$\varepsilon_n = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_{ш}^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,01^2} = 0,0224 \text{ мм}.$$

Погрешность установки определится

$$\varepsilon_y = \sqrt{S_{\max}^2 + 0 + \varepsilon_n^2} = \sqrt{0,095^2 + 0,0224^2} = 0,0976 \text{ мм}.$$

Тогда допуск обрабатываемого диаметра 115 мм определяется

$$T = \varepsilon_y + \omega = 0,0976 + 0,05 = 0,147 \text{ мм}.$$

Ввиду отклонения от соосности шпинделя и посадочной шейки втулки после её обточки по наружному диаметру возникает погрешность в виде эксцентрисичности внутренней цилиндрической поверхности втулки и наружной обработанной поверхности. Величина эксцентриситета указанных поверхностей составит 0,0976 мм.

Задача № 2

Для фрезерования паза концевой фрезой рычаг устанавливают в призмах (рис. 1.15). Найти зависимости погрешности базирования для размеров A_1, A_2, A_3, A_4 . Угол призм $\alpha = 90^\circ$. Размер L_0 между осями базовых цилиндрических поверхностей (d_1 и d_2) выполнен с отклонениями $\pm T_{L_0} / 2$.

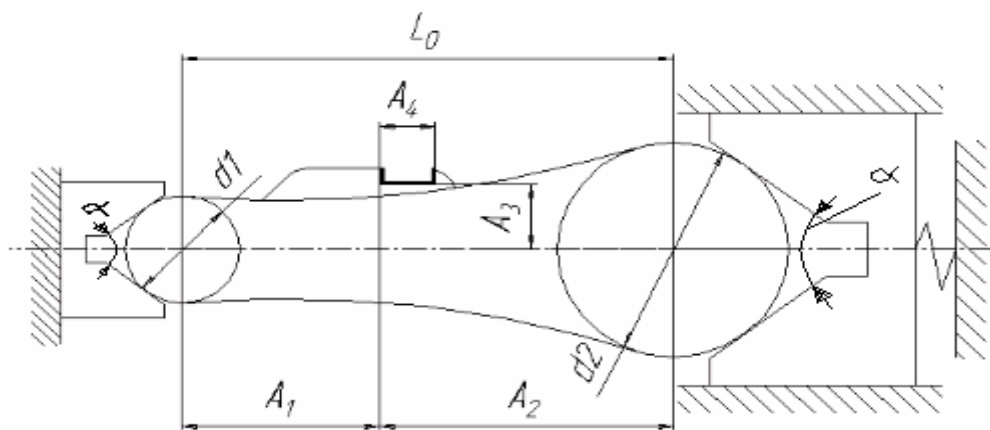


Рис. 1.15. Схема установки рычага в призмах

Решение задачи

Анализ схемы базирования рычага показывает, что левая призма, в которую устанавливают заготовку диаметром d_1 , является жесткой, в то время как правая призма является подпружиненной, т.е. плавающей. Эта специфика установки заготовки в призмах приводит к

тому, что смещение измерительной базы относительно установленного на размер инструмента будет проходить из-за допуска на диаметр d_1 и величины угла левой призмы.

С учетом сказанного погрешность базирования для размера A_1 представится

$$\varepsilon_{\delta A_1} = \frac{Td_1}{2 \sin \alpha / 2} = \frac{Td_1}{2 \sin (90^\circ / 2)} = \frac{Td_1}{\sqrt{2}},$$

где α – угол левой призмы;

Td_1 – допуск на диаметр левой головки рычага.

Погрешность базирования на размер A_2

$$\varepsilon_{\delta A_2} = \frac{Td_1}{\sqrt{2}} + T_{Lo},$$

где T_{Lo} – допуск на межцентровое расстояние левой и правой головок рычага.

Погрешность базирования на размер A_3 $\varepsilon_{\delta A_3} = 0$, т. к. после установки рычага в левой и правой призмах и последующего закрепления горизонтальная ось рычага, соединяющая центры левой и правой головки, занимает однозначное положение относительно инструмента для всех партий обрабатываемых рычагов. Упомянутая ось представляет собой измерительную базу для размера A_3 , которая не имеет смещения относительно установленного на размер режущего инструмента – концевой фрезы.

Погрешность базирования на размер A_4 $\varepsilon_{\delta A_4} = 0$, т. к. это размер режущего инструмента – диаметр концевой фрезы, он никакого отношения к базированию не имеет.

Задача № 3

Возможны два варианта установки корпуса для одновременной обработки поверхностей 1 и 2 на продольно-фрезерном станке (рис. 1.16, *а*, *б*). Найти зависимости погрешности базирования при выполнении размеров A_1 , A_2 , A_3 для двух схем установки и определить, какая из них обеспечивает наименьшую разность размеров A_1 и A_2 .

Решение задачи

Корпус установлен в первом случае (см. рис. 1.16, *а*) на три штифта основной плоскостью (это установочная технологическая база) и ромбический штифт основным отверстием с зазором.

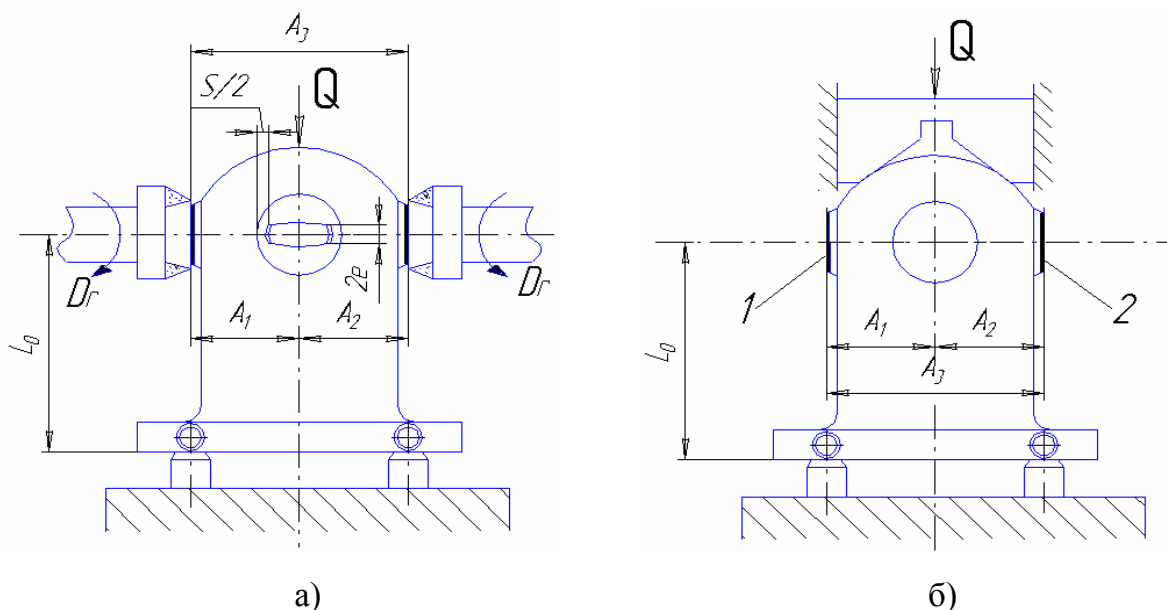


Рис. 1.16. Два варианта базирования корпуса: а – на основную плоскость и отверстие; б – на основную плоскость и наружную поверхность заготовки. 1, 2 – обрабатываемые поверхности

Измерительной базой для размеров A_1 и A_2 считается вертикальная ось симметрии корпуса, которая может смещаться относительно установленных на размер торцевых фрез в пределах максимального зазора S_{\max} в соединении «ромбический штифт – основное отверстие». Следовательно, для первого случая базирования корпуса имеет

$$\varepsilon_{\delta A_1} = \varepsilon_{\delta A_2} = S_{\max} .$$

Следует отметить, что корпус может смещаться относительно фрез как вправо, так и влево, поэтому, если корпус смещен вправо в пределах максимального зазора S_{\max} , то размер A_1 получится после обработки по величине больше, чем размер A_2 , причем их разность

$$A_1 - A_2 = S_{\max} .$$

Если корпус при установке в приспособление окажется смещен влево, то $A_1 < A_2$, и $A_2 - A_1 = S_{\max}$. Следовательно, разность размеров

$$|A_1 - A_2| = S_{\max} .$$

Во втором случае корпус также установлен основной плоскостью на три штифта, но в отличие от первого случая поджат сверху призмой (см. рис. 1.16, б), которая фиксирует вертикальную ось симметрии корпуса в одном пространственном положении. Эта жесткая

фиксация вертикальной оси приводит к тому, что размеры A_1 и A_2 не будут иметь погрешности базирования, т. е.

$$\varepsilon_{\delta A_1} = \varepsilon_{\delta A_2} = 0.$$

По этой причине выдерживаемые размеры будут равны друг другу, т. е. $A_1 = A_2$, а их разность $|A_1 - A_2| = 0$. Сравнение обоих случаев показывает, что наилучшие результаты обеспечивает второй случай по сравнению с первым.

Размер A_3 в обоих случаях представляет собой настроечный размер между двумя торцевыми фрезами, который не изменяется по величине из-за принятой схемы базирования. По этой причине $\varepsilon_{\delta A_3} = 0$ для обоих случаев.

Задача № 4

На вертикально-сверлильном станке обрабатывают ступенчатое отверстие комбинированным зенкером (рис. 1.17). Вывести зависимости для определения погрешности базирования размеров A_1, A_2, A_3, A_5, D_1 и D_2 .

Решение задачи

Погрешность базирования для размера A_1 равна нулю, т. е. $\varepsilon_{\delta A_1} = 0$, т. к. технологическая и измерительная базы для этого размера совпадают. Погрешность базирования для размера A_2 также равна нулю, поскольку это размер режущего инструмента. Погрешность базирования $\varepsilon_{\delta A_3} = T_{A_4}$ для размера A_3 равна допуску на размер A_4 .

Для размера A_3 технологическая и измерительная базы не совпадают, а измерительная база смещается относительно режущего инструмента на величину допуска на размер A_4 .

Погрешность базирования $\varepsilon_{\delta A_5} = 0$, т. к. для размера A_5

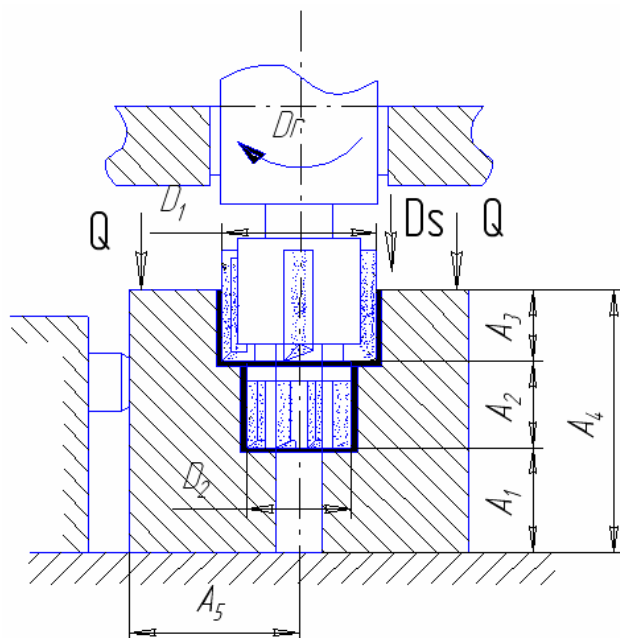


Рис. 1.17. Базирование заготовки для обработки ступенчатого отверстия

технологическая и измерительная базы совпадают. Погрешности $\varepsilon_{\delta D_1} = 0$, $\varepsilon_{\delta D_2} = 0$, т. к. это размеры режущего инструмента.

Задача № 5

При обработке поверхностей заготовки на горизонтально-фрезерном станке набором фрез возможны два варианта установки (рис. 1.18, а, б). Требуется определить, какая схема установки обеспе-

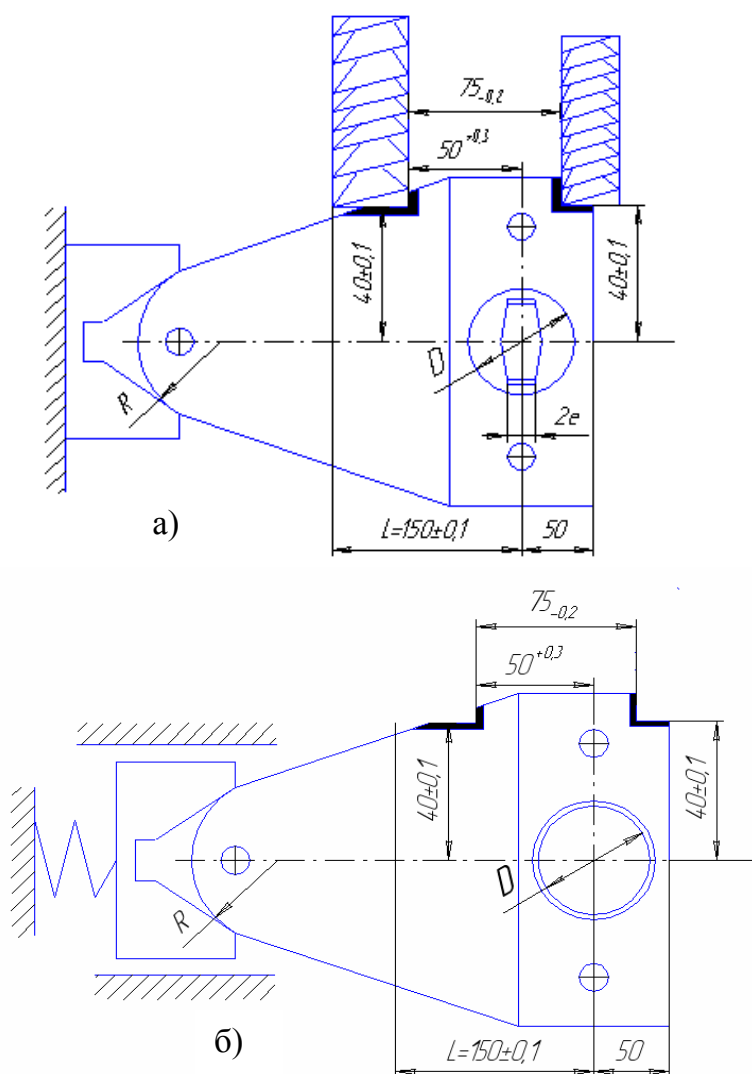


Рис. 1.18. Схема базирования заготовки: а – на жесткую призму и срезанный ромбический штифт; б – на податливую призму и цилиндрический штифт

чивает выполнение заданной точности размеров: $50^{+0,3}$ мм, $75_{-0,2}$ мм и $40 \pm 0,1$ мм. Наружная цилиндрическая поверхность заготовки $R = 30_{-0,1}$ мм, диаметр отверстия $D = 30^{+0,021}$ мм. Размеры установочных пальцев $d = 30$ с верхним и нижним отклонениями $(-0,007)$ и $(-0,02)$ мм. Угол призмы $\alpha = 90^\circ$. Средняя экономическая точность метода обработки $\omega = 0,05$ мм. Погрешностями закрепления заготовки и погрешностью положения заготовки в приспособлении пренебречь, т. е. принять $\varepsilon_3 = \varepsilon_{п.з} = 0$.

Решение задачи

Расчетный допуск размера $50^{+0,3}$ мм определяется

$$T_1 = \varepsilon_y + \omega = 0,142 + 0,05 = 0,192 \text{ мм},$$

где ε_y – погрешность установки.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} + \varepsilon_{п.з} = \varepsilon_{650^{+0,3}} = 0,142 \text{ мм},$$

т. к. $\varepsilon_3 = 0, \varepsilon_{п.3} = 0$ по условию задачи.

$$\text{Погрешность базирования } \varepsilon_{650^{+0,3}} = \frac{Tr}{2 \sin \alpha / 2} = \frac{0,1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 0,142 \text{ мм,}$$

где Tr – допуск на радиусную поверхность $R = 30_{-0,1}$ мм.

Конструкторский допуск для размера $50^{+0,3}$ мм составляет $0,3 < < 0,192$ мм.

Следовательно, первый вариант базирования заготовки в жесткую призму и ромбический штифт обеспечивает выполнение размера $50^{+0,3}$ мм в заданном допуске.

Размер $75_{-0,2}$ мм от схемы базирования не зависит, он представляет настроечный размер между фрезами, поэтому для обоих вариантов базирования точность этого размера обеспечивается самой настройкой инструментов на размер. Расчетный допуск размера 40 с верхним и нижним отклонениями ($+0,1$) и ($-0,1$) мм определяется

$$T_2 = \varepsilon_y + \omega = 0,041 + 0,05 = 0,091 \text{ мм.}$$

Погрешность установки для размера 40 с верхним и нижним отклонениями ($+0,1$) и ($-0,1$) мм для обоих вариантов базирования

$$\varepsilon_y = S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 30,021 - 29,08 = 0,041 \text{ мм.}$$

Так как конструкторский допуск на размер 40 равен 0,2 мм, который больше расчетного допуска T_2 , то точность размера $40 \pm 0,1$ обеспечивается обеими схемами базирования.

При втором варианте базирования ввиду наличия в приспособлении плавающей призмы (призмы, поджатой пружиной) погрешность базирования для размера $50^{+0,3}$ мм будет равна максимальному зазору в соединении “штифт приспособления – отверстие заготовки”, т. е.

$$\varepsilon_{650^{+0,3}} = S_{\max} = 0,041 \text{ мм.}$$

Тогда расчетный допуск на размер $50^{+0,3}$ мм

$$T_3 = \varepsilon_y + \omega = 0,041 + 0,05 = 0,091 \text{ мм.}$$

Сравнивая расчетные допуски для размеров $50^{+0,3}$ мм, $75_{-0,2}$ мм и $40 \pm 0,1$ мм для обоих вариантов базирования, приходим к выводу, что лучшие результаты обеспечивает второй вариант базирования.

Задача № 6

В торце валов, обработанных в размер диаметром $65_{-0,2}$ мм, требуется просверлить отверстие диаметром 12,0 мм (рис. 1.19, а). По-

положение оси отверстия определяется размером H , заданным от образующей цилиндрической поверхности вала. При проектировании приспособления возможны три варианта 1, 2, 3 расположения втулок в кондукторной плите (рис. 1.19, б) относительно призмы, в которую устанавливают вал. Определить, при каком положении кондукторной втулки обеспечивается наименьшая погрешность базирования для размера H . Угол призмы $\alpha = 90^\circ$.

Решение задачи

Погрешность базирования на размер H первого отверстия

$$\varepsilon_{\delta H_1} = \frac{Td}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha / 2} + 1 \right) = \frac{0,2}{2} \left(\frac{1}{\sin(90^\circ / 2)} + 1 \right) = 0,241 \text{ мм.}$$

Погрешность базирования на размер H второго отверстия

$$\varepsilon_{\delta H_2} = \frac{Td}{2 \sin \alpha / 2} = \frac{0,2}{2 \sin(90^\circ / 2)} = 0,141 \text{ мм.}$$

Погрешность базирования на размер H третьего отверстия

$$\varepsilon_{\delta H_3} = \frac{Td}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha / 2} - 1 \right) = \frac{0,2}{2} \left(\frac{1}{\sin(90^\circ / 2)} - 1 \right) = 0,041 \text{ мм,}$$

где Td – допуск на диаметр базовой цилиндрической поверхности $65_{-0,2}$ мм; $\alpha = 90^\circ$ – угол призмы.

Как следует из сравнения результатов расчета наименьшую погрешность базирования на размер H обеспечивает третье положение кондукторной втулки.

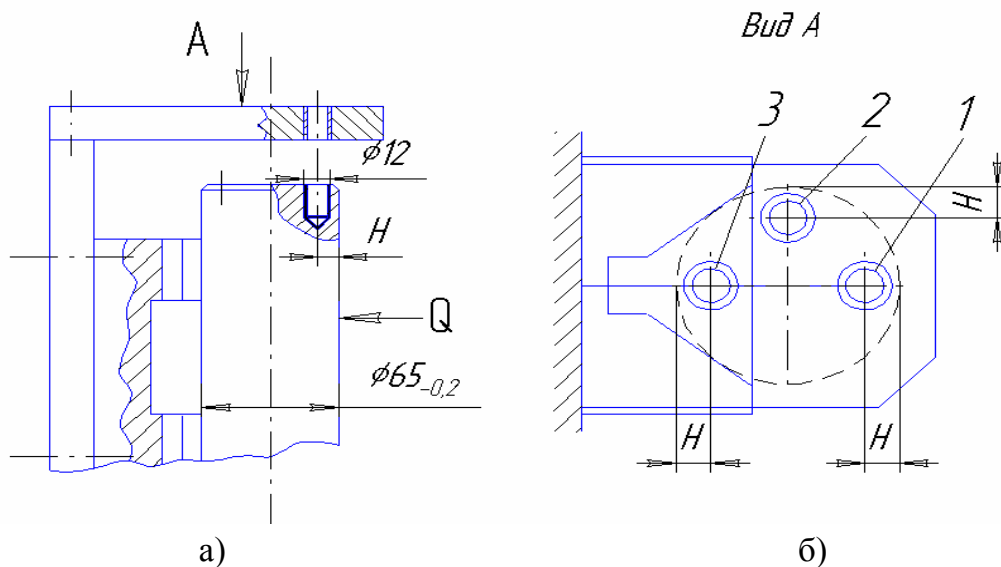


Рис. 1.19. Схемы установки кондукторной втулки: а – для сверления наиболее удаленного от призм отверстия 1; б – возможные варианты установки кондукторной втулки для сверления отверстий 1, 2, 3

Таким образом, изложенный выше материал по базированию заготовок в станочные приспособления убедительно свидетельствует о существенном влиянии спроектированного приспособления на конечные результаты работы станков с ЧПУ. Для успешной разработки станочного приспособления конструктор должен иметь фундаментальную подготовку по специальным и общеинженерным дисциплинам и, прежде всего, по теории базирования, чему способствует приведенный материал.

Рассмотренные примеры решения конкретных задач по базированию заготовок в станочные приспособления свидетельствуют о возможности уменьшения погрешностей деталей путем грамотного обоснования выбора схемы базирования и закрепления заготовок.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Сформулируйте определение конструкторской базы, приведите конкретный пример.
2. Дайте определение технологической базы, какие технологические базы существуют?
3. Сформулируйте определение измерительной и сборочной баз, приведите конкретный пример.
4. Что понимают под погрешностью базирования заготовки в приспособление?
5. Как определяется погрешность базирования заготовки в призму? Назовите пути ее уменьшения.
6. Как определяется погрешность базирования заготовки на оправку? Назовите пути ее уменьшения.
7. Как определяется погрешность базирования заготовки в центра? Назовите пути ее уменьшения.
8. Как обозначают технологические базовые точки на эскизах механической обработки заготовок?
9. В чем заключается правило шести точек. Что такое полное и неполное базирование заготовки?
10. Нарисуйте схему установки вала центра с подвижным люнетом и проставьте технологические базовые точки.
11. Нарисуйте схему установки втулки в трехкулачковом патроне в разжим с базированием по торцу и проставьте технологические базовые точки.

12. Нарисуйте схему установки втулки на разжимную консольную оправку с базированием по отверстию и проставьте технологические базовые точки.

13. Из чего складывается погрешность установки заготовки в приспособление. Как можно уменьшить погрешность установки?

14. Вследствие чего возникает погрешность закрепления заготовки в приспособлении, как ее уменьшить?

15. Сформулируйте принцип совмещения (единства) баз. Как изменяется погрешность базирования заготовки в приспособление при соблюдении этого принципа базирования?

16. Сформулируйте принцип постоянства баз. Как изменяются погрешности обработанной детали при соблюдении этого принципа базирования?

17. Сформулируйте правила выбора черновых и чистовых технологических баз.

18. Изложите правила смены технологических баз.

2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

2.1. Особенности станков с ЧПУ и требования к заготовкам

Современное металлорежущее оборудование с числовым программным управлением характеризуется рядом неоспоримых достоинств по сравнению с обычными станками, применяемыми в процессах производства различной машиностроительной продукции. Ввиду особенностей станков с ЧПУ к станочным приспособлениям, применяемым при механической обработке, предъявляются специфические конструктивные требования.

Одна из основных особенностей станков с ЧПУ – их высокая точность. Станочные приспособления оказывают существенное влияние на точность обработки, поскольку погрешность, возникающая при базировании заготовки в приспособление, является одной из основных составляющих суммарной погрешности обработки. Следовательно, приспособления к станкам с ЧПУ должны обеспечивать более высокую точность установки заготовок, чем приспособления к универсальным станкам. Для этого необходимо исключить погрешность базирования путем совмещения измерительных и технологических баз, погрешность закрепления заготовок должна быть сведена к минимуму, точки приложения сил закрепления заготовки нужно выбирать так, чтобы по возможности полностью исключить деформацию заготовки.

Точность изготовления приспособлений станков с ЧПУ должна быть значительно выше, чем приспособлений к универсальным станкам. Погрешность установки самих приспособлений на станках должна быть минимальной.

Станки с ЧПУ имеют повышенную жесткость. Следовательно, их станочные приспособления не должны снижать жесткость системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка» при использовании полной мощности станков, а значит, жесткость приспособлений к станкам с программным управлением должна быть выше жесткости приспособлений универсальных станков. Поэтому приспособления изготавливают из легированных сталей (с термической обработкой рабочих поверхностей) или модифицированных чугунов.

Поскольку при обработке на станках с ЧПУ программируемые перемещения станка и инструмента задаются от начала отсчета коор-

динат, то в ряде случаев приспособления должны обеспечивать полную ориентацию заготовок относительно установочных элементов приспособления, т. е. должны лишить ее всех степеней свободы.

Необходимо обеспечивать полное базирование приспособления на станке для обеспечения его точной ориентации относительно нуля станка. Следовательно, одной из основных особенностей приспособлений к станкам с ЧПУ является необходимость ориентации приспособлений не только в поперечном направлении относительно продольного паза стола станка, но и в продольном направлении.

Для полной ориентации приспособлений на столах станков в последних помимо продольных пазов используют поперечный паз или отверстие. Приспособление базируется по пазам станка посредством трех призматических шпонок, по отверстию и пазу штырем и шпонкой или двумя штырями.

Ориентация инструментов для обработки отверстий на станках с программным управлением осуществляется автоматически по заданной программе, поэтому в приспособлениях отсутствуют элементы для ориентации и направления инструмента. Следовательно, на станках с ЧПУ вместо сложных кондукторов применяют простые установочно-зажимные приспособления.

Важная особенность станков с ЧПУ – обработка максимального числа поверхностей с одной установки и закрепления заготовки. Следовательно, приспособления должны быть спроектированы таким образом, чтобы установочные элементы и зажимные устройства не препятствовали подходу режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям заготовки, обеспечивая при этом ее закрепление без «перехвата». Наиболее эффективным средством при обработке пяти плоскостей можно назвать закрепление заготовок со стороны установочной опорной поверхности.

Основные требования, предъявляемые к заготовкам, обрабатываемым на станках с ЧПУ, и влияющие на конструкцию приспособлений, могут быть сформулированы следующим образом.

1. Заготовки должны иметь хорошо оформленные базовые поверхности (развитые технологические базы), обеспечивающие высокую точность базирования и надежность установки, а также удобные места для приложения сил закрепления, обеспечивающие надежное

удержание заготовки в приспособлении без ее смещения и деформации.

При отсутствии надежных установочных баз необходимо предусматривать технологические приливы, платики, бобышки, отверстия и т. д., обеспечивающие надежное базирование заготовок, например, по трем плоскостям или по плоскости и двум отверстиям. Места приложения сил зажима должны быть расположены так, чтобы зажимные устройства не препятствовали свободному подходу инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. На станках с ЧПУ наиболее целесообразно обрабатывать детали прямоугольных форм со сплошными платиками и приливами.

2. Для исключения переустановки детали или применения дополнительных приспособлений желательно, чтобы детали не имели поверхностей и отверстий, расположенных под углом.

3. Для обеспечения высокой точности базирования предпочтительно конструировать детали, позволяющие базировать их по трем плоскостям. При этом применяют в основном чистые базовые поверхности, которые подготавливают на обычных универсальных станках.

4. Если при обработке невозможно базировать заготовку по трем плоскостям, применяют менее точную схему базирования — по плоскости и двум отверстиям. При этом отверстия должны быть максимально удалены друг от друга и выполнены не ниже, чем по 7-му качеству точности.

Станки с программным управлением являются полуавтоматами, выгодно отличающимися от традиционных полуавтоматов тем, что обеспечивают возможность быстрого перехода от одной партии обрабатываемых заготовок к другой с минимальным временем простоя станка. Переналадка станка, как правило, сводится лишь к замене программносителя, на что затрачивается незначительное время. Однако существенные затраты подготовительно-заключительного времени связаны с транспортированием, установкой, закреплением, раскреплением и съемом приспособлений. Это повышает время простоя станка, доля которого в общем балансе времени обработки увеличивается с уменьшением партии обрабатываемых заготовок. Большое значение имеет также сокращение простоев станков, связанных с под-

готовкой приспособлений при переналадке станков на обработку новых партий деталей. Следовательно, конструкции приспособлений должны также обладать гибкостью, т. е. обеспечивать быструю переналадку, ориентацию и закрепление на станке, а также легкое отсоединение и присоединение их пневмо-или гидросистемы к источнику давления.

Как известно, наибольшая доля времени простоя станков приходится на транспортирование, установку, закрепление, раскрепление и съем обрабатываемых заготовок. На станках с ЧПУ при установке заготовок на столе станка и в стационарных приспособлениях заготовки меняют при остановленном станке. Следовательно, сокращение вспомогательного времени на транспортирование и установку заготовок позволяет значительно повысить эффективность использования станков с программным управлением, особенно многоцелевых станков.

Целесообразно при небольшом времени обработки применять быстросействующие ручные или механизированные зажимы, позволяющие значительно сократить вспомогательное время на закрепление и разжим обрабатываемых заготовок. В качестве зажимных устройств широко применяют универсальные гидравлические зажимные устройства с пневмогидравлическими усилителями давления. На расточных и многоцелевых (фрезерно-сверлильно-расточных) станках, поскольку заготовки обрабатывают с нескольких сторон, приспособления устанавливаются на поворотном столе. Для подвода рабочей среды механизированных приводов к пневмо- или гидроцилиндрам зажимных устройств приспособлений необходимо предусмотреть в осях поворотных столов отверстия для присоединения трубопроводов.

Характерной особенностью применения станков с ЧПУ является увеличение затрат времени на технологическую подготовку производства. Даже при использовании работающих в автоматическом цикле многоцелевых станков, обеспечивающих автоматическую смену инструмента и заготовок, требуется значительное время на технологическую подготовку производства.

Следовательно, обработка деталей на станках с ЧПУ увеличивает трудоемкость подготовки производства, и любое мероприятие, повышающее производительность труда на этапе технологической под-

готовки производства, значительно повышает эффективность применения станков с ЧПУ. В этом плане выгодно применять компоновки из заранее изготовленных унифицированных агрегатов, узлов и деталей или быстро переналаживать заранее изготовленные установочно-зажимные приспособления.

Возможность обработки на станках с ЧПУ, особенно на многоцелевых станках, большого числа поверхностей с одной установки резко сокращает число станочных приспособлений, необходимых для установки и закрепления заготовки при ее переустановке. Отсутствие направляющих элементов приспособлений, предназначенных для ориентации и направления инструмента, повышает точность обработки, а заменяющая их программа с течением времени не изнашивается.

Упрощение конструкций и удешевление приспособлений наряду с резким сокращением их числа обеспечивает существенную экономию затрат на подготовку производства. Помимо этого сокращаются затраты на ремонт приспособлений и их хранение.

Стандартизация агрегатов, узлов, деталей и конструкций универсальных и специализированных приспособлений создает предпосылки для их централизованного изготовления, что в значительной мере снижает их себестоимость, повышает точность и долговечность, в результате чего повышается экономическая эффективность применения станков с ЧПУ за счет сокращения капитальных вложений на помещение и оборудование инструментальных цехов и высвобождения квалифицированных рабочих-инструментальщиков.

На станках с ЧПУ наиболее целесообразно применять системы обратимых переналаживаемых приспособлений, т. е. заранее изготовленных приспособлений многократного использования, не требующих затрат времени и средств на их проектирование и изготовление.

Поскольку на станках с ЧПУ обрабатывается максимально возможное число поверхностей с одной установки заготовки и, следовательно, время обработки велико, наиболее эффективно совмещать время на смену заготовки с временем работы станка. Для этой цели целесообразно применять маятниковый способ обработки, двухпозиционные поворотные накладные столы, а также универсально-наладочные угольники с двумя или четырьмя установочными поверхностями, располагаемыми на поворотных столах.

Таким образом, время смены заготовок в разгрузочной позиции совмещается со временем обработки заготовки, установленной в рабочей позиции.

При обработке заготовок корпусных деталей на многоцелевых станках особенно эффективно применение двух приспособлений, устанавливаемых на переходных плитах-поддонах (спутниках), обеспечивающих смену заготовок вне станка.

2.2. Самоцентрирующие и поводковые патроны

В токарных станках с ЧПУ широко используют трехкулачковые самоцентрирующие патроны для закрепления и обработки тел вращения [3]. Трехкулачковые самоцентрирующие патроны используют при обработке консольно-закрепленных заготовок небольшой длины, а также сравнительно длинных заготовок с поджатием задним центром. Патроны самоцентрирующие предназначены для базирования и закрепления заготовок деталей типа «фланец», «зубчатое колесо», «гильза», «короткий валик» при их обработке на токарных станках с ЧПУ или многоцелевых токарно-фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ.

К патронам для токарных станков с ЧПУ предъявляются следующие основные требования: высокая точность и жесткость, обеспечивающая возможность использования полной мощности станка при черновой обработке; быстродействие зажима – разжима заготовок; быстрая переналадка на требуемый диаметр; быстрая замена каленых кулачков сырыми; снижение или даже исключение влияния центробежных сил на уменьшение силы зажима при высоких частотах вращения шпинделя; наличие достаточно большого отверстия для возможности обработки прутковых заготовок; широкая универсальность, обеспечивающая установку заготовок различных форм и размеров; быстрая переналадка с патронных на центровые работы.

Патрон с ручным приводом для токарного станка с ЧПУ модели Turn фирмы ЭМСО, как и для других станков токарной группы, имеет три кулачка (рис. 2.1), которые могут одновременно сходиться к центру или расходиться от него. Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя). Кулачки 2 перемещаются в радиальных пазах корпуса 3 патро-

на (рис. 2.1, а). В корпусе располагается диск, с одной стороны которого имеется архимедова спираль, а с другой стороны диска выполнен конический зубчатый венец.

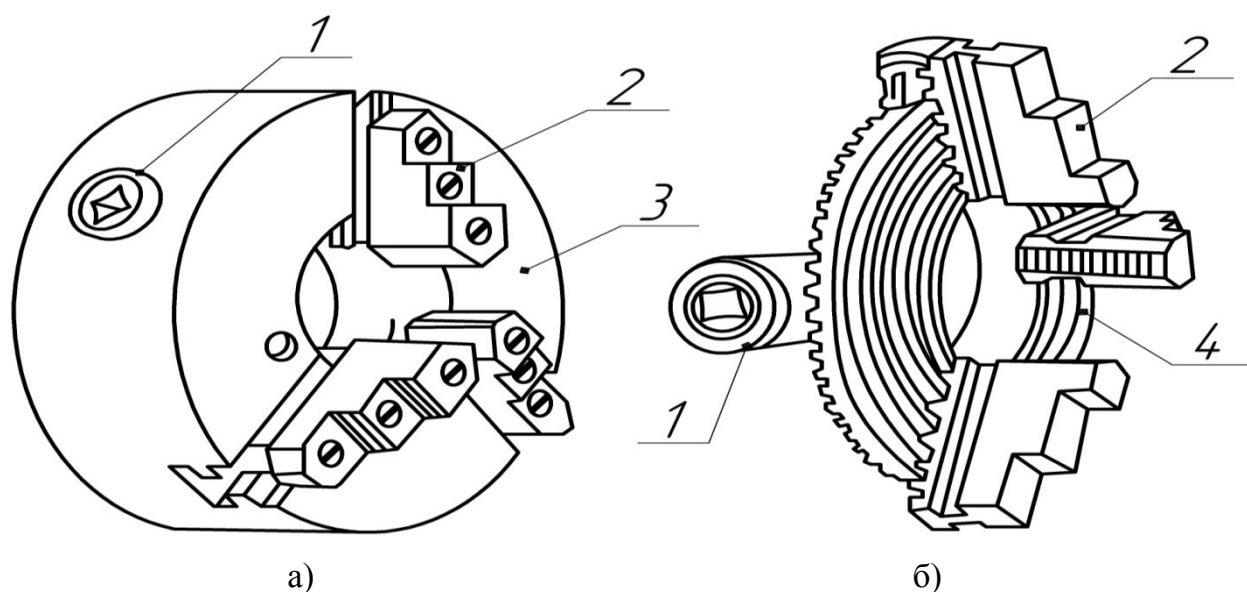


Рис. 2.1. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон: а – общий вид; б – детали патрона; 1 – коническое зубчатое колесо; 2 – кулачки; 3 – корпус; 4 – диск, с одной стороны которого спиральная нарезка, с другой – зубчатый венец

Кулачки 2 своими выступами входят в зацепление с архимедовой спиралью. Диск 4 (рис. 2.1, б) приводится во вращение при повороте ключом, вставленным в гнездо одного из малых зубчатых колес 1. Реальный образец трехкулачкового самоцентрирующего патрона токарного многофункционального станка с ЧПУ модели TURN фирмы ЭМСО приведен на рис. 2.2.

При повороте малого зубчатого колеса 1 по часовой стрелке кулачки патрона двигаются к центру, закрепляя заготовку, а при повороте против часовой стрелки – от центра, освобождая заготовку. Рабочие поверхности кулачков, непосредственно контактирующие с закрепляемой поверхностью заготовки, изнашиваются неравномерно, поэтому их периодически необходимо растачивать, а для точных патронов шлифовать.

Кроме патронов с ручным закреплением и раскреплением детали применяются трехкулачковые реечно-клиновые быстропереналаживаемые патроны как с ручным, так и механизированным приводом.

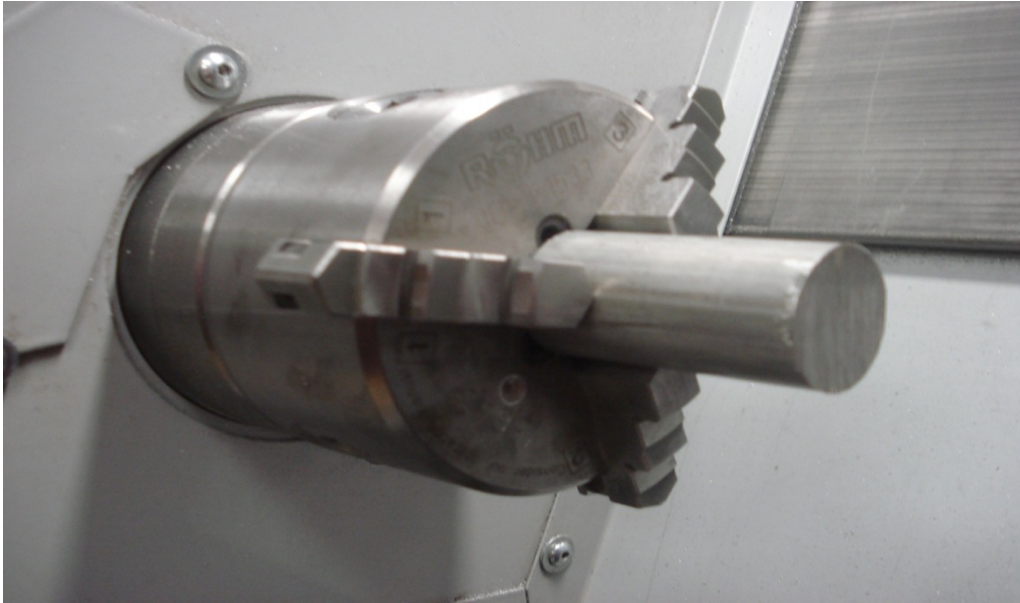


Рис. 2.2. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон токарного станка с ЧПУ модели Turn-155 фирмы ЭМСО с консольно-закрепленной заготовкой

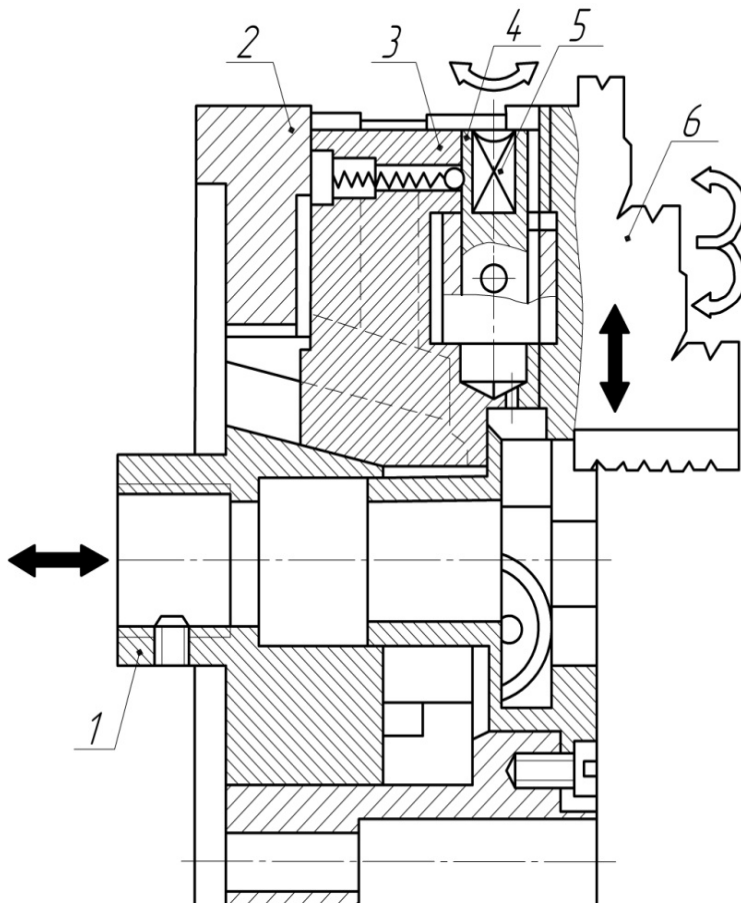


Рис. 2.3. Самоцентрирующий трехкулачковый клиновой быстропереналаживаемый патрон с механизированным приводом: 1 – клиновья втулка; 2 – корпус; 3 – основание кулачка; 4 – шариковый фиксатор; 5 – винт; 6 – кулачок

Самоцентрирующий трехкулачковый клиновой быстропереналаживаемый патрон с механизированным приводом (рис. 2.3) предназначен для базирования и закрепления заготовок деталей типа «фланец», «зубчатое колесо», «втулка», «короткий валик» при обработке на токарных станках с ЧПУ.

Заготовка зажимается перемещением втулки 1 с клиновыми замками в корпусе 2 патрона с помощью механизированного (пневматического, гидравлического или электромехани-

ческого) привода, устанавливаемого на заднем кольце шпинделя станка. Быстрая смена или установка кулачков 6 на требуемый диаметр относительно оснований 3 кулачков без последующего растачивания осуществляется поворотом на 90° винта 5 со срезанной резьбой (с помощью ключа) в фиксируемое (подпружиненным шариковым фиксатором 4) положение. При этом кулачок 6 быстро вынимают из направляющих корпуса и заменяют другим или перемещают в требуемое положение. Для ориентации положения кулачка на торце корпуса выполнены концентрические окружности. После установки кулачка 6 на требуемый размер поворотом винта вводят резьбу винта 5 в зацепление с резьбой кулачка 6. При этом подпружиненный шариковый фиксатор 4 входит в лунку винта с характерным щелчком, фиксируя его положение. Быструю переналадку осуществляют поочередно независимо друг от друга (в течение двух-трех минут).

Трехкулачковый клиновой быстропереналаживаемый универсальный патрон предназначен для базирования и закрепления дисков, валов при обработке на токарных станках с ЧПУ и состоит из корпуса 7, кулачков 1 и накладных закаленных кулачков 3, сменной вставки 6 с плавающим центром 5 и эксцентриков 2, в кольцевые пазы которых входят штифты 13 (рис. 2.4). Быстрый зажим и разжим накладных кулачков при их переналадке осуществляется тягами 4 и эксцентриками 2.

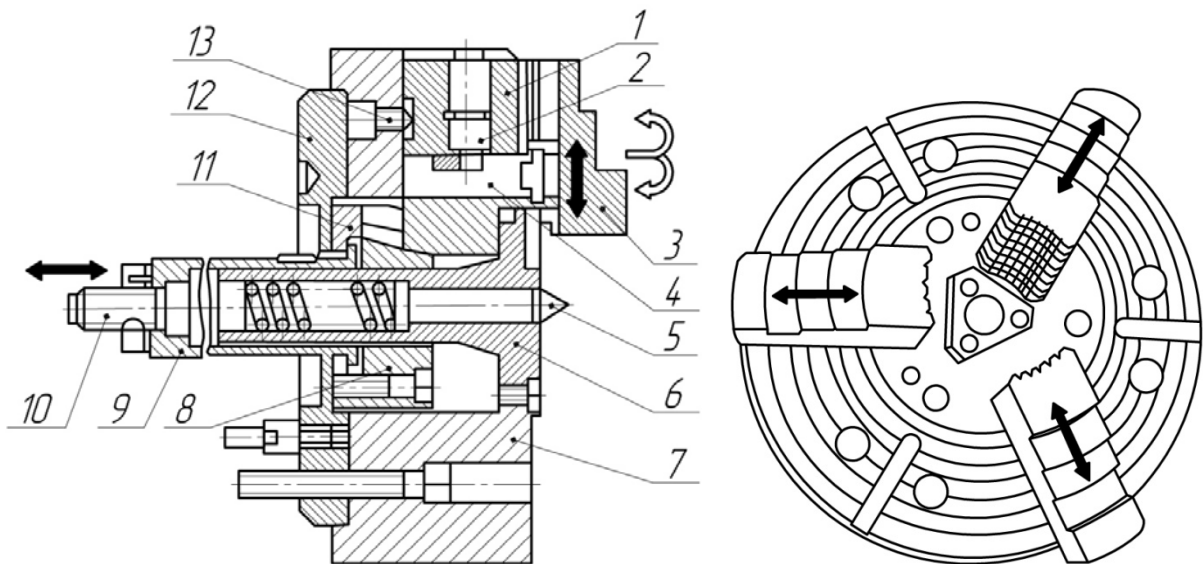


Рис. 2.4. Трехкулачковый клиновой быстропереналаживаемый патрон: 1 – основание кулачка; 2 – эксцентрик; 3 – кулачок; 4 – тяга; 5 – плавающий центр; 6, 14 – сменные вставки; 7 – корпус; 8 – втулка с клиновыми замками; 9 – втулка; 10 – винт; 11, 12 – фланцы; 13 – штифт

Для обработки деталей типа "вал" в патрон устанавливают сменную вставку 6 с плавающим центром 5 и выточкой по наружному диаметру. Заготовку устанавливают в центра (центр 5 и задний центр станка) и зажимают «плавающими» кулачками с помощью втулки 8, которая соединена с приводом, установленным на заднем конце шпинделя станка. Разжим осуществляется с помощью фланца 11.

Для выполнения работ в патроне сменную вставку 6 заменяют вставкой, которая не имеет выточки по наружному диаметру, благодаря чему обеспечивается самоцентрирование патрона. Патрон крепят на шпинделе станка с помощью фланца 12. Патрон к приводу присоединяют втулкой 9 и винтом 10.

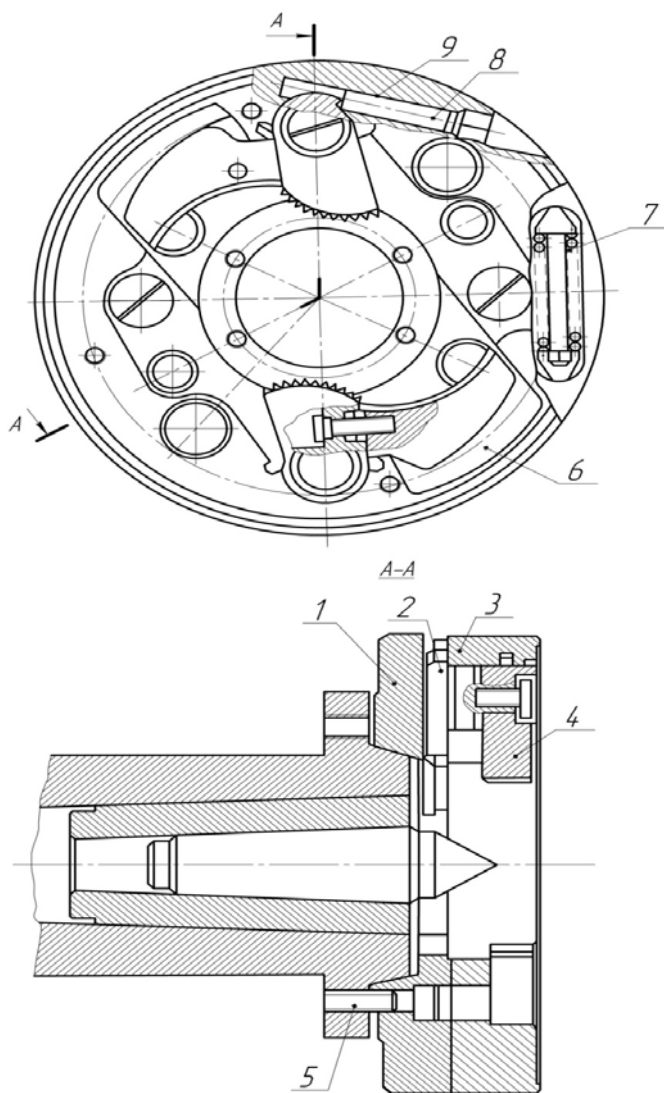


Рис. 2.5. Поводковый центробежный патрон с двумя эксцентричными кулачками: 1 – фланец; 2 – ведущий палец; 3 – корпус; 4 – кулачок; 5 – винт; 6 – груз; 7, 8 – пружины; 9 – толкатель

на шпинделе станка с помощью фланца 12. Патрон к приводу присоединяют втулкой 9 и винтом 10.

Поводковый центробежный патрон с двумя эксцентричными кулачками (рис. 2.5) предназначен для базирования и передачи крутящего момента заготовкам деталей типа вал, устанавливаемым в центрах токарных станков с ЧПУ.

Фланец 1 патрона крепится винтами 5 к фланцу шпинделя станка. Корпус 3 патрона соединен с фланцем 1 винтами с распорными втулками. Крутящий момент передается корпусу ведущими пальцами 2. Корпус 3 перемещается относительно фланца 1 в направлении его пазов, что обеспечивает плавающий равномерный зажим заготовки, установленной в центрах, кулачками 4, свободно установленными на пальцах 2.

Пружины 7 возвращают корпус в исходное положение. При вращении шпинделя кулачки под действием центробежной силы, действующей на грузы 6, зажимают заготовку 1 и передают ей крутящий момент. Дальнейший зажим заготовки осуществляется эксцентриковыми кулачками под действием сил резания.

При останове вращения шпинделя кулачки 4 под действием пружин 8 автоматически раскрываются толкателями 9.

При выполнении токарных работ используют патроны, позволяющие не только базировать, но и передавать крутящий момент заготовкам типа тела вращения, устанавливаемым в центрах. Такие патроны называются поводковыми зубчатыми. В центральном отверстии корпуса 1 поводкового зубчатого патрона находится подпружиненный плавающий центр 2 (рис. 2.6). Зубчатый поводок 5 контактирует с корпусом 1 патрона по сферической поверхности. Винты 4 передают крутящий момент от корпуса 1 патрона зубчатому поводку 5. Прижимное кольцо 3 предохраняет винты от самоотвинчивания.

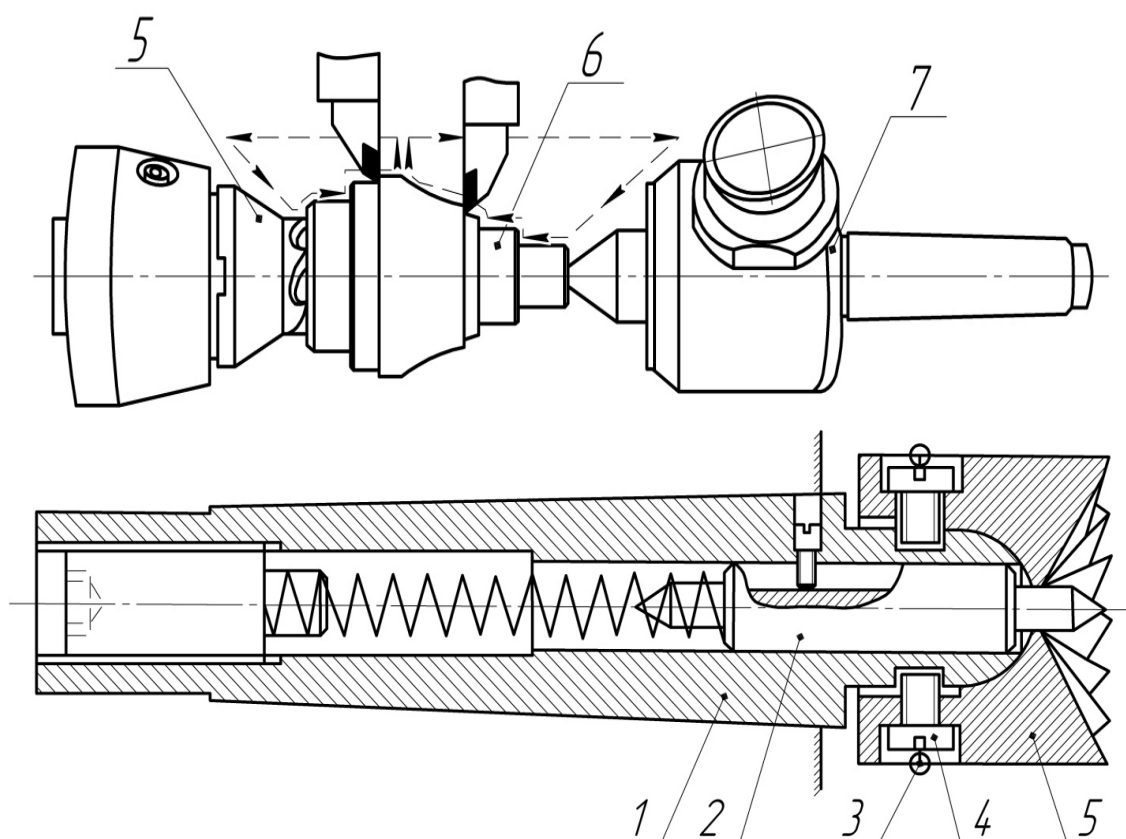


Рис. 2.6. Поводковый зубчатый патрон: 1 – корпус; 2 – плавающий центр; 3 – прижимное кольцо; 4 – винт; 5 – зубчатый поводок; 6 – заготовка; 7 – вращающийся центр

Обрабатываемую заготовку 6 базируют по центровым гнездам на плавающий центр 2 и вращающийся центр 7 задней бабки. При выдвижении пиноли задней бабки с помощью пневмо- или гидроцилиндра вращающийся центр, установленный в пиноли задней бабки, через заготовку воздействует на подпружиненный плавающий центр 2, утапливая его в отверстие корпуса патрона до контактирования зубцов поводка 5 с торцом заготовки.

Под воздействием силы заднего центра острые концы зубцов вдавливаются в торец заготовки, обеспечивая передачу ей крутящего момента в процессе резания. Поскольку корпус 1 патрона и зубчатый поводок 5 контактируют друг с другом по сферической поверхности, поводок 5 все время самоустанавливается по торцу заготовки независимо от отклонения от перпендикулярности торца оси центровых гнезд и смещения оси центрального отверстия.

Патрон легко устанавливают и снимают, что резко сокращает подготовительно-заключительное время при наладке станка. На станке мод. 16К20Ф3 возможна установка поводкового патрона в шпиндель станка без снятия универсального трехкулачкового патрона, что сокращает время на переналадку станка при патронно-центровых работах.

Поводковый зубчатый патрон, представленный на рис. 2.7, позволяет сменять поводки при обработке заготовок различных диаметров.

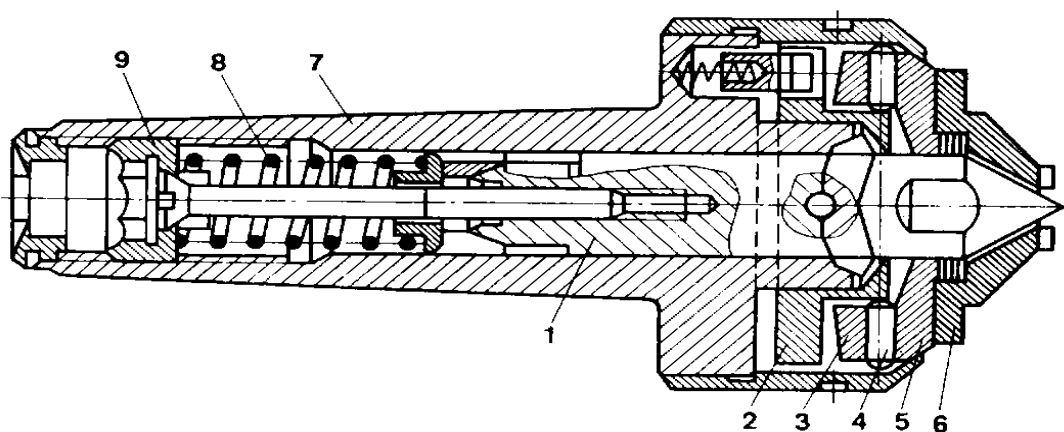


Рис. 2.7. Поводковый зубчатый патрон со сменными поводками: 1 – плавающий центр; 2 – стакан; 3 – люлька; 4 – ролик; 5 – водило; 6 – самоустанавливающийся поводок; 7 – корпус; 8 – пружина; 9 – гайка

Патрон предназначен для базирования и закрепления заготовок, установленных в центрах, для чистовой обработки на токарных стан-

ках с ЧПУ. Наличие сменных поводков обеспечивает установку заготовок диаметром от 13 до 110 мм. Подпружиненный плавающий центр 1 обеспечивает постоянную технологическую базу. Поводок 6 самоустанавливающийся и может качаться в двух плоскостях по двум парам роликов 4, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в пазах стакана 2, люльке 3 и водилу 5, перемещаясь по поверхности стакана 2. Патрон смонтирован в корпусе 7, центр 1 поджат пружиной 8 и гайкой 9.

Поводковый зубчатый патрон со сменным центром и поводками расширяет технологические возможности, обеспечивая обработку более широкого диапазона размеров заготовок (рис. 2.8).

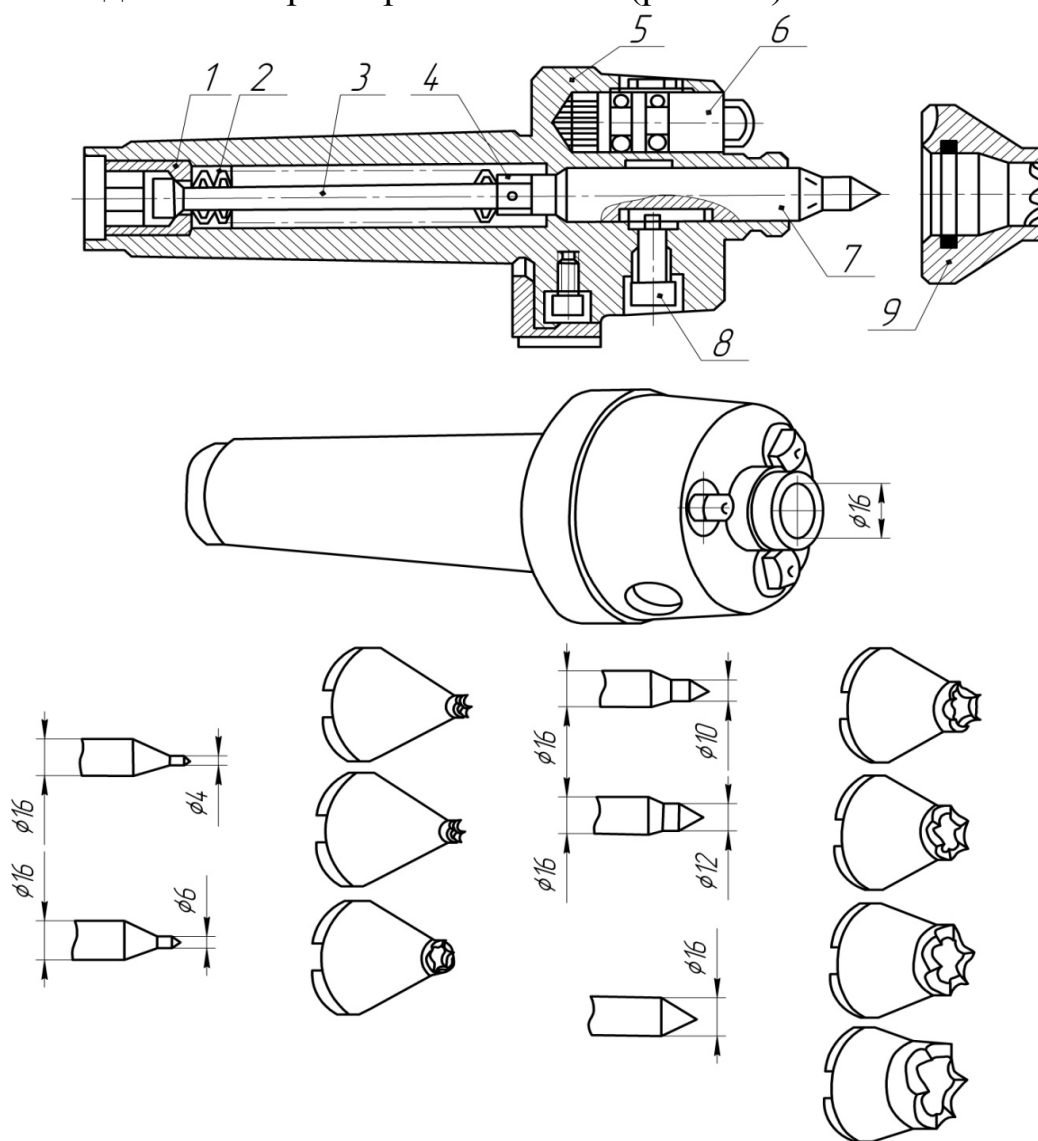


Рис. 2.8. Поводковый зубчатый патрон со сменным центром и поводками: 1, 4 – гайки; 2 – пружина; 3, 8 – винты; 5 – корпус; 6 – поводок; 7 – сменный плавающий центр; 9 – сменный поводок

Патрон предназначен для базирования и передачи крутящего момента заготовкам типа тел вращения, устанавливаемым в центрах токарных станков с ЧПУ, а также на станках, входящих в роботизированные технологические комплексы.

Заготовку устанавливают в плавающий сменный передний центр 7 и центр пиноли задней бабки. Крутящий момент передается заготовкам самоустанавливающимся сменным поводком 9 с помощью поводка 6.

Наладка патрона осуществляется сменой поводка 9 и центра 7. Для смены центра 7 необходимо выкрутить винт 8, вынуть центр 7, установить на его место другой центр и закрутить винт 8. Патрон монтируют в корпусе 5. Вылет центра 7 регулируют винтом 3 и гайкой 4 и поджимают пружиной 2 и гайкой 1.

Патроны с торцовыми ножами (рис. 2.9, 2.10) не контактируют с наружной цилиндрической поверхностью заготовки и точно определяют положение торцов всей партии заготовок по оси Z, совпадающей с осью вращения шпинделя.

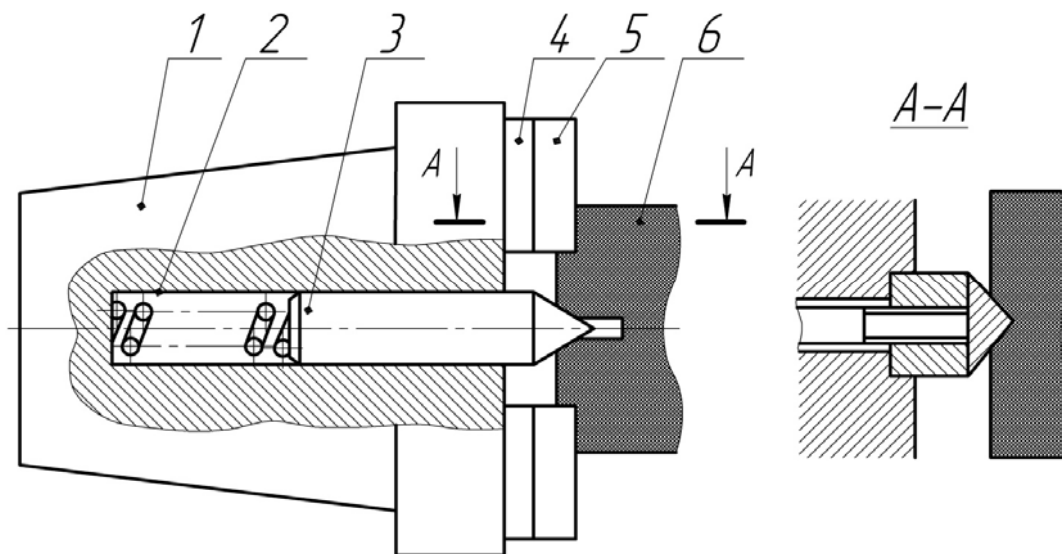


Рис. 2.9. Поводковый патрон с торцовыми ножами: 1 – корпус; 2 – пружина; 3 – центр; 4 – торцовый упор; 5 – нож упора из твердого сплава; 6 – обрабатываемая заготовка

Постоянство силы нажатия заднего центра и высокая жесткость ножевых опор обеспечивают достаточно стабильное положение левого торца заготовок всей партии. Если торец заготовки имеет отклонение от перпендикулярности к оси, то жесткие ножи (см. рис. 2.9) врезаются

в нее неравномерно. Это приводит к деформации оси заготовки и погрешностям при ее обработке, а также уменьшению передаваемого крутящего момента. Для устранения указанных недостатков используют плавающие ножи.

У патронов с плавающими ножами (см. рис. 2.10) ножи выполнены в виде цилиндров 4, расположенных в отверстиях корпуса 2 параллельно оси вращения патрона.

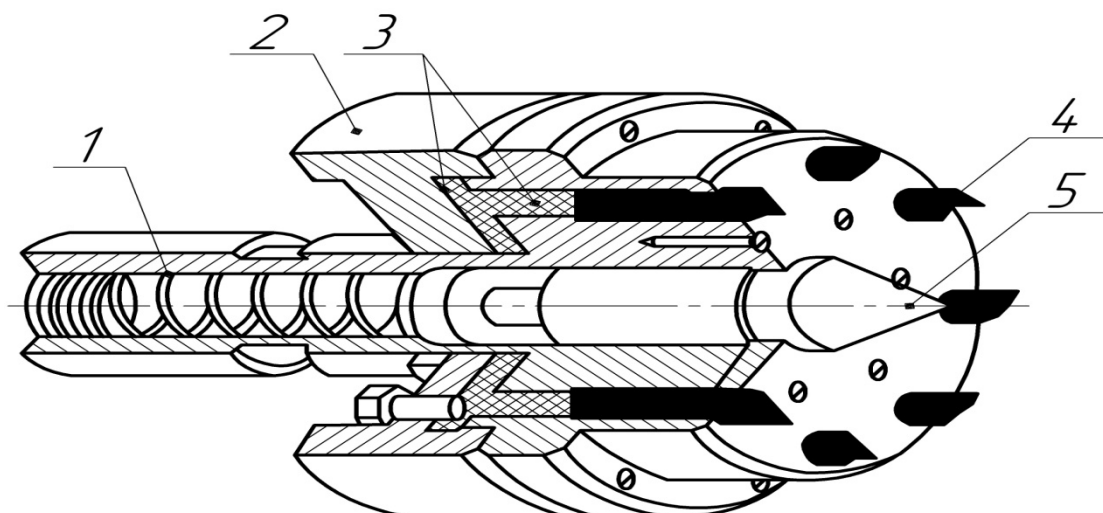


Рис. 2.10. Поводковый патрон с плавающими ножами: 1 – пружина; 2 – корпус; 3 – гидропласт; 4 – нож упора; 5 – центр

Левые концы цилиндров 4 расположены в кольцевой полости, заполненной гидропластом 3. При установке заготовки-вала на передний плавающий центр 5 и поджатии задним центром пружина 1 сжимается, торец заготовки входит в контакт с ножами 4. Давление торца заготовки на ножи 4 неравномерное вследствие того, что заготовка еще не обработана, а ее торец характеризуется отклонением от перпендикулярности к оси патрона.

Вследствие этого ножи, испытывающие большее давление, смещаются влево, вдавливаясь в массу гидропласта, упруго деформируют его. Ножи, не имеющие контакта с торцом заготовки, под действием давления гидропласта смещаются вперед до тех пор, пока силы нажима на все ножи не станут равными.

Такая конструкция обеспечивает по сравнению с жесткими ножами передачу большего крутящего момента и не вызывает деформации заготовки с одной стороны. Сила поджатия со стороны

заднего центра величиной в 20 кН позволяет передать крутящий момент до 120 Нм, что гарантирует возможность обработки заготовок при черновых режимах течения. Число ножей у патрона может быть различным, при этом с их увеличением передаваемый крутящий момент возрастает.

2.3. Центры и разжимные оправки [3]

На токарных и круглошлифовальных станках с ЧПУ обрабатываемые заготовки в зависимости от формы и размеров устанавливают в центра или в патроне. Один центр расположен в шпинделе передней бабки, а второй – в пиноли задней бабки токарного или шлифовального станка.

Центры делят на следующие типы:

- неподвижные нормальные и специальные;
- вращающиеся нормальные и специальные;
- плавающие специальные;
- рифленные специальные;
- срезанные.

Конусная поверхность центра предназначена для установки заготовки и имеет угол при вершине 60° , 90° , 120° . Угол при вершине конуса центра влияет на распределение осевых и радиальных составляющих силы закрепления, а также на точность центрирования оси заготовки относительно линии центров. Чем меньше угол при вершине, тем больше осевая и меньше радиальная составляющая силы закрепления и наоборот.

Хвостовик центра изготавливают с конусом Морзе определенного номера (№ 2, 3, 4, 5, 6). Невращающиеся центры станков от трения о вращающуюся заготовку нагреваются и изнашиваются. Для уменьшения износа и увеличения срока их службы применяют вращающиеся задние центры, менее точные, чем неврещающиеся.

В случае чистовой обработки заготовок, когда сила резания сравнительно небольшая, используют рифленные центры (рис. 2.11). При создании осевой силы закрепления рифления врезаются в материал заготовки, что позволяет передавать крутящий момент, возникающий при обработке наружных поверхностей заготовки.

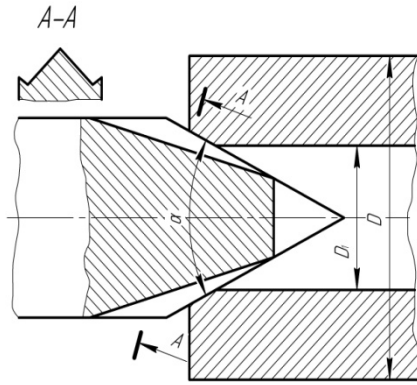


Рис. 2.11. Центр с рифлениями

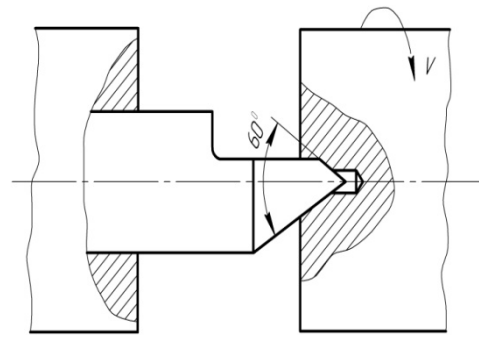


Рис. 2.12. Срезанный центр

Часто требуется обработать не только наружные поверхности, но и торец заготовки для обеспечения требуемой шероховатости поверхности и перпендикулярности торца к оси детали. В этом случае используют неподвижный центр, конус которого частично срезан с одной стороны для обеспечения прохода резца в радиальном направлении при подрезании торца (рис. 2.12).

Задние вращающиеся центры предназначены для базирования заготовок типа тел вращения, имеющих центровые отверстия и устанавливаемых в торцовых поводковых патронах при обработке на токарных станках с ЧПУ и станках, оснащенных роботизированными технологическими комплексами.

Центры состоят из корпуса 1 (рис. 2.13), центра 2, установленного в головке корпуса на трех шарикоподшипниках, двух радиальных шарикоподшипниках 6 и 9, воспринимающем радиальные нагрузки, и одном упорном шарикоподшипнике 8, воспринимающем осевые нагрузки.

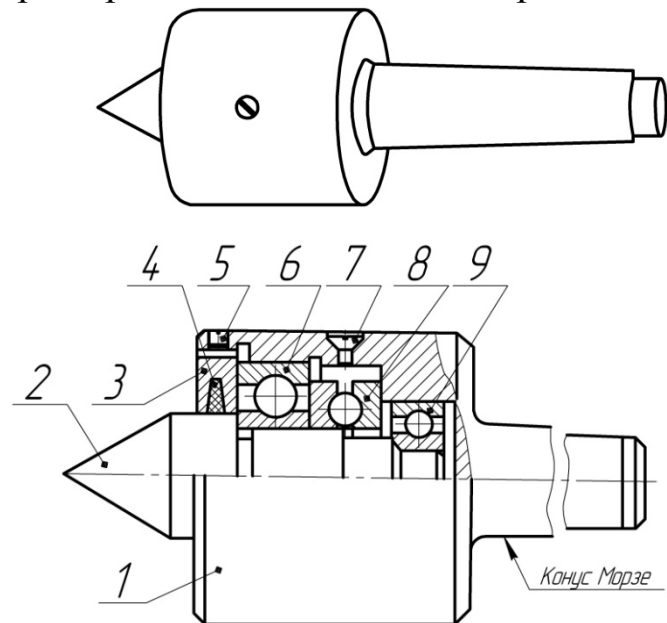


Рис. 2.13. Задние вращающиеся центры нормальной серии с конусом Морзе: 1 – корпус; 2 – центр; 3 – гайка; 4 – сальник; 5 – стопорный винт; 6, 9 – радиальные шарикоподшипники; 7 – винт; 8 – упорный шарикоподшипник

Шарикоподшипники поджимаются гайкой 3, в полости которой установлено войлочное кольцо (сальник) 4, предохраняющее шарикоподшипники от загрязнений и удерживающее смазку. Гайка фиксируется стопорным винтом 5. Шарикоподшипники смазывают через резьбовое отверстие, закрываемое винтом 7.

Вращающийся центр предназначен для базирования и закрепления заготовок, устанавливаемых в штырьковых поводковых патронах при их обработке на токарных станках с ЧПУ и оснащенных роботизированными технологическими комплексами.

Вращающийся центр обеспечивает передачу больших осевых сил и контроль силы прижима штырей к торцу заготовки. При поджиме заготовки вращающимся центром с помощью пневмо- или гидропривода пиноли задней бабки центр 2 через подшипники и фланец 9 сжимает пакет тарельчатых пружин 10. При этом индикатор указателя 8 осевых сил показывает деформацию тарельчатых пружин и величину осевой силы. Перед эксплуатацией индикатор тарируют, нагружая центр заранее известной осевой силой.

Задний конец центра 2 вращается в игольчатом подшипнике 11, который крепится в корпусе 1 заглушкой 12. Связь фланца 9 с корпусом 1 осуществляется с помощью винта 13. Перемещение фланца в осевом направлении ограничивается кольцом 7. Вытеканию смазки препятствует сальник 3, смонтированный в гайке 4, контролируемой винтом 5.

Вращающиеся задние центры, изображенные на рис. 2.13 и 2.14, нельзя использовать для закрепления деталей, имеющих центральные отверстия сравнительно большого диаметра, например, таких как гильзы, цилиндры, полые валы и др. Когда диаметр отверстия равен или больше максимального диаметра конуса 2 (см. рис. 2.14), заготовку закрепить невозможно. Использование так называемого грибка, выполненного в виде конуса большого диаметра D_1 и установленного с левого торца центра (рис. 2.15), позволяет устранить недостаток, характерный задним центрам, изображенным на рис. 2.13, 2.14.

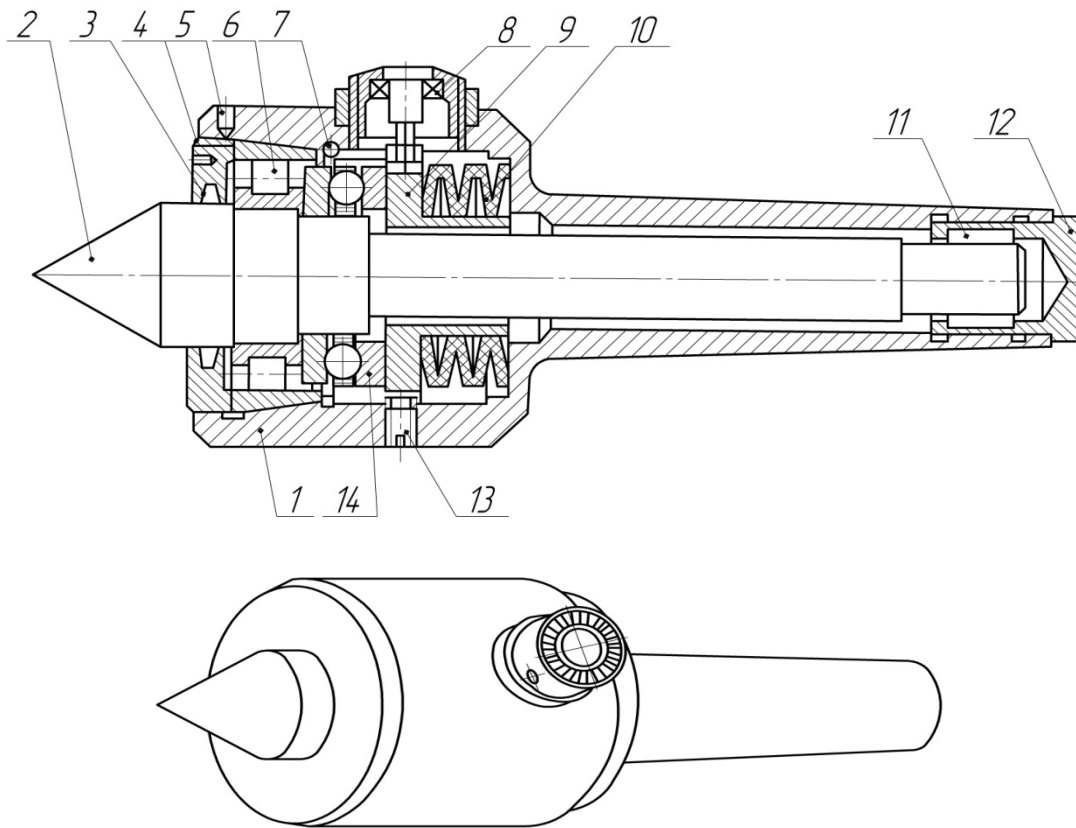


Рис. 2.14. Вращающийся центр с указателем осевого усилия: 1 – корпус; 2 – центр; 3 – сальник; 4 – гайка; 5, 13 – винты; 6 – роликовый подшипник; 7 – кольцо; 8 – указатель осевого усилия; 9 – фланец; 10 – пружина; 11 – игольчатый подшипник; 12 – заглушка; 14 – шариковый упорный подшипник

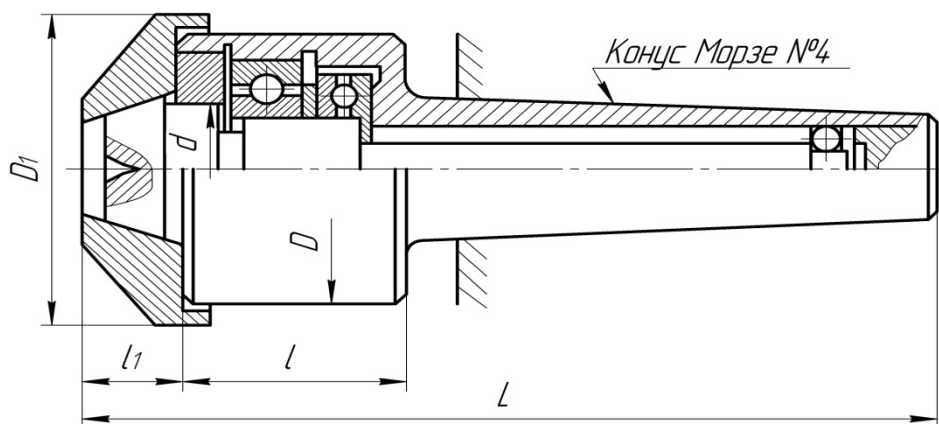


Рис. 2.15. Задний грибовый вращающийся центр для обработки полых заготовок

Основные размеры вращающихся центров нормализованы и приведены в таблице.

Размеры вращающихся центров, мм

Конус Морзе	Серия	d	D	L	l	D ,
		Не более				
2	Нормальная	22	56	160	90	56
3		25	63	180	94	63
4		28	71	210	101	71
5		32	80	240	104	80
4	Усиленная	36	75	210	111	75
5		40	90	250	114	90
6		56	125	340	150	125

Разжимные оправки предназначены для безззорного центрирования по внутренней цилиндрической поверхности фланцев, зубчатых колес, втулок, стаканов и др. заготовок при обработке наружных поверхностей на токарных станках с ЧПУ. Такие оправки обеспечивают высокую точность центрирования заготовок в условиях мелкосерийного и серийного производства.

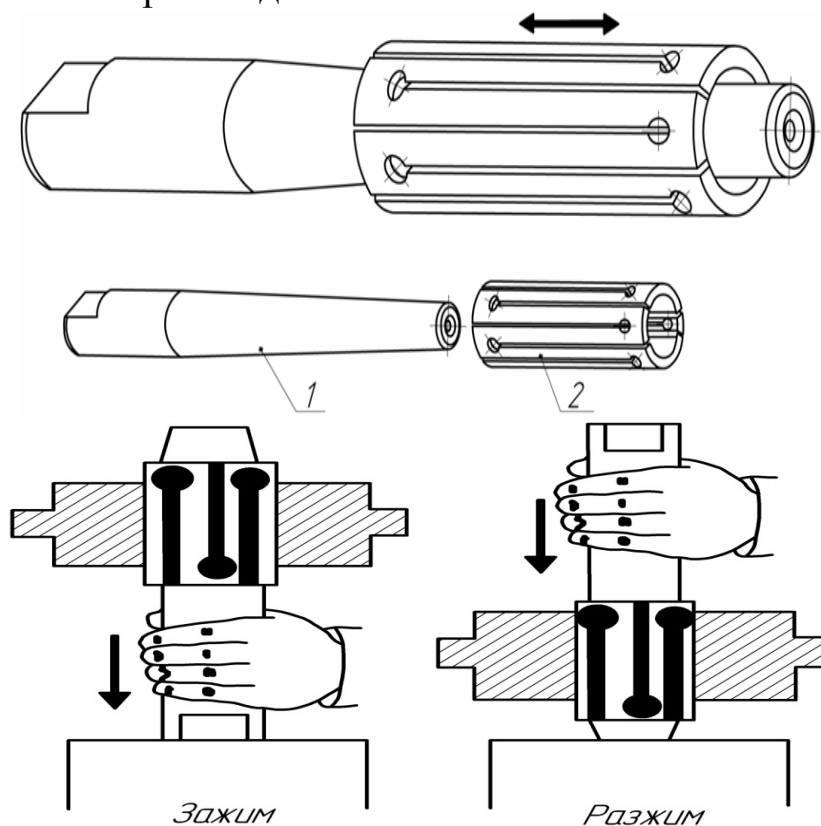


Рис. 2.16. Центровая разжимная ручная оправка:
1 – оправка, 2 – цанговая втулка

Заготовку устанавливают на цанговую втулку 2 оправки 1 (рис. 2.16) и легким ударом торца оправки закрепляют заготовку. Оправку с закрепленной на ней заготовкой устанавливают в центрах станка. Крутящий момент передается оправке поводком. Раскрепляют заготовку легким ударом второго торца оправки. Такое конструктивное оформление оправок характеризуется простотой обслуживания и надежностью закрепления заготовок.

Оправка, представленная на рис. 2.17, предназначена для базирования и закрепления по внутренней цилиндрической поверхности указанных выше заготовок на станках с ЧПУ в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Заготовку устанавливают на цангу 4 оправки 1. При вращении гайки 3 цанга перемещается вместе с заготовкой до упора во втулку 2. При дальнейшем вращении гайки цанга 4, перемещаясь по конусной поверхности оправки, разжимается, закрепляя заготовку. Оправку с заготовкой устанавливают в центрах станка. Крутящий момент передается цанге поводком.

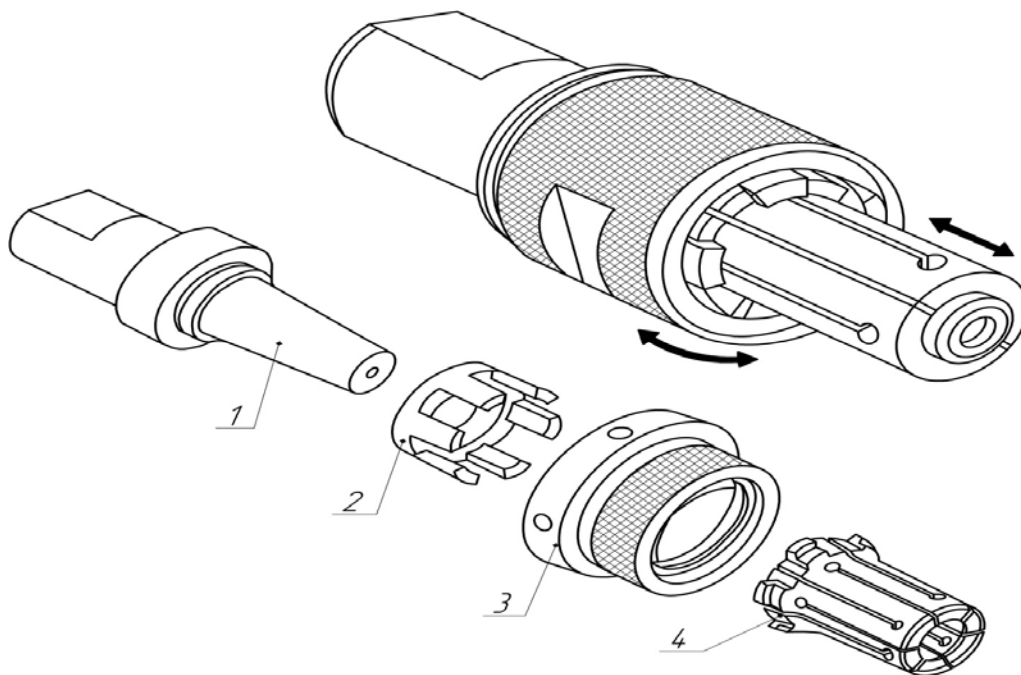


Рис. 2.17. Оправка с разжимной цангой: 1 – оправка; 2 – втулка; 3 – гайка; 4 – цанга

Для разжима заготовки гайку вращают в противоположную сторону, в результате чего цанга перемещается в исходное положение.

Оправка (рис. 2.18) предназначена для базирования и закрепления заготовок – тел вращения при обработке наружных поверхностей на токарных станках с ЧПУ в условиях мелкосерийного и серийного производства.

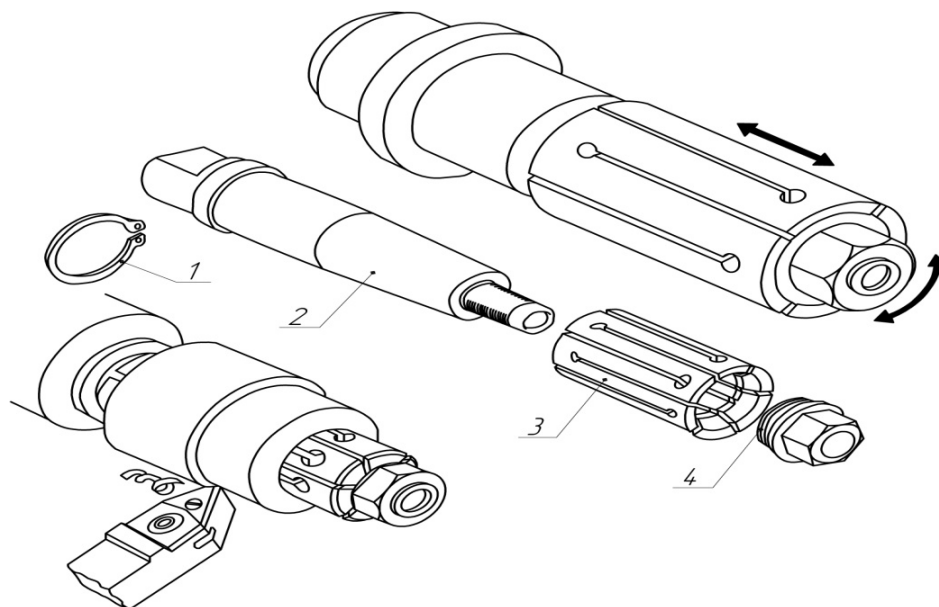


Рис. 2.18. Центровая разжимная оправка с упорным кольцом:
1 – разжимное упорное кольцо; 2 – оправка; 3 – цанга;
4 – гайка

Обрабатываемую заготовку устанавливают на цангу 3 оправки 2 до упора в разжимное упорное кольцо 1 или промежуточную втулку и закрепляют гайкой 4. При этом цанга, перемещаясь по конусной поверхности оправки, разжимается, закрепляя заготовку.

Заготовка разжимается вращением гайки в противоположном направлении, в результате чего цанга перемещается в исходное положение. Оправку с заготовкой устанавливают в центрах станка. После обработки заготовки оправку снимают со станка.

Оправку (рис. 2.19) устанавливают конусным хвостовиком в конусное отверстие шпинделя станка. Обрабатываемую заготовку устанавливают на цангу 2 до упора в оправку 1 и закрепляют винтом 3, при этом цанга 2, перемещаясь по конусной поверхности оправки 1, разжимается, закрепляя заготовку. Для разжима заготовки винт 3 вращают в противоположную сторону, в результате чего цанга перемещается в исходное положение.

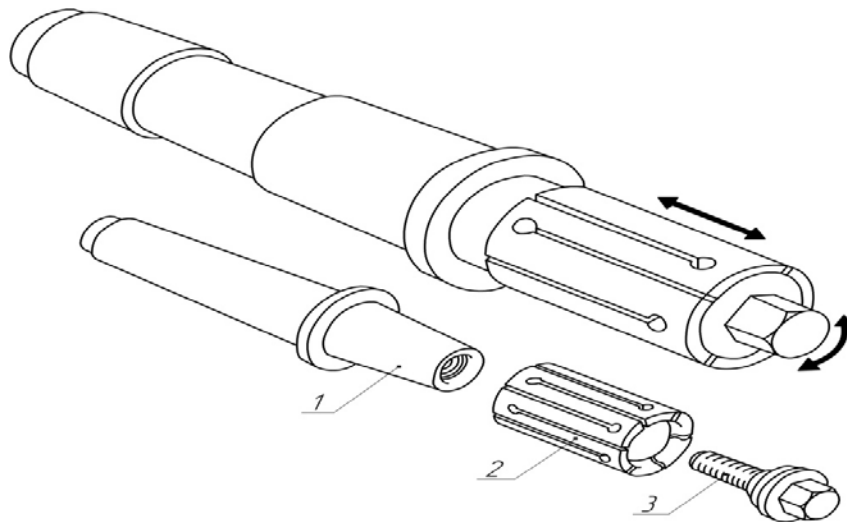


Рис. 2.19. Шпиндельная разжимная оправка с конусным хвостовиком и винтом: 1 – оправка; 2 – цанга; 3 – винт

Оправку (рис. 2.20) устанавливают и закрепляют на фланце шпинделя станка. Обрабатываемую заготовку устанавливают на цангу 5 оправки до упора во фланец 7, закрепляемый винтами 8 и шпонкой 3 к корпусу 4. Заготовка закрепляется пневмо- или гидроцилиндром, установленным на заднем конце шпинделя станка. При этом резьбовая втулка 2, соединенная со штоком поршня цилиндра штифтом 1, перемещает винт 6, конусная головка которого разжимает цангу 5, закрепляя обрабатываемую заготовку.

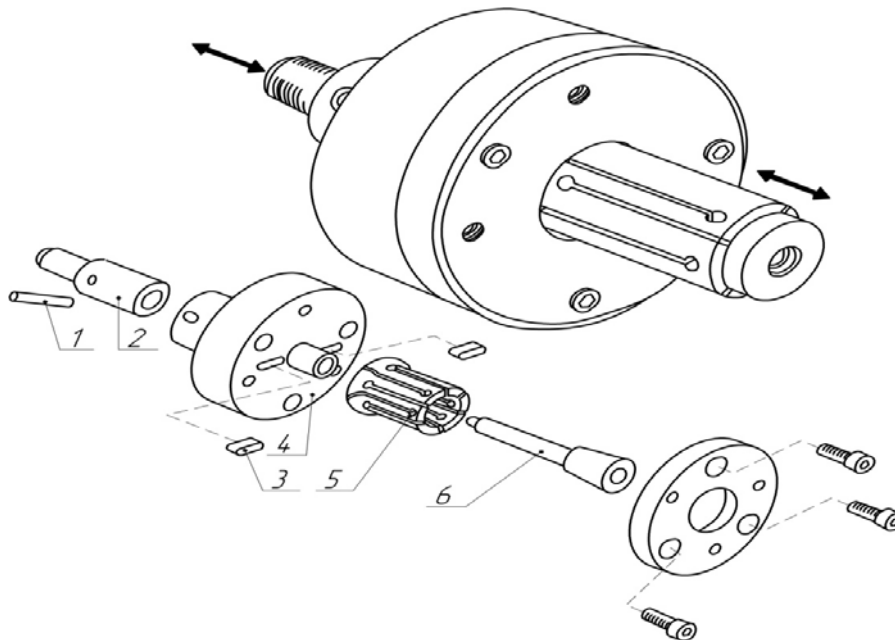


Рис. 2.20. Шпиндельная разжимная фланцевая оправка с механизированным приводом: 1 – штифт; 2 – резьбовая втулка; 3 – шпонка; 4 – корпус; 5 – цанга; 6, 8 – винты; 7 – фланец

Для разжима заготовки переключают кран управления, в результате чего поршень цилиндра перемещает цангу 5 в исходное положение.

Оправка (рис. 2.21) предназначена для базирования и закрепления заготовки по внутренней цилиндрической поверхности. Оправку устанавливают и закрепляют на фланце шпинделя станка.

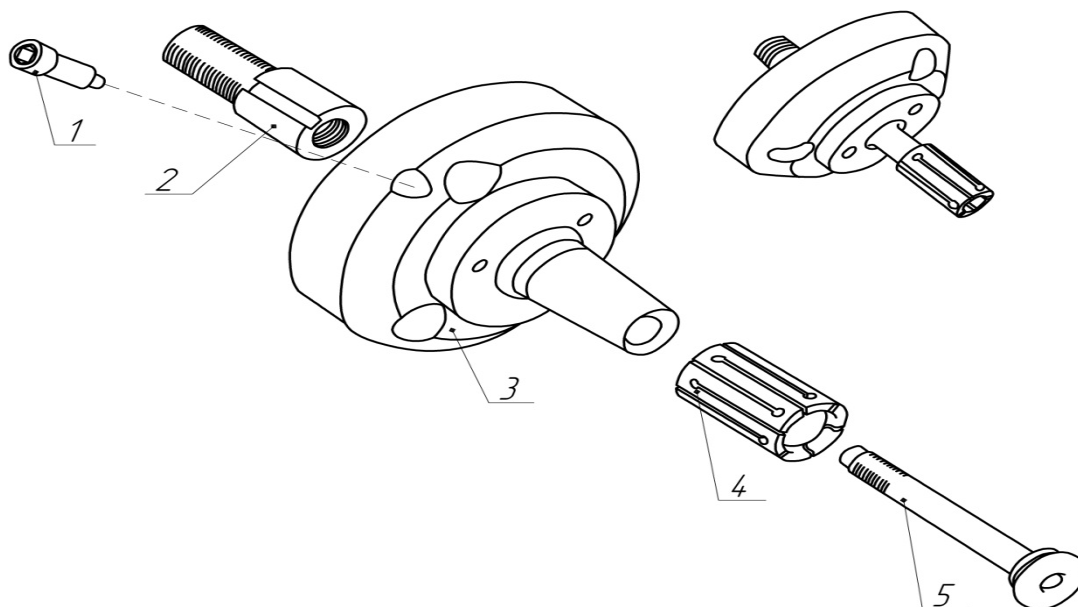


Рис. 2.21. Шпиндельная разжимная фланцевая оправка с механизированным приводом и установкой цанги на конусе оправки: 1, 5 – винты; 2 – резьбовая втулка; 3 – корпус оправки; 4 – цанга

Резьбовая втулка соединяется с тягой штока поршня пневмоцилиндра. Оправка предназначена для базирования и закрепления по внутренней цилиндрической поверхности заготовок. Оправку устанавливают и закрепляют на фланце шпинделя станка.

Резьбовая втулка 2 соединяется с тягой штока поршня пневмо- или гидроцилиндра, установленного на заднем конце шпинделя станка. Оправку устанавливают и закрепляют на фланце шпинделя станка.

Заготовку помещают на цангу 4 до упора в буртик корпуса 3 оправки. Заготовка закрепляется пневмо- или гидроприводом. При этом цанга 4, перемещаясь по конусной поверхности оправки винтом 5, ввинченным во втулку 2, соединенную тягой со штоком поршня пневмо- или гидроцилиндра, зажимает заготовку. Винт 1 препятствует вращению втулки 2 в корпусе 3. Для разжима заготовки переключают

кран управления, в результате чего поршень цилиндра перемещает цангу в исходное положение.

2.4. Приводы патронов и оправок [3]

Приводы предназначены для механизации зажима – разжима заготовок, устанавливаемых в патронах или на оправках станков с ЧПУ. Механизированные приводы (пневматические, гидравлические, электромеханические) устанавливают и закрепляют на заднем конце шпинделя станка и соединяют с механизмом патрона или оправки тягой, проходящей внутри шпинделя.

К приводам патронов и оправок для станков с ЧПУ предъявляются ряд требований. Они должны обеспечивать минимальное время зажима для возможности на одних и тех же станках с ЧПУ производить черновую и чистовую обработку; поддержание давления воздуха или масла даже в случае аварийного падения давления в сети; достаточную силу зажима для передачи требуемого крутящего момента; привод должен иметь достаточное сквозное отверстие для обработки прутковых заготовок, устанавливаемых в патронах.

Патроны и оправки с пневматическим или гидравлическим приводом при аварийном падении давления рабочей среды (вследствие внезапного прекращения подвода энергии, обрыва шланга и др.) не обеспечивают закрепления заготовки.

Для сохранения силы зажима при внезапном падении давления в пневматических приводах устанавливают обратные клапаны, а в гидравлических – аккумуляторы.

Надежность и безопасность работы патронов и оправок, особенно вращающихся с высокой частотой, существенно может быть повышена при согласовании системы управления патронов и оправок и системы управления станка.

При этом должны быть предусмотрены следующие требования: шпиндель станка должен включаться лишь после подачи давления в цилиндр, перемещение кулачков патрона в заданном диапазоне и после закрытия рабочей зоны станка; доступ в рабочую зону станка должен быть открыт только при невращающемся шпинделе; заготовку необходимо раскреплять только после остановки шпинделя; при внезапном прекращении подачи энергии заготовка должна

оставаться надежно закрепленной, одновременно должен быть подан сигнал для автоматического отключения привода шпинделя станка.

Пневматический цилиндр (пнеумоцилиндр) предназначен для закрепления заготовок в патронах и на оправках токарных станков с ЧПУ. Он состоит из двух основных частей: муфты 1 подвода (отвода) воздуха и цилиндра 2 (рис. 2.22).

Для присоединения тяги патрона 8 имеется резьбовое отверстие на выступающем конце штока 4. Воздухоподводящая муфта присоединяется к цилиндру болтами с помощью фланца. Сжатый воздух подается через ниппель 6, центровое отверстие в стержне 7 и отверстия А в штоке 4 в штоковую полость цилиндра.

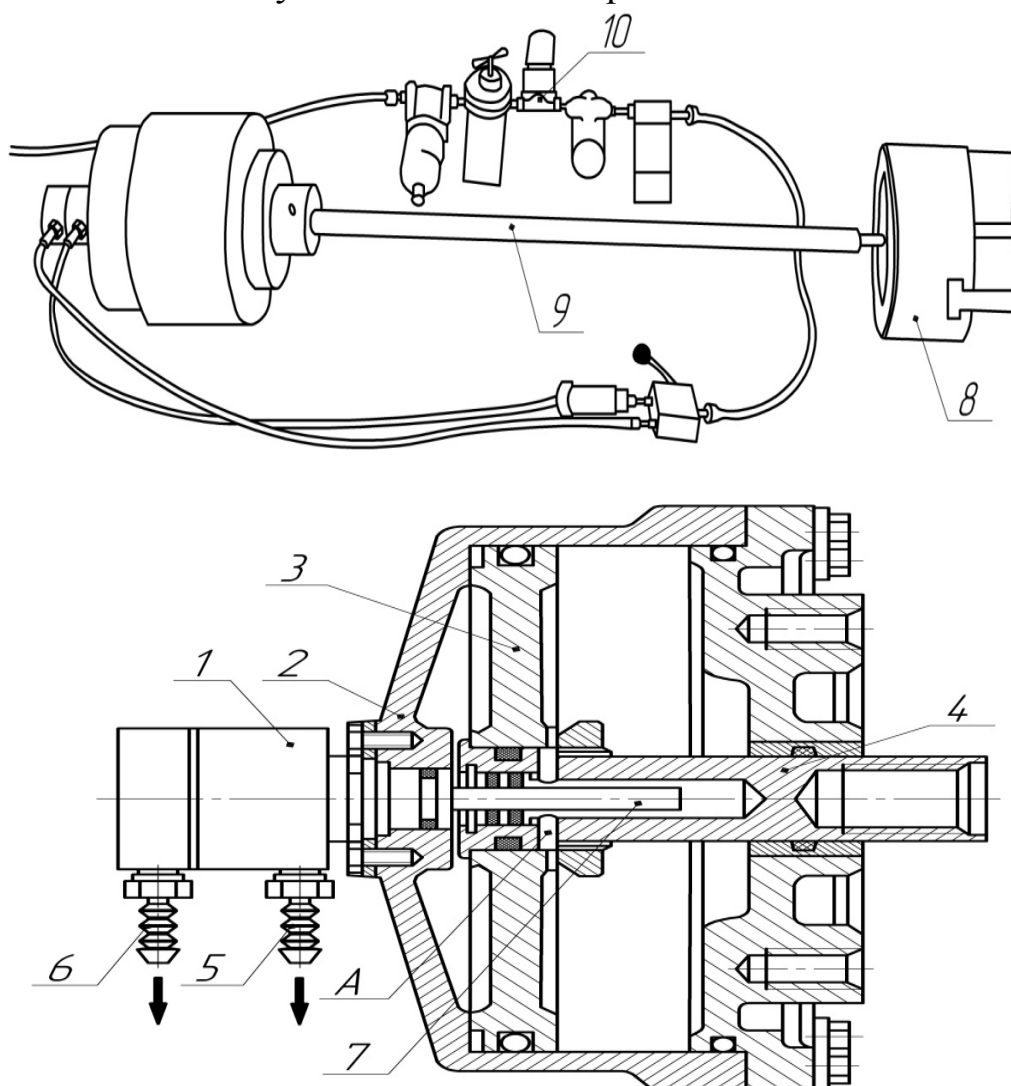


Рис. 2.22. Пневматический вращающийся цилиндр: 1 – муфта; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – шток; 5, 6 – ниппели; 7 – стержень; 8 – патрон; 9 – тяга; 10 – пневмоаппаратура

Под действием давления воздуха (0,5 – 0,6 МПа) поршень 3 перемещается влево, создавая на штоке 4 тянущую силу. При переключении крана управления сжатый воздух через ниппель 5, радиальные отверстия и скосы в стержне 7 подается в поршневую (нештоковую) полость цилиндра, поршень перемещается вправо, создавая на штоке толкающую силу.

Патрон 8 со штоком 4 пневмоцилиндра соединяется тягой 9. Пневмоаппаратура 10 вынесена на отдельную панель станка.

Гидравлический цилиндр (гидроцилиндр) (рис. 2.23) предназначен для закрепления заготовок в патронах и на оправках токарных станков с ЧПУ. Корпус 5 гидроцилиндра закрепляют с помощью переходного фланца на заднем конце шпинделя станка. Шток 2 поршня 3 гидроцилиндра с помощью ввинченной в него полой тяги соединяется с патроном.

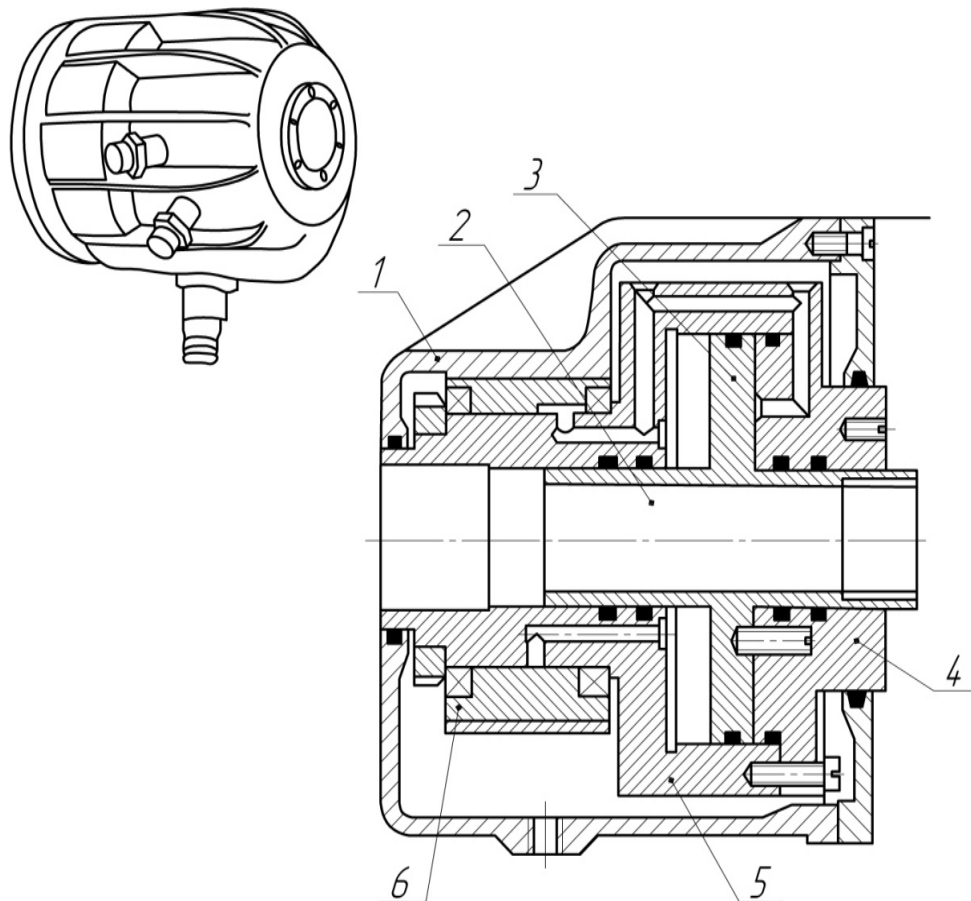


Рис. 2.23. Гидравлический вращающийся цилиндр: 1 – кожух; 2 – шток; 3 – поршень; 4 – фланец; 5 – корпус; 6 – гидравлическая муфта

С помощью гидравлической муфты 6 масло от источника давления поступает в гидроцилиндр отверстия в поршне и муфте,

что позволяет устанавливать в патронах прутковые заготовки двухстороннего действия. Гидроцилиндр установлен в невращающемся кожухе 1.

Электромеханический привод (рис. 2.24) предназначен для закрепления заготовок в патронах токарных станков с ЧПУ. При включении асинхронного электродвигателя 1 рычаги 2 под действием центробежных сил поворачиваются вокруг осей и заплечиками перемещают втулку 3 в осевом направлении. Втулка 3 с помощью штифта перемещает шток 4 и смонтированную на его конце в подшипниках муфту 5, которая входит в зацепление со шлицевой втулкой 6. Вращательное движение от электродвигателя передается муфте 5 через эксцентриковый валик 8, зубчатые колеса 7, 9, планетарный механизм 10 и шлицевое соединение зубчатого колеса.

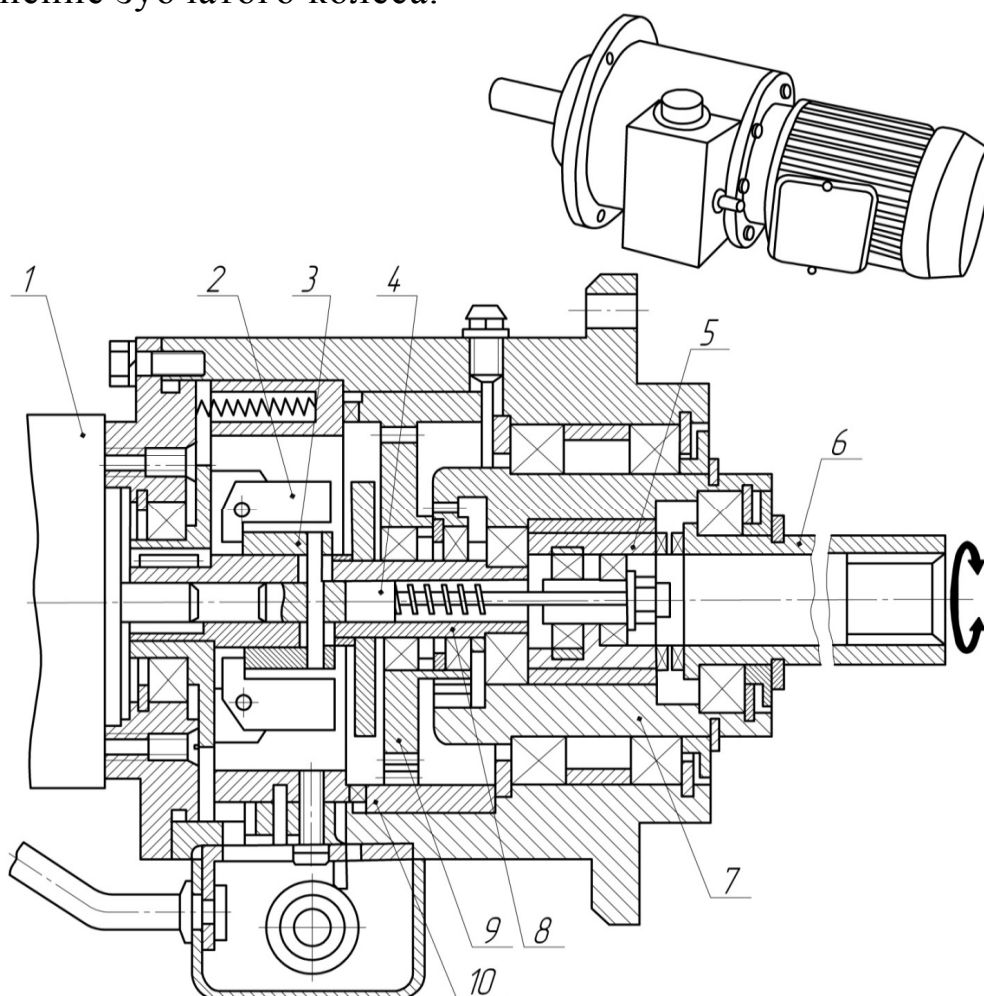


Рис. 2.24. Электромеханический привод: 1 – электродвигатель; 2 – рычаг; 3 – втулка; 4 – шток; 5 – муфта; 6 – шлицевая втулка; 7, 9 – зубчатые колеса; 8 – эксцентриковый валик, 10 – планетарный механизм

Кулачками, введенными в зацепление, передается вращение выходному шлицевому валу, который шлицами соединяется с исполнительным механизмом патрона.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Назовите технологические особенности станков с числовым программным управлением (ЧПУ).
2. Какова роль приспособлений в сокращении трудоемкости подготовки производства на станках с ЧПУ?
3. Нарисуйте схему трехкулачкового самоцентрирующего патрона, опишите его работу. Для установки и закрепления каких заготовок он предназначен?
4. Какие типы патронов для закрепления заготовок известны?
5. Нарисуйте схему двухкулачкового поводкового патрона, опишите принцип его функционирования.
6. Изобразите схему поводкового зубчатого патрона. Как происходит передача крутящего момента обрабатываемой заготовке?
7. Как работает поводковый зубчатый патрон со сменным центром и поводками?
8. Нарисуйте схему поводкового патрона с торцовыми ножами. Как происходит передача заготовке крутящего момента?
9. Нарисуйте схему поводкового патрона с плавающими ножами и опишите ее.
10. Для чего служат поддерживающие центры, какие типы центров известны?
11. Как устроен грибковый вращающийся центр? Для установки каких заготовок он предназначен?
12. Нарисуйте и опишите схему центральной разжимной ручной оправки.
13. Каково назначение приводов патронов и оправок?
14. Как функционирует оправка с разжимной цангой?
15. Какую функцию выполняет пневматический вращающийся цилиндр?
16. Как устроен гидравлический вращающийся цилиндр, для чего он предназначен?
17. Как работает электромеханический привод при закреплении заготовок в патроне токарных станков с ЧПУ?

3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Системы приспособлений, применяемые на станках с ЧПУ, могут быть классифицированы [3] по степени специализации (рис. 3.1) [3].

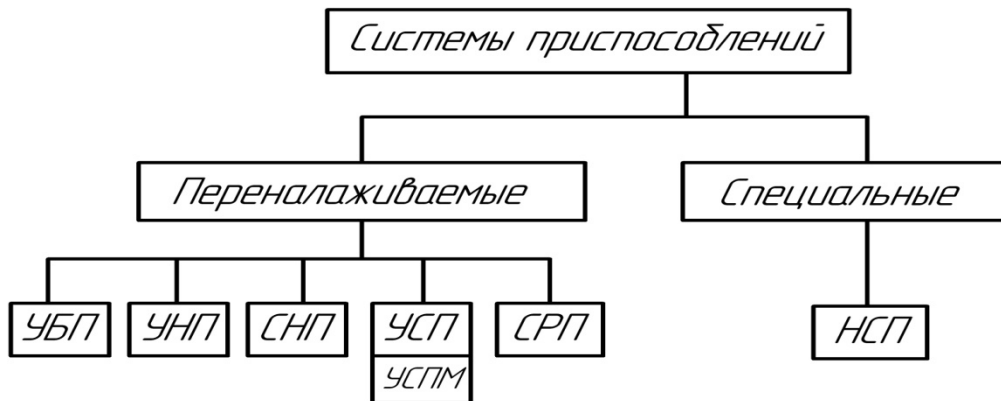


Рис. 3.1. Классификация систем приспособлений для станков с ЧПУ

3.1. Универсальные безналадочные и наладочные приспособления

Конструкция универсальных безналадочных приспособлений (УБП) представляет собой законченный механизм долговременного действия с постоянными регулируемыми (несъемными) элементами для установки различных заготовок, предназначенный для многократного использования. УБП целесообразно применять на станках с ЧПУ в единичном и мелкосерийном производстве.

В группе фрезерных станков, составляющих примерно 10 % от действующего станочного оборудования, основную массу представляют консольно-фрезерные станки широкого назначения. Наибольший эффект в сокращении затрат времени на установку и закрепление заготовок обеспечивается при выполнении этих приемов во время фрезерования за счет перекрытия вспомогательного времени машинным. С этой целью широко внедряются непрерывное фрезерование на вращающихся круглых столах и барабанах; многоместные приспособления со сменными кассетами; двухпозиционные поворотные столы и т. п.

Вместе с тем в конструкциях приспособлений ручные зажимы заменяются быстродействующими пневматическими и гидравлическими приводами, повышающими производительность и облегчающими труд рабочих. Машинные тиски относятся к группе универсальных приспособлений, допускающих переналадку. Корпус с салазками и

механизм зажима тисков постоянные. Наладка состоит из сменных губок и других установочных элементов, проектируемых и изготавливаемых в соответствии с формой и размерами обрабатываемых деталей. Универсальные безналадочные приспособления предназначены для базирования и закрепления различных заготовок, обрабатываемых на станках с ЧПУ фрезерной, сверлильной и расточной групп. Конструкции УБП представляют собой законченные механизмы долговременного использования с постоянными (несъемными) элементами. Такие приспособления не требуют изготовления дополнительных специальных деталей. Установка различных заготовок обеспечивается регулированием положения установочно-зажимных элементов.

К УБП относятся тиски машинные, столы поворотные, стойки и т.п. УБП целесообразно применять на станках с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного производства. Тиски (рис. 3.2) предназначены для базирования и закрепления заготовок плоских деталей при обработке их на фрезерных и сверлильных станках с ЧПУ.

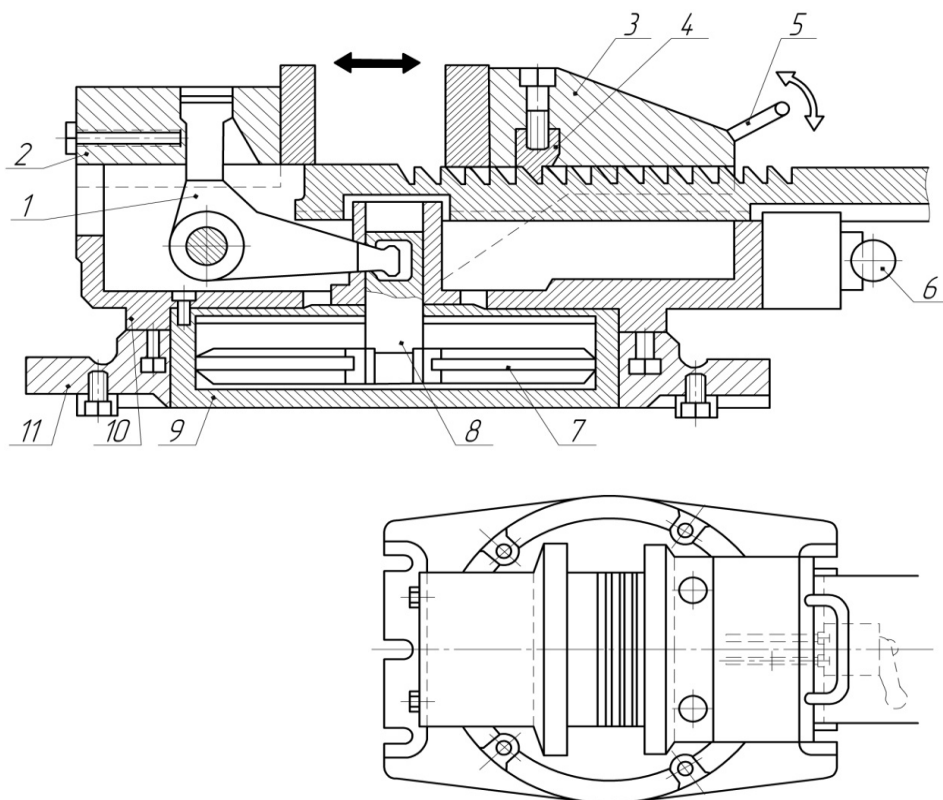


Рис. 3.2. Пневматические быстроперенастраиваемые тиски:
 1 – рычаг; 2 – подвижная губка; 3 – неподвижная губка; 4 – планка;
 5 – рукоятка; 6 – распределительный кран; 7 – поршень; 8 – шток;
 9 – пневмоцилиндр; 10 – поворотный корпус; 11 – основание

Тиски состоят из основания 11 и поворотного корпуса 10 со встроенным пневмоцилиндром 9. При повороте рукоятки распределительного крана 6 в положение зажима сжатый воздух поступает в штоковую полость пневмоцилиндра, в результате него поршень 7 со штоком 8 опускаются вниз, поворачивая по часовой стрелке рычаг 1, который перемещает подвижную губку 2.

Быстрая переналадка неподвижной губки 3 осуществляется ее поворотом с помощью рукоятки 5 против часовой стрелки, при этом выступ планки 4 выходит из паза корпуса тисков. Затем губку 3 перемещают в требуемое положение до тех пор, пока выступ планки 4 не войдет в соответствующий паз корпуса.

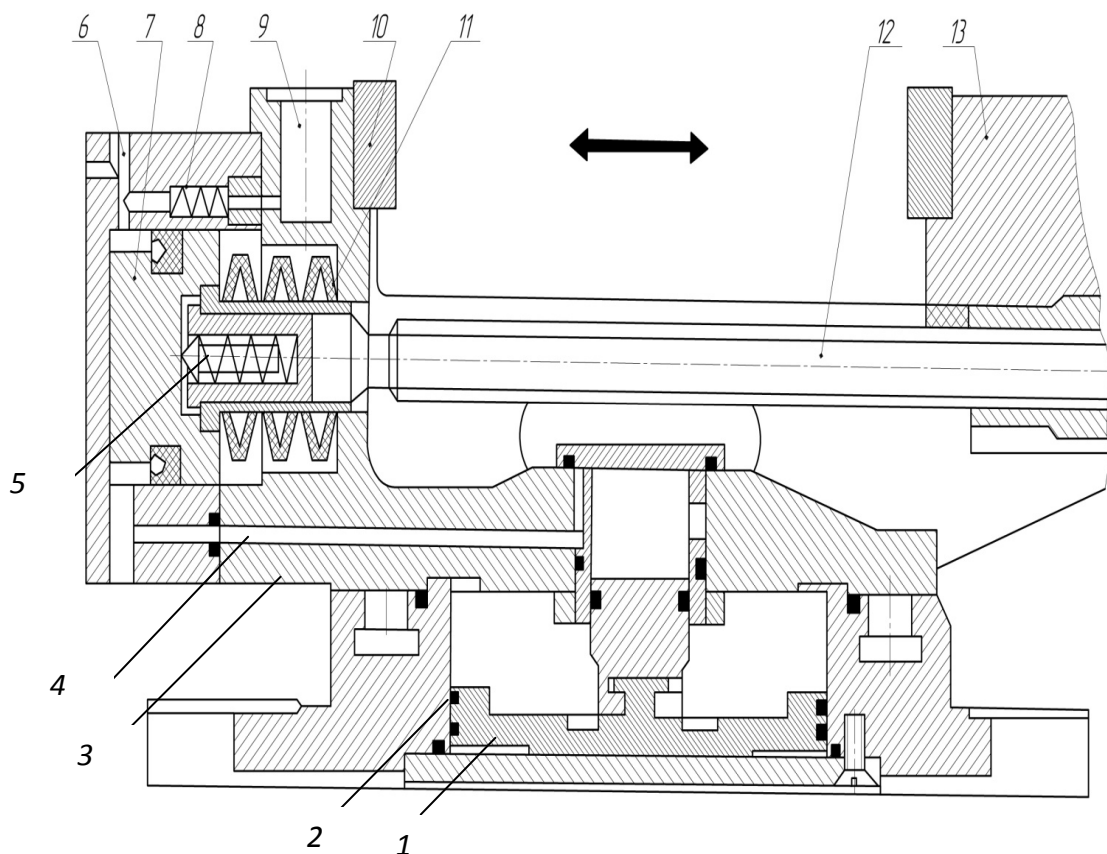


Рис. 3.3. Тиски со встроенным пневмогидравлическим преобразователем давления: 1 – пневмопоршень; 2 – уплотнение; 3 – делительный стол; 4 – канал; 5 – пружина; 6 – узел выпуска воздуха; 7 – гидропоршень; 8 – обратный клапан; 9 – емкость; 10 – неподвижная губка; 11 – тарельчатая пружина; 12 – винт; 13 – подвижная губка

Тиски (рис. 3.3) предназначены для базирования и закрепления заготовок плоских деталей при их обработке на фрезерных и свер-

ливных станках с ЧПУ. Они состоят из делительного стола 5, подвижной и неподвижной губок 10 и 13, соединенных между собой винтом 12. Заготовки зажимаются пакетом тарельчатых пружин 11, которые предварительно сжаты гидропоршнем 7, предназначенным для разжима заготовки. Привод тисков состоит из поршня 1 с Т-образным выступом 3, который входит в Т-образный паз самоцентрирующего поршня 2, встроенного в делительный стол 5. На основании тисков установлен корпус с неподвижной губкой 10 и подвижной губкой 13, взаимодействующий с винтом 12.

В неподвижную губку встроен гидроцилиндр с гидропоршнем 7, воздействующий на пакет тарельчатых пружин 11 и сообщающийся каналом 4 с самоцентрирующимся поршнем 2.

Пневмогидравлические тиски имеют устройство автоматической подпитки масла, состоящее из емкости 9, обратного клапана 8 и узла выпуска воздуха 6. При подаче сжатого воздуха из пневмосети в бесштоковую полость цилиндра поршень 1 перемещает самоцентрирующийся поршень 2, который вытесняет масло по каналу под гидропоршень 7. Для раскрепления заготовки гидропоршень сжимает пакет тарельчатых пружин и перемещает винт вместе с подвижной губкой. При стравливании воздуха из бесштоковой полости тарельчатые пружины, освобожденные от давления со стороны поршней, стремятся разжаться, воздействуя последовательно на винт и подвижную губку, закрепляя заготовку.

Поворотный стол (рис. 3.4) предназначен для базирования и закрепления двух заготовок или приспособлений на фрезерных станках с ЧПУ. Смена заготовки осуществляется вне станка на загрузочной позиции стола. После обработки заготовки на рабочей позиции и ее смены в загрузочной позиции планшайбу 1 поворачивают на 180° рукояткой 2 до ограничителя. Поворотом рукоятки 3 через рейку и шарнирно-рычажный механизм вводят фиксатор 4 в гнездо и одновременно закрепляют стол.

Универсально-наладочное приспособление (УНП) состоит из универсального базового агрегата и сменных наладок. Базовый агрегат представляет собой законченный механизм долговременного действия, предназначенный для многократного использования. Под сменной наладкой понимается элементарная сборочная единица,

обеспечивающая установку конкретной заготовки на базовом приспособлении. При смене объекта производства базовая часть, а также универсальные элементы и узлы сменных наладок, которыми комплектуются УНП, используются многократно. Проектированию и изготовлению подлежат лишь специальные наладки, являющиеся наиболее простой и недорогой частью приспособлений

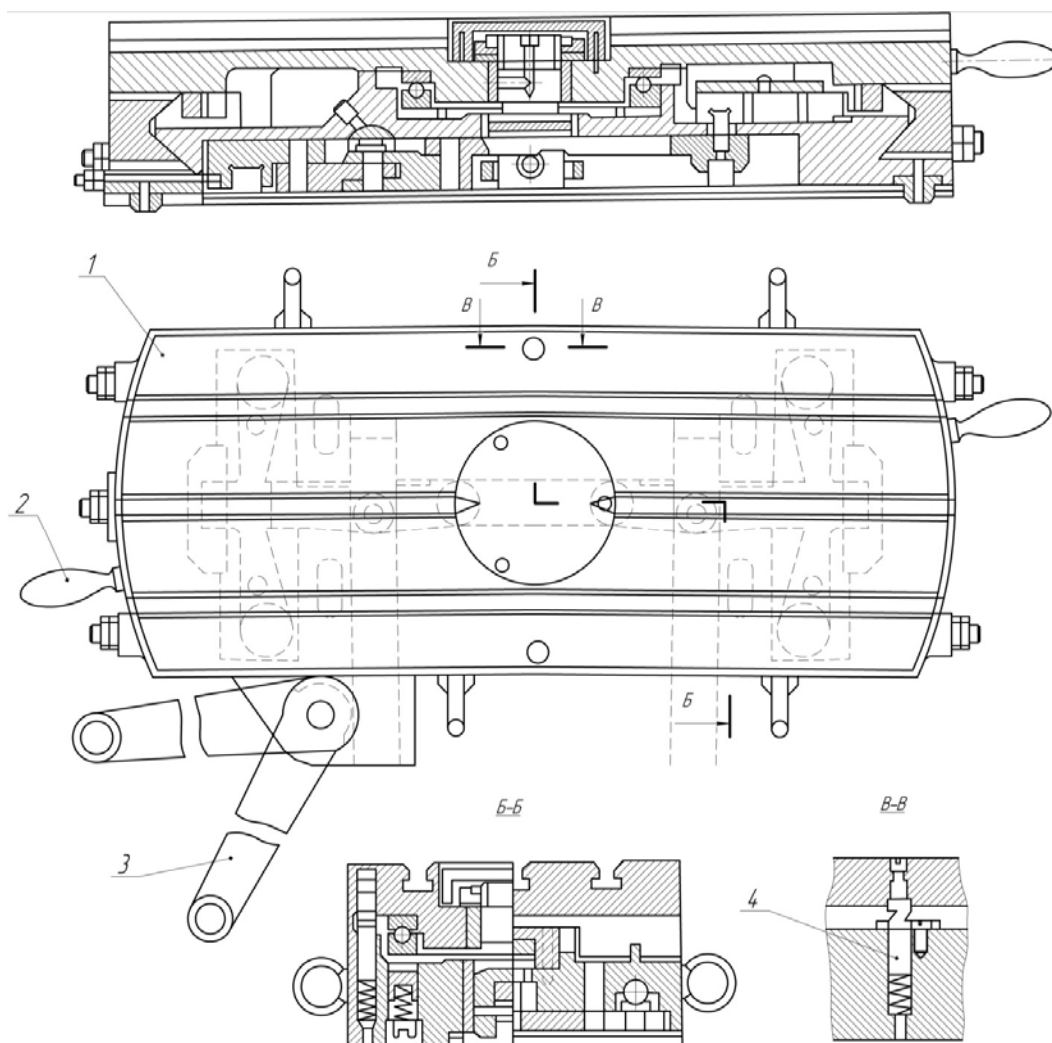


Рис. 3.4. Поворотный двухпозиционный стол: 1 – планшайба; 2 – рукоятка поворота; 3 – рукоятка зажима; 4 – фиксатор

УНП целесообразно применять на станках с ЧПУ в мелкосерийном производстве, особенно при использовании групповых методов обработки. Универсальные наладочные приспособления предназначены для базирования и закрепления широкой номенклатуры заготовок, устанавливаемых в сменных наладках. Конструкции приспособлений состоят из двух частей: базовой части и сменной наладки.

Под сменной наладкой понимается сборочная единица, т.е. самостоятельная часть конструкции, обеспечивающая установку конкретной заготовки на базовом приспособлении. Базовая часть приспособлений – неизменная постоянная часть приспособления, предназначенная для установки наладок в процессе компонования конструкций наладочных станочных приспособлений, представляет собой законченный механизм многократного использования в компоновках универсально-наладочных приспособлений.

При смене объекта производства базовая часть приспособления и универсальные сменные наладки (установочные и зажимные элементы) используются многократно. Проектированию и изготовлению подлежат лишь наиболее простые и недорогие части приспособления – специальные сменные наладки. УНП оснащают фрезерные, сверлильные и расточные станки с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного многономенклатурного производства.

Тиски предназначены для базирования и закрепления заготовок различных деталей при их обработке на фрезерных станках с ЧПУ. Они состоят из корпуса 10 с неподвижной 3 и подвижной 9 губками (рис. 3.5). Обрабатываемые заготовки прижимаются к сменной наладке 5 неподвижной губки 3 с помощью сменной наладки 6 поворотной губки 8. От гидроцилиндра 2 двустороннего действия через винт 4 сила зажима передается подвижной губке 9. Поворотная губка 8 шарнирно закреплена на оси 7 подвижной губки 9, что обеспечивает возможность губке 8 самоустанавливаться при закреплении заготовок с непараллельными плоскостями. Положение подвижной губки регулируется вращением винта 4 рукояткой 1.

В качестве источника давления масла могут быть использованы электронасосные аккумуляторные станции или пневмогидравлические преобразователи давления. Тиски базируются на столе станка по продольному и поперечному пазу шпонками. Такие тиски (благодаря использованию различных наладок) позволяют устанавливать различные заготовки.

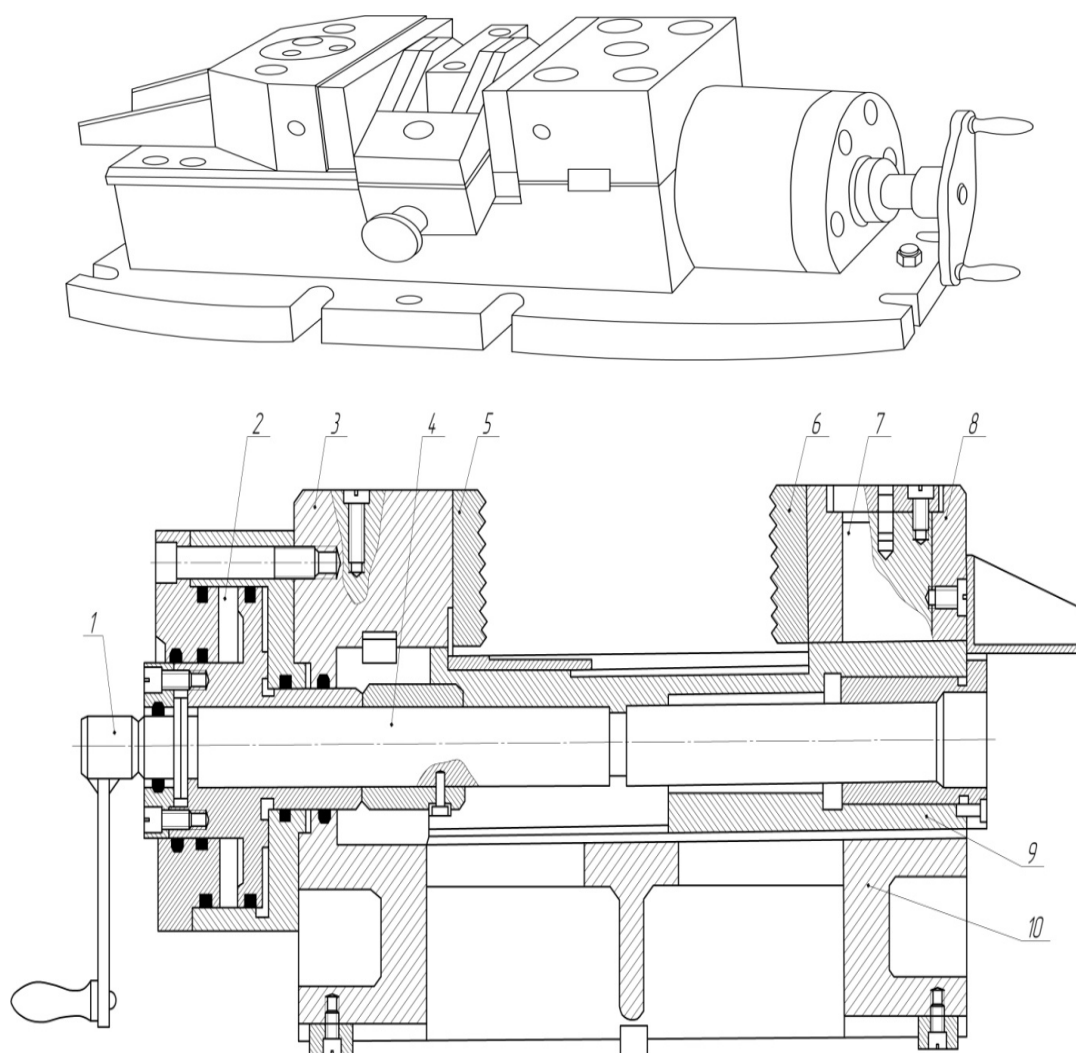


Рис. 3.5. Тиски универсальные наладочные гидравлические: 1 – рукоятка; 2 – гидроцилиндр; 3 – неподвижная губка; 4 – винт; 5, 6 – сменные наладки; 7 – ось; 8 – поворотная губка; 9 – подвижная губка; 10 – корпус

Стол, изображенный на рис. 3.6, предназначен для базирования и закрепления заготовок деталей типа тел вращения, устанавливаемых в трехкулачковом патроне, а также в сменных наладках с креплением по торцу через центральное отверстие. При обработке заготовки с пяти сторон стол может быть установлен в горизонтальном и вертикальном положениях.

В корпусе 13 стойки размещен цилиндр 10 с поршнем 8. Полость цилиндра закрыта крышкой 11. На штоке поршня выполнена кольцевая канавка, в которую входят кулачки двухплечих рычагов 12, установленных в корпусе на осях. Другие кулачки этих рычагов расположены в пазах ползунов 15, на которых в определенном положении закрепляют кулачки 14. Направляющими для ползунов являются планки 7. Для

защиты направляющих от стружки и грязи к ползунам прикреплены уголки 16.

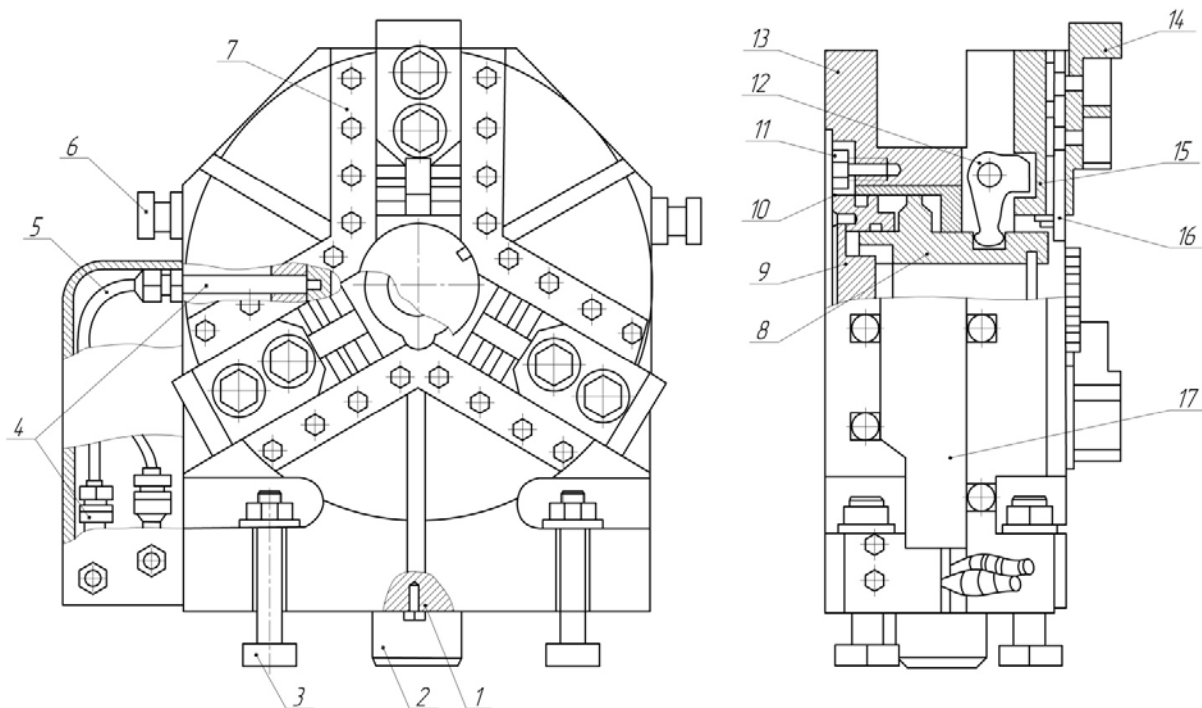


Рис. 3.6. Стол круглый горизонтально-вертикальный, неподвижный:
 1 – шпонка; 2, 6 – штыри; 3 – болт; 4 – штуцер; 5 – трубка; 7 – планка;
 8 – поршень; 9 – упор; 10 – цилиндр; 11 – крышка; 12 – рычаг; 13 – корпус;
 14 – кулачок; 15 – ползун; 16 – уголок; 17 – кожух

Кулачки базируются на ползунах (с помощью поперечных шпоночных пазов и установочных штифтов) и крепятся к ним болтами, входящими в продольный Т-образный паз. Число и расположение поперечных пазов на ползуне выбраны так, что две разновидности кулачков могут закрепить заготовки любого размера в интервале диаметров, предусмотренных технической характеристикой.

В отверстии штока имеется канавка, выполненная так, что в нее можно завести головку Т-образного болта для закрепления заготовок через центральное отверстие, которое обычно закрыто крышкой. Упор 9 предотвращает поворот штока.

Масло в цилиндр подается через штуцеры 4 и трубки 5. Трубки закрыты кожухом 17. На столах станков с центральным отверстием стойку фиксируют штырем 2 и шпонкой 1, прикрепленной к корпусу винтом, и закрепляют болтами 3 с гайками. Штыри 6 предназначены для транспортирования стойки. На лицевой стороне корпуса радиально

расположены три Т-образных паза, в которые устанавливают специальные сменные наладки для фиксации заготовок сложной формы, а также для крепления подставок или прокладок, необходимых при сверлении сквозных отверстий.

Приспособление (рис. 3.7) предназначено для базирования и закрепления заготовок плоских деталей при обработке на фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ. Приспособление состоит из базовой части – плиты 6 со встроенными гидроцилиндрами и сменных наладок, на которые крепятся неподвижная 7 и подвижная 8 губки.

Заготовки базируют по трем плоскостям. Заготовку устанавливают на сменную наладку неподвижную губку 7 и закрепляют двумя сменными наладками подвижными губками 8. В корпус плиты встроены 15 гидроцилиндров двустороннего действия. Не участвующие в работе гидроцилиндры отключаются поворотом штока на 90°. Масло в гидроцилиндр от источника давления (гидроаккумуляторной станции) поступает в каналы плиты через штуцеры 1 и 2. Сила зажима подвижным губкам передается от гидроцилиндра через рычажную передачу. Плиту базируют по пазу стола станка шпонкой 5 и закрепляют болтами 3 и гайками 4.

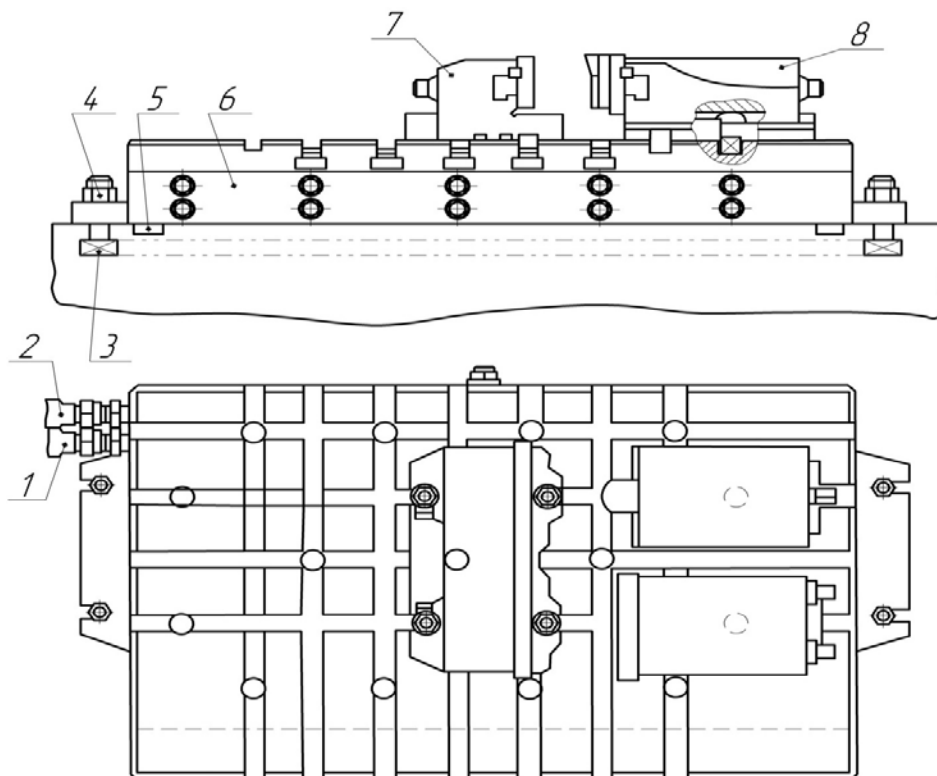


Рис. 3.7. Универсально-наладочное приспособление для установки плоских деталей: 1, 2 – штуцеры; 3 – болт; 4 – гайка; 5 – шпонка; 6 – плита; 7 – неподвижная губка; 8 – подвижная губка

Универсально-наладочное приспособление (рис. 3.8) предназначено для базирования и закрепления корпусной заготовки при обработке на фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ. Заготовку базируют по трем плоскостям. Ее устанавливают на верхнюю поверхность плиты 5 и доводят до двух регулируемых упоров 4 и упора 3.

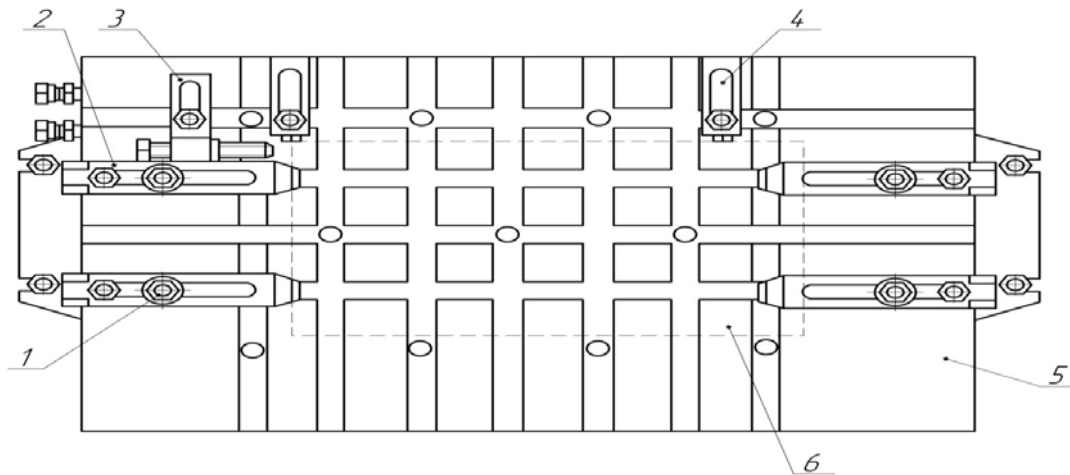


Рис. 3.8. Универсально-наладочное приспособление для установки корпусных деталей: 1 – шпилька; 2 – прихват; 3 – упор; 4 – регулируемый упор; 5 – плита; 6 – заготовка

Заготовку закрепляют четырьмя прихватами 2 с помощью гаек и шпилек 1, ввернутых в штоки поршней, встроенных в плиту 6 гидроцилиндров двустороннего действия.

3.2. Специализированные наладочные приспособления (СНП) обеспечивают базирование и закрепление типовых по конфигурации заготовок различных размеров. СНП состоит из базового агрегата и сменных наладок.

Многократно используемый базовый агрегат предназначен для установки сменных наладок. Многоместные приспособления обеспечивают возможность смены заготовок вне рабочей зоны станка. Эффективной областью применения СНП на станках с ЧПУ является серийное производство.

Специализированные наладочные приспособления предназначены для базирования и закрепления заготовок родственных по конфигурации деталей различных габаритных размеров и с одинаковыми схемами базирования.

Компоновка СНП состоит из конструкции специализированного (по схеме базирования и виду обрабатываемых деталей) базового аг-

регата и сменных наладок универсальных или специальных установочных и зажимных элементов.

Базовый агрегат предназначен для многократного использования в компоновках СНП. Сменная наладка – это компоуемые на базовом агрегате установочные и зажимные элементы, обеспечивающие базирование и закрепление определенной заготовки. Система СНП характеризуется применением многоместных приспособлений, обеспечивающих высокую производительность.

Двухместное специализированное приспособление (рис. 3.9) предназначено для базирования и закрепления деталей типа «фланец», «втулка», «стакан» при обработке радиальных отверстий на сверлильных станках с ЧПУ.

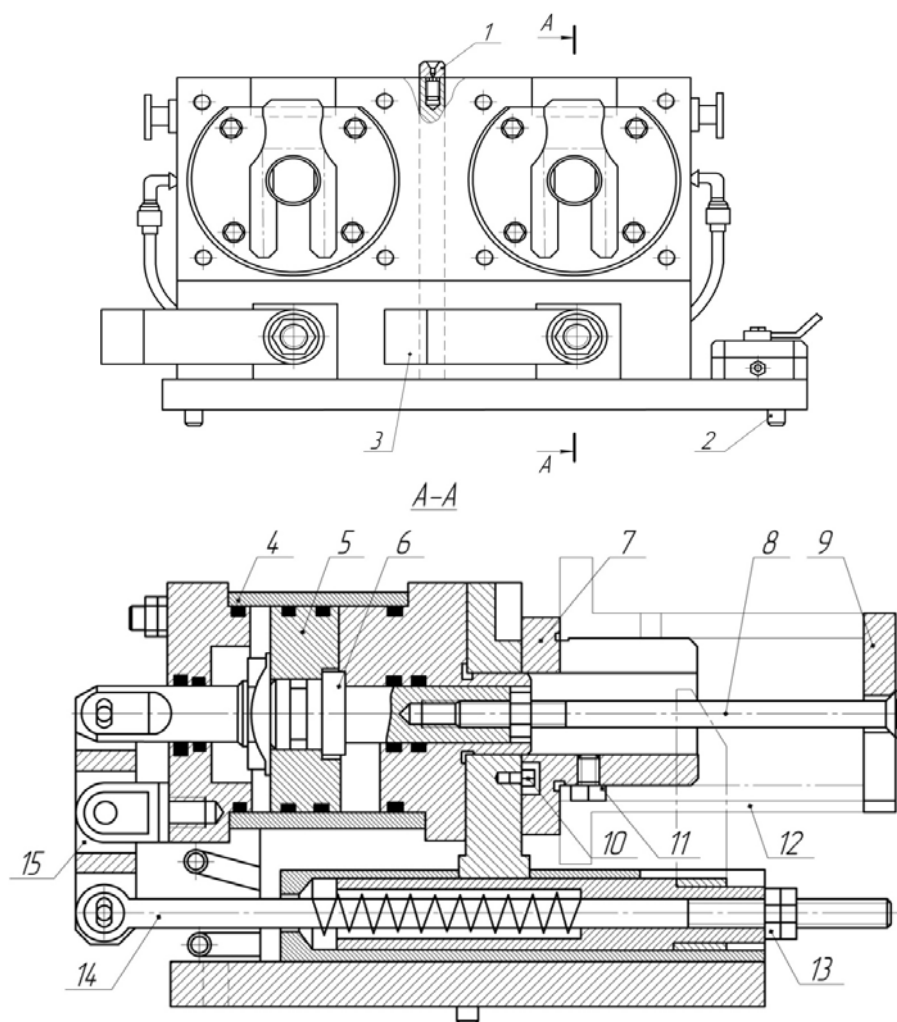


Рис. 3.9. Двухместное специализированное приспособление для установки заготовок деталей типа фланец: 1 – установ; 2 – палец; 3 – прихват; 4 – гидроцилиндр; 5 – поршень; 6 – шток; 7 – сменная наладка; 8 – болт; 9 – быстросменная шайба; 10 – штырь; 11 – винт; 12 – заготовка; 13 – гайка; 14 – тяга; 15 – рычаг

Заготовки базируют по торцу, по отверстию и шпоночному пазу. Заготовку 12 устанавливают на сменную наладку 7 и фиксируют по шпоночному пазу головкой винта 11.

Заготовки закрепляют быстросъемной шайбой 9 с помощью болта 8, ввернутого в шток 6 поршня 5 гидроцилиндра 4. Заготовки больших диаметров закрепляют поворотными прихватами 3, сила зажима которых передается от гидроцилиндра 4 с помощью рычага 15, тяги 14 и гаек 13. Сменные наладки 7 устанавливают на корпусе приспособления и фиксируют по штырю 10. Приспособление базируют на столе станка пальцами 2.

По оси приспособление устанавливают так, чтобы центр, установленный в шпиндель станка, совместился с центровым гнездом станова 1.

Приспособление (рис. 3.10) предназначено для базирования и закрепления заготовок деталей типа «корпус – крышка» различных типоразмеров при их обработке на сверлильных станках с ЧПУ.

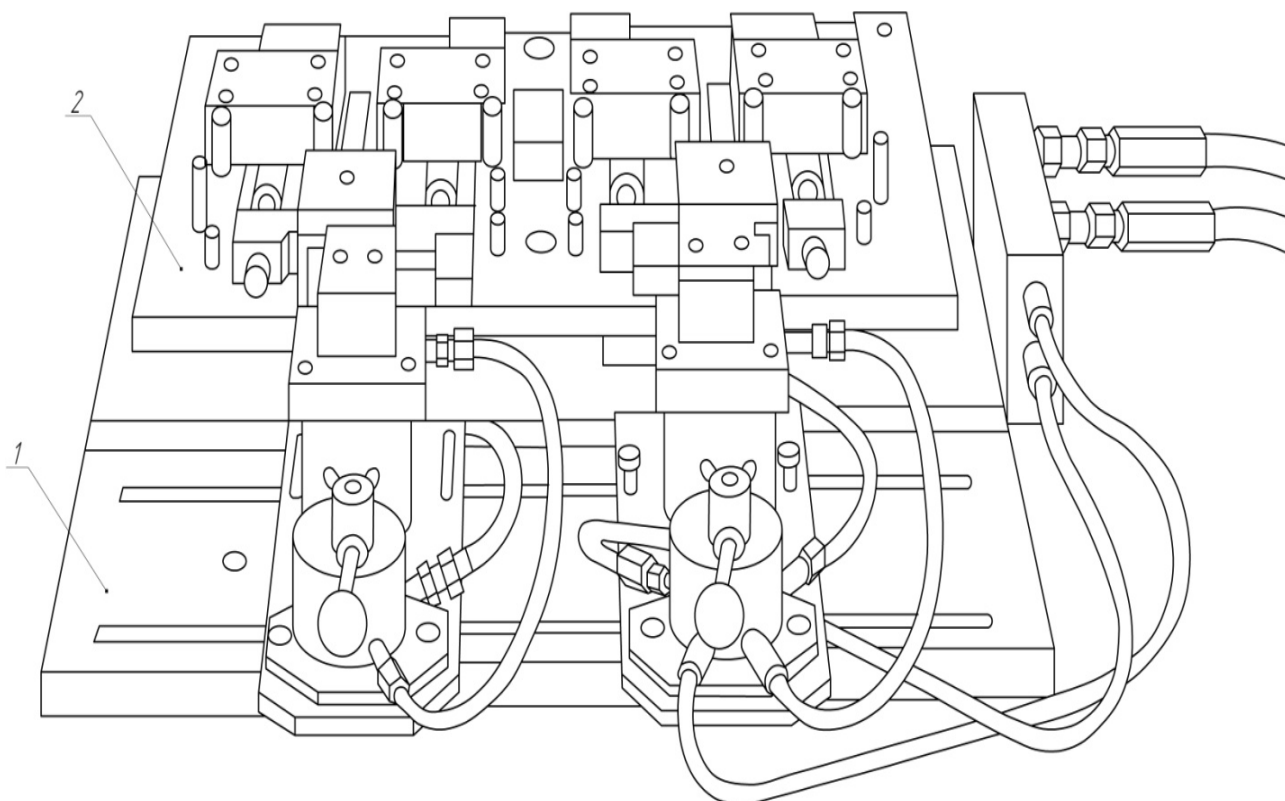


Рис. 3.10. Специализированное наладочное многоместное приспособление для установки заготовок деталей типа «корпус – крышка»: 1 – базовая плита; 2 – сменная наладка

Приспособление состоит из основания 1 (базовой плиты) и многорестных сменных наладок 2, обеспечивающих установку 618 заготовок. Сменные наладки базируются на основании 1 двумя отверстиями по цилиндрическому и ромбическому штырям. Базовые опоры наладок имеют точную координацию относительно нуля детали. Поэтому совмещение шпинделя станка с осью, проходящей через нулевую точку, осуществляется один раз при установке основания.

Трехпозиционное специализированное приспособление (рис. 3.11) предназначено для базирования и закрепления гидропанелей при обработке отверстий на сверлильных станках с ЧПУ.

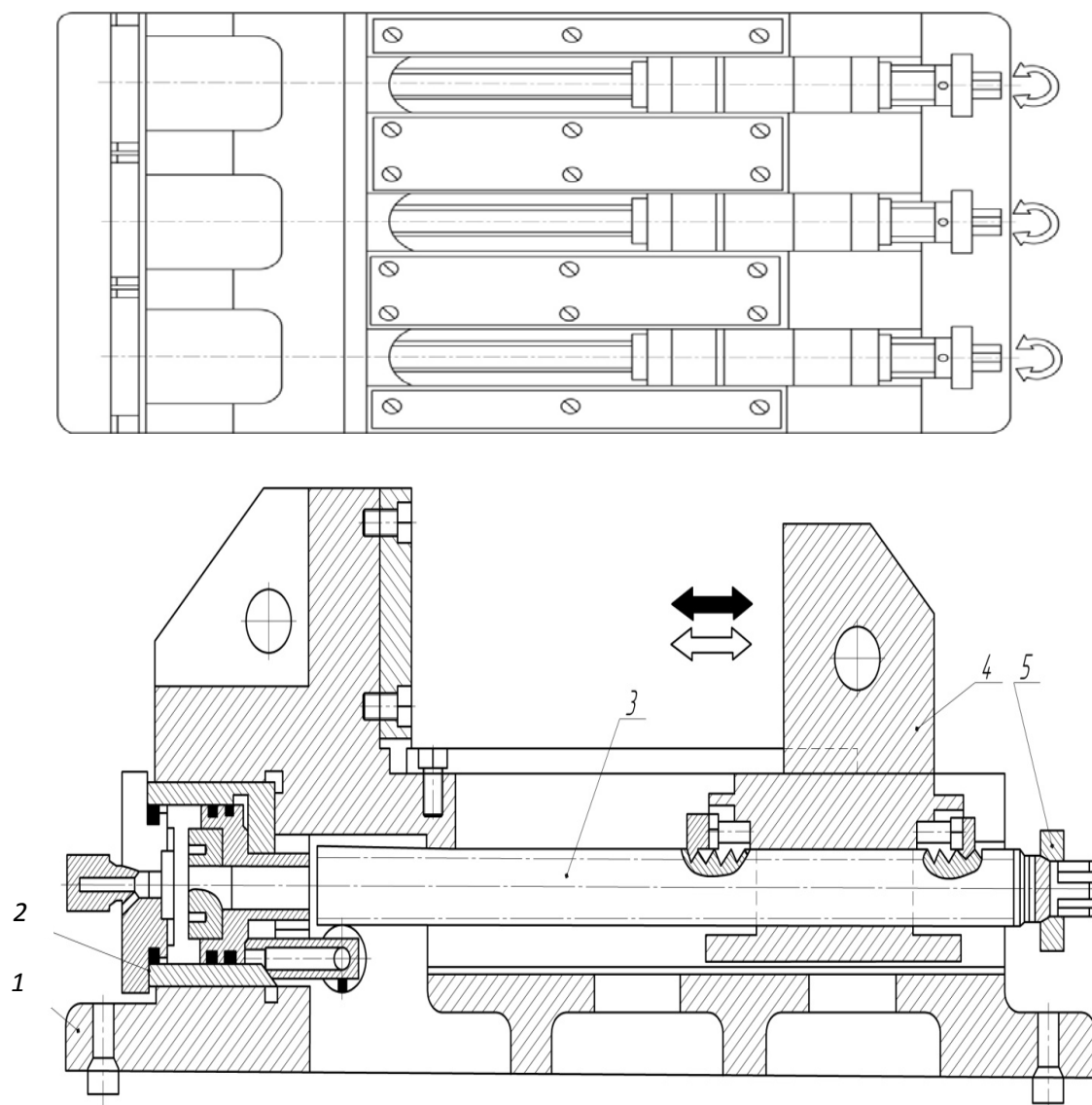


Рис. 3.11. Трехпозиционное специализированное приспособление для установки заготовок гидропанелей: 1 – гидроцилиндр; 2 – корпус; 3 – винт; 4 – подвижная губка; 5 – рукоятка

Приспособление состоит из корпуса 2 и трех встроенных гидроцилиндров 1 двустороннего действия. Переналадка приспособления для обработки следующей партии заготовок осуществляется перемещением губок при вращении винтов 3 рукоятками 5. Заготовки обрабатывают с трех сторон. Для этого их устанавливают в трех позициях и обрабатывают последовательно по заданной программе. Управление каждым цилиндром осуществляется от отдельного золотника.

При подаче от источника давления (пневмогидравлического усилителя или электрогидравлического насоса) масла в штоковую полость гидроцилиндра винт 3 передает силу зажима подвижной губке 4, закрепляющей обрабатываемую заготовку в первой позиции.

Во время обработки заготовки, находящейся в рабочей позиции, в остальных позициях переустанавливают или меняют заготовку. При этом время, затрачиваемое на эти приемы, перекрывается временем обработки. Все заготовки заменяются при остановке станка после обработки их во всех трех позициях.

3.3. Универсально-сборные приспособления (УСП) [3]

Компоновки УСП собираются из стандартных элементов, изготовленных с высокой степенью точности. Элементы и узлы фиксируются системой шпонка – паз. Высокая точность элементов УСП обеспечивает сборку приспособлений без последующей механической доработки. После использования компоновок их разбирают на составные части, многократно используемые в различных сочетаниях в новых компоновках. Элементы УСП постоянно находятся в обращении в течение 18 – 20 лет. Такая система не требует конструирования и изготовления приспособлений. Цикл оснащения станка приспособлением системы УСП состоит из сборки компоновки и ее установки, на что затрачивается в среднем 34 часа.

Система УСП-ЧПУ предназначена для компоновки приспособлений для станков с ЧПУ, работающих в условиях мелкосерийного и серийного производства. В состав комплекта входят детали и сборочные единицы (узлы): базовые, корпусные, опорные, установочные, крепежные, прижимные и вспомогательные. К базовым относятся детали и узлы, являющиеся основаниями для компоновки приспособлений: стандартные плиты УСП, пневмостол, магнитная плита, самоцентрирующий и плавающий зажимы.

К крепежным и прижимным элементам относятся элементы, предназначенные для соединения корпусных, опорных, установочных и базовых деталей между собой (шпонки, прихваты, болты, шпильки, гайки). Для закрепления заготовок используют усиленные болты с резьбой М16, пазовые сухари для шпилек М16, а также различные механизированные или гидравлические зажимы.

К корпусным, опорным и установочным деталям относятся детали, предназначенные для базирования обрабатываемых заготовок на основании (прокладки, опоры, планки, призмы). Из них образуются установочные, направляющие и опорные базирующие элементы.

Вспомогательные узлы предназначены для механизированного привода приспособлений. К ним относятся пневмо- гидропреобразователь, коллекторы высокого давления, пневмопанель. Приспособления, komponуемые из элементов комплекта УСП-ЧПУ в совокупности со стандартными элементами УСП, применяют для установки заготовок с габаритными размерами до 600x400x300 мм. Применение неразборных сборочных единиц и зажимных устройств, а также встроенных в базовые узлы пневмо – или гидроцилиндров ускоряет компоновку приспособлений. Базовые узлы обеспечивают минимальное количество стыков в компоновках, что повышает жесткость приспособлений.

Исходными для сборки приспособления (рис. 3.12) являются различные базовые элементы, с которыми (при компоновке и сборке приспособления) собираются установочные элементы, элементы дополнительного базирования, прихваты и т. д.

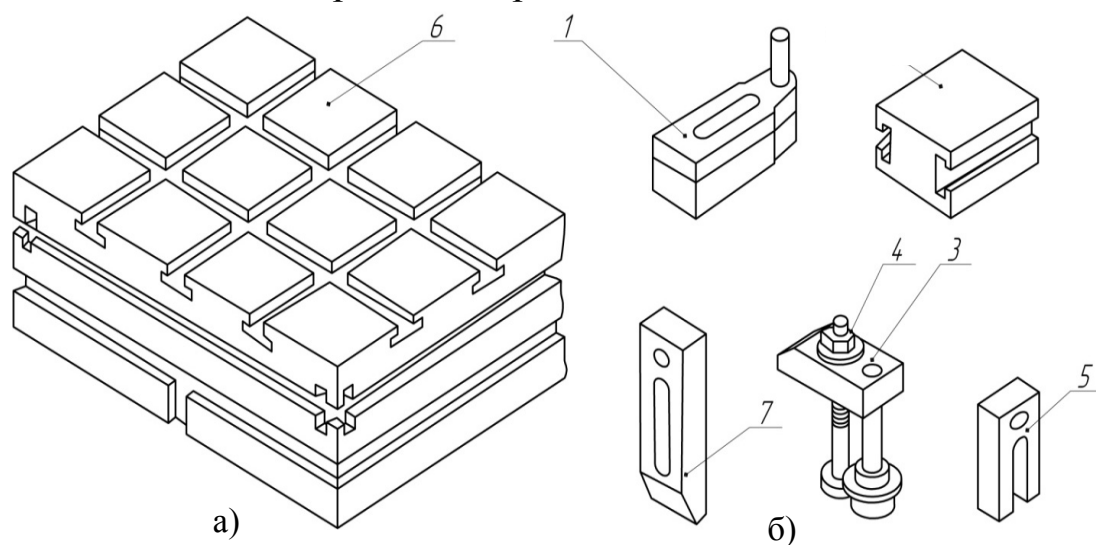


Рис. 3.12. Универсально-сборное приспособление для обработки параллельных пазов: а – общий вид; б – элементы приспособления

Система универсально-сборных механизированных приспособлений для станков с ЧПУ (УСПМ-ЧПУ) (рис. 3.13) является развитием УСП. Компоновки УСПМ-ЧПУ предназначены для установки заготовок на станках с ЧПУ фрезерной и сверлильной групп в условиях единичного и мелкосерийного производства. Основой комплектов УСПМ-ЧПУ считаются гидравлические блоки, представляющие собой базовые плиты УСП с сеткой пазов и встроенными гидроцилиндрами, а также плиты без встроенных цилиндров. В последнем случае для механизации зажимов применяют различные гидроцилиндры (гидроприхваты).

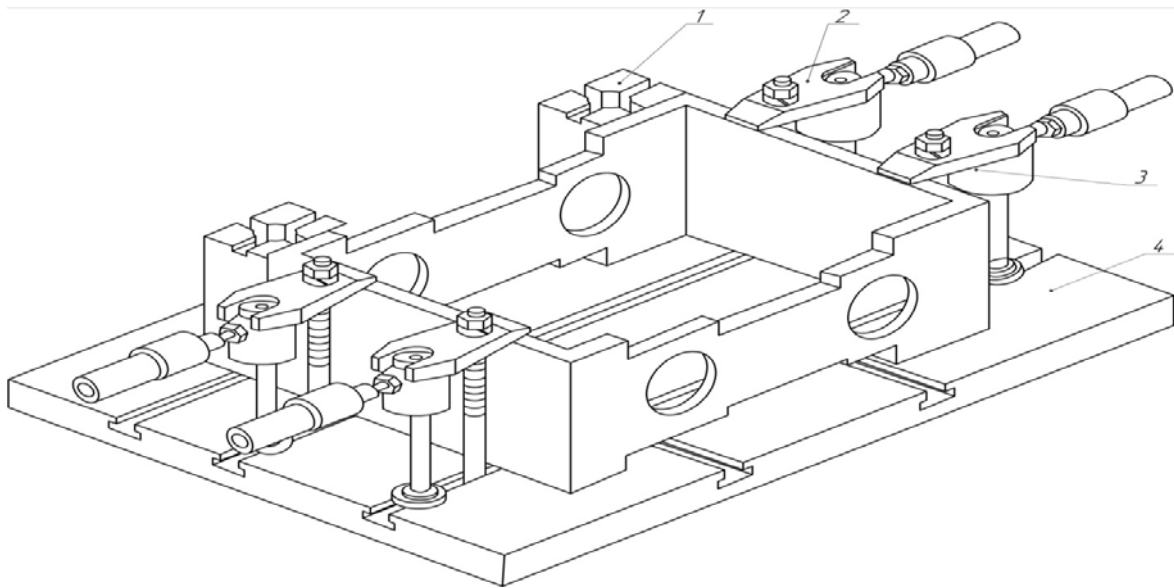


Рис. 3.13. Приспособление из элементов УСПМ-ЧПУ

Компоновка четырех гидроприхватов на опорной базовой плите 4 с упорными базовыми элементами 1 отличается простотой, причем гидроприхваты обеспечивают достаточно большие усилия закрепления заготовки и являются быстродействующими.

Основа гидроприхвата (с прижимной планкой 2) – гидроцилиндр 3. При подаче масла под давлением через штуцер поршень поднимается вместе с одним из концов планки, поворачивая ее относительно средней опоры (винт с гайкой). Происходит закрепление заготовки. После этого, вращая вручную гайку, поднимают ее до упора в торец поршня. Теперь при снятом давлении масла в гидроцилиндре заготовка остается надежно закрепленной.

Двухместное приспособление для установки валика (рис. 3.14) предназначено для базирования и закрепления двух заготовок деталей

типа "валик" при обработке отверстий в торцах на сверлильных станках с ЧПУ.

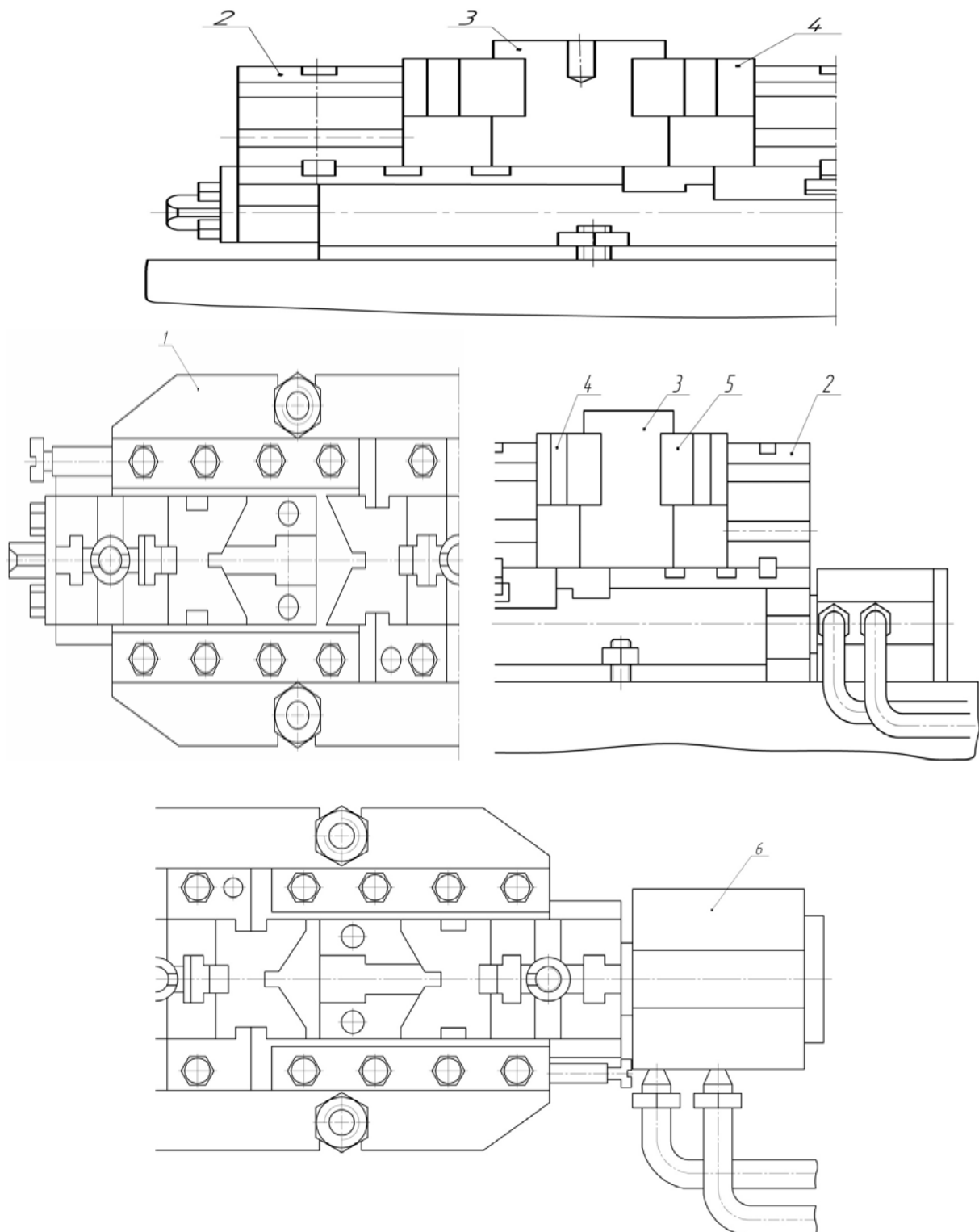


Рис. 3.14. Двухместное приспособление для установки валика: 1 – плавающий зажим; 2 – опора; 3 – заготовка; 4 – неподвижная призма; 5 – подвижная призма; 6 – гидроцилиндр

Базовым элементом приспособления является плавающий зажим 1. Заготовки 3 базируются по торцу и наружной цилиндрической поверхности, устанавливаются на верхнюю поверхность плавающего зажима 1 и прижимаются подвижными призмами 5 к неподвижным призмам 4.

Сила зажима призмой 5, установленной на подвижной губке плавающего зажима, передается от гидроцилиндра 6 через опоры 2.

Приспособление для установки корпусной детали (рис. 3.15) предназначено для базирования и закрепления корпусных деталей при обработке на фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ.

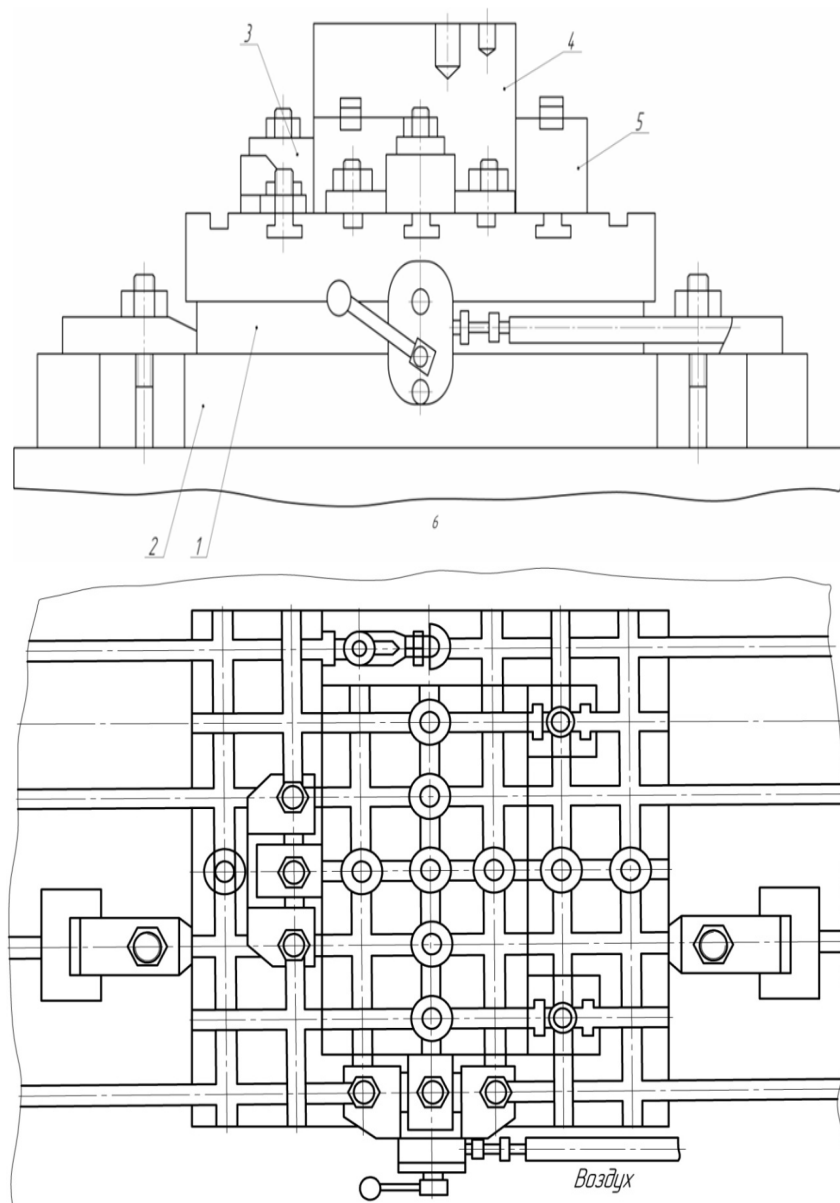


Рис. 3.15. Приспособление для установки корпусной детали: 1 – пневмостол; 2 – стол станка; 3 – зажим кулачковый; 4 – заготовка; 5 – опора

Базовый элемент приспособления – это пневмостол, на котором komponуются установочные и зажимные элементы. Заготовку 4 базируют по трем плоскостям. Заготовку устанавливают на пневмостол 1 и доводят боковой плоскостью до двух опор 5, а торцевой – до опоры 6. Заготовка поджимается к опорам двумя кулачковыми зажимами 3. Пневмостол 1 устанавливают на стол станка 2 и базируют по пазу и отверстию шпонкой и штырем.

Универсально-сборочное приспособление (рис. 3.16) предназначено для базирования и закрепления детали типа «рычаг» при обработке по контуру на фрезерных станках с ЧПУ. Заготовку 6 базируют по плоскости и двум отверстиям, устанавливают плоскостью на бурты втулки 5 и плавающего штыря 7 и отверстиями на втулку 5 и штырь 7.

Заготовку закрепляют быстросъемной шайбой 10 с помощью гайки 3 и шпильки 4, ввернутой в шток поршня гидроцилиндра. Базовую плиту 8 закрепляют на столе станка прихватами 9. Гидроцилиндр 2 закрепляют на столе станка 1 прихватами 9 и 11.

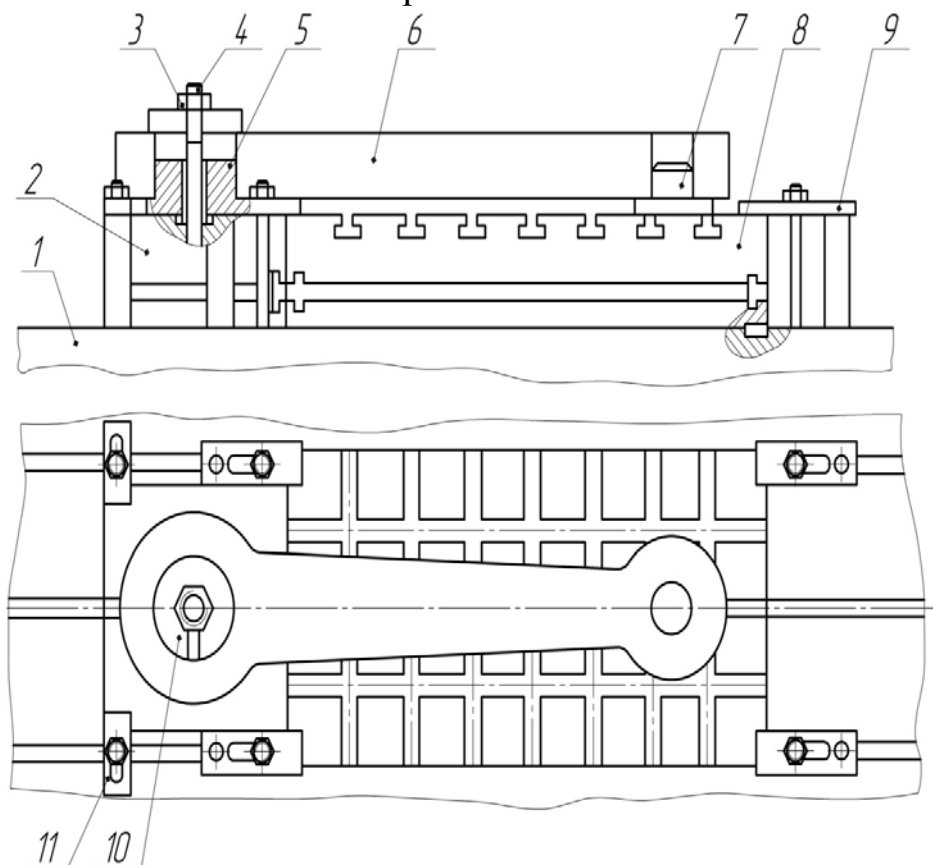


Рис. 3.16. Универсально-сборочное приспособление (УСП-ЧПУ) для установки рычага: 1 – стол станка; 2 – гидроцилиндр; 3 – гайка; 4 – шпилька; 5 – втулка; 6 – заготовка; 7 – штырь; 8 – базовая плита; 9, 11 – прихваты; 10 – быстросъемная шайба

3.4. Сборно-разборные приспособления (СРП-ЧПУ) [3]

В комплект СРП-ЧПУ входят элементы (детали и сборочные единицы), из которых komponуют различные сборно-разборные приспособления, применяемые при механической обработке заготовок на фрезерных, сверлильных и других станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Элементы СРП-ЧПУ соединяются между собой винтами, шпильками, гайками и фиксируются относительно друг друга системой «палец – отверстие» в базовых элементах, имеющих сетки координатно-фиксирующих отверстий. Система «палец – отверстие» гарантирует более высокую точность и стабильность точностных параметров приспособлений, чем система «шпонка – паз». Кроме того, применение сетки отверстий позволяет повысить жесткость базовых элементов. Координатно-фиксирующие отверстия выполняются во втулках, изготовленных из металла, обладающего высокой прочностью и износостойкостью. Втулки запрессованы в корпус плиты. Приспособления имеют полное базирование на столе станка и точно ориентируют заготовку по отношению к началу координат станка. В состав комплекса СРП-ЧПУ входят прямоугольная плита, круглая стойка, плита и делительная стойка (рис. 3.17).

В СРП-ЧПУ могут быть использованы также специальные детали и блоки (сменные наладки) (рис. 3.18), которые базируются на базовых элементах сетки координатно-фиксирующих отверстий. Выпускают два комплекта элементов СРП: с пазами шириной 14 мм (СРП-14 ЧПУ) и с пазами шириной 18 мм (СРП-18 ЧПУ).

Приспособления переналаживают путем их перекомпоновки или замены специальных сменных деталей и наладок. Эти приспособления предназначены для оснащения фрезерных станков с ЧПУ (их можно также использовать на сверлильных и обрабатывающих центрах). Элементы СРП-ЧПУ фиксируются системой палец – отверстие, в отличие от УСП, где фиксация осуществляется системой «шпонка – паз». Система «палец – отверстие» гарантирует более высокую точность, жесткость и стабильность параметров приспособления.

Фиксирующие отверстия выполнены во втулках из прочного и износостойкого металла, втулки запрессованы в корпуса плит и

угольников. Для крепления базовые элементы комплекта снабжены Т-образными пазами.

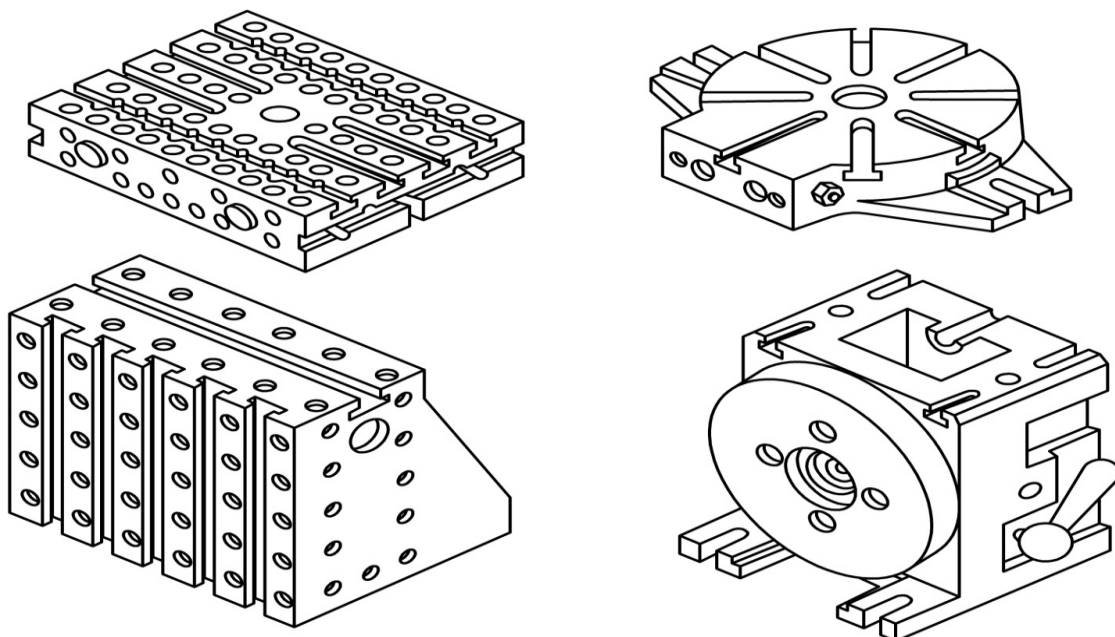


Рис. 3.17. Базовые сборочные единицы комплекта СРП-ЧПУ

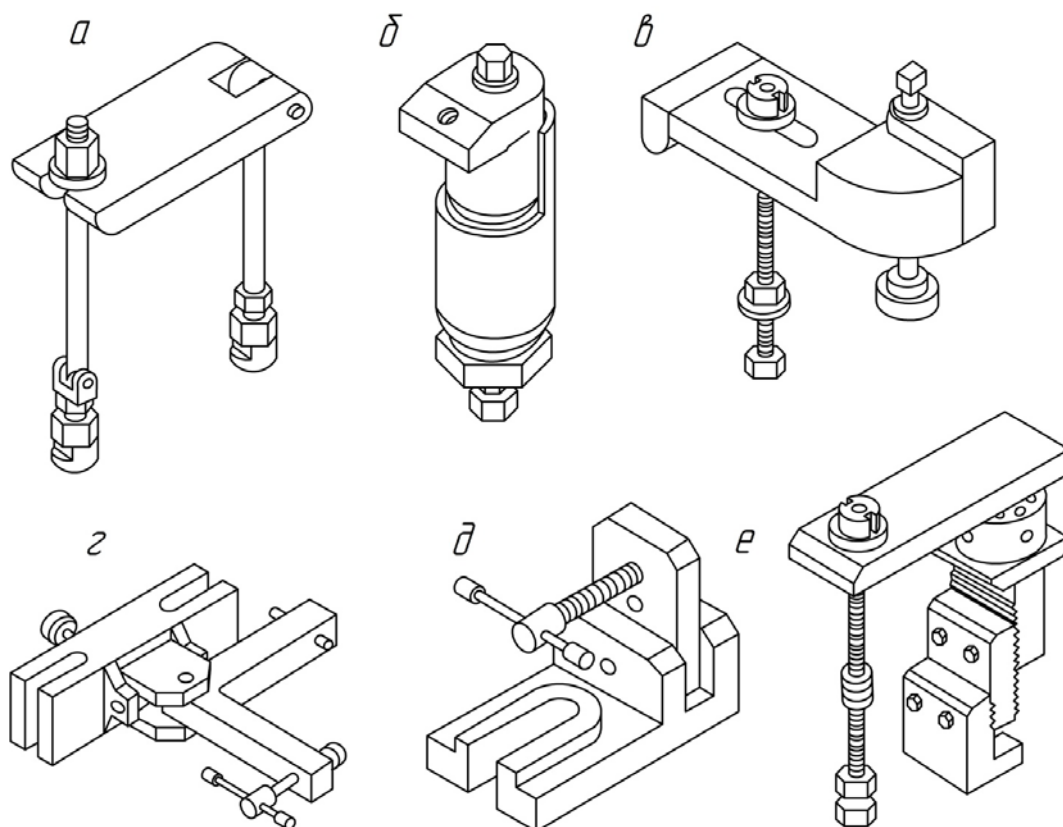


Рис. 3.18. Прихваты, входящие в комплект СРП-ЧПУ: а – качающийся; б – гидравлический передвижной с регулируемой опорой; в – Г-образный; г – угловой откидной; д – откидной; е – высокий

В комплект СРП–ЧПУ входят базовые сборочные единицы – (2–5) %; прижимные элементы – (18–20) %; опорные элементы (опоры регулируемые, подводимые, самоустанавливающиеся, планки, подкладки) – (8–10) %; установочные элементы (пальцы, штыри, шаблоны) – (15–20) %; крепежные детали – (45–50) %; пружины, переходные планки для дополнения приспособлений элементами из комплектов УСП – (2–5) % от общего числа единиц.

Для механизации закрепления в комплект входят прямоугольные и круглые плиты со встроенными гидравлическими цилиндрами, а также отдельные гидравлические прижимы. Наибольшее усилие гидравлического прижима – 50 кН.

Время сборки одного приспособления средней сложности – 0,5 ч.

Сборно-разборные приспособления компонуется наладчик на специализированном участке. Он использует карту наладки приспособления, в которой приведен перечень базовых и прижимных элементов приспособления, указаны базовые поверхности и места их расположения, вид привода, габаритные размеры по высоте.

Пневмогидроусилитель состоит из пневматического и гидравлического цилиндров; соотношение их диаметров таково, что площадь пневмоцилиндра в 20 раз больше площади гидроцилиндра, тем самым давление воздуха в 0,5 МПа приводит к получению рабочего давления масла в 10,0 МПа.

Иногда для привода зажимного устройства используют наборы тарельчатых пружин, а с помощью гидравлики снимают усилие и раскрепляют заготовку. Пружинный зажим обеспечивает постоянную силу закрепления и безопасность в случае падения давления масла в гидросистеме.

При использовании СРП для многоцелевых станков часто базовую плиту выполняют как основание приспособления-спутника. Это жесткая плита (рис. 3.19, а) с точно обработанными поверхностями, имеющая направляющие для прямолинейных перемещений. На такой плите 4 (рис. 3.19, б) размещают базовые элементы 1, предназначенные для установки заготовки. Каждый элемент закрепляют в нужном положении с помощью сухаря, вставленного в Т-образный паз, и болта с внутренним шестигранником, пропущенным через отверстие опоры. В качестве крепежных элементов используют шпильки 2,

ввернутые в резьбовые отверстия плиты или в сухари, вставленные в Т-образные пазы, и регулируемые по высоте упоры 3, закрепленные в плите таким же образом. Заготовки закрепляют прихватами и гайками, накрученными на верхние концы крепежных шпилек (рис. 3.19, в).

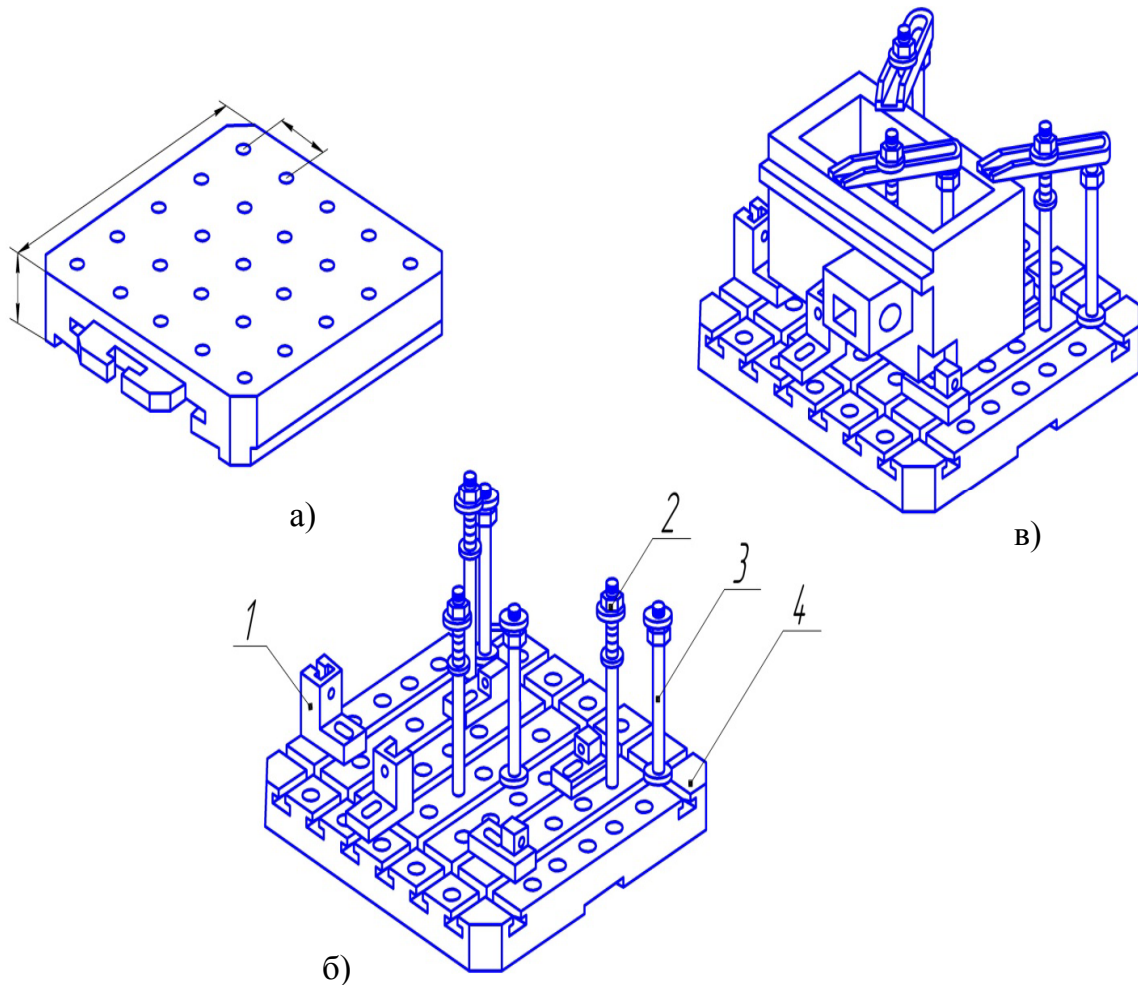


Рис. 3.19. Приспособление-спутник; а – плита приспособления-спутника станка ИР 500МФ4; б – плита с закрепленным на ней приспособлением; в – приспособление в собранном виде с установленной заготовкой

Для получения нужной силы зажима можно использовать электромеханический или гидромеханический ключ, расположенный на рабочем месте, где заготовки устанавливают в приспособление-спутник перед подачей его на станок. Предусмотрена также возможность использования для закрепления заготовок сменных силовых приводов, устанавливаемых взамен зажимных гаек.

Приспособление (рис. 3.20) предназначено для базирования и закрепления заготовок деталей типа «вал» при обработке шпоночных пазов на фрезерных станках с ЧПУ.

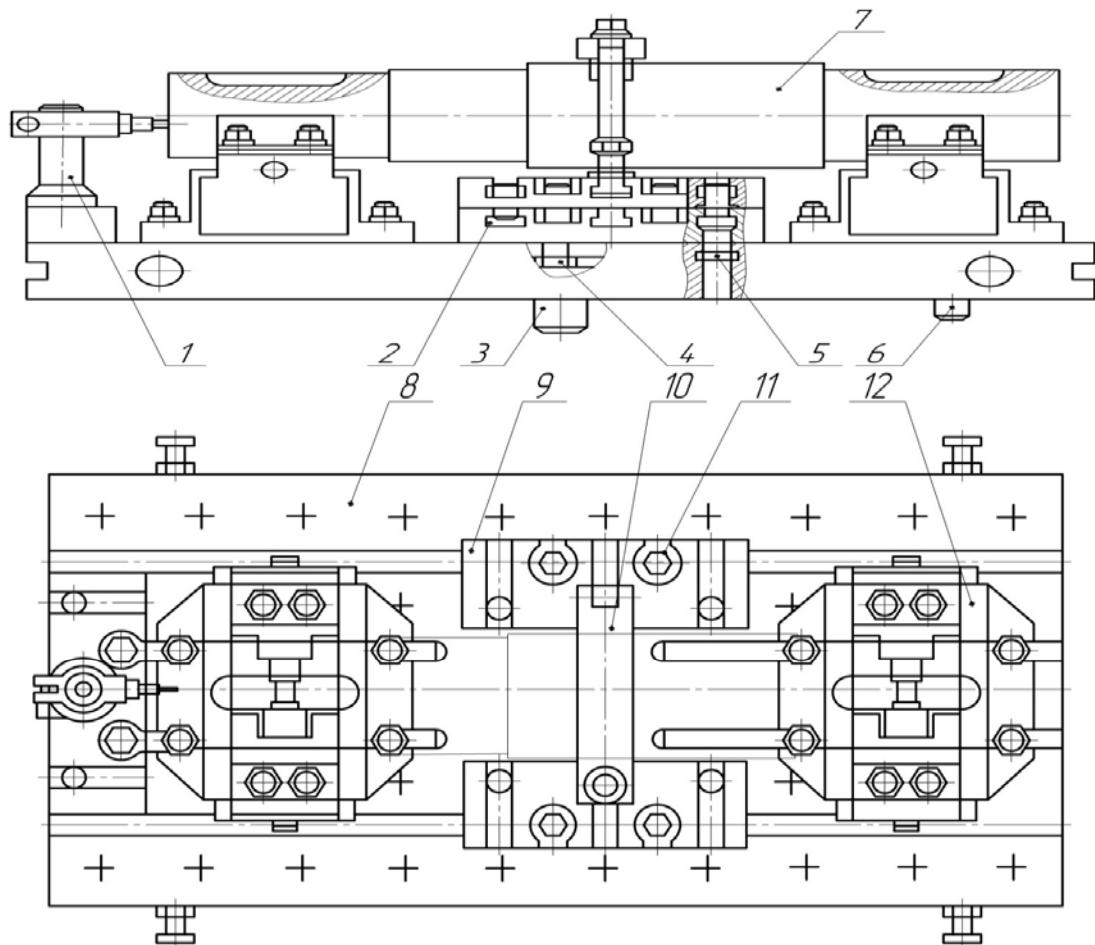


Рис. 3.20. Сборно-разборное приспособление (СРП – ЧПУ) для установки вала: 1 – опора; 2, 3 – базирующие пальцы; 4 – пазовый болт; 5, 6 – базирующие пальцы; 7 – заготовка; 8 – плита; 9 – планка; 10 – прижим; 11 – гайка; 12 – призма

Заготовку 7 базируют по наружным цилиндрическим поверхностям и торцу и устанавливают на призмы 12 до упора в опору 1. Закрепляют прижимом 10 с откидной планкой, установленным в планках 9. Планки 9 базируют на базовой плите 8 пальцами 2 и 5 и закрепляют болтами 4 и гайками 11. Плиту базируют на столе станка с помощью пальцев 3 и 6.

Приспособление (рис. 3.21) предназначено для базирования и закрепления двух заготовок деталей типа «Корпус» при обработке отверстий и карманов на фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ.

Заготовки 6 базируют по трем плоскостям, устанавливают на верхнюю плоскость базовой плиты 1 до упора планки 5 и пальцы 3. Заготовки закрепляют отводимыми прижимами 2. Плиту базируют на столе станка пальцами 4.

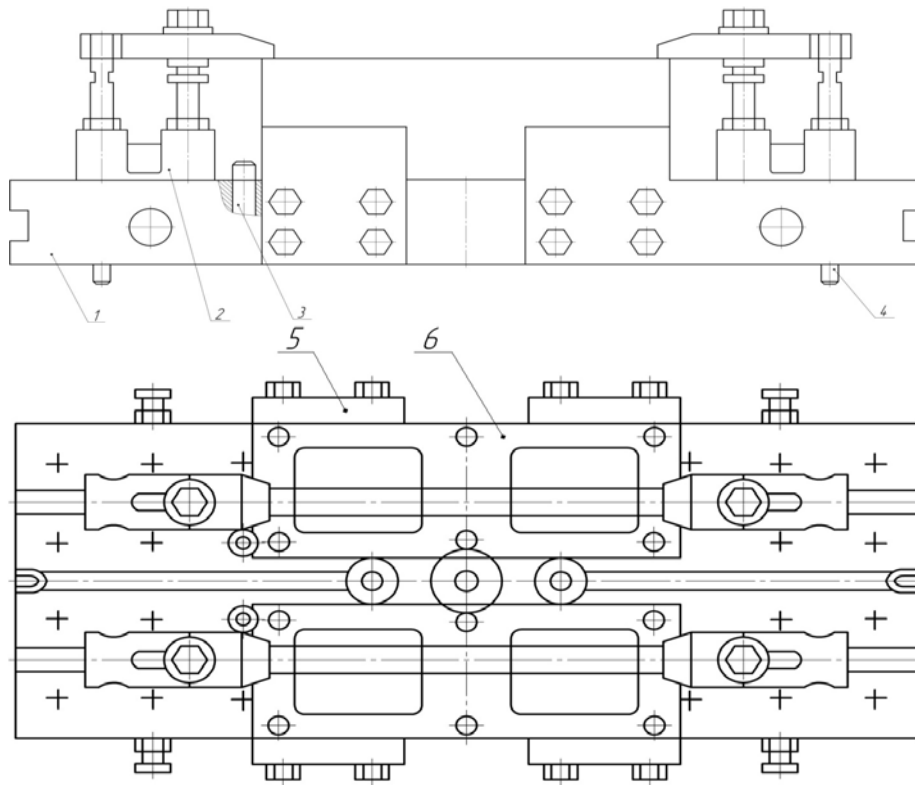


Рис. 3.21. Сборно-разборное двухместное приспособление (СРП – ЧПУ) для установки корпуса: 1 – плита; 2 – прижим; 3, 4 – базирующие пальцы; 5 – планка; 6 – заготовка

Обычно в системе станка приспособление–спутник с закрепленной заготовкой подается на основной стол станка и удаляется с него в разгрузочную позицию автоматически. Поясним это на примере (рис. 3.22).

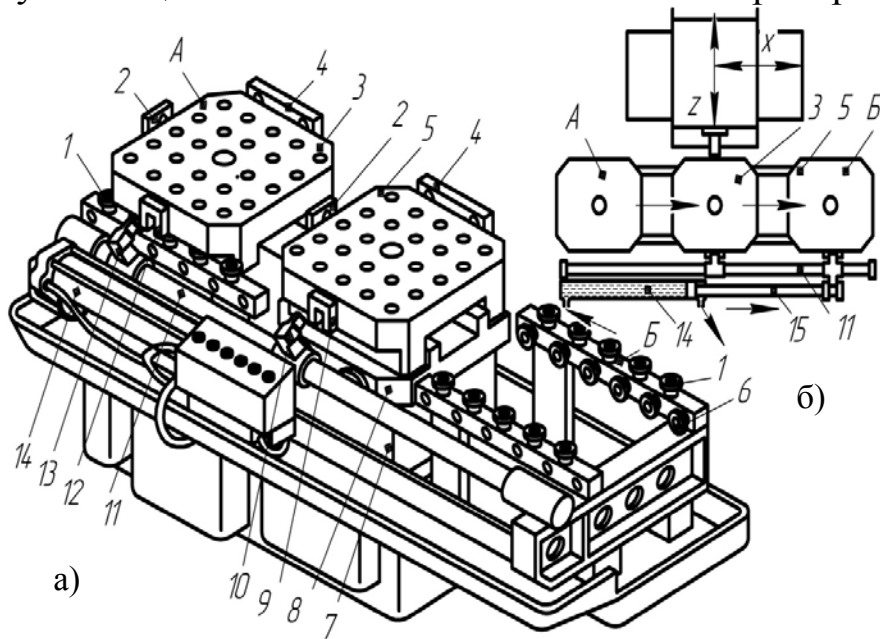


Рис. 3.22. Устройство замены приспособления–спутника на станке: а – общий вид; б – схема действия

Станок имеет один точный поворотный стол 8, установленный на жесткой станине 7. Прямо-линейных перемещений у стола нет, их выполняет стойка со шпиндельной бабкой. На поворотном столе и расположенной слева от него загрузочно-разгрузочной позиции А находятся плиты–спутники 3 и 5. Спутники имеют горизонтальную базовую плоскость и планки 2 и 4, позволяющие точно ориентировать заготовку в пространстве. Сетка резьбовых отверстий служит для расстановки других базовых и крепежных элементов. Справа от стола станка находится вторая загрузочно-разгрузочная позиция Б. Для того чтобы уяснить цикл работы станка, представим, что на спутнике 5 закреплена заготовка и станок выполняет ее обработку сначала с одной, а затем, после поворота стола вместе со спутником, – с других сторон. За это время на спутник, находящийся в позиции А, устанавливается вторая заготовка. Когда обработка первой заготовки закончится, спутник 5 автоматически передвинется в позицию Б для разгрузки, а на его место поступит спутник 3 со второй заготовкой. В дальнейшем «маятниковое» движение спутников будет повторяться. Для перемещения их с позиций А и Б имеются поддерживающие 6 и направляющие 1 ролики.

Транспортирующим органом служит гидроцилиндр 14, шток 15 которого связан со штангой 11. На штанге имеются захваты 10 и 13, которые могут входить в зацепление с замками 9 и 12 спутников. Для этого штанга поворачивается относительно горизонтальной оси с помощью механизма, не показанного на рисунке. Отводить захваты от спутников необходимо для того, чтобы можно было поворачивать спутник, находящийся в рабочей позиции.

При использовании приспособлений–спутников возникают определенные трудности, связанные с необходимостью точно фиксировать спутник на столе станка. Эта задача решается двумя путями.

Первый путь – базирование спутника на столе станка по плоским направляющим и двум базовым фиксаторам с последующим закреплением. В этом случае может появиться погрешность установки вследствие наличия зазоров и изнашивания фиксаторов и их направляющих, а также базовых отверстий спутников.

Второй путь, более сложный, – контроль положения спутника после его закрепления на столе станка с последующим вводом коррекции, учитывающей погрешность положения спутника в УП.

Закрепляют спутники на столе станка двумя основными способами. Первый – с помощью силового привода (как правило, гидравлического), при этом необходимо подводить масло высокого давления к подвижному и поворотному столам. Второй способ несколько проще. Спутник закрепляют с помощью Г-образных прихватов, автоматически вводимых в пазы плиты спутника и поджимающих его к направляющим с помощью мощных тарельчатых пружин. Пружины обеспечивают постоянство силы закрепления спутника в процессе обработки заготовки. Тогда при смене заготовок встает задача не закрепления, а раскрепления путем принудительного сжатия тарельчатых пружин.

Неразборные специальные приспособления (НСП) используют в условиях массового и крупно-серийного производства. Приспособления этой системы не являются переналаживаемыми. Детали нельзя повторно использовать в других компоновках. Конструкции приспособлений предназначены для одной определенной деталиоперации. На станках с ЧПУ такие приспособления целесообразно применять лишь как исключение в том случае, если нельзя применить ни одну из переналаживаемых систем. Для станка с ЧПУ конструкция такого приспособления должна быть максимально упрощена.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. В каких типах производства и для каких групп станков с ЧПУ целесообразно применять универсальные безналадочные приспособления (УБП)?
2. Какие приспособления относятся к универсальным безналадочным?
3. Как устроены и функционируют тиски пневматические быстропереналаживаемые?
4. Как работают тиски со встроенным пневмогидравлическим преобразователем давления?
5. Нарисуйте компоновку поворотного стола, предназначенного для базирования и закрепления двух заготовок или приспособлений на фрезерных станках с ЧПУ.

6. Для установки каких заготовок используют круглый горизонтально-вертикальный, неподвижный стол? Изобразите компоновочную схему этого стола.

7. Опишите универсально-наладочное приспособление для установки плоских заготовок на сверлильных и фрезерных станках с ЧПУ.

8. Опишите универсально-наладочное приспособление для установки корпусных заготовок на сверлильных и фрезерных станках с ЧПУ.

9. Для базирования и закрепления каких заготовок используют специализированные наладочные приспособления?

10. Как устроено двухместное специализированное приспособление для установки заготовок деталей типа фланец ?

11. Какие приспособления называются универсально-сборными (УСП)?

12. Из каких основных сборочных единиц состоит универсально-сборное приспособление, применяемое на станках с ЧПУ?

13. Назовите основные элементы сборно-разборного приспособления.

14. Для чего используют приспособление-спутник?

15. Как устроено устройство замены приспособления–спутника на станке с ЧПУ?

4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ И ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

4.1. Модульные приспособления [3]

Для фрезерно-сверлильно-расточных станков с ЧПУ приспособления устанавливают на плиты–спутники, автоматически закрепляемые на поворотном столе станка. Особенностью этих приспособлений является их высокая жесткость и полное базирование на плитах-спутниках, заготовка может вращиваться с четырех и даже пяти сторон.

Модульные приспособления состоят из модулей: базовых плит и угольников, на которые компонуются модульные установочные и зажимные элементы. Комплект модулей используют для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования и закрепления заготовок корпусных и плоскостных деталей при их обработке на многоцелевых фрезерно-сверлильно-расточных станках с ЧПУ.

Базовым элементом служит плита (рис. 4.1) с сеткой точно расположенных резьбовых отверстий, закрываемых пробками для предохранения от попадания стружки. Два цилиндрических отверстия с точным межцентровым расстоянием предназначены для установки базирующих штырей, с помощью которых плиту базируют на столе станка. Плиту закрепляют четырьмя болтами. Сменные базирующие и зажимные элементы устанавливают и закрепляют в отверстиях плиты.

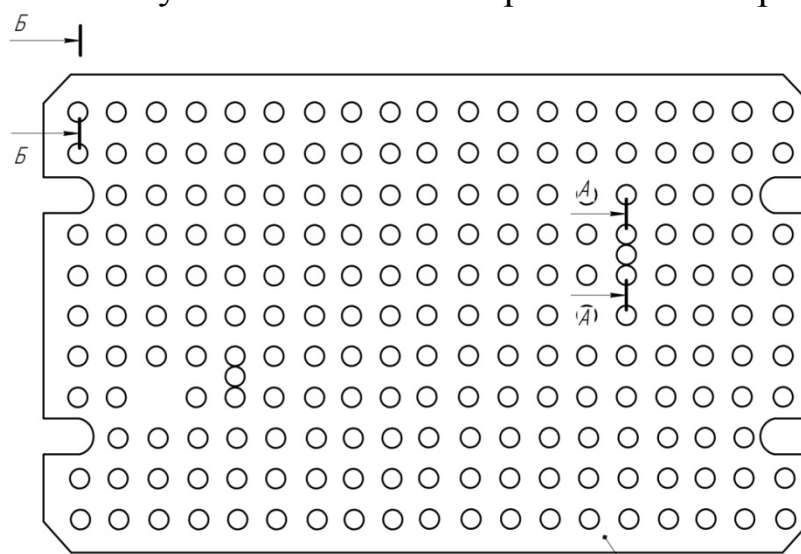


Рис. 4.1. Плита с сеткой точно расположенных резьбовых отверстий

Комплекты элементов (рис. 4.2) используют для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования по обработанным плоскостям или плоскости и двум отверстиям заготовок корпусных деталей при обработке их на станках с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы и многоцелевых станках с ЧПУ. Приспособления устанавливают на стол станка.

Габаритные размеры плит: С 7081-4007 700×1120×100 мм; С 7081-4010 700×800×100 мм; С 7081-4009 1120×1250×150 мм.

Габаритные размеры угольников: С 7080-4001 230×600×300 мм; С 7080-4005 600×1000×700 мм; С 7080-4002 600×1000×800 мм.

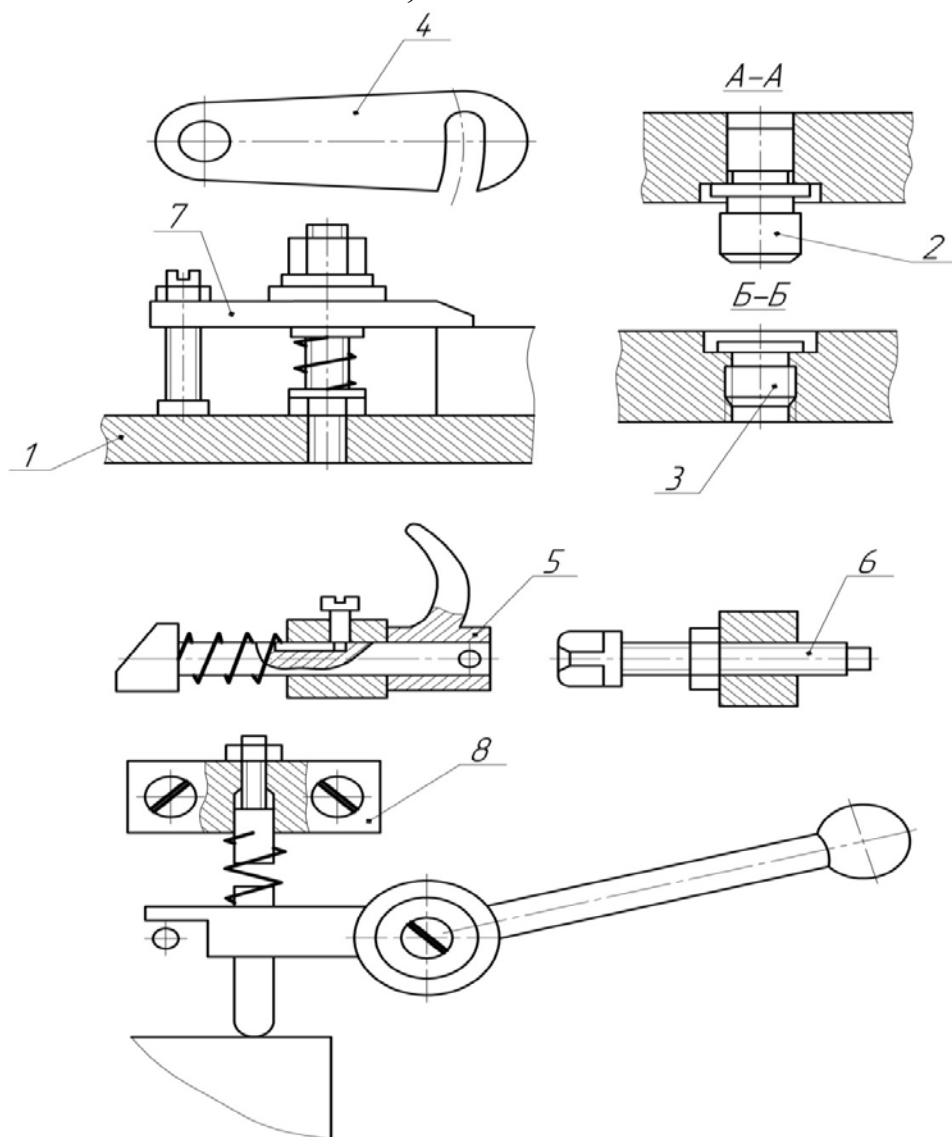


Рис. 4.2. Комплект элементов, из которых компонуют модульные приспособления: 1 – базовая плита; 2 – базирующий штырь; 3 – пробка; 4 – защелка; 5 – курковый прижим; 6 – регулируемый упор; 7 – зажимное устройство; 8 – горизонтальный прижим с рукояткой

Комплект сменных установочных и зажимных элементов комплектуется на базовых плитах 3 и угольниках 2 (рис. 4.3). Элементы базируются по координатно-фиксирующим отверстиям диаметром 12, 16 или 20 мм и закрепляются болтами, устанавливаемыми в Т-образных пазах шириной 14, 18 или 22 мм плиты или угольника.

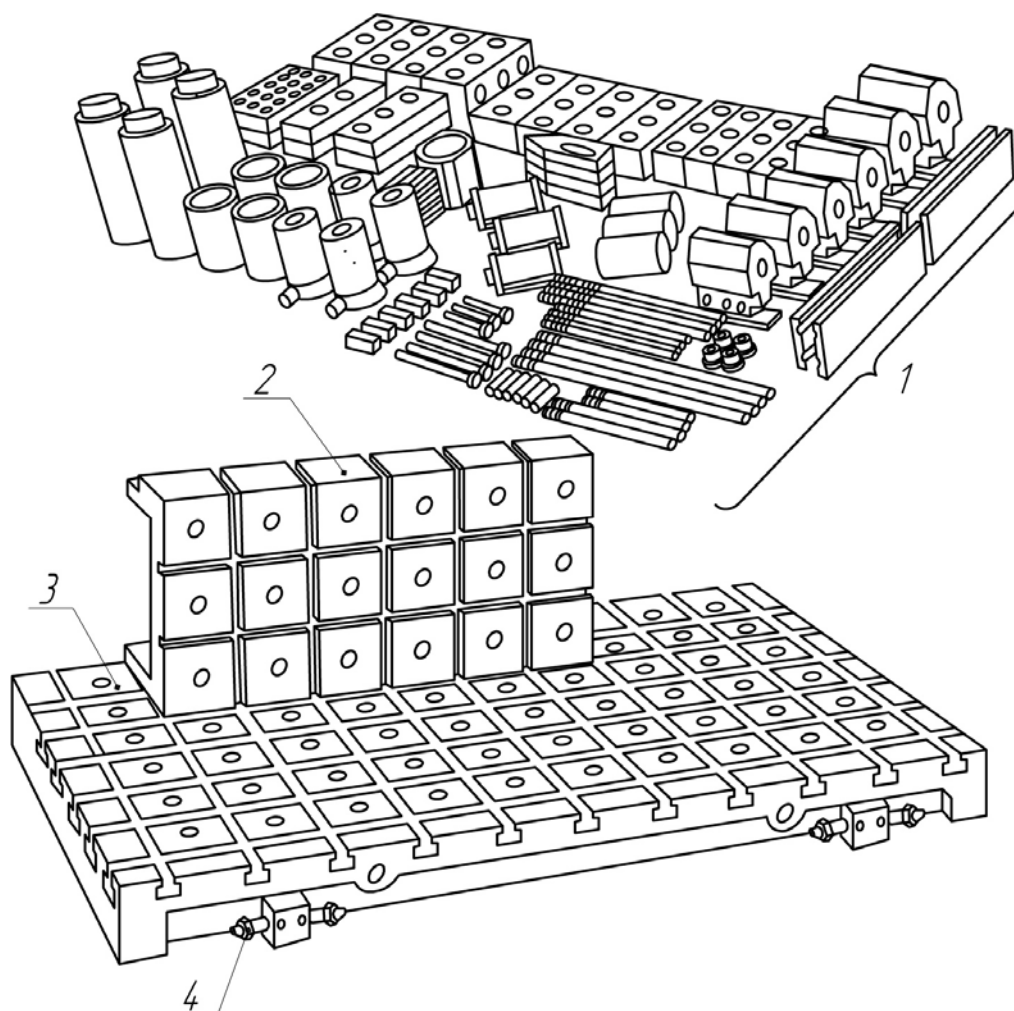


Рис. 4.3. Комплект элементов в сборе: 1 – комплект установочно-зажимных элементов; 2 – угольник; 3 – плита; 4 – штуцеры

Точное расположение заготовок относительно начала отсчета координат станка достигается наличием сетки координатно-фиксирующих отверстий. При использовании гидравлических зажимных устройств шланги от источника давления присоединяют к штуцерам 4.

Комплект системы КСС-1 предназначен для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей в точно фиксированном положении относительно системы координат при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ.

В комплект входят унифицированные универсальные столы-спутники 1 и универсальные угольники 2, имеющие сетку ступенчатых (гладких и резьбовых координатно-фиксирующих отверстий) (рис. 4.4). Наличие комплекта различных установочных 3 и зажимных 4 элементов обеспечивает большое количество разнообразных компоновок приспособлений для обработки заготовок большой номенклатуры деталей для обработки их на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях единичного и мелкосерийного производства.

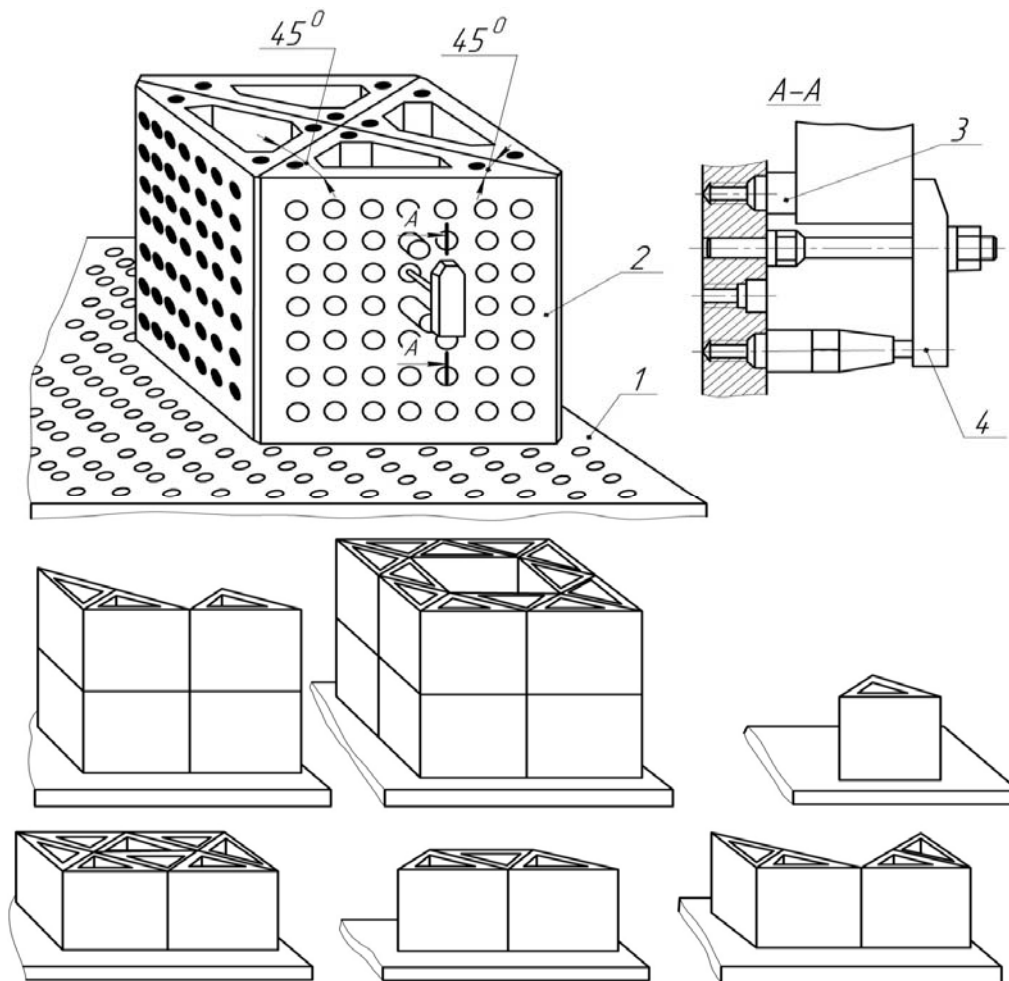


Рис. 4.4. Комплект элементов модульных приспособлений: 1 – плата-спутник; 2 – универсальный угольник; 3 – установочный элемент; 4 – зажимной элемент

Комплект элементов "Система-320" (рис. 4.5) используется для компоновки приспособлений, предназначенных для базирования и закрепления широкой номенклатуры заготовок корпусных деталей при обработке их на многоцелевых станках с ЧПУ, ГПС и ГПМ.

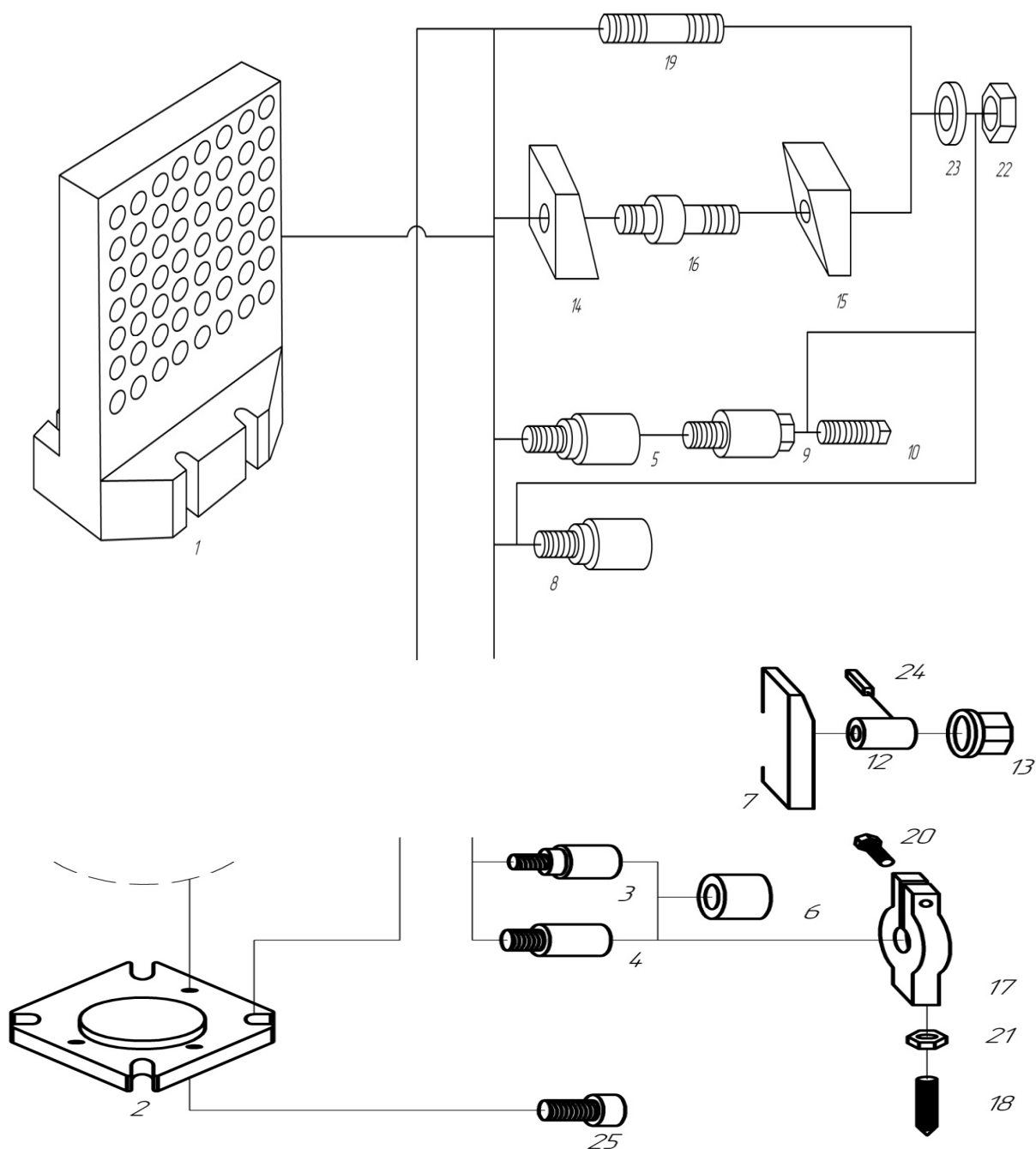


Рис. 4.5. Комплект элементов "Система-320": 1 – призма (2 шт.); 2 – плита (2 шт.); 3 – опора (34 шт.); 4 – упор (36 шт.); 5 – удлинитель (90 шт.); 6 – кольцо (64 шт.); 7 – прихват (38 шт.); 8 – упор регулировочный (6 шт.); 9 – опора (20 шт.); 10 – винт (20 шт.); 11 – шпилька (12 шт., не изображена); 12, 13 – гайки (24 шт.); 14 – корпус (5 шт.); 15 – клин (5 шт.); 16 – шпилька (5 шт.); 17 – хомут (6 шт.); 18 – винт (11 шт.); 19 – шпилька (16 шт.); 20 – болт (5 шт.); 21, 22 – гайки (35 шт.); 23 – шайба (12 шт.); 24 – штифт (12 шт.); 25 – винт (6 шт.)

Приспособления могут быть установлены как на столе станка, так и на спутниках. Комплект состоит из призм 1 и плит

2 и сменных установочно-зажимных элементов (3—25). Габаритные размеры призмы 160×320×270 мм. Наличие на призмах сетки точно расположенных комбинированных (цилиндрических и резьбовых) отверстий обеспечивает точное базирование заготовок относительно точки отсчета (начала координат). Буквенно-цифровая индикация координатно-фиксирующих отверстий обеспечивает быструю компоновку приспособлений по составленной технологом карте наладки. Переналадка приспособления осуществляется перекомпоновкой сменных элементов на базовых элементах или их регулированием.

Приспособление (рис. 4.6) предназначено для базирования и закрепления заготовок плоских деталей при обработке их на фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ. Заготовку 2 базируют по плоскости *A* и отверстию на плоскости плиты и штыре 1 и доводят до защелки 5 подпружиненным упором 4. Заготовки закрепляют прихватами 3.

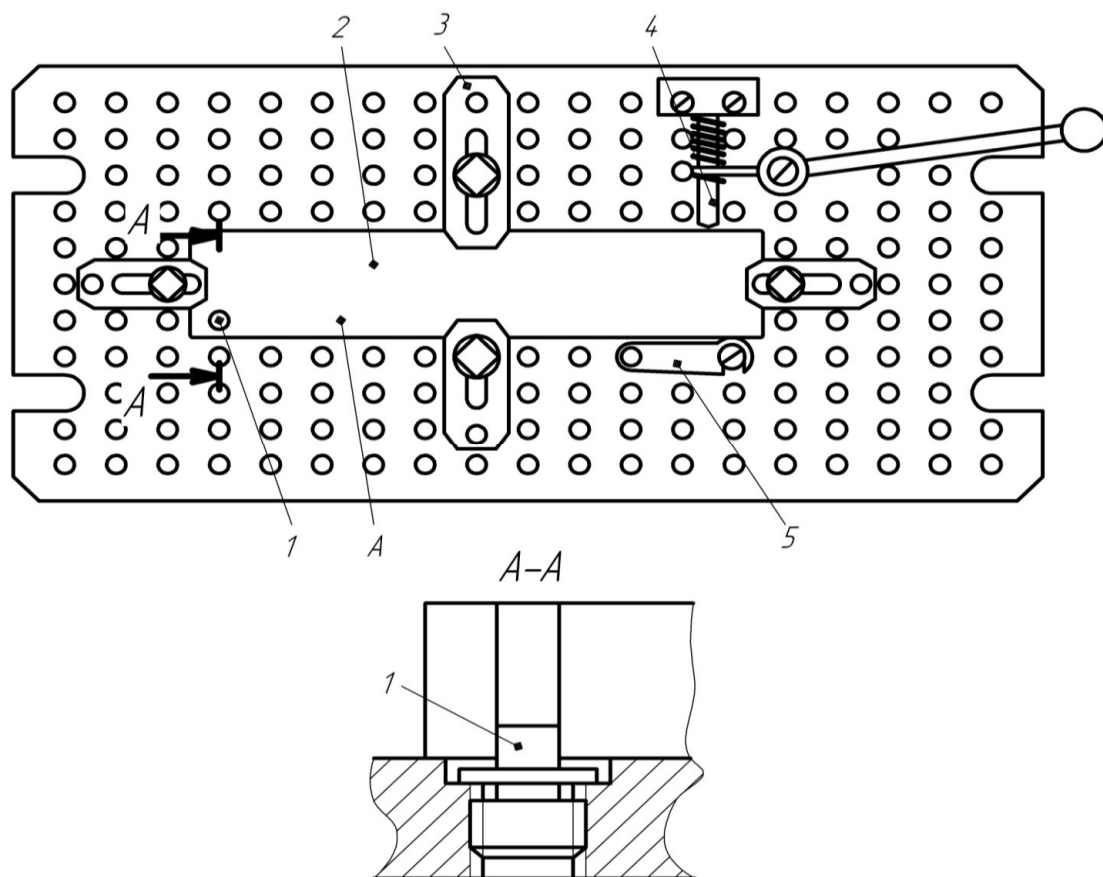


Рис. 4.6. Модульное приспособление для установки плоской детали:
 1 – штырь; 2 – заготовка; 3 – прихват; 4 – прижим горизонтальный с рукояткой; 5 – защелка

Приспособление (рис. 4.7) предназначено для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

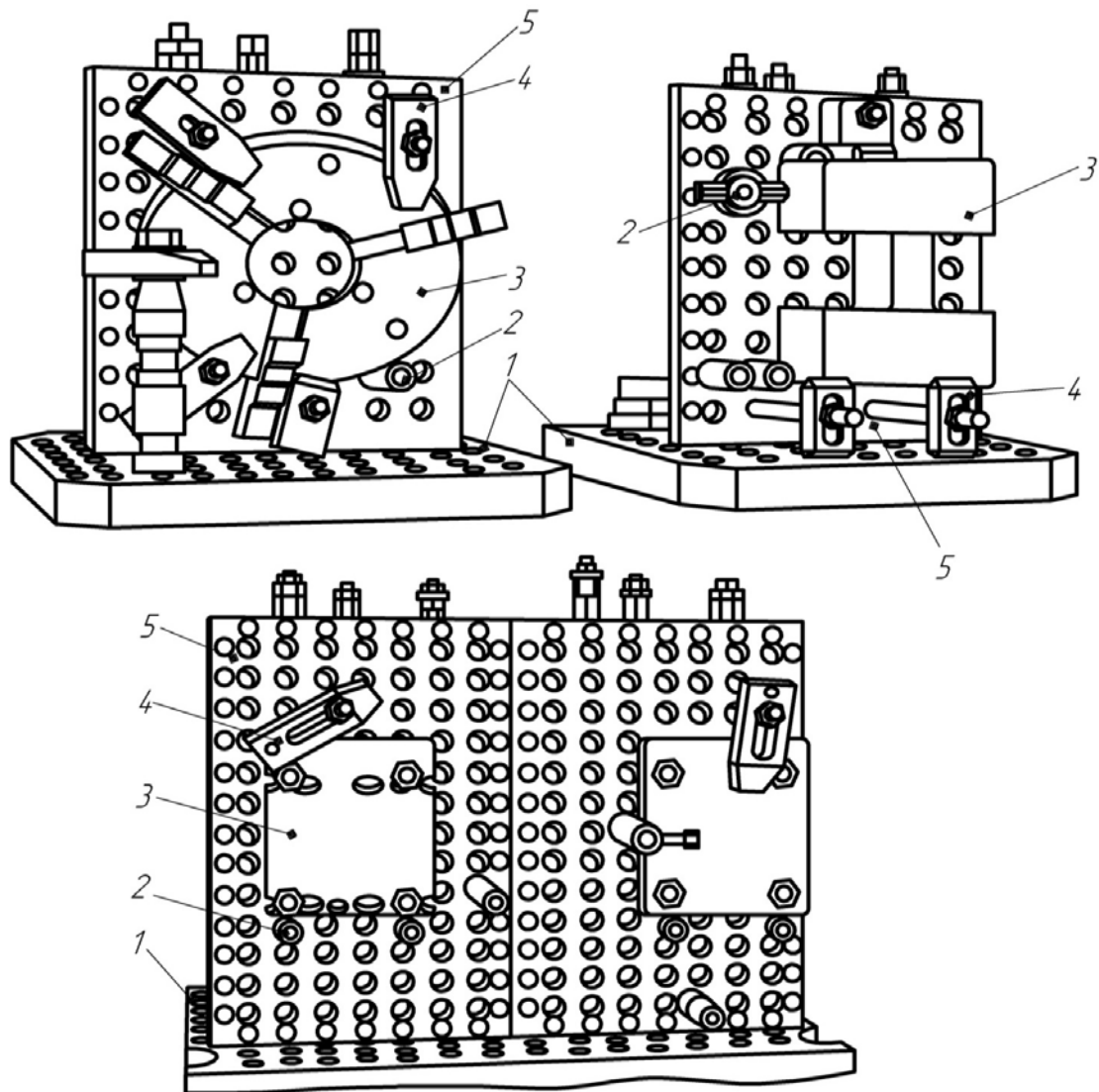


Рис. 4.7. Модульное приспособление для установки корпусной детали:
1 – плита-спутник; 2 – установочный элемент; 3 – заготовка; 4 – зажимной элемент; 5 – угольник

Заготовку 3 устанавливают на угольники 5, закрепленные на плите 1. Заготовки базируют по установочным элементам 2 (штырям) и закрепляют зажимным элементом 4 (прихватом).

4.2. Сборно-разборные приспособления для обрабатывающих центров

При механической обработке заготовок на обрабатывающих центрах используют сборно-разборные приспособления (СРП), состоящие из базовых плит и базовых секционных угольников, на кото-

рые крепят как модульные, так и специальные зажимы и крепежные элементы (рис. 4.8).

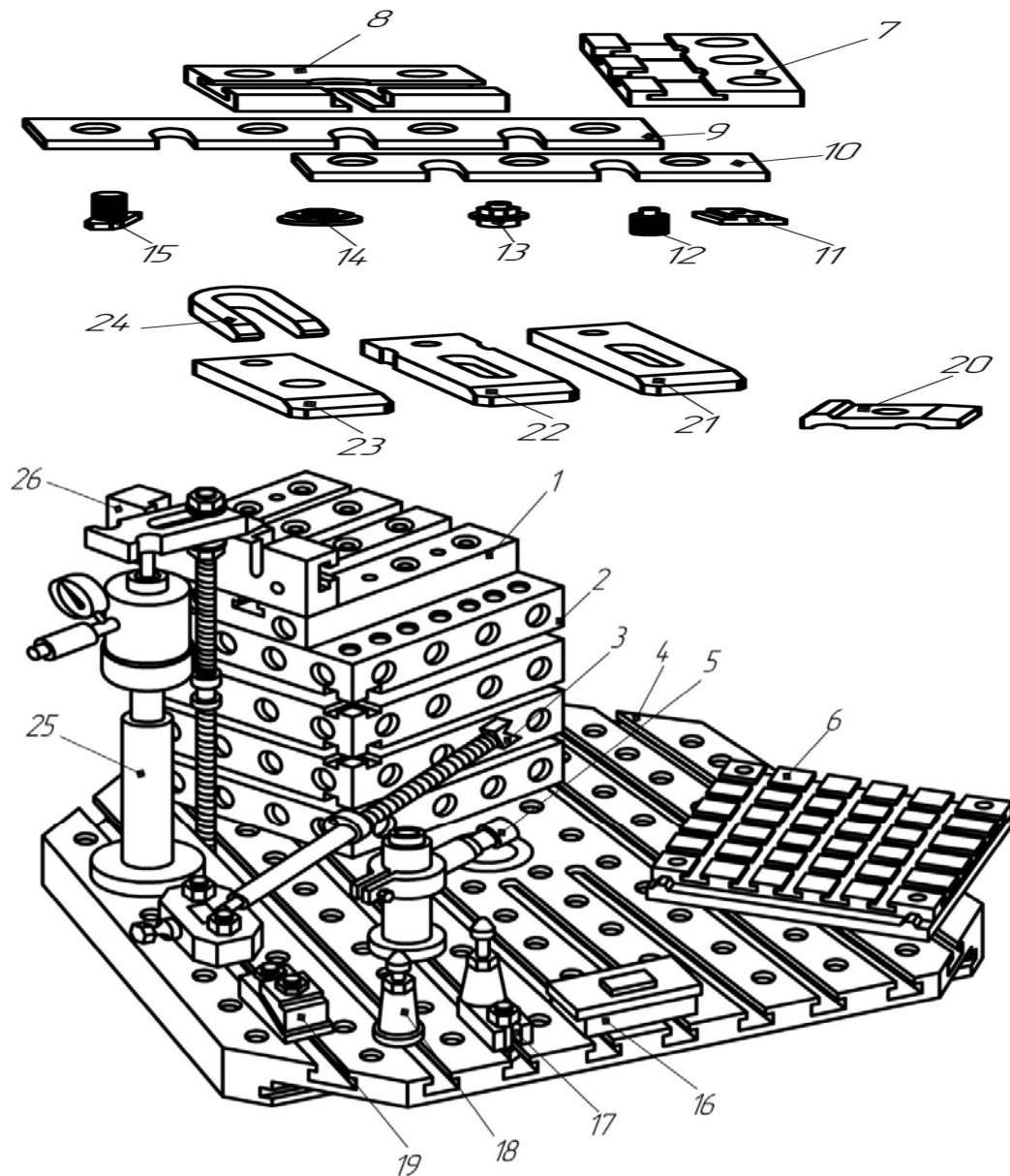


Рис. 4.8. Сборно-разборные приспособления (СРП) для обрабатывающих центров с ЧПУ: 1 – плиты опорные; 2 – секции угольника; 3 – регулируемые распорки; 4 – базовые плиты; 5 – регулируемые универсальные опоры; 6 – квадратные плиты; 7 – опорные однопазовые планки; 8 – опорные двухпазовые планки; 9 – опорные трехпазовые планки; 11 – сухари; 12 – шпильки; 13 – пальцы; 14 – гайка; 15 – станочные болты; 16 – домкраты; 17 – опоры; 18 – винтовые подпорки; 19 – клиновые прижимы; 20 – прихваты; 21, 22 – отводимые прихваты; 23 – поворотные прихваты; 24 – вилкообразные прихваты; 25 – секционные гидравлические прижимы; 26 – опорные трехпазовые планки

Комплект СРП состоит из базовых плит и угольников, установочных, зажимных и крепежных элементов. Из комплекта komponуют сборно-разборные приспособления многоцелевого использования, предназначенные для базирования и закрепления заготовок корпусных и плоскостных деталей при их обработке на многоцелевых фрезерно-сверлильно-расточных станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

4.3. Универсально-сборная переналаживаемая оснастка [3]

Основой системы универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) являются комплекты элементов и сборочные единицы различных конструкций, имеющие конкретное функциональное назначение, из которых методом агрегатирования можно компоновать без пригонки приспособления для выполнения любых операций. В отличие от системы УСП вместо шпоночного соединения элементов приняты безззорные способы базирования элементов. УСПО устанавливаются на плитах–спутниках, применяемых при работе на обрабатывающих станках с ЧПУ.

Конструкции универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) предназначены для базирования и закрепления заготовок при их обработке на фрезерных, сверлильных и многоцелевых станках с ЧПУ.

Приспособление (рис. 4.9) предназначено для базирования и закрепления двух заготовок корпусных деталей при обработке на многоцелевых станках с ЧПУ. Заготовки 4 базируют по плоскостям на опорах 3 и 6 и закрепляют четырьмя прихватами, взаимодействующими с гидроцилиндрами 7, расположенными на угольниках 2. Угольники 2 крепят к плите 1. Заготовки зажимаются в горизонтальной плоскости.

Двухместное гидравлическое приспособление (рис. 4.10) предназначено для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Заготовки 4 базируют по трем плоскостям, устанавливают плиту 7 до упора в угольник 3 и опорную планку 2. Заготовки закрепляют сверху прихватами 5, шпильки которых ввернуты в штоки поршней вертикальных гидроцилиндров, ввинченных в отверстия плиты. Сбоку заготовки закрепляются горизонтальными гидроцилиндрами 1. Шланг 6 предназначен для подачи масла в каналы гидроплиты от источника давления (нагнетательного агрегата).

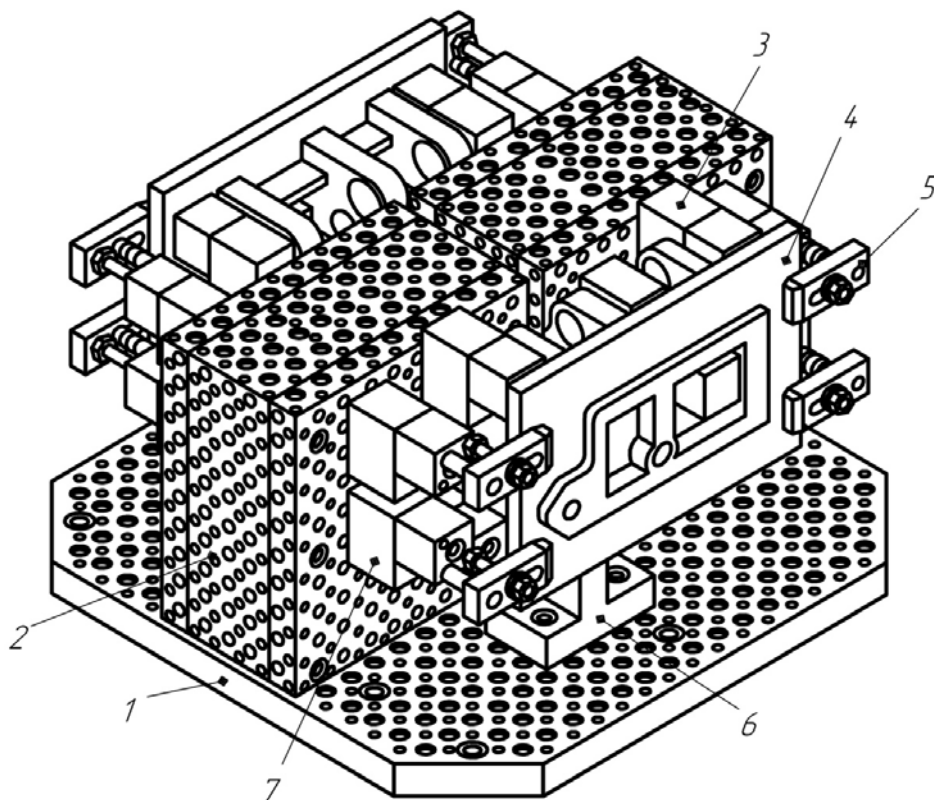


Рис. 4.9. Двухместное гидравлическое приспособление для установки корпусной детали: 1 – плита; 2 – угольник; 3, 6 – опоры; 4 – заготовка; 5 – прихват; 7 – гидроцилиндр

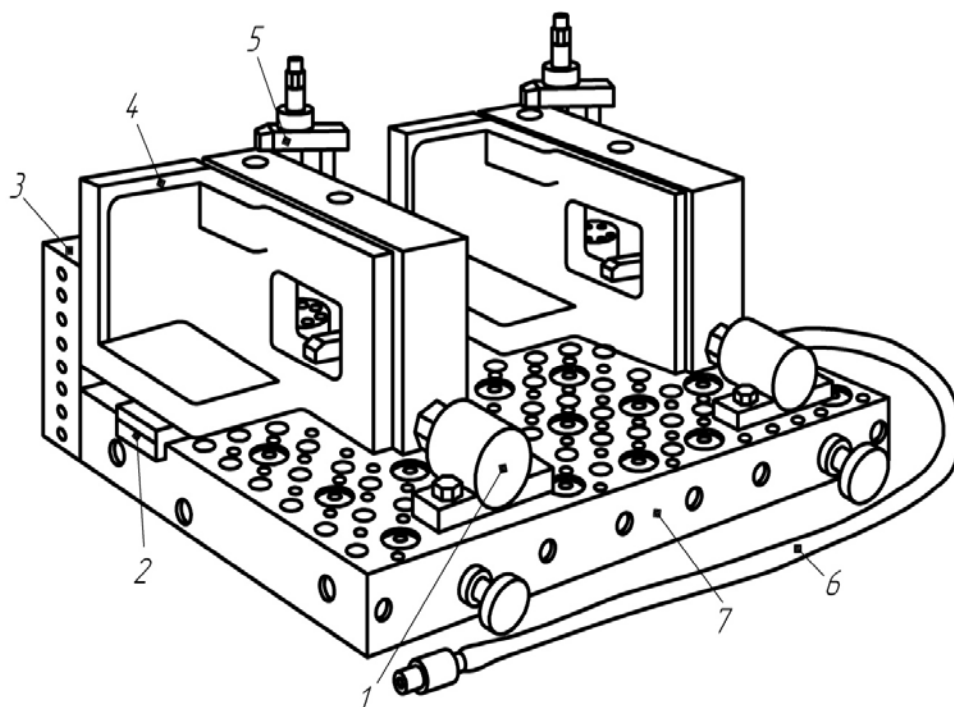


Рис. 4.10. Двухместное гидравлическое приспособление для установки корпусной детали: 1 – горизонтальный гидроцилиндр; 2 – опорная планка; 3 – угольник; 4 – заготовка; 5 – прихват; 6 – шланг; 7 – гидрофицированная плита

Девятиместное гидравлическое приспособление (рис. 4.11) предназначено для базирования и закрепления заготовок деталей типа «фланец» при их обработке на многоцелевых станках с ЧПУ в услови-

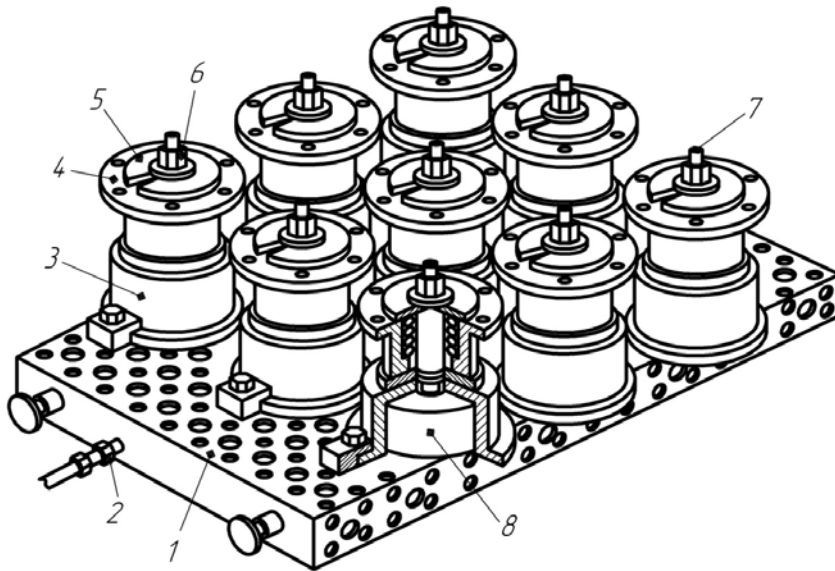


Рис. 4.11. Девятиместное гидравлическое приспособление для установки фланца: 1 – плита; 2 – быстроразъемное соединение; 3 – стакан; 4 – заготовка; 5 – быстросъемная шайба; 6 – гайка; 7 – шпилька; 8 – гидроцилиндр

ях серийного производства.

Заготовки 4 базируют по торцу и внутренней цилиндрической поверхности, устанавливают на стаканы 3 и закрепляют быстросъемными шайбами 5 с помощью гаек 6 и шпилек 7, ввинченных в штоки

поршней гидроцилиндров 8. Стаканы 3 базируют и закрепляют на плите 1. Гидроцилиндры 8 ввинчены в отверстия плиты. Быстроразъемное соединение 2 предназначено для соединения каналов плиты с источником давления масла.

Приспособление (рис. 4.12) предназначено для базирования и закрепления корпусных деталей при обработке на многоцелевых станках с ЧПУ. Заготовку 4 устанавливают на опоры 8 и 10. Заготовку закрепляют прихватом 6, сила зажима которому передается через гайку 5 и шпильку 7, ввинченную в шток поршня гидроцилиндра 9, и прихватом 3, сила зажима которому передается от гидроцилиндра 2. Гидроцилиндры 9 и 2 ввернуты в резьбовые отверстия гидроплиты 1, соединенные каналами со штуцером 11.

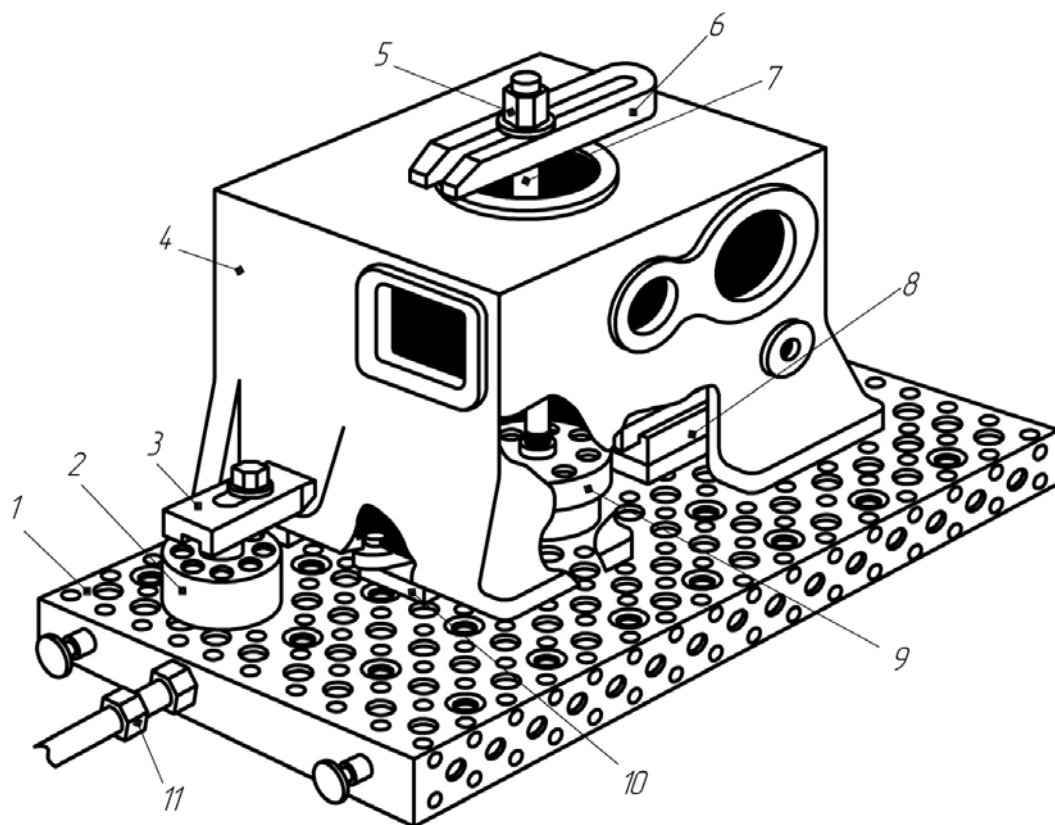


Рис. 4.12. Конструкция универсально–сборного переналаживаемого приспособления для установки корпусной детали: 1 – гидроплита; 2, 9 – гидроцилиндры; 3, 6 – прихваты; 4 – заготовка; 5 – гайка; 7 – шпилька; 8, 10 – опоры; 11 – штуцер

4.4. Приспособления для гибких производственных систем [3]

Под гибкой производственной системой понимают совокупность в различных сочетаниях оборудования с ЧПУ, гибких производственных модулей и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах их характеристик.

В мелкосерийном и серийном производстве, изготавливаемом в машиностроении свыше 80 % продукции, для обработки заготовок небольшими партиями (вплоть до поштучной обработки) наиболее эффективно применять гибкие производственные системы (ГПС), что обеспечивает возможность комплектной подачи деталей на сборку, резкое сокращение запасов частично и полностью обработанных деталей и сокращение времени изготовления машин.

При обработке заготовок небольшими партиями требуется частая переналадка всех звеньев ГПС, включая станочные приспособления. Следовательно, степень автоматизации и гибкости ГПС в значительной мере зависит от технического уровня приспособлений. В гибких производственных системах на базе многоцелевых станков с ЧПУ широко применяются приспособления, устанавливаемые или komponуемые на спутниках.

При этом независимо от конфигурации и базовых поверхностей заготовки базирующие элементы спутников и базирующие устройства станков будут одинаковыми при базировании различных заготовок в приспособлениях, устанавливаемых или komponуемых на спутниках.

Это позволяет выполнять автоматическую смену различных приспособлений (без участия человека). Заготовки на станции загрузки-разгрузки закрепляются в приспособлениях, установленных на спутниках, и поступают для хранения на склад, либо, исходя из требований сборки, автоматически поступают на станки в требуемой последовательности.

На многоцелевых станках ГПС и гибких производственных модулях применяют модульные приспособления системы УСПО и системы УСПО-С. Приспособления устанавливают на плиты-спутники или komponуют установочные и зажимные элементы приспособлений на плитах-спутниках, выполняющих функции базовых элементов приспособлений.

Устройство (рис. 4.13) предназначено для базирования и закрепления спутников на столах станков. Спутник 1 базируют по плоскости и двум отверстиям на поверхность Б устройства и два цилиндра фиксатора 2. Две зажимные планки 3 входят в Т-образные пазы спутника при его подаче на стол станка.

Поршень 8 гидроцилиндров 6, перемещаясь под действием тарельчатых пружин 7, выдвигает рычагами 9 фиксаторы 2, которые входят в отверстия спутника 1. Спутник зажимается двумя планками 3 под действием пружин 4, установленных в четырех гидроцилиндрах 5.

Для зажима и фиксации спутника масло поступает в гидроцилиндры 5 и 6. Базирование спутника 1 (см. рис. 4.13) по двум боковым плоскостям (в координатный угол) осуществляется планками 2 и 5. Заготовку устанавливают на плоскость А спутника. Устройство авто-

матической смены спутников подает спутник на базовую поверхность Б. Затем рабочая полость гидроцилиндра 3 сообщается со сливом, и поршень, перемещаясь под действием тарельчатых пружин, обеспечивает с помощью байонетного устройства и зубчато-реечной передачи выдвигание и разворот эксцентрикового пальца 4, который прижимает спутник к базовым поверхностям планок 2 и 5. Зажим и разжим спутника выполняется так же, как и в предыдущей конструкции.

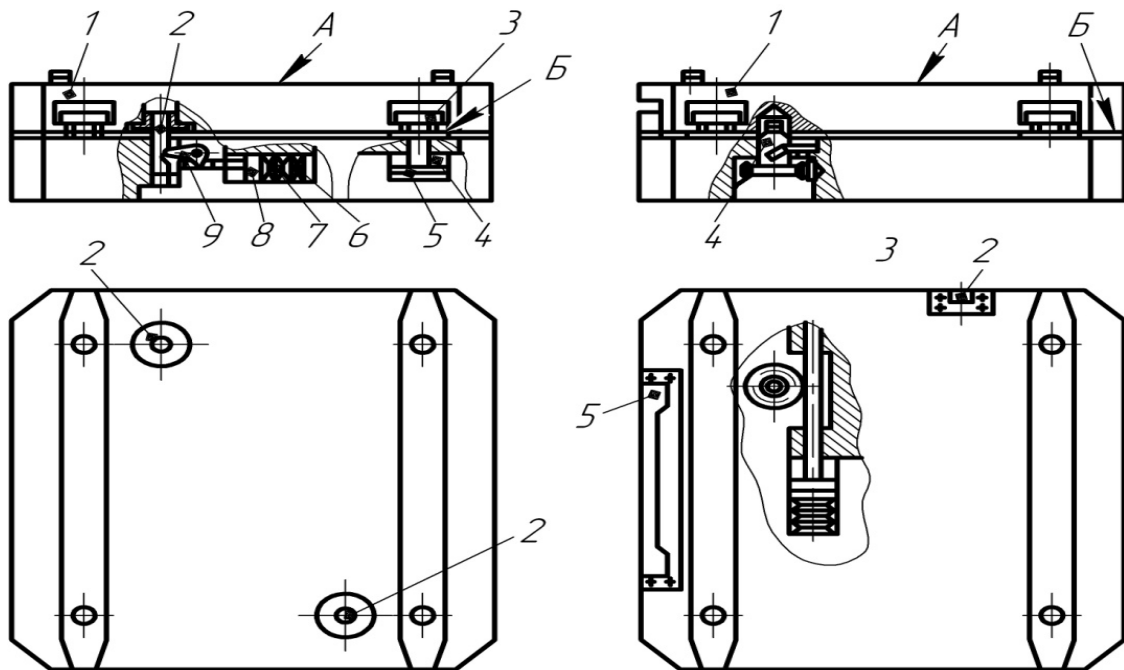


Рис. 4.13. Устройство для базирования и закрепления спутников гибких производственных систем: 1 – спутник; 2 – фиксатор; 3 – зажимные планки; 4, 7 – пружины; 5, 6 – гидроцилиндры; 8 – поршень; 9 – рычаг

Многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточный станок мод. 2291Н7Ф4 имеет два вспомогательных стола – оперативных накопителя спутников. В процессе обработки заготовки, установленной в приспособлении-спутнике, очередная заготовка, расположенная в приспособлении на втором спутнике, находится на вспомогательном столе в позиции ожидания обработки.

Многоцелевые станки с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной групп имеют, как правило, вспомогательные столы, на которых находятся спутники с закрепленной заготовкой, ожидающие очереди обработки, или спутники с уже обработанной заготовкой (рис. 4.14). Станки оснащены устройством смены спутников.

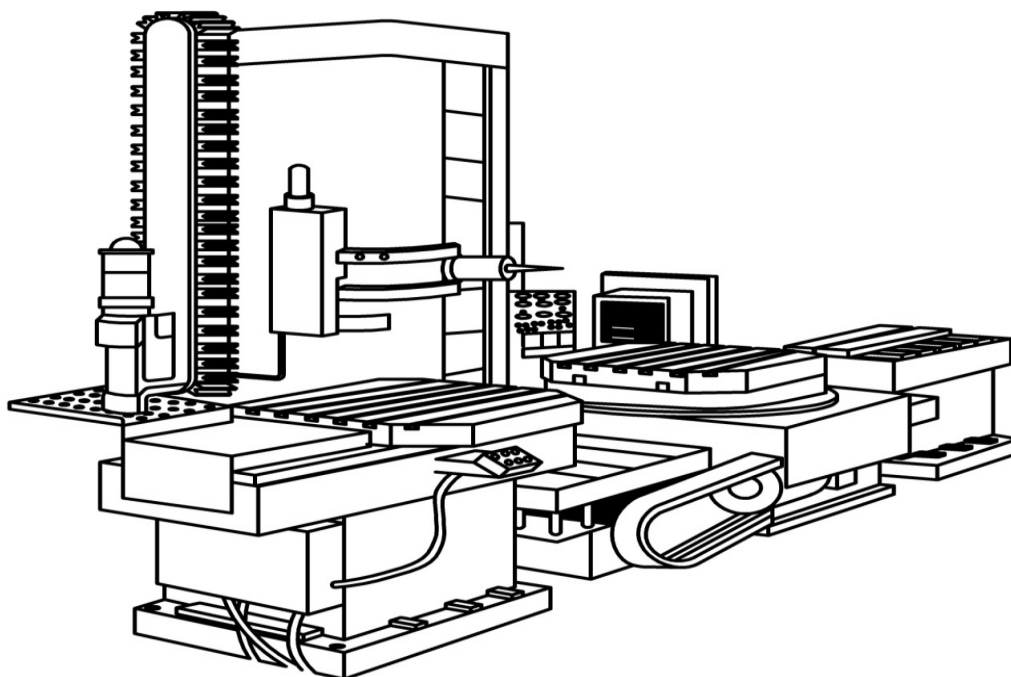


Рис. 4.14. Обрабатывающий центр со вспомогательными столами

Устройство автоматической смены спутников многоцелевого станка показано на рис. 4.15 *а, б*. На поворотном столе станка и расположенном слева от него вспомогательном столе в позиции А находятся плиты-спутники 4 и 5 с планками 2 и 3. Справа от стола станка находится позиция Б для второго вспомогательного стола. В процессе обработки заготовки, находящейся на спутнике 5, установленном на столе 10 станка, вторая заготовка находится на спутнике 4, установленном в позиции А ожидания обработки.

По окончании обработки заготовки спутник 5 автоматически перемещается в позицию Б, а спутник 4 – с позиции А на стол станка. Для перемещения спутников с позиций А и Б на стол станка на вспомогательных столах имеются поддерживающие 13 и направляющие 7 ролики. Транспортирующим органом служит гидроцилиндр 6, шток 12 которого связан с кареткой 9. На концах каретки имеются захваты 7 и 14, которые могут входить в зацепления с замками 8 и 15 спутников.

Для этого каретка поворачивается относительно горизонтальной оси с помощью механизма (на рисунке не показан). Отвод захватов от спутников необходим для поворота спутника, находящегося в рабочей позиции. Стол 10 станка установлен на жесткой станине 11 и не имеет линейных перемещений, которые выполняет стойка станка со

шпиндельной бабкой. При этом пристаночные накопители (магазины) спутников должны находиться с двух сторон станка.

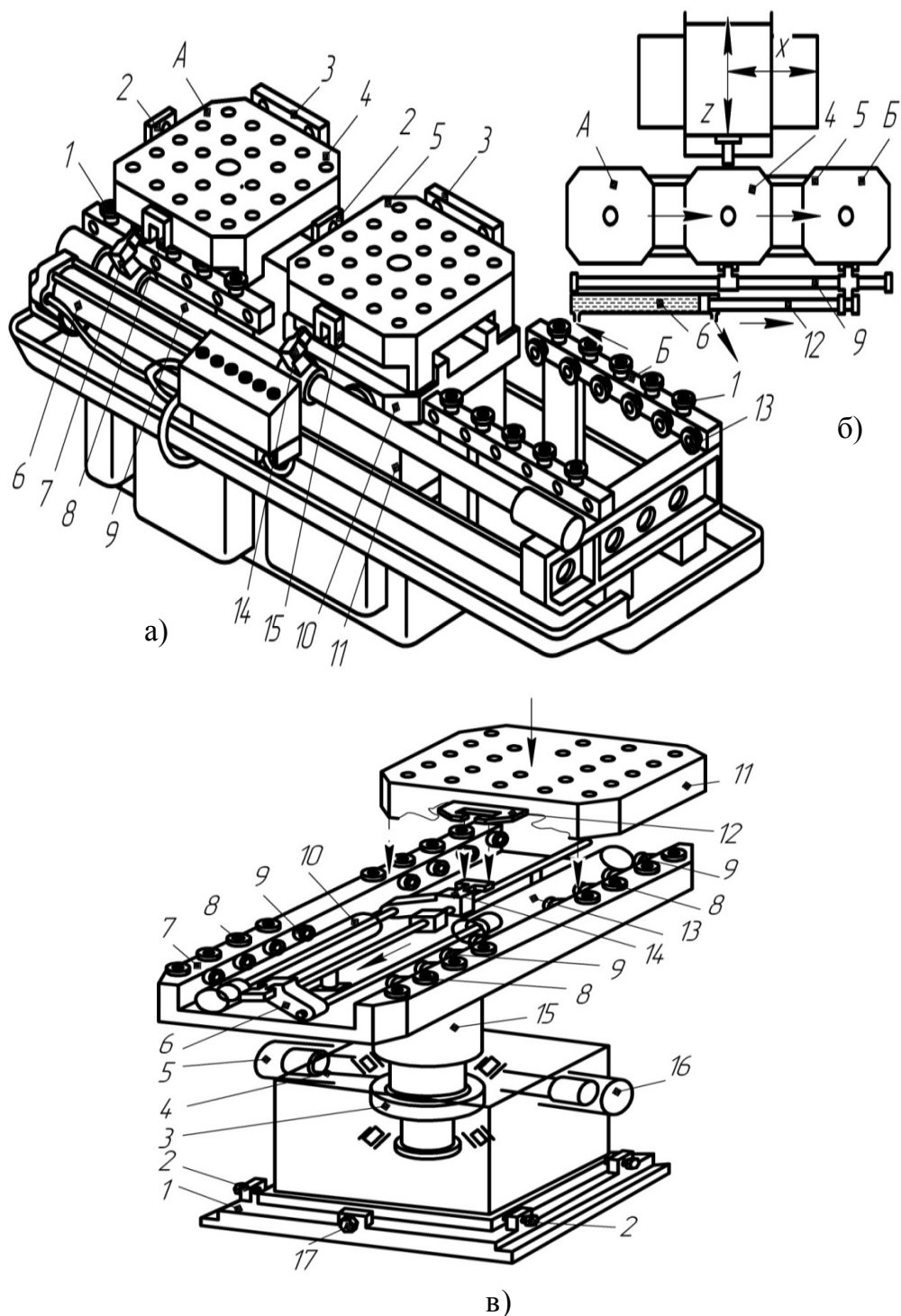


Рис. 4.15. Устройство автоматической смены спутников: а, б) 1, 13 – ролики; 2, 3 – планки; 4, 5 – плиты-спутники; 6 – гидроцилиндр; 7, 14 – захваты; 8, 15 – замки; 9 – каретка; 10 – стол; 11 – станина; 12 – шток; в) 1 – плита; 2, 17 – болты; 3 – зубчатое колесо; 4 – рейка; 5, 10, 13, 16 – гидроцилиндры; 6, 14 – захваты; 7 – стол; 8, 9 – ролики; 11 – спутник; 12 – вырез фигурный; 15 – стойка

В гибких производственных модулях (ГПМ) стремятся создавать такие компоновки, где установка спутников, поступающих из магазина в пристеночный накопитель и обратно, выполняется в одном месте. На рис. 4.15, в показано устройство автоматической смены спутников в ГПМ на базе многоцелевого станка мод. ИР500МФ4. Устройство выполнено в виде двухпозиционного вспомогательного стола 7, установленного рядом со станком. В выемке стола размещены навстречу друг другу одинаковые гидроцилиндры 10 и 13, на концах которых имеются Т-образные захваты 14 и 6, предназначенные для сцепления со спутником 11. При установке спутника на стол (перемещение по стрелке Б) он своим фигурным вырезом 12 входит в зацепление с захватами 14 штока гидроцилиндра.

На столе спутник базируется своими нижними направляющими на ролик 9 и центрируется по боковым сторонам ролика 8. Это исходное положение спутника в позиции ожидания. Если шток гидроцилиндра 10 начнет перемещаться, вместе с ним покатится по роликам спутник. На рисунке показано выдвинутое положение штока второго гидроцилиндра 13. Захват 6 переместится по направляющей штанге и заставит спутник прокатиться по роликам 9 и 8 в направлении стрелки А на поворотный стол станка.

На поворотном столе спутник автоматически опустится на фиксаторы и захват 6 штока гидроцилиндра 13, в результате чего заготовка освобождается от спутника. По окончании обработки заготовки стол станка переместится к устройству для смены спутников и остановится в положении, когда фигурный паз спутника окажется под захватом Б. Гидроцилиндр стола станка поднимает спутник над фиксаторами и произойдет сцепление спутника с захватом 6. Затем масло под давлением поступает в штоковую полость гидроцилиндра 13, шток которого сместится в крайнее положение, увлекая за собой спутник с заготовкой. Затем меняются местами спутник с обработанной заготовкой и спутник с заготовкой, подлежащей обработке. Для чего стол поворачивается на стойке 15 зубчатым колесом 3, сцепленным с рейкой 4, которую перемещают гидроцилиндры 5 и 16. После поворота стола на 180° спутник 11 с заготовкой устанавливается гидроцилиндром 10 на поворотный стол станка. Масло к гидроцилиндрам 10 и 13 подводится через вертикальные каналы, имеющиеся в стойке,

и муфту (на рисунке не показана). Стойка 15 закреплена на плите 1 болтами 2 и 17.

В гибких производственных модулях для хранения приспособлений-спутников с заготовками широко применяют круглые или кольцевые магазины, обеспечивающие автоматическую подачу спутников с заготовками на стол станка и спутников с обработанными заготовками в магазин. При этом спутники подаются в любой последовательности. Их устанавливают либо на поворотный стол магазина, либо на тележки, перемещающиеся по кольцевым направляющим.

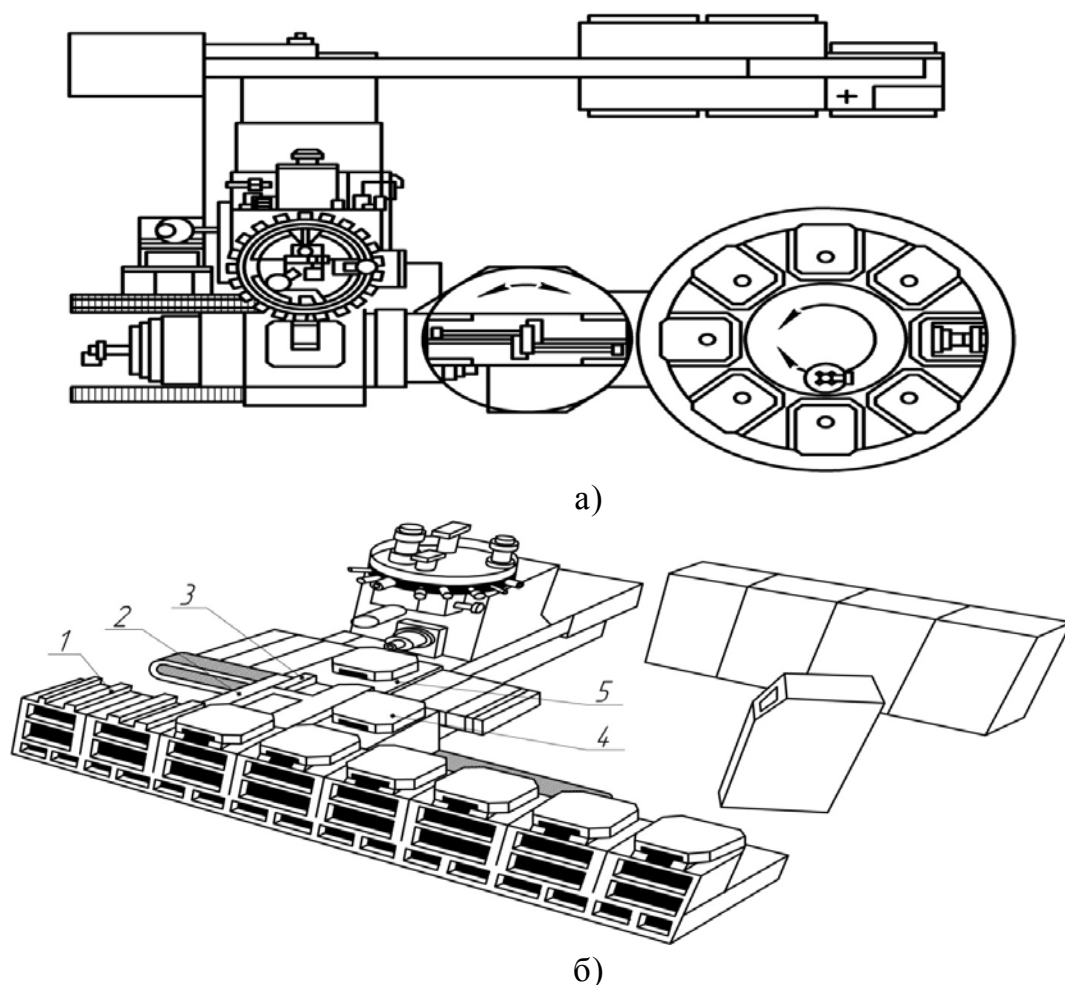


Рис. 4.16. Пристаночные накопители приспособлений-спутников для гибких производственных систем (ГПС): 1 – магазин; 2 – тележка-оператор; 3, 5 – позиции; 4 – стол

Емкость магазина (количество тележек) должна быть достаточной для обработки заготовок во вторую смену по безлюдной технологии (без участия человека). Примером такого магазина может служить поворотный магазин 1, применяющийся в ГПМ "Модуль 500" (рис. 4.16, а). Для

тяжелых заготовок применяют неподвижные линейные магазины (рис. 4.16, б) и двухпозиционные тележки-автооператоры. По окончании обработки заготовки спутник с заготовкой автоматически перемещается в свободную позицию 3 тележки-оператора 2, а со второй позиции 5 (ожидание) тележки-оператора спутник с заготовкой, подлежащей обработке, перемещается на стол 4 станка. Затем спутник с заготовкой из магазина устанавливается на свободную позицию тележки, а спутник с обработанной заготовкой перемещается из тележки в магазин спутников.

Для повышения степени автоматизации ГПС, обеспечивающей возможность обработки заготовок по безлюдной технологии, необходимо автоматически контролировать на станке правильность положения заготовки в приспособлении.

В крупносерийном производстве при установке заготовки в стационарное приспособление многоцелевого станка роботом-загрузчиком для контроля правильности положения заготовки применяют пневматические датчики правильности базирования (ДПБ) (рис. 4.17, а).

В общем случае ДПБ состоит из бесконтактного пневматического измерительного преобразователя (БПИП), количество которых определяется схемой базирования: для установочной базы (точки 1, 2, 3) – три преобразователя; для направляющей (точки 4 и 5) – два; для опорной (точка 6) – один, и комплекта логических элементов, выполняющих функцию "И".

В каждом установочном элементе приспособления выполнены дроссельные БПИП типа сопла диаметром 0,6 – 1,5 мм, соединенные через постоянный дроссель диаметром 0,5 – 1,0 мм с источником сжатого воздуха и управляющими каналами струйных элементов СТ-43 «Волга». При правильном базировании заготовка касается всех шести установочных элементов, перекрывая частично утечку воздуха из сопел. Если вследствие неправильного положения заготовки в приспособлении, наличия стружки на установочных элементах или неправильной формы заготовки хотя бы одно из сопел окажется недостаточно перекрытым, сигнала на выходе датчика не будет.

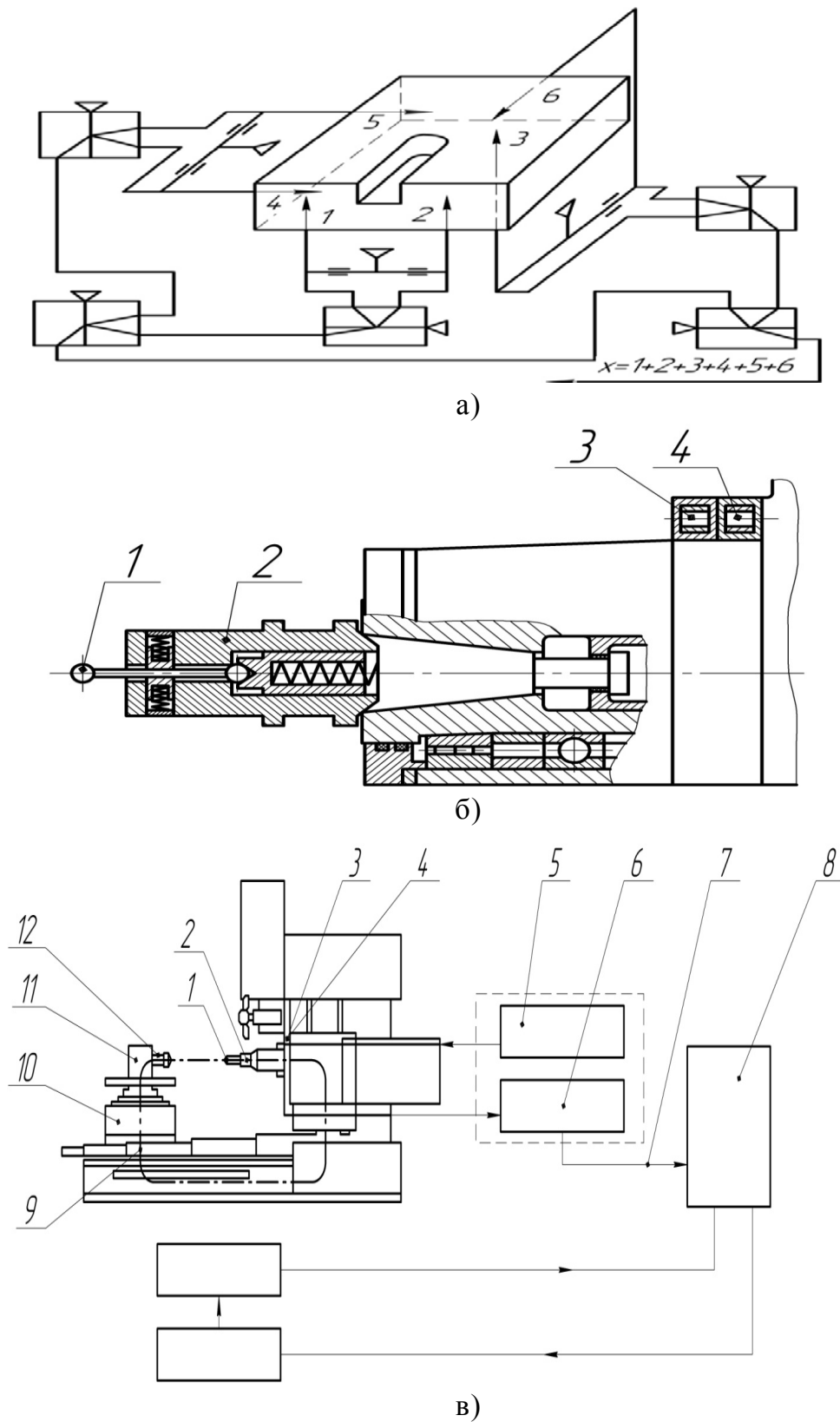


Рис. 4.17. Устройства для автоматического контроля положения заготовки в приспособлении: 1 – шуп; 2 – датчик; 3, 4 – трансформаторы; 5 – генератор; 6 – формирователь; 7 – канал; 8 – разъем; 9 – виток; 10 – спутник; 11 – заготовка; 12 – поверхность касания

Давление питания струйных элементов и БПИП должно быть в пределах (5 – 10) кПа. Выходной сигнал последнего по схеме струйного элемента через усилитель типа ПФ67–21 поступает на питание пневматического привода зажимного устройства, чем обеспечивается автоматизация закрепления заготовки.

В серийном и мелкосерийном производствах для измерения на станке фактического положения заготовки в приспособлении-спутнике применяют щуповой датчик касания (рис. 4.17, б). На фланец корпуса шпинделя вплотную устанавливают два трансформатора 3 и 4, имеющие тороидальные сердечники с соответствующими обмотками.

Для измерения заготовки в шпиндель станка из инструментального магазина автооператор устанавливает датчик 2, несущий подпружиненный щуп 1, который может отклоняться в радиальном и осевом направлениях. Обмотка трансформатора 4 включена в схему генератора 5 (рис. 4.17, в), формирующего синусоидальные колебания высокой частоты.

Обмотка трансформатора 3 связана с устройством 6 формирования импульса касания (порогового сигнала). Пока щуп не касается измеряемой поверхности 12 заготовки 11, установленной на спутнике 10, между трансформаторами 4 и 3 магнитной связи нет, т. к. в тороидальном сердечнике трансформатора 4 весь магнитный поток расположен внутри него и не рассеивается. При этом на выходе трансформатора напряжение равно 0. В момент, когда щуп датчика касается измеряемой поверхности 12, возникает короткозамкнутый виток 9, проходящий через металлические части станка (показано штриховой линией). При этом между трансформаторами 3 и 4 возникает магнитная связь, и на выходе трансформатора 3 появляется напряжение.

Это напряжение подается в формирователь 6 порогового сигнала, который вырабатывает импульс касания, поступающий по каналу 7 на входной разъем 8 устройства ЧПУ.

Алгоритм устройства памяти микрокоманд ЧПУ выполнен таким образом, что перед каждым шагом интерполяции происходит опрос системы измерения. Пока ответа нет (щуп не касается поверхности заготовки), выдается сигнал линейной интерполяции

В момент касания выдача сигналов интерполяции прекращается. Затем обнуляется ячейка памяти, хранящая информацию о положении

координаты, по которой производится измерение; формируется новый нуль отсчета по данной координате, и все расчеты в системе ведутся от этого нового нуля. По данным системы измерения ЧПУ корректирует программу обработки заготовок.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Какие приспособления используют при обработке заготовок на обрабатывающих центрах?
2. Из каких модулей состоят модульные приспособления для обрабатывающих центров?
3. Как устанавливают заготовки в приспособлении, выполненном в виде плиты с сеткой точно расположенных резьбовых отверстий?
4. Назовите комплект элементов, из которых компонуют модульные приспособления.
5. Какие приспособления используют при обработке заготовок в условиях гибких производственных систем?
6. Для компоновки каких приспособлений используют комплект элементов «Система-320»?
7. Охарактеризуйте модульное приспособление для установки корпусной детали.
8. Охарактеризуйте сборно–разборные приспособления (СРП) для обрабатывающих центров с ЧПУ.
9. Нарисуйте схему двухместного гидравлического приспособления для установки корпусной детали, обрабатываемой на обрабатывающем центре.
10. Опишите девятиместное гидравлическое приспособление для установки фланца для обработки на обрабатывающем центре.
11. Нарисуйте схему устройства базирования и закрепления спутников для гибких производственных систем.
12. Изобразите и опишите компоновку обрабатывающего центра со вспомогательными столами.
13. Охарактеризуйте устройство автоматической смены спутников для обрабатывающего центра.
14. Для чего используют пристаночные накопители приспособлений-спутников для гибких производственных систем?
15. Как функционирует устройство для автоматического контроля положения заготовки в приспособлении?

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

5.1. Характеристика вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ

Конструкция вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ определяется его основными элементами – формой и размерами присоединительных поверхностей для крепления его на станке и закрепления в нем режущего инструмента. Устройства автоматической смены инструмента и крепления на станках определяют конструкцию хвостовика, который должен быть одинаковым для всего режущего инструмента к данному станку.

Чтобы получить размеры деталей без пробных проходов в соответствии с управляющей программой (УП), необходимо ввести в конструкцию вспомогательного инструмента (иногда и режущего тоже) устройства, обеспечивающие регулирование положения режущих кромок, т. е. наладку инструмента на определенный вылет.

Это привело к созданию для станков с ЧПУ разнообразных переходников (адаптеров), у которых хвостовик сконструирован для конкретного станка, а передняя зажимная часть – для режущего инструмента со стандартными присоединительными поверхностями (призматическими, цилиндрическими и коническими), размеры которых регламентированы стандартами на инструмент.

Такие переходники образуют комплект вспомогательного инструмента, состоящий из резцедержателей, патронов, оправок и втулок различных конструкций, предназначенных для крепления режущего инструмента. Комплект в сочетании с прибором предварительной наладки должен обеспечивать наладку инструмента для работы на станке с ЧПУ.

Разнообразие типов станков с ЧПУ вызывает необходимость в большем числе способов установки и смены инструмента. В связи с этим разрабатывают системы вспомогательного инструмента – наборы унифицированного вспомогательного и специального режущего инструмента, обеспечивающие достаточно надежное закрепление всего стандартного режущего инструмента, чтобы реализовать технологические возможности различных станков с ЧПУ.

К системе вспомогательного инструмента предъявляют следующие требования: номенклатура и стоимость инструмента, входящего в систему, должны быть сведены к экономически обоснованному минимуму; элементы системы должны обеспечивать применение режущего инструмента с требуемыми точностью, жесткостью и виброустойчивостью, позволять в необходимых случаях регулирование положения режущих кромок инструмента относительно системы координат станка, быть удобными в обслуживании (при необходимости быстросменными) и технологичными в изготовлении.

Системы вспомогательного инструмента предназначены для компоновки специальных функциональных единиц – инструментальных блоков (комбинаций режущего и вспомогательного инструмента), каждый из которых служит для выполнения конкретного технологического перехода.

Вспомогательный инструмент может быть классифицирован в соответствии с назначением для различных групп станков с ЧПУ, степенью их автоматизации и с учетом перспективы развития.

5.2. Вспомогательный инструмент для токарных, фрезерных и сверлильных станков с ЧПУ [3]

Режущий инструмент у станков токарной группы с ЧПУ базируется и крепится или в резцедержателях суппортов, или в револьверных головках непосредственно, или с использованием переходных элементов (вспомогательного инструмента).

При установке режущий инструмент может быть заранее налажен на определенные размеры. Это достаточно просто, если используется режущий инструмент со специальными настроечными элементами. Например, у резцов (носящих название резцовых вставок) таковыми являются специальные винты (штифты) в торце и сбоку; то же самое может быть и у сверл, зенкеров и т. д.

Предварительная наладка режущего инструмента на заданные размеры W'_x , W'_z и W_z (или $W'_x + xKN$ и $W' + zKN$) определит положение вершины P инструмента относительно базовой точки F элемента станка (рис. 5.1, *a*), т. е. определит вылет инструмента W_x , который учитывается технологом-программистом при разработке управляющей программы. Естественно, что положение базовых

поверхностей элемента станка (A_x и A_z , рис. 5.1, б) под инструмент относительно его базовой точки F заранее известно и постоянно для данного станка, т. е. известны размеры zFN и xFN .

Виды переходных элементов у токарных станков, как правило, отличаются конструкцией базового узла (единого для всех элементов) и видом базовой поверхности. Так, встречаются переходные элементы с зубчатыми базовыми поверхностями с двумя опорными призмами с цилиндрическим хвостовиком, с базирующей призмой и др. Последние два вида развернуты в определенные подсистемы и особенно используются на станках отечественного производства.

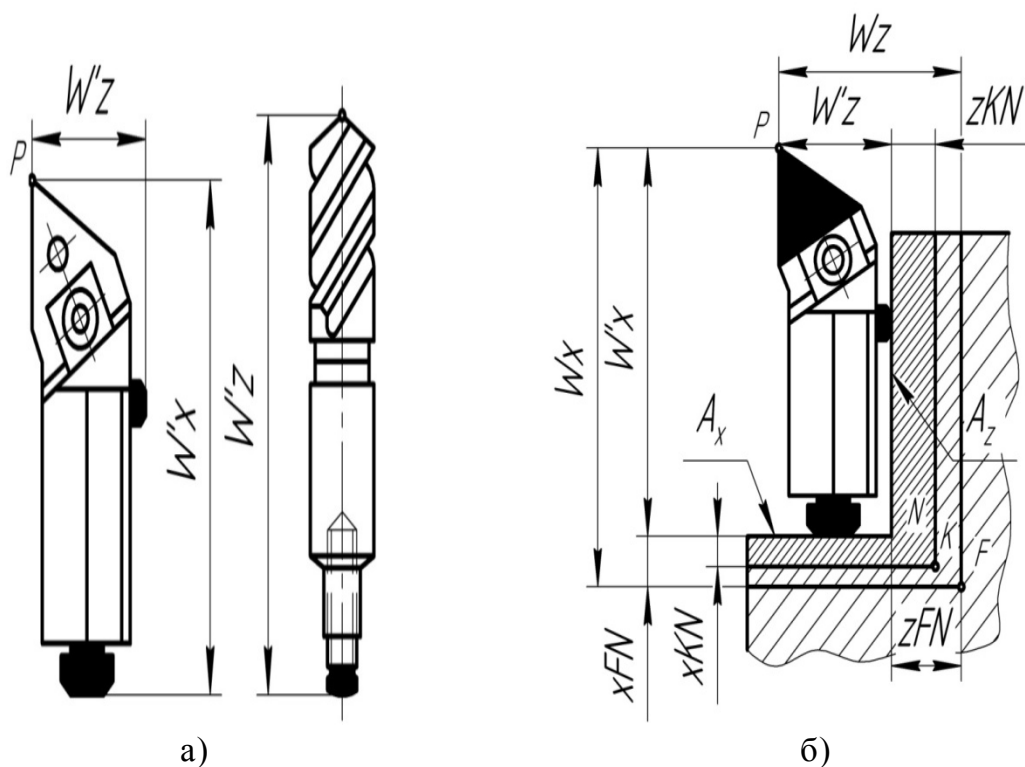


Рис. 5.1. Схемы, поясняющие наладку режущего инструмента на станках: а – инструмент с регулировочными элементами; б – схема установки резца в гнезде суппорта

Вспомогательный инструмент с цилиндрическим хвостовиком предназначен для станков с ЧПУ моделей 16K20T1, 1П756МФ3, 1П732РФ3, 1740РФ3 и др.

Резцедержатели 1 – 9 (рис. 5.2) предназначены для крепления резцов с сечением от 16×16 до 40×40 мм. Переходные втулки 10 позволяют закреплять режущий инструмент или переходные элементы круглого сечения с диаметром 16 – 40 мм. Оправки 11 служат для

крепления перовых сверл, а переходные втулки 12 имеют конусные отверстия под инструмент 23 с конусом Морзе.

Самоустанавливающийся патрон 13 с конусным отверстием используется для установки разверток. В комплект входят также расточные оправки 14 и 15, патроны для метчиков 16, втулки переходные разрезные 17 и со шпоночным пазом 18, 19 под соответствующие оправки 20 – 22. В рассмотренной подсистеме все резцедержатели базируются по цилиндру хвостовика (с рифлями на лыске), обеспечивающему точную угловую установку инструмента.

Такой инструмент крепится в револьверной головке при помощи сухаря или клина, также имеющего рифления, но смещенные относительно рифлений хвостовика. В результате опорная поверхность вспомогательного инструмента прижимается к револьверной головке станка с большим усилием, что гарантирует высокую жесткость соединения.

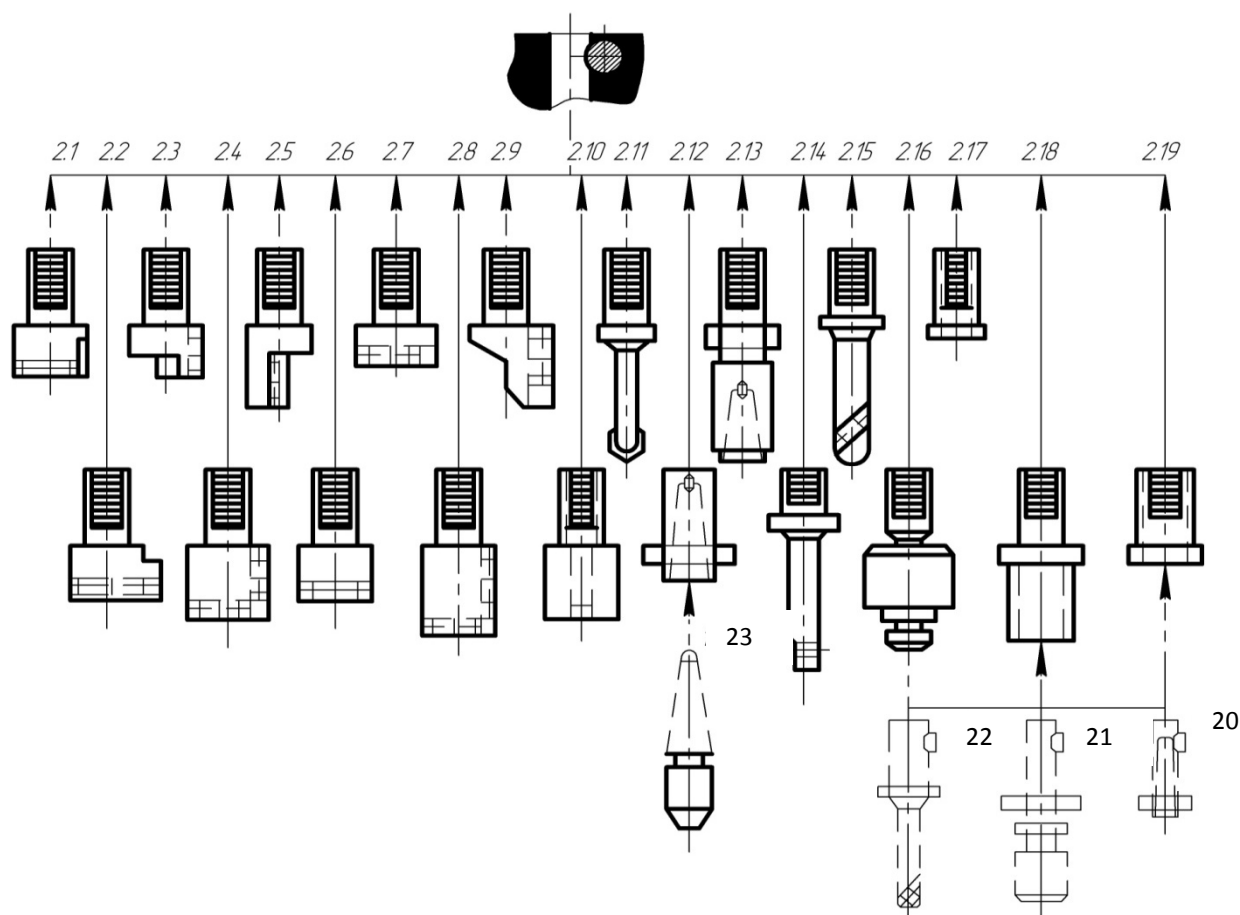


Рис. 5.2. Подсистема вспомогательного инструмента с цилиндрическим хвостовиком

Вспомогательный инструмент с базирующей призмой предназначен для станков с ЧПУ моделей 1А734Ф3, 1А751Ф3, СМ710Ф3, 16К30Ф3 и др. Резцедержатели 31 – 33 (рис. 5.3) обеспечивают крепление резцов широкого диапазона размеров. Особенно универсален трехсторонний резцедержатель 35. В систему входит распределитель охлаждающей жидкости 34, служащий для подвода СОЖ в зону резания. В держателях 37 и 38 закрепляют гамму державок 120, 121, 117, 116 и 123 с цилиндрическим хвостовиком и шпонкой.

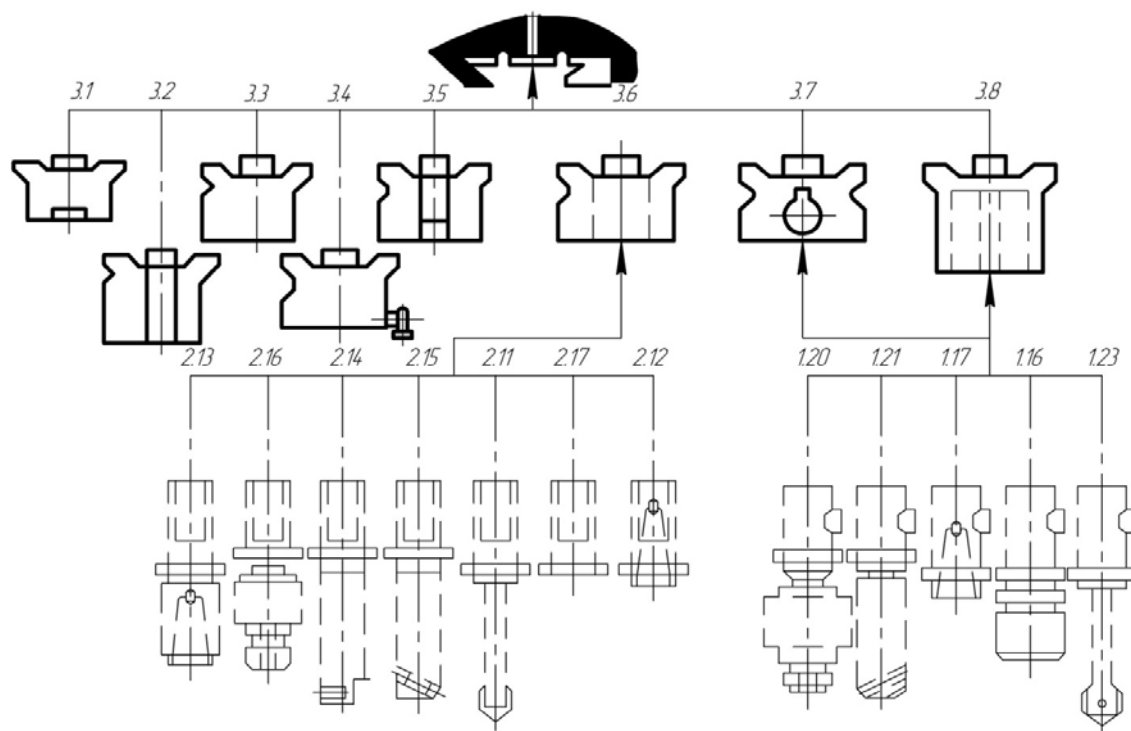


Рис. 5.3. Вспомогательный инструмент с базирующей призмой

Базовые элементы подсистемы позволяют (через элементы 36) устанавливать инструмент из предыдущей подсистемы (211, 212, 213 и др.), что в ряде случаев расширяет технические возможности станков, а также способствует сокращению номенклатуры вспомогательного инструмента.

Основой систем с ручной сменой инструмента служат быстросменные переходные патроны, которые позволяют без смены основного инструментального блока заменять изношенный инструмент или вводить следующий при обработке различными инструментами (рис. 5.4). Быстродействие вспомогательного инструмента необходимо также для облегчения труда наладчиков при подготовке инструмента.

В качестве базового в той или иной системе принимают быстросменный патрон с определенным хвостовиком 1, 2, отвечающим гнезду шпинделя определенных типов станков. Классификация

инструментальных систем для станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента показана на рис. 5.4. В основе классификации лежит конструкция базового быстросменного патрона, определяющая вид хвостовика сменного вспомогательного и режущего инструмента. Так, для сверлильных станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента и с гнездом шпинделя в виде конуса Морзе используют систему на базе быстросменного патрона с шариковым захватом. К такому патрону прилагается комплект вставок 3–9 с одинаковыми хвостовиками (под гнездо патрона), в которых может закрепляться различный режущий инструмент. К одной из вставок 7 прилагается комплект переходных втулок 8, позволяющих, если надо, регулировать вылет закрепляемого инструмента. Через втулки 10 крепят метчики.

В разных системах конструкции базовых быстросменных патронов различны. Так, в системе вспомогательного инструмента для расточных станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента базовый быстросменный патрон (с хвостовиком под конус Морзе) имеет гнезда под хвостовики с конусностью 7:24, что позволяет крепить различные патроны, оправки, в том числе и для фрез. Оправки в базовом патроне крепятся гайкой.

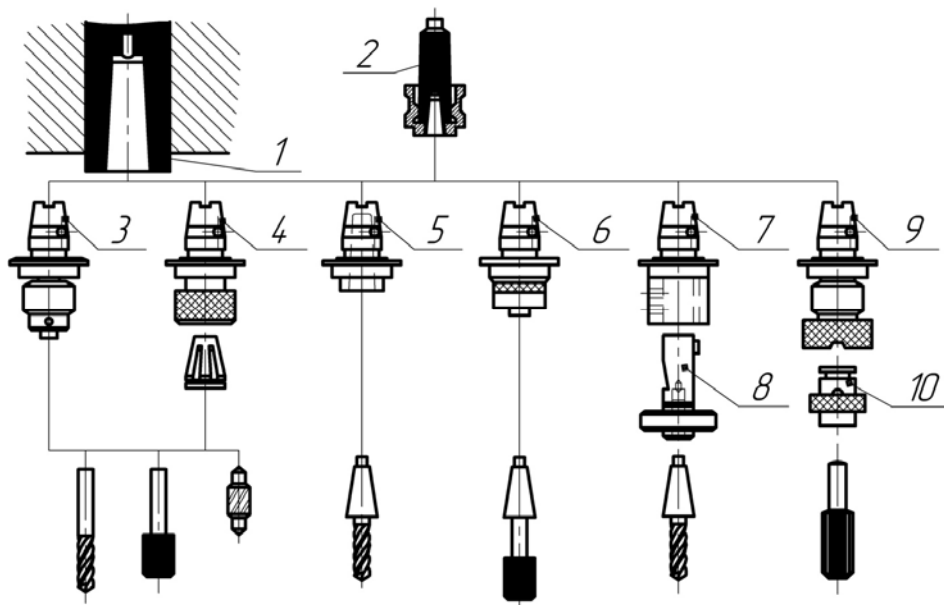


Рис. 5.4. Инструментальная быстросменная система для сверлильных станков с ЧПУ: 1 – шпиндель станка; 2 – быстросменный патрон (базовый) с шариковым захватом; 3 – сверлильный патрон; 4 – цанговый патрон; 5 – вставка с внутренними конусами Морзе; 6 – плавающий патрон для разверток; 7 – вставка с цилиндрическим отверстием и пазом под шпонку; 8 – регулируемая цилиндрическая втулка; 9 – патрон для метчиков; 10 – быстросменная вставка

5.3. Вспомогательный инструмент для обрабатывающих центров

Такие системы имеют общий принцип построения. Каждой системе прилагается набор основных (базовых) оправок с соответствующим хвостовиком или с конусностью 7:24, или с размерами по ИСО 30, 40, 45, 50 и 60 мм. Принцип комплектования инструментального набора состоит в том, что в каждый из наборов, кроме основных оправок, закрепляемых в шпинделе станка, входят различные переходные оправки, переходные втулки и патроны для закрепления режущего инструмента: переходные втулки с посадочным отверстием в виде конуса Морзе, в которых концевой режущий инструмент дополнительно крепится винтом, цанговые патроны, расточные головки с тонкой регулировкой на размер, оправки и патроны для закрепления фрез и др. Базовые оправки, входящие в набор, обычно имеют два конструктивных исполнения. Один вид оправок предназначен для непосредственного крепления режущего инструмента. В этом случае инструмент крепят известными способами.

Так, дисковую фрезу (ДФ) (рис. 5.5), устанавливаемую по цилиндрической посадочной шейке оправки 4 со шпонкой, крепят винтом 1 с использованием шайб 2 и 3.

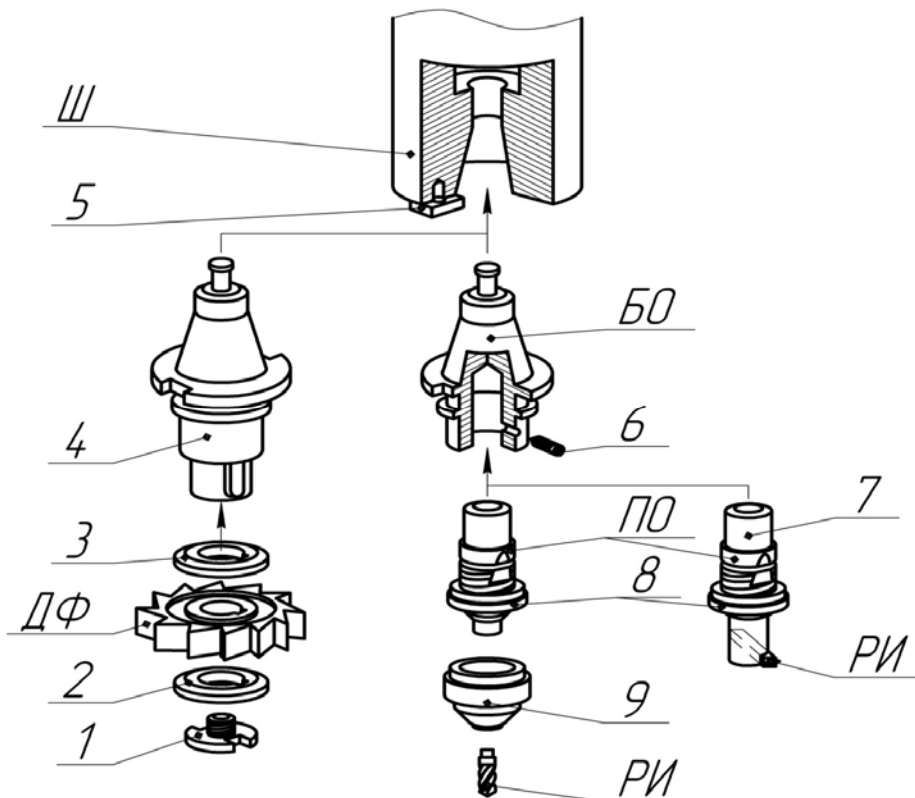


Рис. 5.5. Схема комплектования инструментального набора

Второй вид базовых оправок (БО) предназначен для установки инструмента с помощью различных переходных элементов, например, переходных оправок 8 (ПО), которые имеют одинаковый хвостовик (цилиндрический со шпонкой 7). Передача крутящего момента от базовой к переходной оправке осуществляется торцевой шпонкой 5.

В гнезде базовой оправки переходные оправки крепят винтом 6. Они предназначены для непосредственного закрепления инструмента (РИ) (например расточных резцов, сверл) или служат основой для закрепления следующего уровня вспомогательной оснастки. Таким может быть, например, набор цанговых патронов 9 для сверл с цилиндрическим хвостовиком.

При наладке станка базовые оправки устанавливают в базовом отверстии основного шпинделя (Ш) (или в шпинделях револьверной головки), обеспечивая при этом совмещение вырезов на фланце оправки со шпонками 5 для передачи крутящего момента на торце шпинделя.

Конструкции базовых оправок для непосредственного крепления инструмента показаны на рис. 5.6.

Инструмент может устанавливаться или непосредственно (рис. 5.6, *а, б*), или с использованием переходных втулок (рис. 5.6, *в, г*), если посадочное гнездо оправки не соответствует размеру хвостовика 1 инструмента.

Так, в одной и той же базовой оправке (рис. 5.6, *в*) с коническим отверстием (конус Морзе) сверла диаметром 28–50 мм устанавливаются непосредственно, а сверла диаметром 6–23 мм – через переходную втулку (ПВ). Концевые фрезы (инструмент *И*) крепят в базовых оправках (рис. 5.6, *б, г*) с использованием винтов (В). В торце каждой оправки закреплен захват (ЗХ) для крепления оправки в гнезде шпинделя станка специальной тягой.

Конструкции базовых оправок с переходными элементами имеют конус 1 и устройство для регулирования вылета режущего инструмента. Например, переходная втулка 3 (рис. 5.7), в которой размещено сверло 7, установлена в отверстии базовой оправки. Вылет инструмента регулируется вращением регулировочной гайки 5 по наружной трапецеидальной резьбе втулки 3. При этом происходит осевое смещение втулки с инструментом, т. к. втулка от проворота удерживается шпонкой 2 и закрепляется гайкой 6.

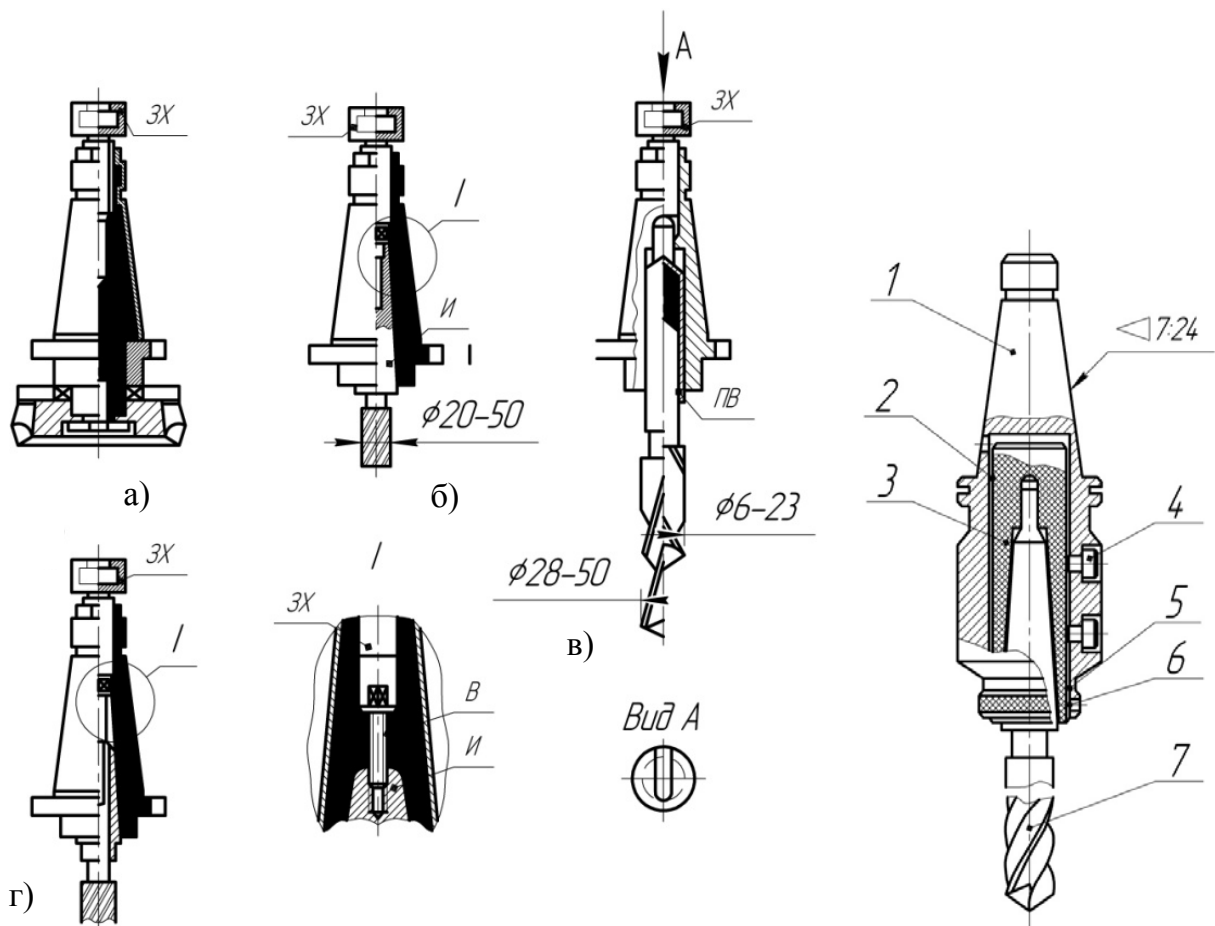


Рис. 5.6. Базовые оправки для крепления инструмента

Рис. 5.7. Базовая оправка с переходной втулкой

После достижения требуемого вылета гайка 5 фиксируется стопорным винтом 6, под который уложена мягкая прокладка, а сама втулка 3 крепится в корпусе оправки винтами 4.

Следует отметить, что наиболее простое крепление базовых оправок в шпинделе станка – винтовым шомполом – характерно для станков общего назначения. В шпинделях станков с ЧПУ, как правило, встроены полуавтоматические или автоматические устройства для крепления инструмента, имеющие специальные захваты.

Поэтому в зависимости от конструктивного решения шпиндельного устройства станка базовые оправки в каждом комплекте должны иметь соответствующие этому устройству элементы захвата. Чаще всего в хвостовик инструментальной оправки (рис. 5.8, а) ввертывают штырь-захват (ЗХ) с заплечиками. За этот штырь оправку захватывает специальный шомпол, который затягивает ее в гнездо шпинделя и закрепляет там.

Для некоторых станков элементом захвата является непосредственно внутренняя поверхность оправки, выполняемая со стороны заднего торца в виде выточки с овальным входом (рис. 5.8, б).

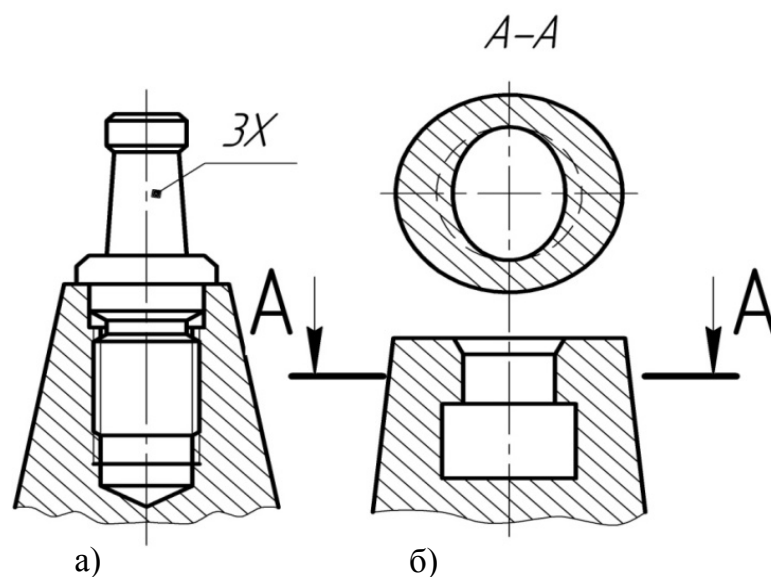


Рис. 5.8. Захват, ввернутый в хвостовик режущего инструмента

Необходимая жесткость соединения вспомогательного инструмента со шпинделем достигается высокой силой закрепления (затяжки) оправки, которая для отдельных станков достигает 12–15 кН.

Отдельные подсистемы вспомогательного инструмента разрабатывают при наличии общей схемы крепления всех видов режущего инструмента. Конкретные подсистемы для отечественного оборудования строят на основе руководящих материалов РТМ М2 П10-2-79 «Система вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ», разработанных ЭНИМСом. Руководящие материалы предполагают применение в практике отечественных заводов трех подсистем: двух для токарных станков и одной для станков с коническим посадочным отверстием шпинделя.

5.4. Вспомогательный инструмент для станков с системой автоматической смены инструмента

На станках с ЧПУ, оснащенных системами автоматической смены инструмента (АСИ), используют тот же режущий инструмент, что и на обычных станках. Вспомогательный инструмент на базе оправок

(рис. 5.9) отличается определенными конструктивными особенностями.

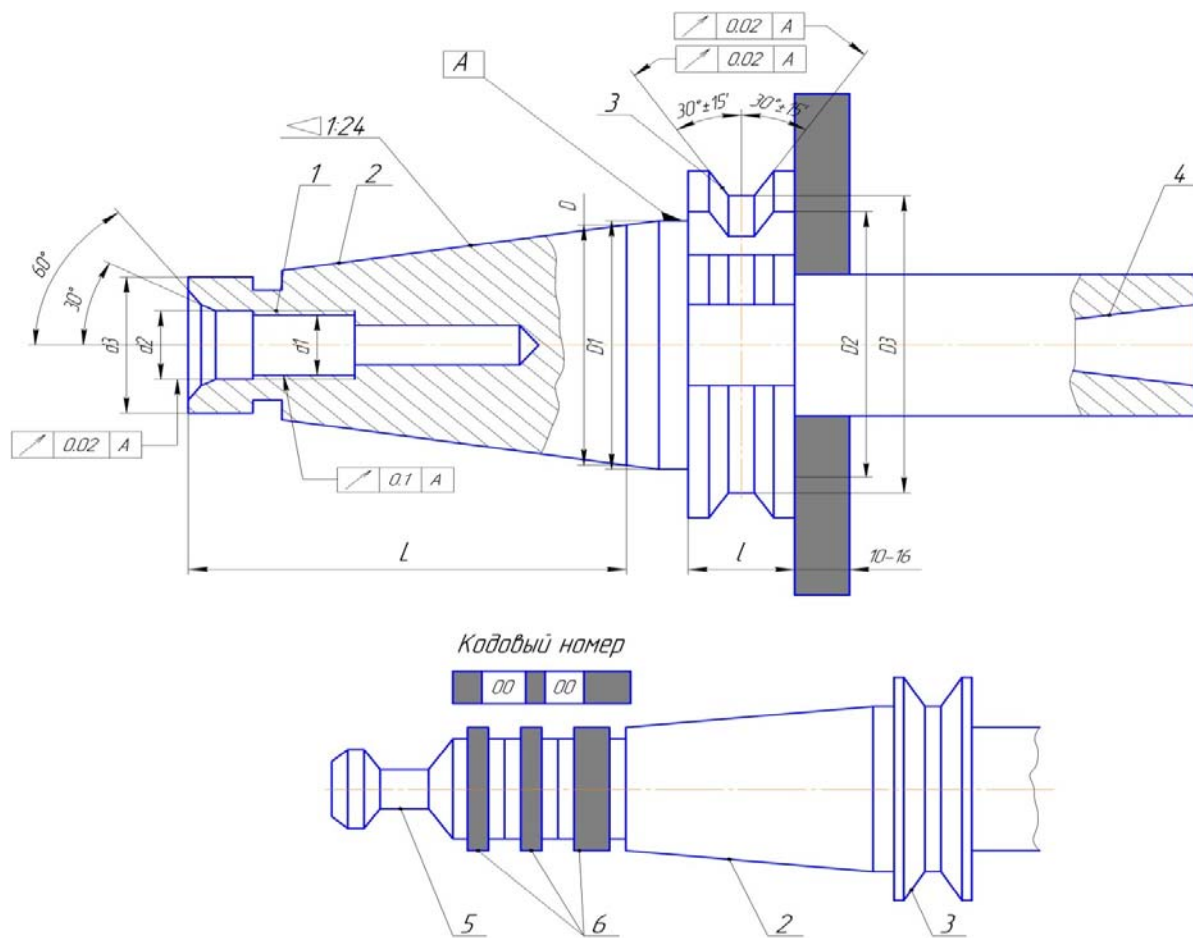


Рис. 5.9. Базовые оправки для станков с ЧПУ с системой АСИ

Эти оправки имеют поверхности для базирования в шпинделе станка, а также для установки и закрепления режущих и вспомогательных инструментов.

Оправки отличаются определенными конструктивными особенностями и имеют поверхности:

- 1 – для установки захвата 5;
- 2 – для базирования в шпинделе станка;
- 3 – контактирующие с захватами автоматической руки;
- 4 – для установки и закрепления режущих и вспомогательных инструментов.

В некоторых случаях имеются также поверхности для установки элементов 6, кодирующих инструмент.

В настоящее время конструкция хвостовиков вспомогательного инструмента для многоцелевых станков с ЧПУ и станков с АСИ

регламентирована стандартом, согласно которому разрешено применять оправки с двумя номерами конусов: 40 и 50.

Для сопряжения с автоматической рукой разрешено использовать только конические поверхности с углом конуса 60° , выполненные в виде кольцевой выточки на фланце оправки. На фланце прорезают два паза для сопряжения с торцовыми шпонками шпинделя.

Наружный размер оправки определяет свободное пространство для захвата ее автоматической рукой (рис. 5.10). Протяженность свободного пространства от торца фланца не менее 10 мм для хвостовика № 40 и не менее 16 мм – для хвостовика № 50. Это пространство нельзя ничем занимать.

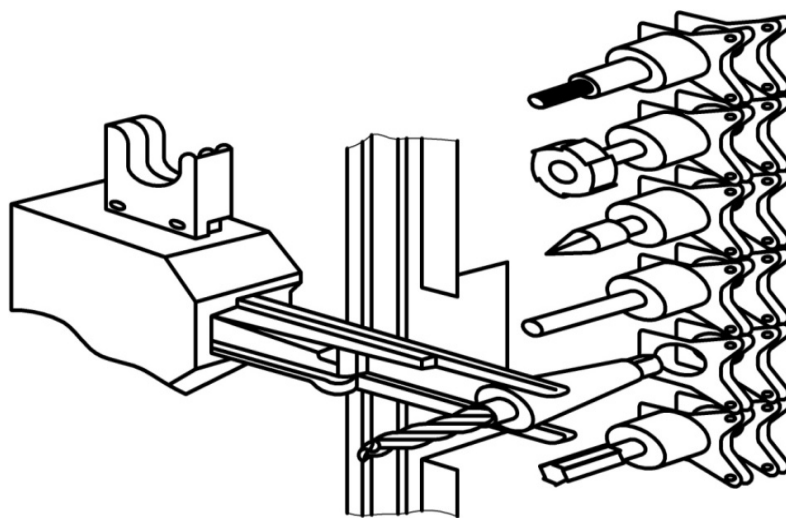


Рис. 5.10. Схема захвата оправки автоматической рукой

Коническая поверхность хвостовика с конусностью 7:24 и кольцевая канавка под захват автоматической рукой должны иметь твердость HRCэ 52...56. Канавки для кодирования оправки разрешено выполнять на цилиндрической поверхности и на штырях под захват механизмом осевого закрепления. Обычно каждый станок с ЧПУ и системой АСИ оснащен комплектом (набором) вспомогательного инструмента, размещаемого в магазине.

В настоящее время для групп многоцелевых станков, работающих в условиях автоматизированного производства и входящих в состав технологических модулей (автоматизированных станочных комплексов), разработаны и эксплуатируются типовые наборы технологической оснастки, включающей режущий инструмент, вспомогательный инструмент и приспособления.

Такие наборы предполагают использование единых конструкций и типоразмеров (составляющих эти наборы элементов технологической оснастки) в пределах не одного станка, а целой группы станков, составляющих автоматизированный участок, т. е. автоматизированный станочный комплекс.

5.5. Гибкая модульная система вспомогательного инструмента [3]

Эта система составляет единое целое с соответствующим модульным комплектом режущего инструмента. Различные оправки и вспомогательные блоки системы имеют единого вида узел крепления резцовых блоков.

В гибкой модульной системе фирмы САНДВИК блок 1 жестко и надежно закрепляется в оправке 3 за счет осевого смещения фигурной тяги 2 (рис. 5.11, а, б). Конструкции оправок, которые крепят или в гнезда суппортов (рис. 5.12, а), или в револьверных головках (рис. 5.12, б), различны. Гамма таких оправок к станку позволяет крепить инструментальные блоки самых различных назначений.

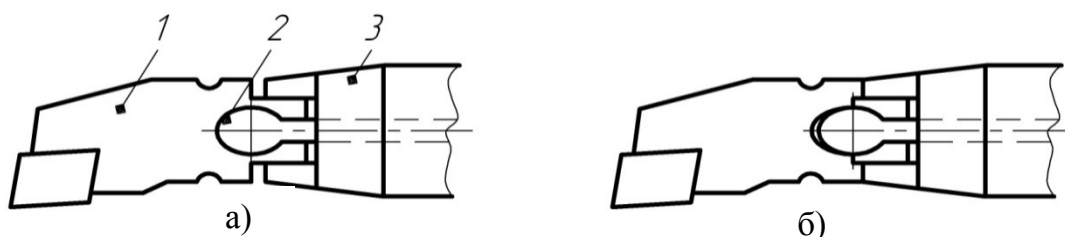


Рис. 5.11. Схема крепления вставки в оправке

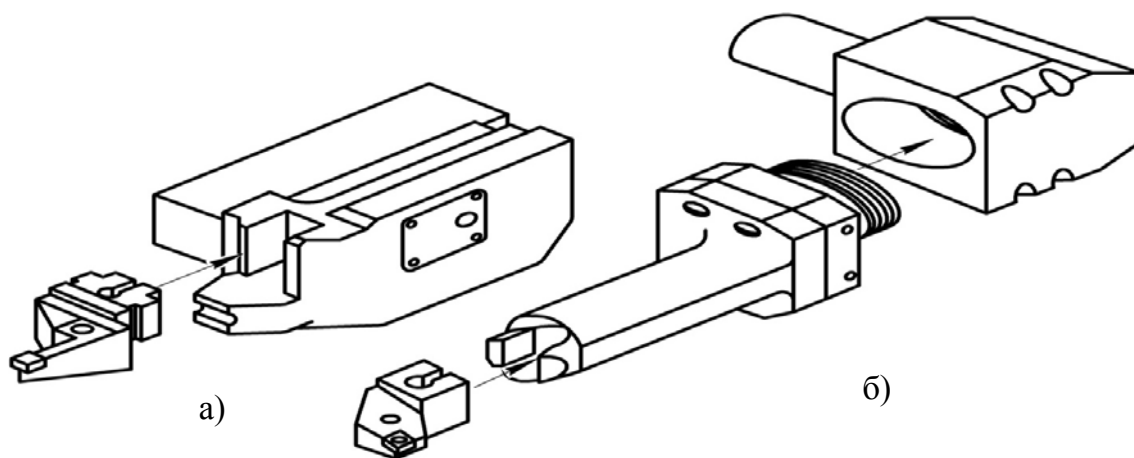


Рис. 5.12. Оправки и вспомогательные блоки для модульного режущего инструмента: а – для суппорта; б – для револьверной головки

Конструкции оправок позволяют быстро заменять блоки. В одной из них (рис. 5.13) блок 1 открепляется после воздействия штока гидросистемы, (на рисунке не показана) на торец винта 7, соединенного с валом 8. Вал с винтом, смещаясь, через фланцевую втулку 6 сжимает тарельчатые пружины 5 и одновременно поворачивает серьгу 9 с фигурной тягой 2.

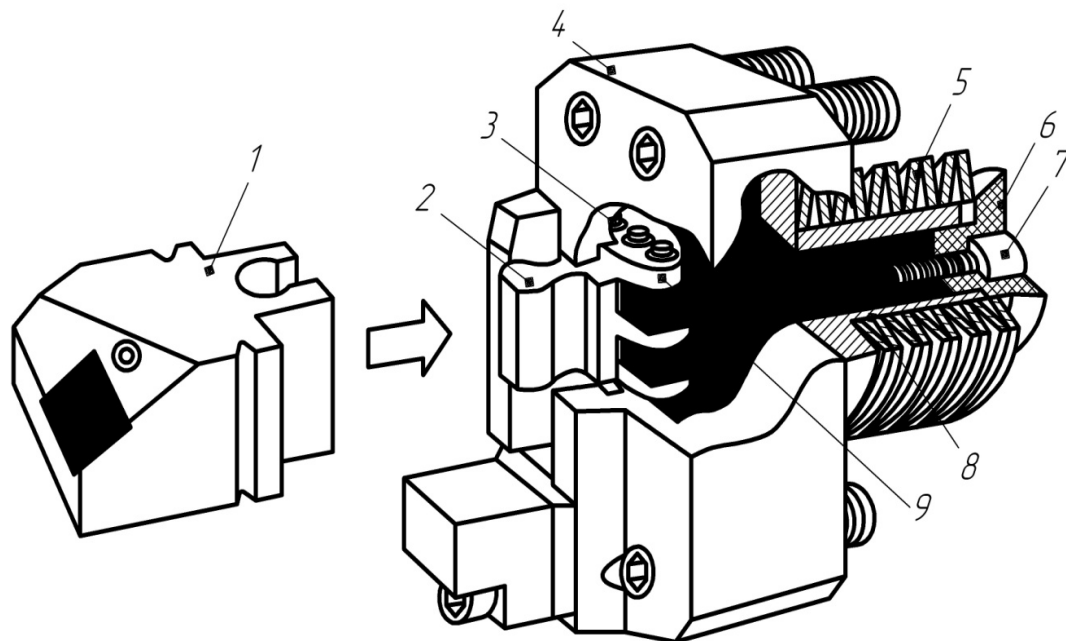


Рис. 5.13. Схема вспомогательного блока для крепления модульного режущего инструмента

Ось 3 серьги закреплена в корпусе оправки (см. рис. 5.13). После того как блок 1 фигурным отверстием будет установлен на конце фигурной тяги 2, снимается давление гидросистемы на торец винта 7. Тарельчатые пружины, смещая вал 8 (с винтом 7), обеспечивают поворот серьги 9, а следовательно, смещение фигурной тяги 2 и жесткое крепление блока к оправке. Такая система смены инструментальных блоков легко автоматизируется.

Например, резцовые блоки могут быть размещены в определенном порядке в цилиндрическом магазине 1 (рис. 5.14). По команде системы управления робот схватом 2 берет блок с револьверной головки 4 (блок предварительно раскрепляется). Естественно, что положение револьверной головки должно быть в это время таким, чтобы заменяемый блок находился в горизонтальной позиции, т. е. в позиции замены.

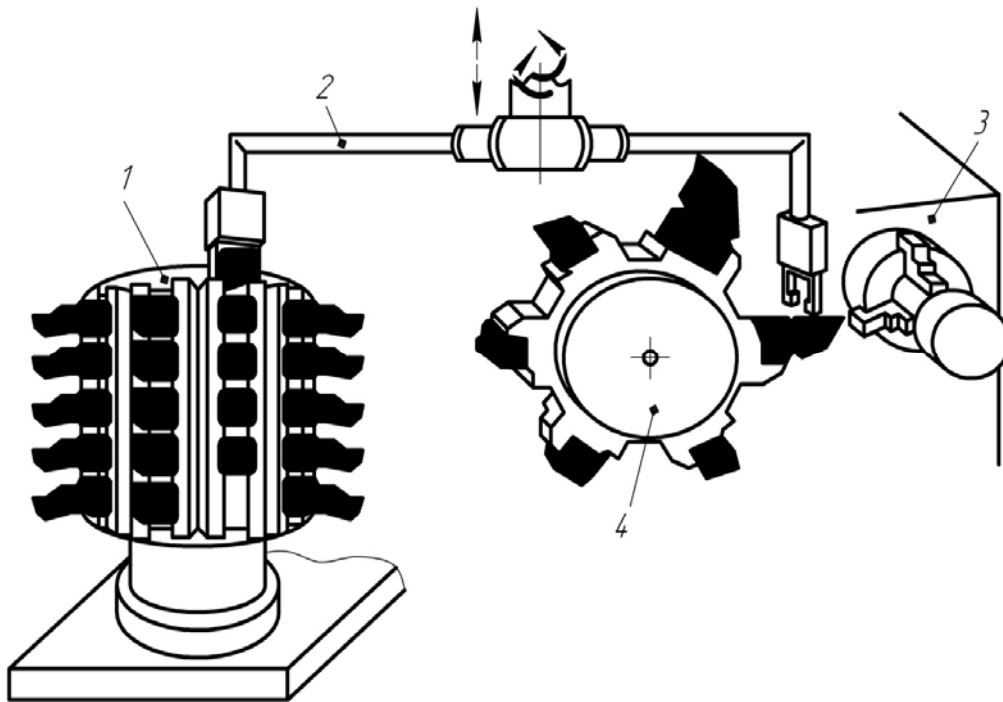


Рис. 5.14. Схема автоматической замены модульного режущего инструмента с помощью промышленного робота

Одновременно схват 2 робота захватывает, например, режцовые блоки, которые могут быть размещены в определенном порядке в цилиндрическом магазине. Новый блок устанавливается в гнезде оправки револьверной головки и закрепляется около бабки 3. Последовательно поворачивая револьверную головку, можно (при необходимости) заменить все ее блоки.

5.6. Методика проектирования станочных приспособлений

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления детали.

В задачи технолога входят:

- выбор заготовки и технологических баз;
- установление маршрута обработки;
- уточнение содержания технологических операций с разработкой эскиза обработки, дающих представление об установке и закреплении заготовки;
- определение промежуточных размеров по всем операциями допусков на них;
- установление режимов резания;

- определение штучного времени на операцию по элементам;
- выбор типа, модели станка.

В задачи конструктора входят:

- конкретизация принятой технологом схемы установки;
- выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособления;
- определение величины необходимой силы зажима;
- уточнение схемы и размеров зажимного устройства;
- определение размеров направляющих деталей приспособления;
- общая компоновка приспособления с определением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления.

Несмотря на четкое разделение функций, между технологом и конструктором должны существовать тесное взаимодействие и творческое содружество. В качестве исходных данных конструктор должен иметь чертежи заготовки и детали с техническими требованиями их приемки; операционный чертеж на предшествующую и выполняемую операции; операционные карты технологического процесса изготовления данной детали.

Из них выявляют последовательность и содержание операций, принятое базирование заготовки, используемое оборудование и инструменты, режимы резания, а также запроектированную производительность с учетом времени на установку, закрепление заготовки и снятие детали. Конструктору необходимы стандарты на детали и узлы станочных приспособлений, а также альбомы нормализованных конструкций. Полезно ознакомиться с аналогичными приспособлениями по литературным источникам и патентным материалам.

Из чертежей заготовки и готовой детали выявляют размеры, допуски, шероховатость поверхностей, а также марку и вид термообработки материала заготовки. Из технологического процесса получают сведения о станке, на котором ведут обработку: его размерах, связанных с установкой приспособления (размеры стола, размеры и расположение Т-образных пазов, наименьшее расстояние от стола до шпинделя, размеры конуса шпинделя и т.д.), и общем состоянии. Необходимо также ознакомление со станком в цехе для выявления особенностей приспособления и наиболее выгодного расположения органов его управления.

Все эти сведения нужно иметь при конструировании каждого специального приспособления. При конструировании переналаживаемых и групповых приспособлений необходимо, кроме того, определить номенклатуру деталей, изготавливаемых с использованием данного приспособления и иметь по каждой детали перечисленные выше сведения.

Конструктору необходимо учитывать технологические возможности изготовления приспособления в условиях данного завода и программу выпуска изделий, чтобы выбрать наиболее рентабельную конструкцию и обосновать решение о применении в конструируемом приспособлении сменных быстроизнашиваемых деталей.

Схема конструируемого приспособления в основном определяется принятым построением данной операции обработки. По числу устанавливаемых для обработки заготовок схемы станочных операций делят на одно- и многоместные, а по числу инструментов – на одно- и многоинструментальные.

В зависимости от порядка работы инструментов и расположения заготовок в приспособлении эти схемы могут быть последовательного, параллельного и параллельно-последовательного выполнения. При сочетании указанных признаков образуется несколько различных схем. Варианты схем оценивают по производительности и себестоимости с безусловным обеспечением заданного качества обработки.

Выбирая схему, стремятся к уменьшению штучного времени: при поточном производстве это время должно быть равно такту выпуска изделий для обеспечения заданной производительности линии. Уменьшение штучного времени достигается технологическими мероприятиями и мерами по совершенствованию конструкции приспособления.

Можно иметь большое количество различных схем приспособлений, комбинируя рассмотренные признаки. Переходя от одностанных одноинструментных приспособлений последовательного действия к многоместным многоинструментным приспособлениям с параллельным выполнением переходов обработки и приспособлениям многопозиционного типа, можно на одном и том же станке многократно повысить производительность обработки заготовок небольших размеров. Концентрируя обработку на приспособлениях последнего типа,

можно сократить число операций, уменьшить число станков и производственные площади.

Применяя приспособления автоматического типа, высвобождают рабочую силу в результате более широкого внедрения многостаночного обслуживания. Использование этих приспособлений во многих случаях позволяет автоматизировать производство на базе дешевых универсальных станков, что дает соответствующий экономический эффект.

В предложенной технологом схеме приспособления должен быть четко указан принцип его действия. Выбор типа и степени автоматизации приспособления обосновываются заданной производительностью, точностью обработки и условиями многостаночного обслуживания. Производительность оценивают в первом приближении по величине оперативного времени.

Расположение детали на схеме приспособления должно соответствовать ее положению в станочном приспособлении при обработке заготовки на соответствующем станке. В случае установки заготовки в приспособление не по основным конструкторским, а по вспомогательным базам технолог должен рассчитать погрешности базирования и произвести перерасчет допусков на базисные размеры и на чертеже детали проставить новые расчетные допуски.

Конструктор, получив задание на разработку специального приспособления для обработки деталей на станке, проводит нижеследующую работу:

- изучает принципиальную схему конструкции специального приспособления, разработанного технологом, в которой указан способ базирования и закрепления заготовки;
- изучает рабочие чертежи заготовки и готовой детали с техническими условиями;
- знакомится по технологической карте с технологическим процессом изготовления детали;
- изучает операционный эскиз механической обработки заготовки на соответствующей операции и станке и схему ее установки и закрепления в проектируемом приспособлении;
- знакомится с техническими данными станка, на котором будет установлено проектируемое специальное приспособление;

– изучает в механическом цехе условия работы проектируемого приспособления и решает с инженерно-техническими работниками цеха возникшие вопросы и выявляет их предложения и пожелания;

– в заключение конструктор с технологом решают ряд вопросов, возникших в результате ознакомления с заданием: уточняют годовую программу выпуска деталей, обсуждают схему конструкции приспособления, определяют экономический эффект применения приспособления и окончательно устанавливают вариант схемы конструкции приспособления.

Далее конструктор на основании принятой схемы приспособления конструктивно оформляет элементы приспособления и его общую компоновку с необходимыми проекциями и разрезами.

При проектировании конструкции приспособления конструктор использует следующие материалы:

нормали, стандарты и ГОСТы на различные детали и узлы станочных приспособлений;

чертежи приспособлений, применяемых на данном заводе для обработки аналогичных деталей;

нормали, стандарты и ГОСТы на детали и узлы механизированных приводов;

чертежи конструкций универсальных, специальных и групповых приспособлений.

После разработки конструкции приспособления конструктор должен передать технологу чертежи приспособления и получить его согласие на изготовление данной конструкции в металле.

При проектировании приспособления конструктор должен проводить работу в определенной последовательности. Рассмотрим последовательность проектирования приспособления.

Вначале вычерчивают контур изготавливаемой детали в требуемом количестве проекций на таком расстоянии, чтобы оставалось достаточно места для размещения на этих проекциях всех деталей и узлов приспособления. Контур изготавливаемой детали показывают тонкими сплошными или штрихпунктирными линиями, чтобы она выделялась на чертеже приспособления.

Вокруг указанного контура сначала вычерчивают направляющие детали приспособления. Затем выбирают и вычерчивают устано-

вочные (центрирующие) или опорные детали приспособления. Далее определяют и вычерчивают зажимные и вспомогательные детали приспособления. В заключение выбирают форму и размеры, а также материал корпуса приспособления и монтируют все детали и узлы в корпусе приспособления.

Спроектированную конструкцию специального приспособления вычерчивают в нескольких проекциях, а также разрезы и сечения, необходимые для конкретизации конструкции приспособления. Общие виды приспособления следует вычерчивать в масштабе 1:1. На проекциях общих видов, разрезах и сечениях приспособления должны быть нанесены габаритные, присоединительные, межосевые, посадочные и эксплуатационные размеры. На проекциях проставляют контрольные размеры с допусками, определяющими точность взаимного расположения деталей приспособления, которые обеспечивают точность расположения поверхностей изготавливаемых деталей в данном приспособлении.

Точность работы приспособления проверяют путем контроля размеров деталей данного приспособления.

Для проектируемого кондуктора контрольными размерами являются диаметры направляющих кондукторных втулок, расстояние от осей до базовых поверхностей установочных или опорных деталей приспособления.

На чертеже общего вида приспособления указывают техническую характеристику и условия изготовления приспособления.

На чертеже проекций приспособления, на сопрягаемых поверхностях деталей должны быть проставлены квалитеты точности с посадками, а также допуски на взаимное отклонение от параллельности, перпендикулярности поверхностей установочных элементов и осей центрирующих деталей приспособления.

В технических условиях задают требуемую точность сборки отдельных деталей приспособления и указывают способы его отладки, методы проверки при установке на станке и т.д.

На чертеже общего вида приспособления проставляют нумерацию всех деталей, входящих в приспособление, составляют спецификацию с указанием материала и марки, номера ГОСТов или нормалей.

После разработки проекций общего вида приспособления выполняют его детализировку. Рабочие чертежи приспособления разрабатывают только на специальные детали.

Приспособление считается годным, если изготовленная с его использованием деталь отвечает чертежу и техническим условиям на ее изготовление.

При проектировании приспособлений следует рассчитать:

погрешность установки заготовки;

погрешность настройки станка;

погрешность обработки;

суммарную погрешность обработки заготовки с использованием спроектированного приспособления;

силы закрепления заготовки в приспособлении в зависимости от внешней рабочей нагрузки в виде силы резания и их моментов, действующих на заготовку при обработке на станке.

Для приспособлений с механизированным приводом диаметр цилиндра (поршня) или диаметр диафрагмы и осевую силу на штоке механизированного привода, передаваемую через промежуточные звенья зажимным устройством приспособления.

При разработке конструкции станочного приспособления необходимо строго придерживаться единой системы конструкторской документации (ЕСКД), в которой указаны общие правила выполнения чертежей.

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом для автоматизации технологической подготовки производства, в том числе работ по автоматизации конструкторских расчетов, чертежно-графических работ и процесса конструирования станочных приспособлений все большее применение находят современная электронно-вычислительная техника и, в первую очередь, персональные компьютеры и программные продукты.

Автоматизация конструкторских расчетов и процесса проектирования позволит совместить преимущества агрегатирования и широкой стандартизации с преимуществами скоростного автоматизированного проектирования.

Весьма существенным является то, что такие задачи, как проектирование станочных приспособлений из стандартных элементов и

наладок по типовым схемам, могут быть решены с помощью ЭВМ при относительно небольших затратах. Отметим при этом, что объем таких работ очень большой в общем объеме проектных работ. Для решения указанных задач используют ЭВМ и чертежно-графические автоматы. При осуществлении задачи перехода на переналаживаемую станочную оснастку большое внимание должно быть уделено вопросам внедрения разработок.

Очень часто даже хорошие работоспособные конструкции и смелые идеи остаются нереализованными только по той причине, что внедрению уделяется мало внимания либо же внедрение поручается недостаточно квалифицированным специалистам.

При использовании методики получения технической документации и автоматизированного синтеза конструкций станочных приспособлений была поставлена задача автоматизированной компоновки специализированного наладочного приспособления из стандартных элементов, а также автоматизированного проектирования специальных наладок на базе разработанных типовых конструкций.

В качестве источника исходной информации при автоматизированном проектировании представляется наиболее целесообразным принять чертеж детали, технологический процесс ее изготовления. Изготавливаемая деталь на операционном эскизе должна быть представлена в таком виде, который она приобретает после выполнения данной операции. Все поверхности, получаемые в результате формообразования на последующих операциях, на эскизе не показывают. Кроме того, на операционном эскизе детали должны быть указаны размеры с указанием допусков и размеры, которые необходимы для определения положения всех точек, используемых для ориентирования детали в приспособлении.

Поверхности, не участвующие в обработке, базировании и закреплении детали, на операционном эскизе показываются тонкими линиями, и размеры на них не указывают.

Каждая подлежащая изготовлению деталь обладает рядом свойств, общих по своей природе для всех машиностроительных деталей. Поэтому каждое из этих учитываемых при проектировании свойств детали формально представляется в виде параметра исходной информации.

По природе отражаемых свойств исходную информацию при автоматизированном конструировании приспособлений и их элементов можно подразделить на шесть видов: технологическую, геометрическую, логическую, точностную, физико-химическую и организационную.

Свойства детали бывают общими, относящимися ко всей детали (масса, габаритные размеры, материал и др.), и частными, касающимися отдельных частей детали (шероховатость поверхности, ее размеры, форма и др.). Информацию об общих свойствах берут из чертежа детали и записывают при кодировании один раз. Значения параметров, формализующих частные свойства детали, берут из операционного эскиза и записывают столько раз, сколько это необходимо по технологическому процессу.

Правила кодирования технологической, геометрической, логической и прочей информации в данной методике не приводятся. Все сведения об изготавливаемой детали заносят в таблицу исходной информации (ТИИ), которая является документом для автоматизированного проектирования технологического процесса и оснастки.

Перед тем как приступить к заполнению ТИИ необходимо на операционном эскизе нанести оси главной системы координат (ГСК). При кодировании допускается некоторая аппроксимация (упрощение) форм свободных поверхностей детали, а также разрешается не кодировать поверхности, информация о которых не влияет на результаты проектирования. Например, можно не кодировать углубления на свободных поверхностях детали, фаски, галтели, мелкие выборки и т.п.

Автоматизированное проектирование станочных приспособлений базируется на пространственных материальных объектах.

Это значит, что в процессе машинного построения конструкции оперируют не геометрическими элементами чертежа (линиями, точками, проекциями), а такими объектами, как деталь, узел, поверхность детали, моделируемые в машине в виде цифр – кодов.

Общим для всех конструктивных элементов, как и для приспособлений в целом, считается то, что каждый из них всегда может быть расчленен на конечное число нормализованных элементов высшего порядка и каждый из них может быть синтезирован из таких элементов. Под конструктивным элементом понимается часть конструкции

приспособления, которую в процессе проектирования нерационально членить на более мелкие составляющие.

Наиболее приемлемой формой конструктивного элемента при автоматическом проектировании является стандартный конструктивный элемент, так как информационное описание конструкции, состоящей из стандартных конструктивных элементов, имеет самый простой вид и требует минимального объема машинной памяти.

Кроме того, стандартный конструктивный элемент наиболее просто воспроизводится графически на основе своей цифровой информации. Это еще раз подтверждает необходимость максимально возможной стандартизации элементов приспособлений для их автоматизированного проектирования.

Весьма существенная роль в процессе автоматизированного проектирования принадлежит классификации элементов конструкций приспособления по функциональному признаку. Такая классификация ускоряет поиск требуемого элемента за счет значительного сужения зоны поиска. В соответствии с функциональной классификацией конструктивных элементов строится общая структура всего процесса по этапам: каждому этапу автоматизированного проектирования соответствует конструирование одного из функциональных классов конструктивных элементов.

Алгоритмизация проектирования приспособлений налагает на конструктивные элементы дополнительные специфические требования: обязательное наличие свойств, позволяющих определить пространственную ориентацию конструктивного элемента относительно других элементов конструкции; возможность построения адекватного образа конструктивного элемента по имеющейся цифровой информации.

Полные сведения о совокупности всех конструктивных элементов с помощью которых возможен синтез приспособлений, образуют базовую информацию системы автоматизированного проектирования. Основную часть базовой информации составляет библиотека наладок приспособлений (БНП) и библиотека конструктивных элементов (БКЭ).

При разработке БНП и БКЭ необходимо выполнить следующие работы:

определить привязочные точки элементов;
выбрать и нанести системы координат;
построить размерно-координатные сетки элементов;
окончательно разработать все чертежи и закодировать их;
определить область применимости всех элементов.

В большинстве случаев элементы приспособлений графически представляются в виде следующей совокупности чертежей: координатного чертежа, рабочих чертежей деталей, чертежа посадочного места. Для сокращения количества исходной информации необходимо стремиться к совмещению чертежей названной совокупности в один чертеж с разработкой условий применимости данного элемента.

Кроме БНП и БКЭ, в составе базовой информации для автоматизированного проектирования должны находиться сведения об оборудовании и спецификации конструктивных элементов.

Основные этапы автоматизированного проектирования оснастки в соответствии с информационно-структурной схемой рассматриваются ниже. На первом этапе производится выбор наладки и приспособления из имеющихся аналогов информационно-поисковой системы (ИПС).

Если не удастся применить спроектированные ранее наладки и приспособления, то производится автоматический синтез конструкций приспособления и наладки.

Процесс автоматизированного проектирования приспособлений начинается с программного синтеза из конструктивных элементов, осуществляемого в области, определяемой главной системой координат, общей для изготавливаемой детали и приспособления.

Последовательно проектируют элементы функционально-однородных групп: узлов крепления хвостов, профилей и т.д. Для элементов всех групп характерна двухстадийность протекания процесса проектирования: на первой стадии выбирается принципиальная схема конструкции, а на второй – полное конструктивное оформление этой схемы.

Принципиальная схема конструкции строится на основе анализа условий применимости элементов и их функционирования в приспособлении. На стадии конструктивного оформления преобладают эвристические методы моделирования. Здесь вводятся описания правил

и приемов, которые применяются при выборе решений высококвалифицированными конструкторами.

Процесс проектирования станочных приспособлений заканчивается получением комплекта конструкторской документации, в состав которой входят спецификация, сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей приспособления. Основной и наиболее сложный вопрос здесь – автоматизация построения сборочных чертежей.

Существует несколько методов, реализующих различные универсальные методы построения произвольных проекций, сечений и разрезов деталей. Однако из-за незавершенности теоретических разработок по решению встречающихся комбинаторных задач, например, выбора оптимальной совокупности плоских проекций, разрезов, распределения размеров на их изображениях и т.п. общие методы автоматизации построения машиностроительных чертежей до настоящего времени еще не вполне сложились и реализация их на ЭВМ требует больших затрат времени.

Наиболее сложным и трудоемким в существующих методах считается анализ видимости, базирующийся на решении позиционных задач в трехмерном пространстве.

Значительное сокращение времени реализации процедур анализа достигается при перенесении позиционных задач из трехмерного пространства на плоскость. При этом уменьшается объем процедур, упрощается их структура. Поэтому наиболее реальным и эффективным в настоящее время можно назвать комбинированный метод построения сборочных чертежей приспособлений.

Сущность этого метода заключается в том, что формирование чертежа в подавляющем большинстве случаев выполняется из типовых изображений. Однако для некоторых конструктивных элементов, вид графики которых на чертеже невозможно предвидеть на этапе разработки алгоритмов, построение типовых изображений, формирующих проекции этих элементов, производится универсальным методом. Широкое применение комбинированного метода стимулируется стандартизацией узлов и деталей приспособлений.

Вопросы для проверки усвоения материала

1. Для чего предназначен вспомогательный инструмент при механической обработке заготовок на станках с ЧПУ?

2. Для каких станков с ЧПУ предназначен вспомогательный инструмент с цилиндрическим хвостовиком?

3. Охарактеризуйте вспомогательный инструмент с базирующей призмой, применяемый для станков с ЧПУ.

4. Опишите инструментальную быстросменную систему для сверлильных станков с ЧПУ.

5. В чем состоит принцип комплектования инструментального набора для станков с ЧПУ?

6. Охарактеризуйте базовые оправки для крепления режущего инструмента.

7. В чем заключается функция вспомогательного инструмента для станков с системой автоматической смены инструмента?

8. Нарисуйте схему базовой оправки для станков с ЧПУ с системой автоматической смены инструмента.

9. Нарисуйте оправку и вспомогательный блок для модульного режущего инструмента для станков с ЧПУ.

10. Опишите схему автоматической замены модульного режущего инструмента с помощью промышленного робота.

11. Назовите исходные данные для разработки станочного приспособления.

12. Охарактеризуйте последовательность проектирования станочного приспособления.

13. Какие параметры следует рассчитать при проектировании станочного приспособления?

14. Назовите и охарактеризуйте основные этапы автоматизированного проектирования технологической оснастки для станков с ЧПУ.

6. ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

6.1. Разработка станочного приспособления для механической обработки детали «Корпус»

6.1.1. Характеристика детали «Корпус»

Деталь «Корпус» имеет прямоугольную форму, две наружные поверхности и два торца. С одной стороны корпуса выполнена резьба М66х1-6h (рис. 6.1), глухое отверстие диаметром 60Н9 на глубину 31 мм, отверстие диаметром 8Н14 на глубину 0,8 мм и паз шириной $40\pm 0,5$ мм. С другой стороны расположены криволинейные пазы шириной 16Н11, $24\pm 0,5$, 36Н11 и 36d11. В продольном направлении корпуса выполнены сквозные отверстия диаметром 27Н9 и 4,3Н11, 3Н9, а вдоль пазов расположены сквозные отверстия диаметром 10Н9, 4Н9 и три отверстия диаметром 3Н9. Рассмотрев некоторые элементы детали, можно сделать вывод, что деталь имеет сложную форму. Корпус обладает необходимой жесткостью, а обработанные его поверхности должны обеспечить правильное относительное положение соединяемых деталей и узлов, а также качественную работу механизмов и изделия.

6.1.2. Исходные данные для разработки приспособления для обработки детали «Корпус»

В процессе разработки приспособления для механической обработки корпуса руководствуемся необходимостью создания простой и дешевой конструкции, что обеспечит существенную экономию затрат на подготовку производства. Помимо этого сокращаются затраты на ремонт приспособления. При проектировании будем стремиться к тому, чтобы создать обратимое переналаживаемое приспособление, т. е. приспособление для многократного использования. Корпус будем обрабатывать на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели Mazak INTEGREX 100-IIIST.

Основными исходными данными для разработки приспособления, предназначенного для фрезерования детали «Корпус», являются:

- годовая программа выпуска деталей, шт./г.;
- рабочий чертеж детали «Корпус» (см. рис. 6.1);

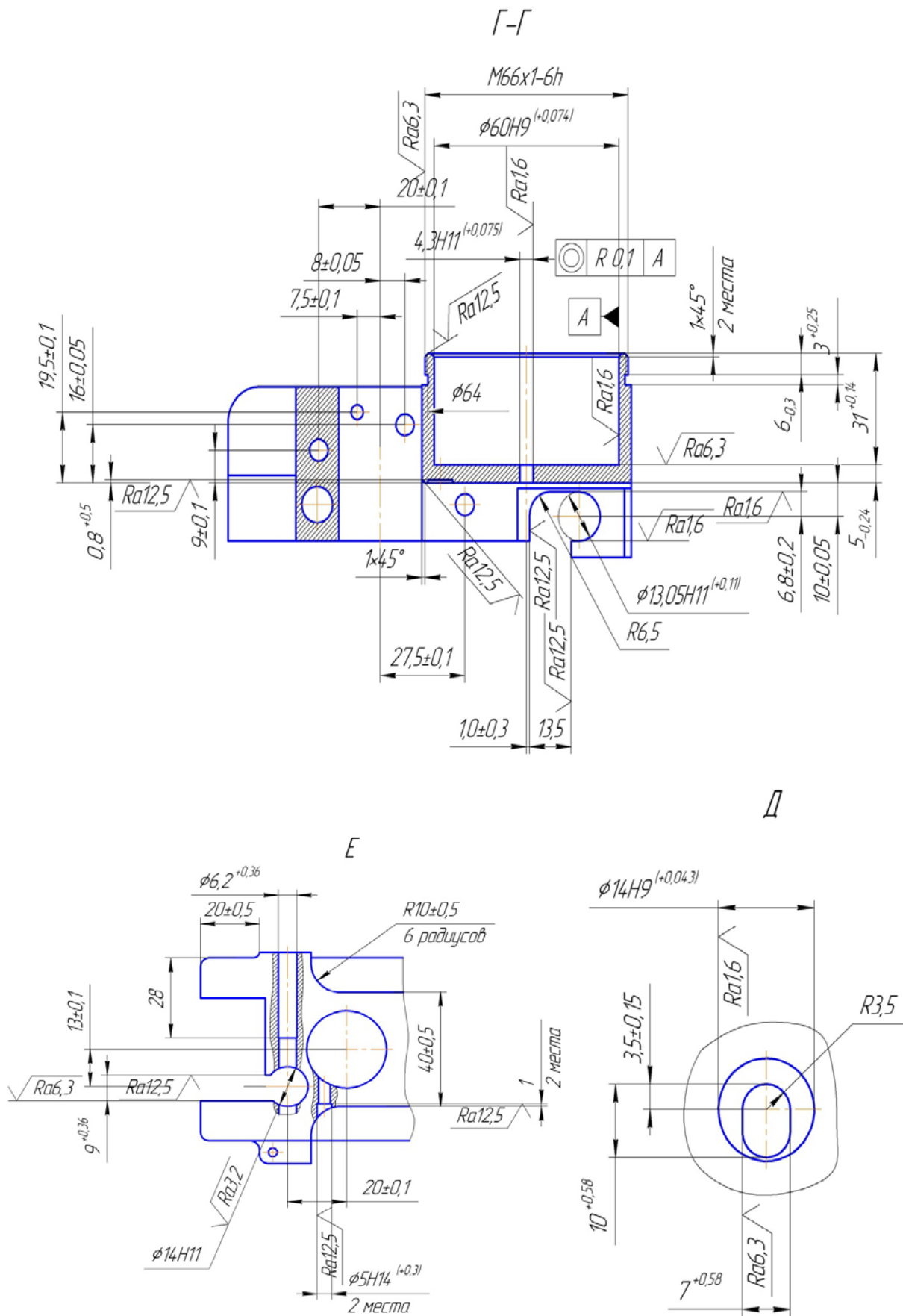


Рис. 6.1. Продолжение

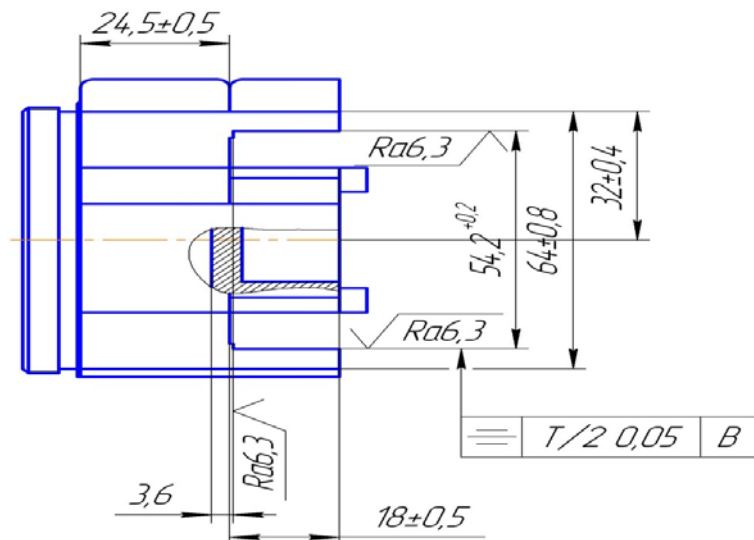


Рис. 6.1. Окончание

- 3D – модель детали «Корпус», которая изображена на рис. 6.2;
- схема базирования и закрепления заготовки в приспособление;
- технологические эскизы обработки контура корпуса (рис. 6.3);
- станок с ЧПУ, на котором будет выполняться фрезерная операция;
- режимы резания при обработке контура корпуса, материал, геометрия режущего инструмента и др. данные, необходимые для расчета силы и момента резания.



Рис. 6.2. 3D – модель детали «Корпус»

Корпус обрабатываем на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели Mazak VARIAXIS 500-5X. Фрезеруем контур детали и сверлим отверстия $\varnothing 14+0,12$ мм. Выбранная схема базирования заготовки в приспособление показана на технологических эскизах обработки контура корпуса (см. рис. 6.3), где технологические базовые точки изображены в виде жестких опор.

Снимаемые припуски, режимы резания при обработке контура корпуса, а также силы резания должны быть определены до начала проектирования станочного приспособления в соответствии с методикой, приведенной в справочнике технолога-машиностроителя. На технологических эскизах указана шероховатость поверхностей, которая должна быть получена после механической обработки, выдерживаемые размеры с допусками, а также допуски на пространственные отклонения одних поверхностей детали относительно других.

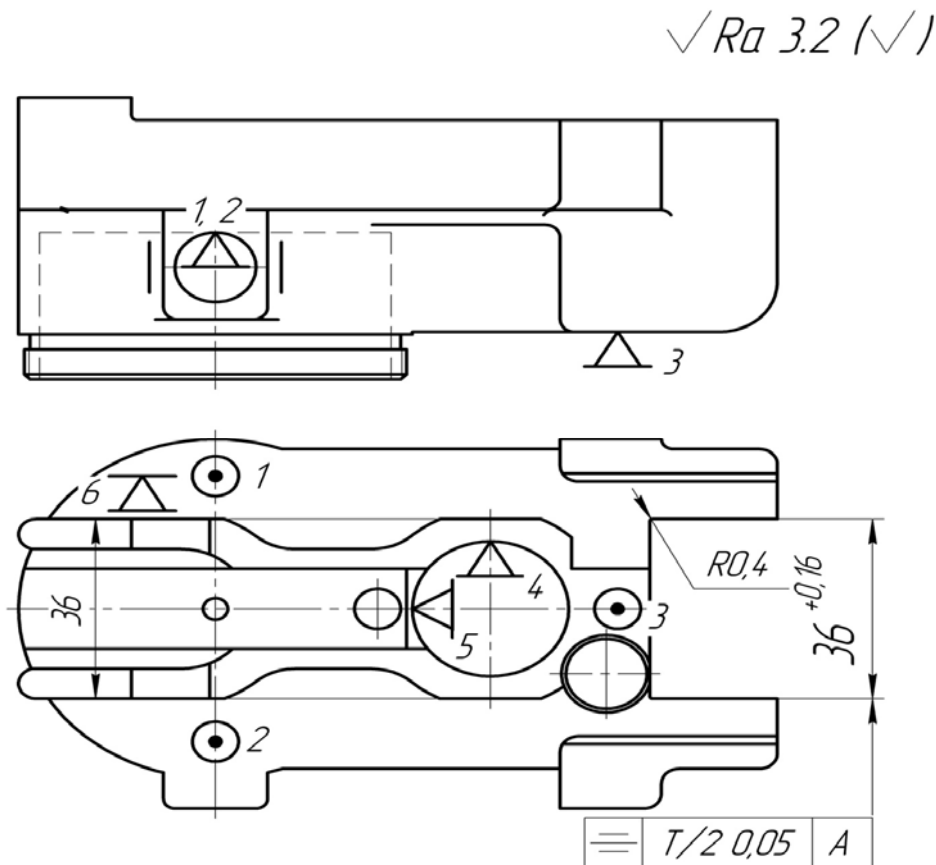


Рис. 6.3. Технологические эскизы обработки корпуса

Следует отметить, что часть размеров корпуса имеют достаточно жесткие допуски 0,05 мм, что должно обеспечиваться конструкцией проектируемого станочного приспособления.

6.1.3. Описание конструкции станочного приспособления для обработки корпуса

Основной элемент станочного приспособления – пневматическая подставка 11 (рис. 6.4), на которой крепится с помощью болтов 16 и гайки 20 основное зажимное устройство, состоящее из плиты 1, на которой установлены вспомогательные элементы. Заготовка корпуса при обработке устанавливается основным отверстием на базу 5, при этом установочным элементом является штырь 2, на который корпус центрируется по отверстию $\text{Ø}26,7^{+0,045}$ мм.

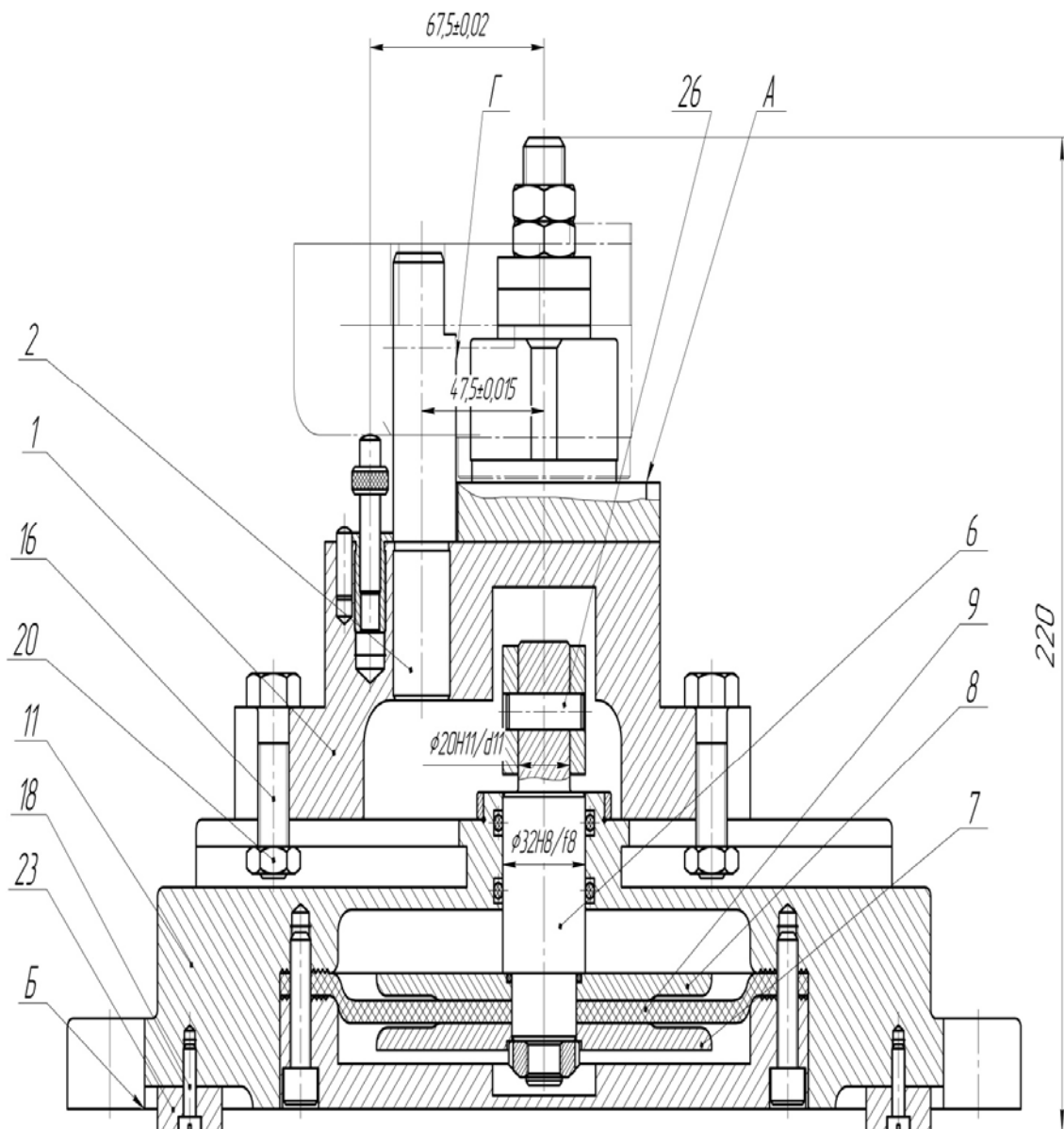


Рис. 6.4. Сборочный чертеж приспособления для обработки детали «Корпус» (см. также с. 161)

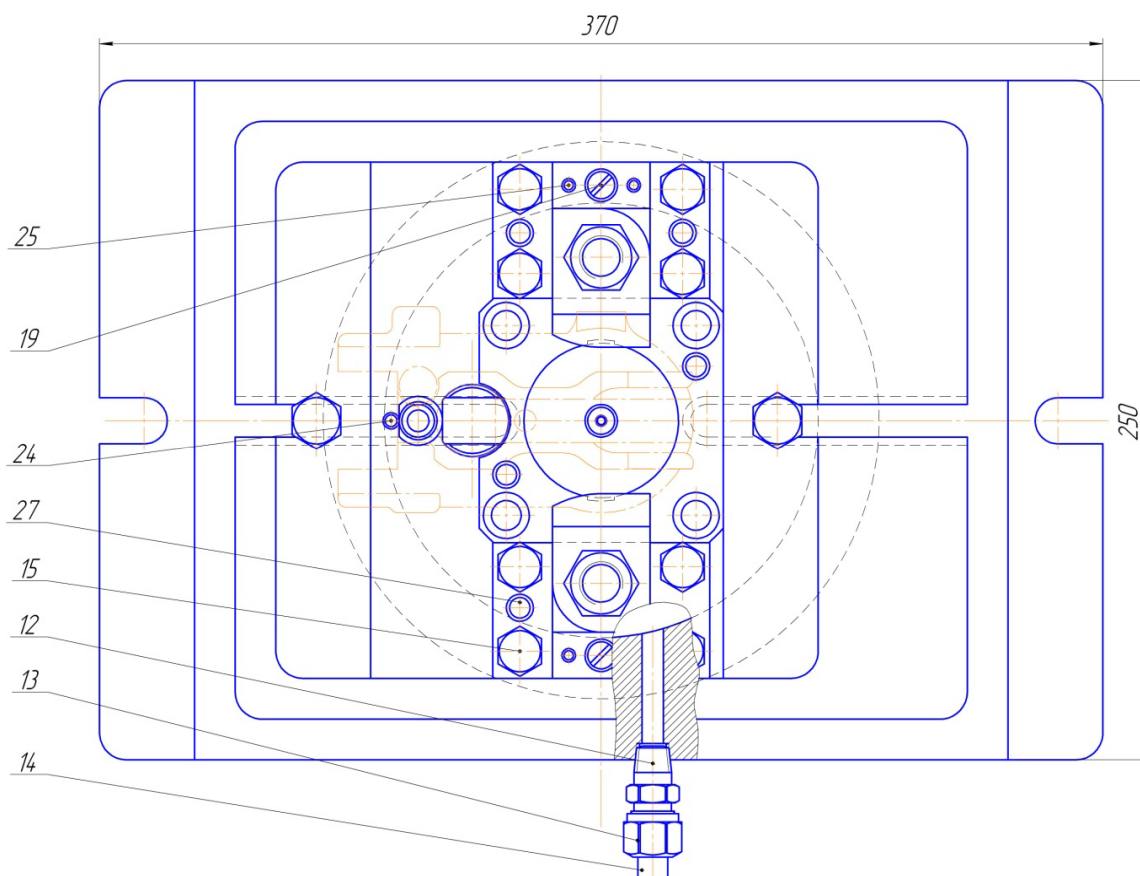
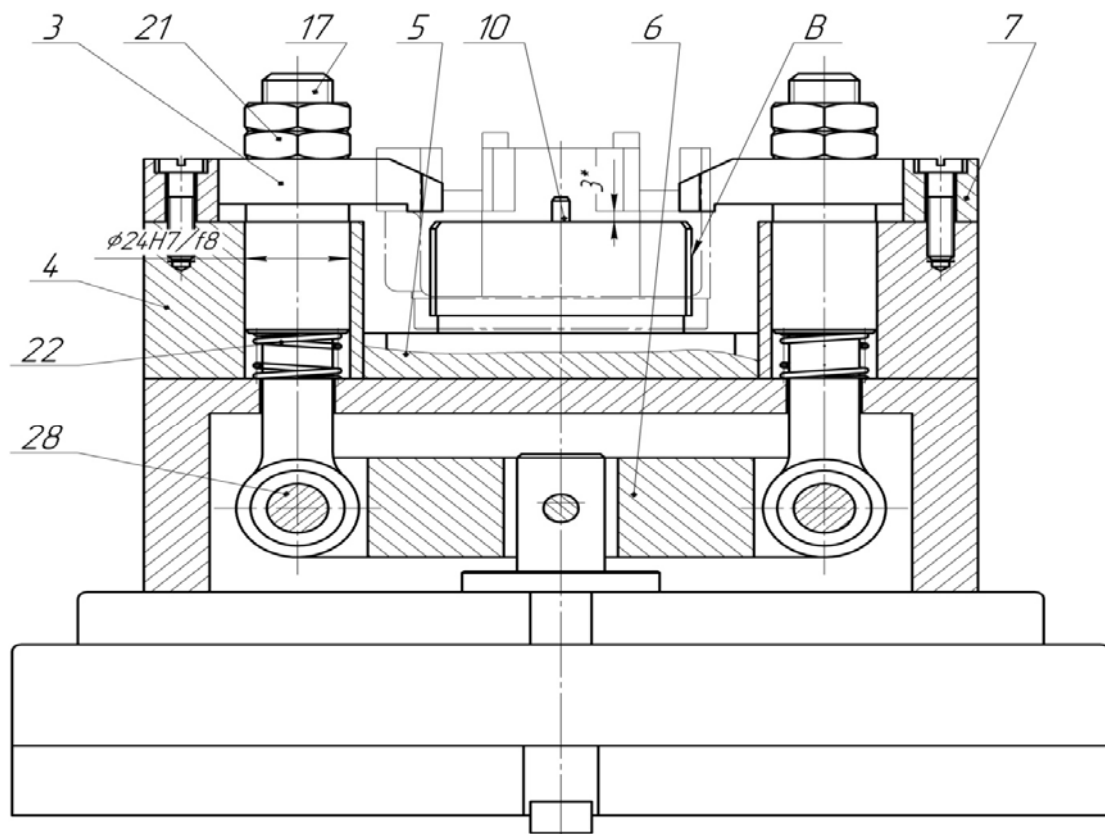


Рис. 6.4. Окончание

В качестве упорной базовой технологической точки служит винт 8. Установочные элементы приспособления служат для определения положения обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущего инструмента, а зажимные элементы – для закрепления заготовки в приспособлении.

В данном приспособлении зажимной элемент – прихваты 3. Для обеспечения устойчивости заготовки предусмотрено устройство равновесия, выполненное в виде коромысла, которое связано со штоком и пневматической камерой через штифт 26, планку 6, штифты 28 и болты 22.

Пневматическая камера представляет собой силовой узел одностороннего действия, который состоит из двух шайб и закрепленной между ними диафрагмы. При впуске сжатого воздуха в верхнюю полость цилиндра шток перемещается вниз, при этом пружины 26 сжимаются, а прихваты 3 закрепляют установленную в приспособление заготовку.

При соединении верхней полости пневмоцилиндра с атмосферой сжатый воздух выходит из полости, шток движется в обратном направлении под действием разжимающихся пружин 26. В результате этого диафрагма становится выпуклой, а прихваты 3 поднимаются вверх, освобождая деталь от действия сил закрепления. Пространственное расположение приспособления на станке определяется шпонками 23. Приспособление закрепляют на рабочей поверхности стола станка с помощью болтов, вставленных в Т-образные пазы, и навинченных на них гаек.

6.1.4. Силовой расчет станочного приспособления для обработки корпуса

Целью силового расчета приспособления является определение величины усилия закрепления, необходимого и достаточного для удержания заготовки в неподвижном состоянии относительно приспособления в процессе механической обработки.

Деталь «Корпус» закрепляют двумя Г-образными прихватами, каждый из которых прижимает заготовку к установочной технологической базовой поверхности силой $Q/2$ (рис. 6.5, а). В процессе механической обработки заготовки возникают радиальная P_y и главная P_z

составляющие силы резания (рис. 6.5, б). На площадках контакта базовых поверхностей заготовки с приспособлением возникают силы T трения покоя, которые способствуют удержанию заготовки в неподвижном состоянии относительно приспособления.

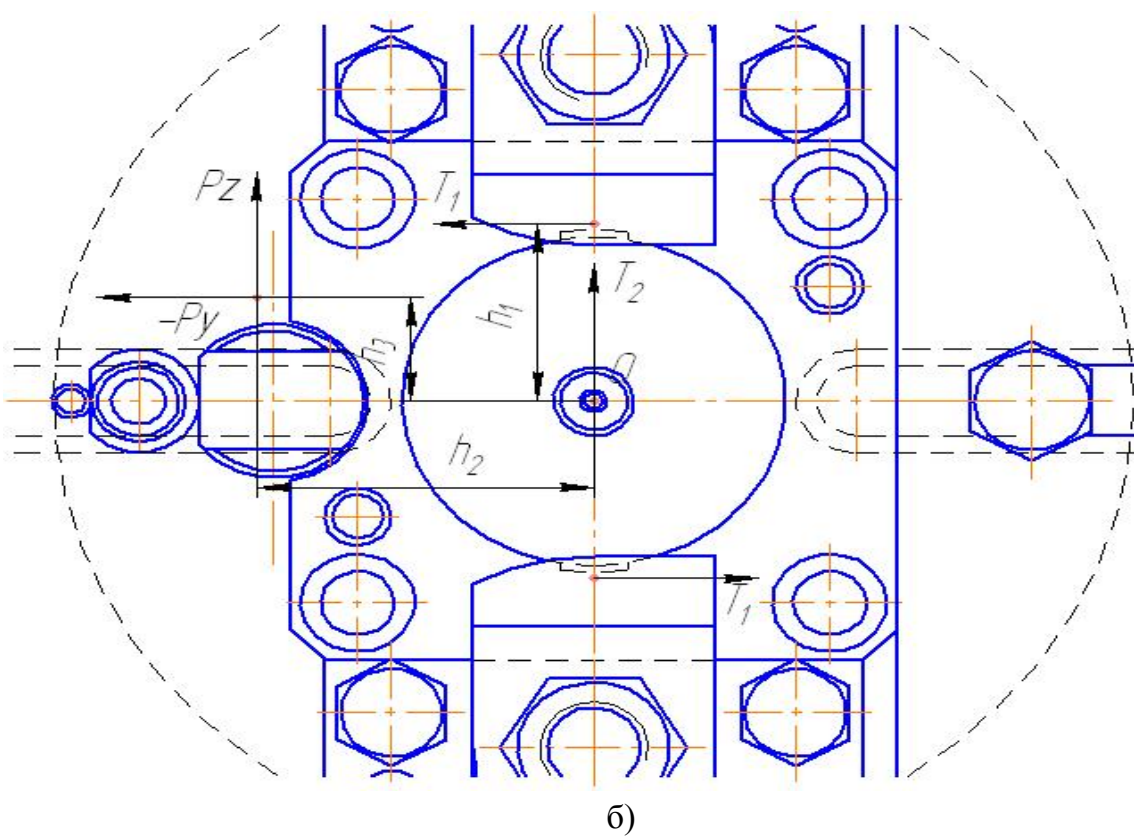
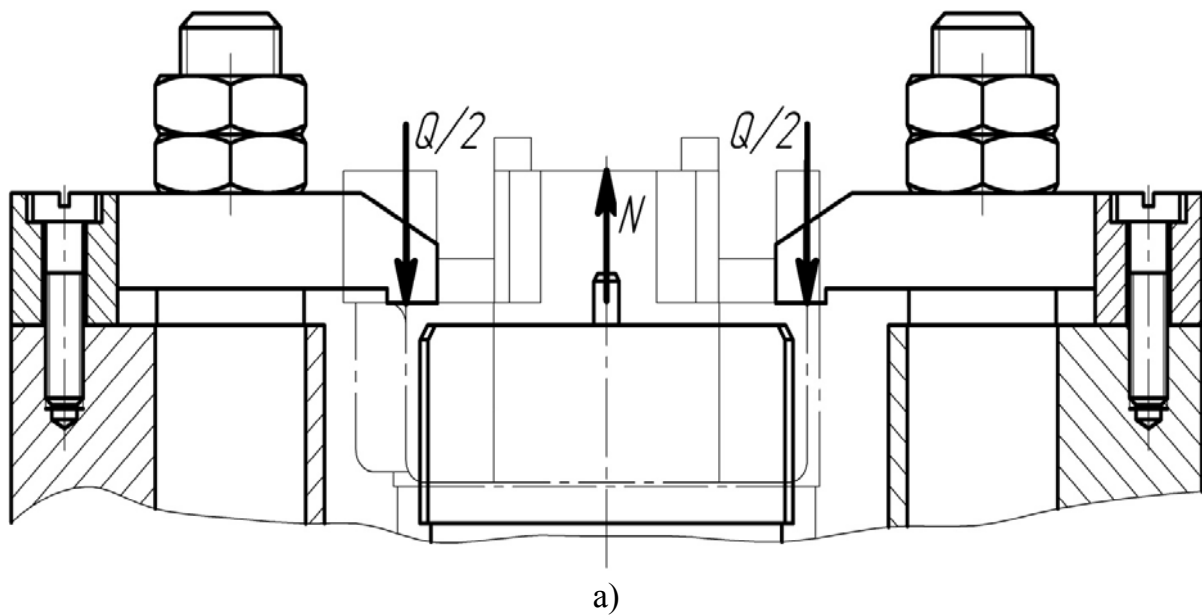


Рис. 6.5. Схема закрепления заготовки и силовая нагрузка, приложенная к заготовке «Корпус»

Составляющие силы резания создают крутящий момент относительно точки О (центра окружности диаметром 60Н9), который стремится повернуть заготовку относительно этой точки. Неподвижное положение заготовки относительно станочного приспособления будет сохраняться в процессе резания с том случае, если сумма моментов, создаваемых силами P_y и P_z относительно точки О, будет меньше или равна сумме моментов, создаваемых силами трения в местах контакта заготовки с приспособлением, т. е.:

$$\begin{aligned} \sum M_o &= 0, \\ M_{рез} &= M_{тр.оп} + M_{тр.з.з}, \end{aligned} \quad (6.1)$$

где $M_{рез}$ – крутящий момент резания, создаваемый главной P_z и радиальной P_y составляющими силы резания; $M_{тр.оп}$ – момент трения, создаваемый силой трения покоя в местах контакта опорных элементов с приспособлением; $M_{тр.з.з}$ – момент трения, создаваемый силой трения покоя в местах контакта зажимных элементов приспособления с заготовкой.

Момент резания $M_{рез}$ находим по формуле

$$M_{рез.} = P_z h_2 + P_y h_3, \quad (6.2)$$

где $P_z = 510\text{Н}$ – главная составляющая силы резания;

$$P_y = 0,3P_z = 0,3 \cdot 510 = 153 \text{ Н},$$

$h_2 = 49,5 \text{ мм}$ – плечо силы P_z ; $h_3 = 18 \text{ мм}$ – плечо силы P_y .

Момент трения, создаваемый зажимными элементами:

$$M_{тр.} = 2T_1 h_1, \quad (6.3)$$

где $h_1 = 32 \text{ мм}$ – плечо силы T_1 ; $T_1 = f_1 Q$ – сила трения покоя в месте контакта зажимного элемента с заготовкой; Q – усилие закрепления; $f_1 = 0,16$ – коэффициент трения.

Момент трения опор находим по формуле

$$M_{тр.} = 3 \cdot f_2 \cdot N \cdot D, \quad (6.4)$$

где f_2 – коэффициент трения, $f_2 = 0,16$; N – реакция опор, $N = Q/3$; D – диаметр базы.

Подставляя (6.2), (6.3), (6.4) в (6.1), получим:

$$k(P_z \cdot h_2 + P_y \cdot h_3) = f_1 \cdot Q \cdot h_1 + f_2 \cdot Q \cdot D,$$

откуда находим значение силы закрепления

$$Q = \frac{k(P_z h_2 + P_y h_3)}{f_1 h_1 + f_2 D}, \quad (6.5)$$

где k – коэффициент запаса расчета, находим по формуле

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент учитывает возможные колебания припуска на обработку, $k_1 = 1$;

k_2 – коэффициент учитывает возрастание силы резания, обусловленное затуплением режущего инструмента, $k_2 = 1,15$;

k_3 – коэффициент учитывает прерывистость резания, $k_3 = 1$;

k_4 – коэффициент учитывает постоянства величины силы закрепления, $k_4 = 1,2$;

k_5 – коэффициент учитывает удобство расположения рукоятки приспособления, $k_5 = 1$;

k_6 – коэффициент учитывает действие на заготовку момента резания, $k_6 = 1$;

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 = 2,07;$$

$$Q = \frac{2,07 (510 \cdot 49,5 + 153 \cdot 18)}{0,16 \cdot 32 + 0,16 \cdot 57} = 4033 \text{ Н}.$$

Определяем конструктивные параметры силового механизма приспособления, обеспечивающие расчетную величину усилия закрепления.

Сила, развиваемая пневмоцилиндром, должна быть больше или равна силе закрепления, поэтому можно записать:

$$\pi D^2 p / 4 \geq Q,$$

где D – диаметр пневмоцилиндра; $p = (0,4 - 0,6)$ МПа – давление сжатого воздуха в пневматической сети предприятия.

В расчете принимаем меньшее значение давления $p = 0,4$ МПа = $0,4 \text{ Н/мм}^2$.

Из выражения (6.5) находим диаметр пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4033,0 \text{ Н}}{0,4 \text{ Н/мм}^2 \cdot 3,14}} = 113 \text{ мм}.$$

По стандартному ряду диаметров пневмоцилиндров принимаем диаметр равным $D = 120$ мм. Тогда сила на штоке мембранного пневмоцилиндра

$$P = 0,25 \pi D^2 p = 0,25 \cdot 3,14 (120 \text{ мм})^2 0,4 \text{ Н/мм}^2 = 4521,6 \text{ Н.}$$

Основные параметры пневмоцилиндра:

1. Ход штока при выпуклой диафрагме

$$L = 2 \cdot h = 2 \cdot 5 = 10 \text{ мм,}$$

где h – стрела выпуклости, $h = 5$ мм.

2. Толщину диафрагмы определяем по формуле

$$s = \frac{D}{4} \sqrt{\frac{3 \cdot p}{\sigma_{\max}}} = \frac{120}{4} \sqrt{\frac{3 \cdot 0,4}{50}} = 4,65 \text{ мм,}$$

где $\sigma_{\max} = 50$ МПа – допускаемое напряжение резины, из которой изготовлена диафрагма.

Расчетное значение толщины диафрагмы округляем до $s = 5,0$ мм.

3. Диаметр опорной шайбы штока для резиновых мембран

$$d = D - 2s - (2 \div 4) = 120 - 2 \cdot 5 - 3 = 107 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр опорной шайбы штока $d = 110$ мм.

6.1.5. Расчет приспособления на точность

Конечной целью расчёта приспособления на точность является обоснование технических условий на изготовление приспособления, обеспечивающих стабильное соблюдение допуска на выполняемый размер.

При фрезеровании паза детали «Корпус» необходимо обеспечить точность размера $27,5 \pm 0,05$ мм.

1. Находим допускаемую погрешность установки заготовки на размер $27,5 \pm 0,05$ [2].

$$\varepsilon_{\text{дон}} = \sqrt{(T_{\text{тех.}} - \sum \Delta_{\phi})^2 - \Delta_y^2 - \Delta_n^2 - 3 \cdot \Delta_u^2 - 3 \cdot \Delta_{\tau}^2},$$

где $T_{\text{тех.}}$ – технический допуск, $T_{\text{тех.}} = \pm 0,05 = 0,1$ мм; $\sum \Delta_{\phi} = 0,00275$ мм – суммарная погрешность формы, которая возникает из-за геометрических неточностей станка; Δ_y – погрешность, которая возникает вследствие упругих перемещений в системе «стол станка – оправка, вставленная в шпиндель» под действием силы резания; Δ_n – погрешность настройки режущего инструмента на размер; Δ_n – погрешность, которая возникает из-за износа режущего инструмента в процессе обработки; Δ_{τ} – погрешность, которая возникает из-за тепловых деформаций технологической системы.

Погрешность, обусловленная упругими деформациями:

$$\Delta_y = \omega(P_{y \max} - P_{y \min}) = 0,225 \text{ мкм/Н} \cdot 47 \text{ Н} = 10,6 \text{ мкм},$$

где $\omega = 0,225 \text{ мкм/Н}$ – податливость системы «стол станка – оправка, вставленная в шпиндель»; максимальная $P_{y \max}$ и минимальная $P_{y \min}$ – составляющие силы резания определяются путем расчета по справочной литературе с учетом изменяющегося припуска обрабатываемой поверхности и твердости материала заготовки по объему. Разность $(P_{y \max} - P_{y \min}) = 47 \text{ Н}$.

Погрешность настройки Δ_n зависит от точности коррекции режущего инструмента и точности повторного воспроизведения эквидистанты движения режущего инструмента. Для обрабатываемых центров она составляет сравнительно малую величину $\Delta_n = (0,003 - 0,005) \text{ мм}$. Принимаем $\Delta_n = 0,005 \text{ мм}$.

Определим погрешность $\Delta_{из}$, которая возникает вследствие износа режущего инструмента,

$$\Delta_{из} = \frac{L}{1000} u_0,$$

где $u_0 = 3 \text{ мкм/км}$ – относительный износ; L – путь, который проходит режущий инструмент в металле заготовки при обработке.

$$L = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot l}{2s \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 60}{0,07 \cdot 1000} = 43 \text{ м},$$

$$L_N = 43 \cdot 100 = 4300 \text{ м},$$

$$\Delta_{из} = \frac{4300}{1000} 3 = 12,9 \text{ мкм} = 0,0129 \text{ мм}.$$

$\Delta_{и}$ – погрешность, которая возникает из-за температурной деформации,

$$\Delta_\tau = 0,15 \Delta_\Sigma, \Delta_\Sigma = T_{\text{тех.}} = 0,1 \text{ мм}, \Delta_\tau = 0,15 \cdot 0,1 = 0,015 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{(0,1 - 0,00275)^2 - 0,00106^2 - 0,005^2 - 3 \cdot 0,0129^2 - 3 \cdot 0,015^2} = 0,0903 \text{ мм}$$

Погрешность установки, характерная для приспособления:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

следовательно,

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{доп}}^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2},$$

где $\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность положения заготовки, вызванная неточностью приспособления; ε_{δ} – погрешность базирования, $\varepsilon_{\delta} = S_{\text{max}} = 0,052$ мм; ε_3 – погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 0$, так как выполняемый размер перпендикулярен направлению силы закрепления заготовки.

С учетом сказанного, погрешность положения заготовки

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0,0903^2 - 0,052^2 - 0} = 0,074 \text{ мм.}$$

Погрешность положения заготовки, вызванная неточностью приспособления, находится по формуле:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{изг.пр.}}^2 + 3 \cdot \varepsilon_{\text{изг.у.э.}}^2 + \varepsilon_{\text{ст.}}^2},$$

где $\varepsilon_{\text{изг. у.э.}}$ – износ установочных элементов, $\varepsilon_{\text{изг. у.э.}} = 1/2 \cdot \varepsilon_{\text{пр}} = 0,037$ мм; $\varepsilon_{\text{ст.}} = 0$ – погрешность, определяемая геометрическими неточностями станка.

Следовательно, погрешность изготовления приспособления

$$\varepsilon_{\text{изг.пр.}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{пр.}}^2 - 3 \cdot \varepsilon_{\text{изг.у.э.}}^2 - \varepsilon_{\text{ст.}}^2} = \sqrt{0,074^2 - 3 \cdot 0,037^2 - 0^2} = 0,037 \text{ мм.}$$

Сформируем технические условия на изготовление приспособления. Отклонение от параллельности поверхности торца базы 10 (см. рис. 6.4) относительно нижней поверхности не более 0,06 мм на длине 100 мм.

После расчета проектируемого приспособления, разработки сборочных чертежей следует сформулировать техническую характеристику приспособления и технические требования на его изготовление.

Содержание технической характеристики и технических требований к станочному приспособлению для выполнения фрезерной операции детали «Корпус» включает в себя ряд пунктов, описывающих общие показатели приспособления, а также и технических условий, подлежащих исполнению в процессе его изготовления и сборки и обеспечивающих выполнение заданных размеров детали и точности взаимного расположения одних поверхностей относительно других.

Примерное содержание технической характеристики приспособления

1. Количество одновременно обрабатываемых заготовок, шт. 1
2. Усилие закрепления заготовки, Н.....7065
3. Давление сжатого воздуха, МПа.....0,4 – 0,6
4. Ход штока пневмоцилиндра, мм 10

Примерное содержание технических требований.

1. Отклонение от параллельности поверхности А относительно поверхности Б не более 0,075 мм на длине 100 мм

2. Отклонение от симметричности поверхности В относительно оси поверхности Г не более 0,01 мм

3. Неуказанные предельные отклонения $h14$, $H14$, $IT14/2$

* размер для справок

В конце проектирования следует оформить спецификацию (см. приложение) и разработать 3D-модель станочного приспособления, которая представлена на рис. 6.6. Станочное приспособление в виде 3D-модели с четвертным вырезом (рис. 6.7) дает наглядное представление о конструкции разработанного станочного приспособления.

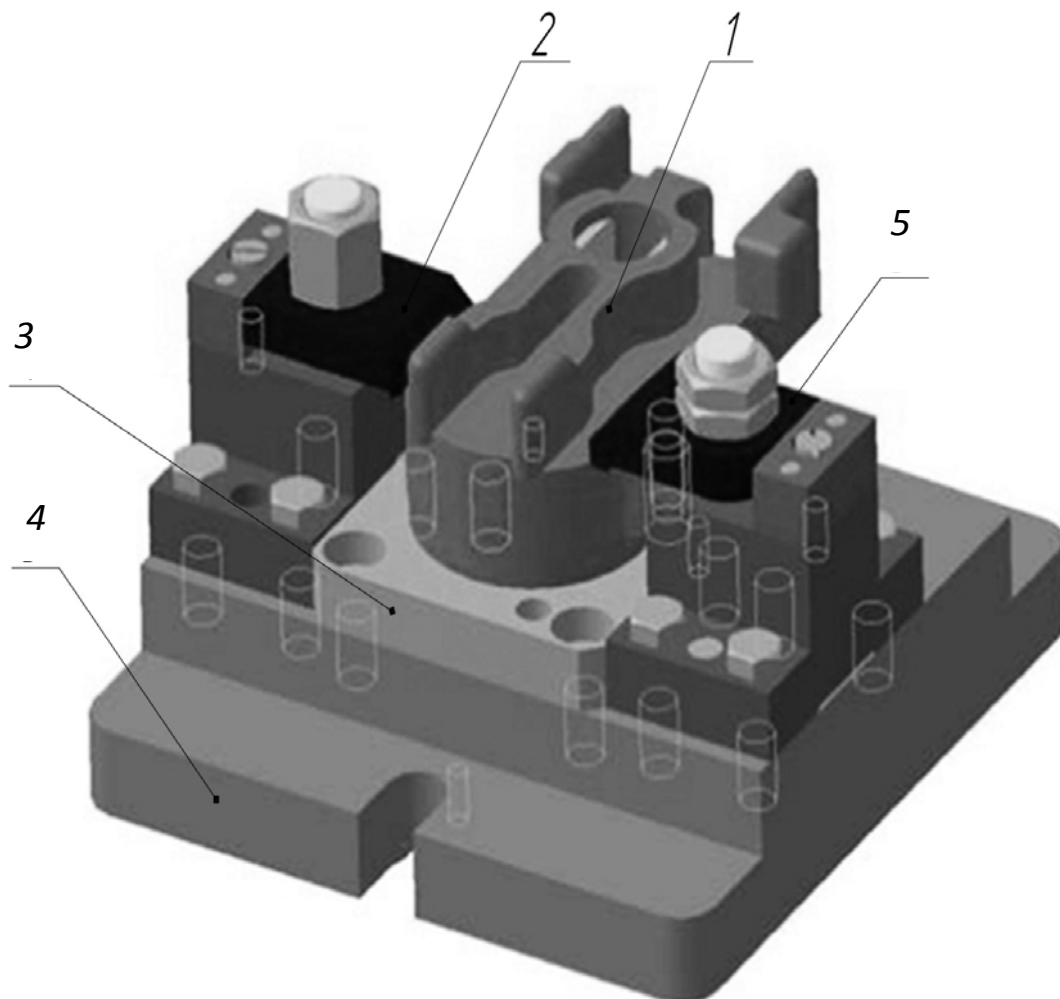


Рис. 6.6. 3D-модель общего вида станочного приспособления для фрезерования детали «Корпус»: 1 – заготовка; 2, 5 – прихваты; 3 – плита; 4 – основание

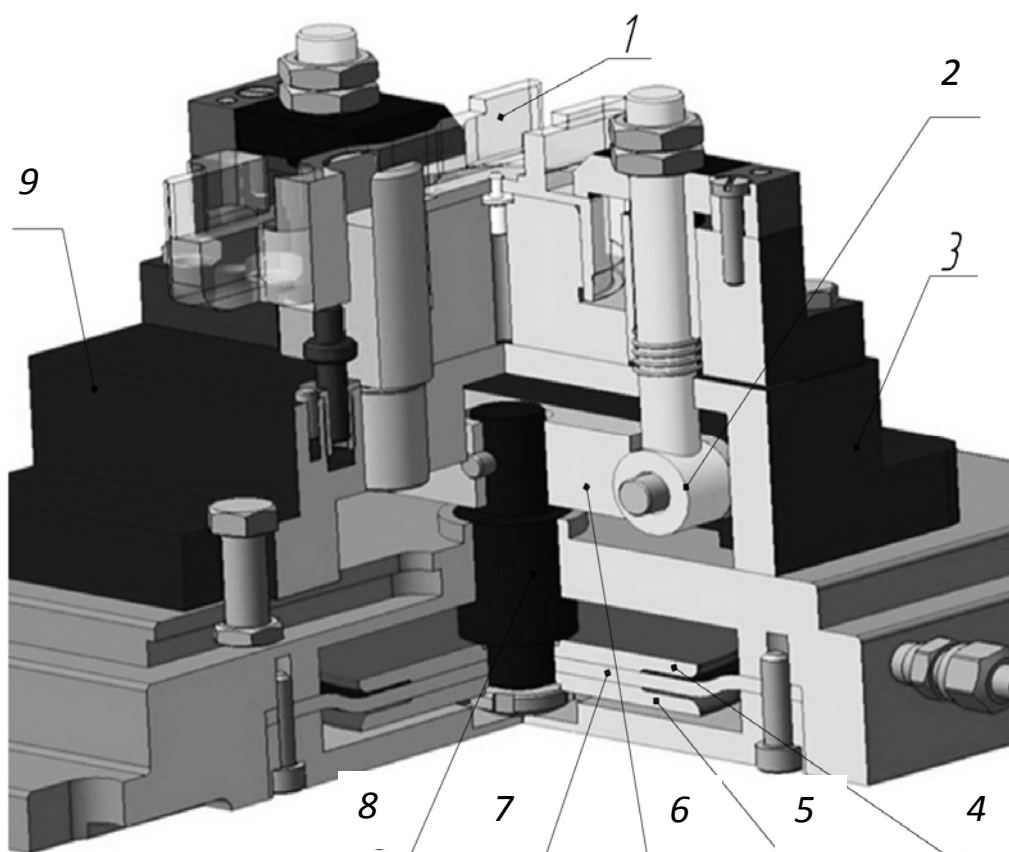


Рис. 6.7. 3D-модель станочного приспособления для обработки детали «Корпус» с четвертным вырезом: 1 – заготовка; 9, 3 – прихваты; 2 – скалка; 6 – коромысло; 8 – шток; 4, 5 – диски; 7 – мембрана

6.2. Разработка станочного приспособления для механической обработки детали «Муфта»

6.2.1. Характеристика детали

Деталь «Муфта» выполнена из стали 35ХН2МФА ТУ ВЗ-38-86. Это легированная конструкционная сталь, особо высококачественная. По конфигурации она представляет собой трубу с габаритными размерами: длина – 247 мм, наибольший диаметр – 50 мм (рис. 6.8).

Деталь «Муфта» имеет два торца, два отверстия разных диаметров. Одно отверстие диаметром 40Н9, другое отверстие диаметром 32Н10. На отверстии малого диаметра расположено шесть пазов под разными углами шириной 16Н11, 6,6Н11 и 8,9Н11.

Кроме этого между пазами на расстоянии 13 мм от торца расположено отверстие диаметром 3Н9. На наружной поверхности диаметром 45Н14 имеется паз под углом 55° шириной 11Н11.

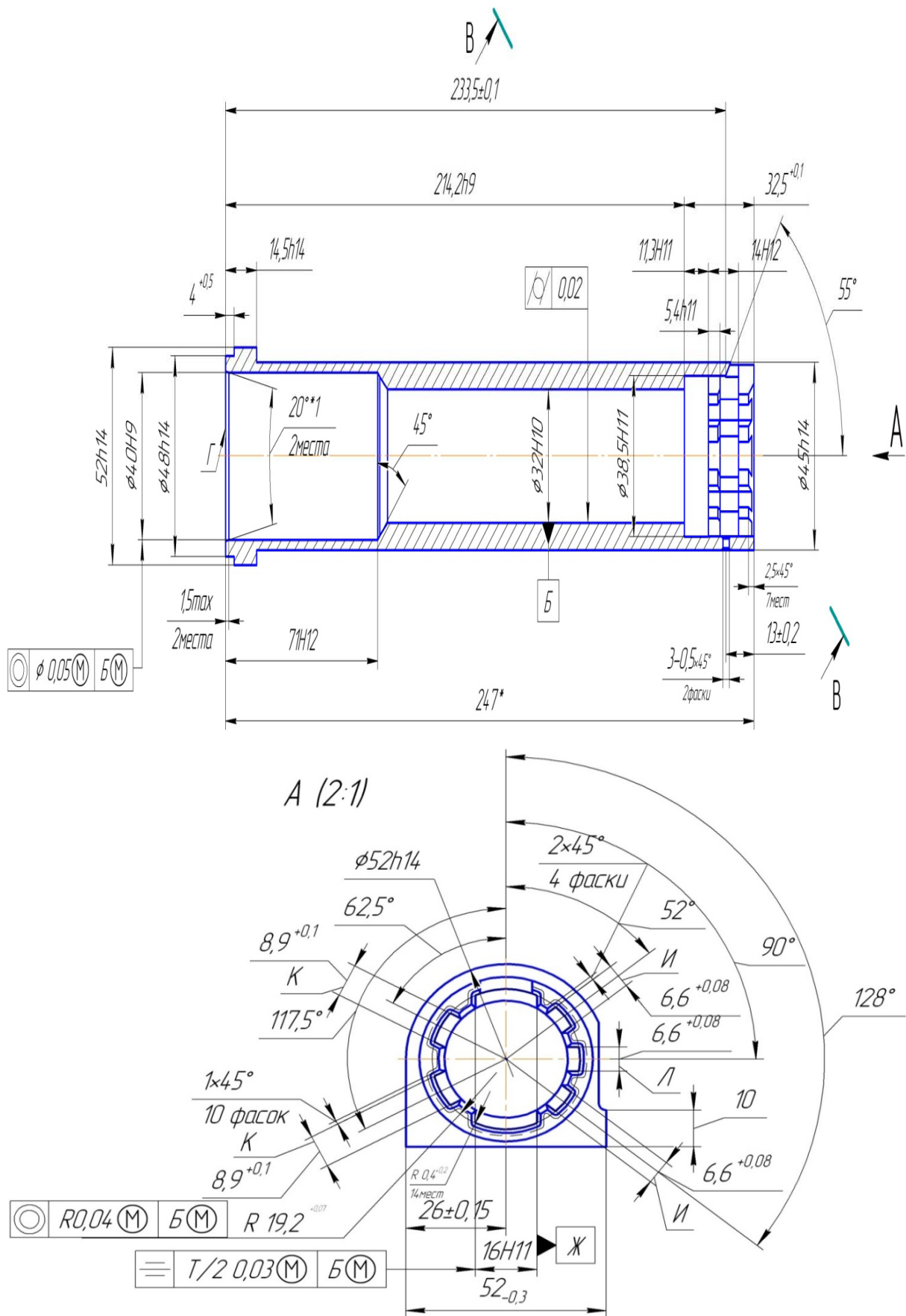
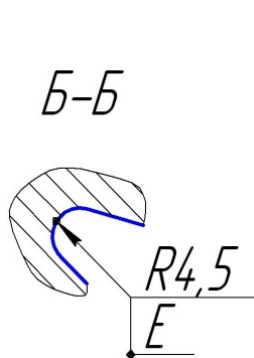
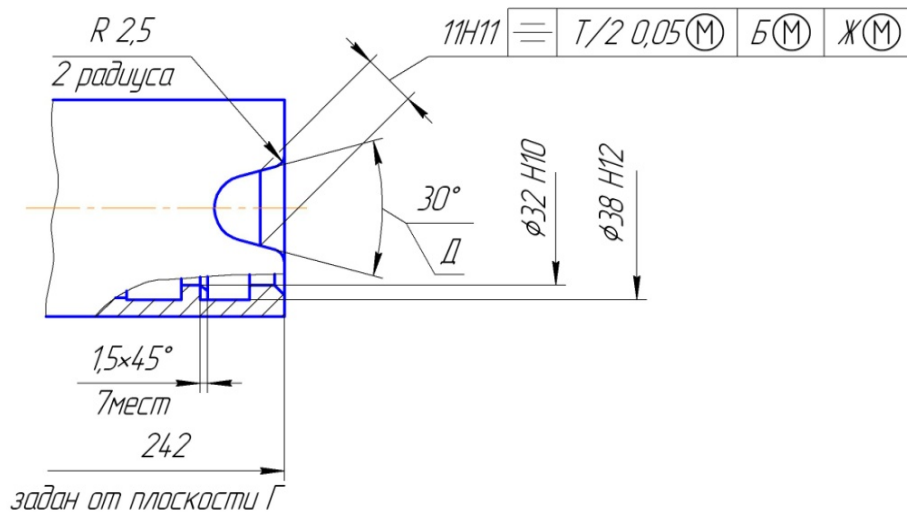


Рис. 6.8. Чертеж детали «Муфта» с техническими требованиями (см. также с. 172)



1. 45..49 HRC.
2. *Размер для справок.
3. Допуск симметричности размеров Л,И,К относительно базы Б 0,04мм допуск зависимый.
4. Замена материала не допускается.
5. Несляние поверхности по размерам Д и Е зачистить по контрольному образцу.
6. Неуказанные предельные отклонения размеров: +H14, -h14, ±IT14/2 по ГОСТ 25670-83.

Рис. 6.8. Окончание

6.2.2. Исходные данные для разработки приспособления для обработки детали «Муфта»

Основными исходными данными для разработки приспособления, предназначенного для фрезерования детали «Муфта» являются:

- рабочий чертеж детали «Муфта» (см. рис. 6.8);
- 3D-модель, которая изображена на рис. 6.9;
- технологические эскизы обработки муфты (рис. 6.10);
- вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели Mazak INTEGREX 100-III ST;
- схема базирования и закрепления заготовки муфты в приспособление;
- режимы резания при обработке, материал, геометрия режущего инструмента и др. данные, необходимые для расчета силы и момента резания.

Выбор вертикального обрабатывающего центра Mazak INTEGREX 100-III ST определяется его характеристиками, которые удовлетворяют требованиям технологической операции по точности, качеству, производительности обработки и параметрам обрабатываемой детали.

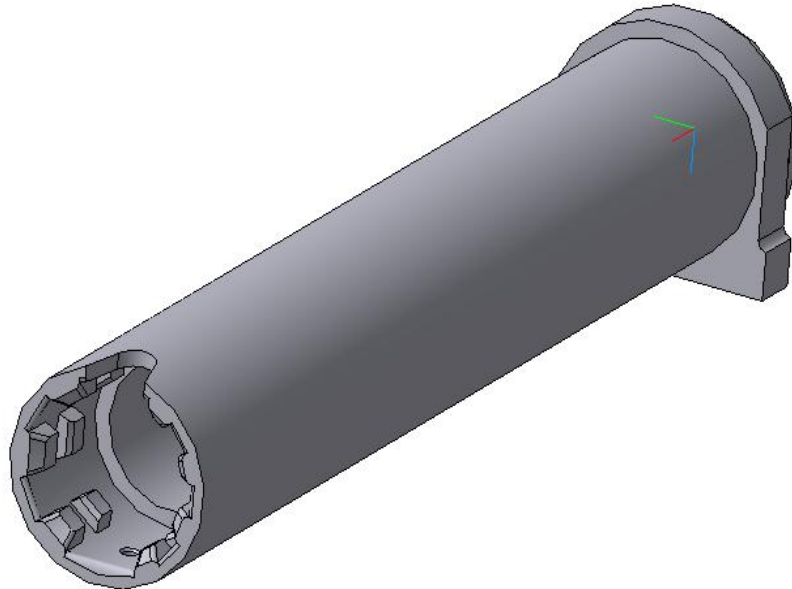


Рис. 6.9. 3D-модель детали «Муфта»

Так как деталь «Муфта» имеет сложную конфигурацию, то целесообразно использовать для ее механической обработки станки с ЧПУ, поскольку в этом случае:

- уменьшается доля вспомогательного времени, затрачиваемого на приемы, связанные с изменением режимов резания, переходом с обработки одной поверхности на другую, сменой режущего инструмента;
- сокращается время на переналадку оборудования;
- обеспечивается концентрация большого числа операций на одном рабочем месте;
- сокращается число операторов, обслуживающих металлорежущее оборудование путем введения многостаночного обслуживания;
- возможна обработка отверстий с применением нескольких последовательно работающих инструментов без изготовления специальной технологической оснастки.

Проектируемое станочное приспособление предназначено для фрезерования контура детали, имеющего габаритные размеры: высота – $52_{-0,3}$ мм, диаметр полуокружности, по которой очерчен наружный контур – $52_{-0,74}$ мм, ширина – $50_{-0,62}$ мм (рис. 6.10, а).

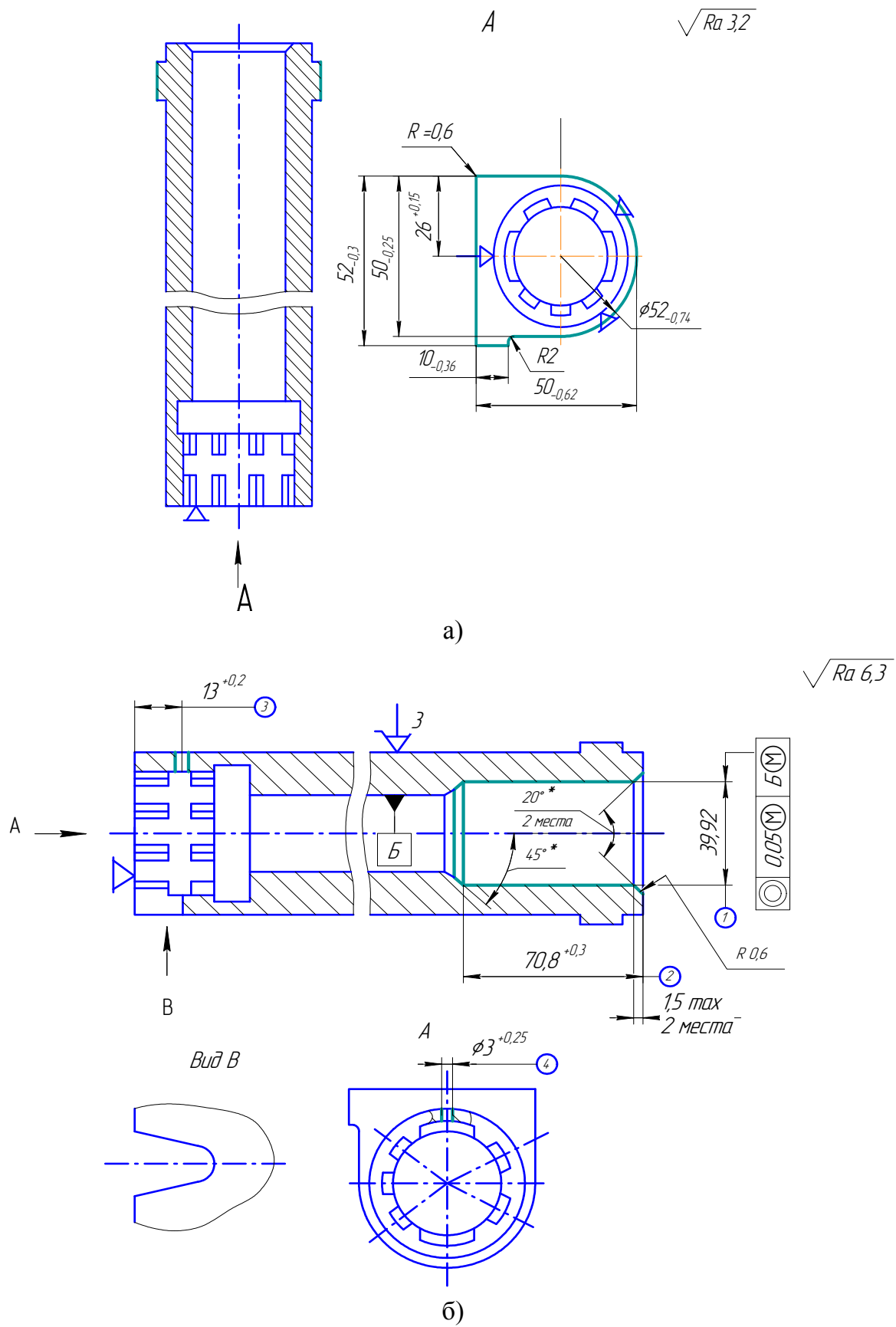


Рис. 6.10. Технологический эскиз обработки поверхностей муфты с использованием проектируемого станочного приспособления

Среднее арифметическое отклонение профиля наружного контура муфты после фрезерования должно составлять $R_a \leq 3,2$ мкм. С использованием этого станочного приспособления выполняют окончательную обработку отверстия диаметром $39,92^{+0,012}$ мм (рис. 6.10, б) с соблюдением требования по обеспечению отклонения от концентричности отверстия диаметром $39,92^{+0,012}$ мм и цилиндрической поверхности Б не более 0,05 мм. На данном технологическом переходе обрабатывают также паз со стороны левого торца детали, сужающийся в направлении правого торца (см. рис. 6.10, б, вид В). Среднее арифметическое отклонение профиля обработанных поверхностей муфты, представленных на рис. 6.10, б, должно составлять $R_a \leq 6,3$ мкм.

6.2.3. Описание конструкции станочного приспособления

Как было отмечено ранее, деталь «Муфта» обрабатывается на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели Mazak INTEGREX 100-III ST. С использованием проектируемого приспособления производятся фрезерование детали по контуру и окончательная лезвийная обработка других указанных поверхностей с достаточно высокими требованиями в отношении допусков на выполняемые размеры, точности пространственного расположения поверхностей, а также в отношении их микрогеометрии.

Основными элементами станочного фрезерного приспособления является корпус 1, на котором закреплен пневматический цилиндр при помощи шпилек 11 и гаек 14 (рис. 6.11). Пневмоцилиндр состоит из цилиндрической детали 3, крышки 2 и поршня 4. При подаче сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра поршень перемещается вправо, перемещая при этом шток 5 в том же направлении. Шток 5, перемещаясь вправо, за счет серьги 8 поворачивает прихват 6 относительно оси 26 по часовой стрелке. При этом прихват 6 входит в контакт с заготовкой и осуществляет ее закрепление в приспособлении. После механической обработки указанных выше поверхностей сжатый воздух подают в правую полость пневмоцилиндра, при этом шток 5 движется влево, прихват 6 поворачивается против часовой стрелки, за счет чего происходит разжим заготовки.

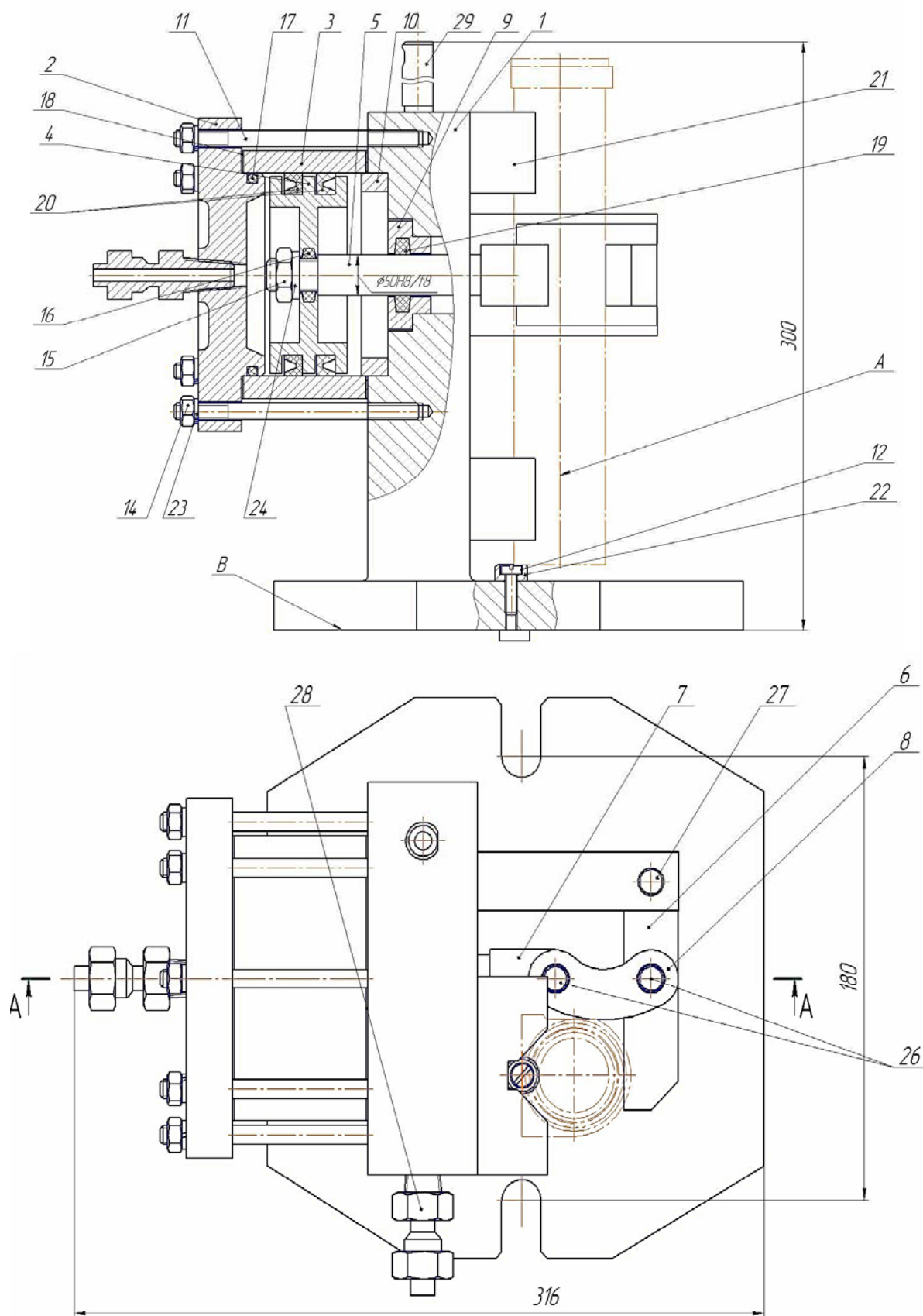


Рис. 6.11. Сборочный чертеж приспособления для механической обработки детали «Муфта» на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ (см. также с. 177)

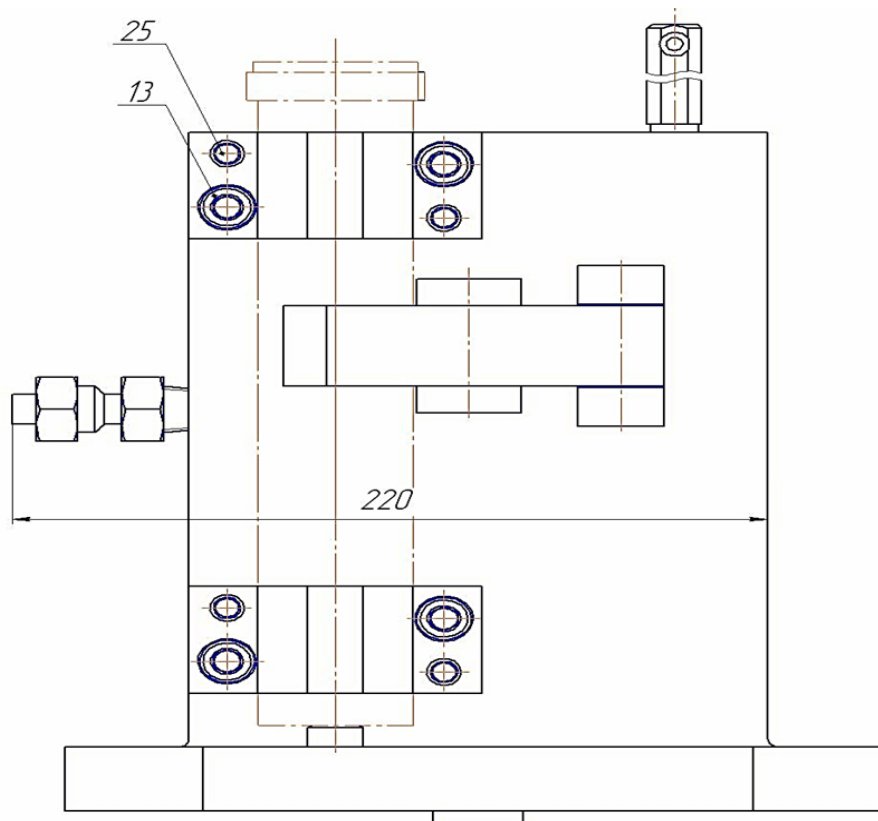


Рис. 6.11. Окончание

К корпусу 1 приспособления крепятся также две призмы 21 и упор 22, которые являются установочными элементами приспособления. На призмы устанавливается заготовка диаметром 45 мм и упирается торцом в деталь 22. Установочные элементы служат для определения положения обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущего инструмента.

Зажимные элементы служат для закрепления заготовки в приспособлении. Станочное приспособление устанавливают на рабочем столе станка и крепят его с использованием Т-образных пазов станка и болтов.

6.2.4. Расчет усилия закрепления заготовки в приспособлении, предназначенном для обработки муфты

Определяем усилие закрепления, необходимое и достаточное для удержания заготовки в процессе механической обработки муфты. При обработке заготовка должна быть неподвижной относительно приспособления, в котором она закреплена. Это условие выполняется,

если сумма крутящих моментов всех сил, возникающих при обработке, относительно центра O (рис. 6.12) будет равна нулю:

$$\sum M_0 = 0,$$

$$P_z \cdot h_1 + P_y \cdot h_2 - T_1 \cdot R - 4T_2 \cdot R = 0;$$

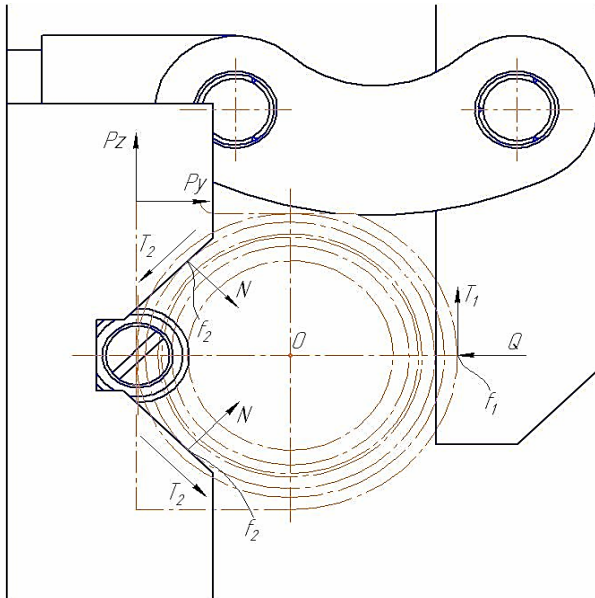


Рис. 6.12. Схема установки заготовки и силы, действующие на неё в процессе обработки

где $P_z = 445$ Н, $P_y = 222,5$ Н – главная и радиальная составляющие силы резания соответственно; T_1, T_2 , – силы трения, возникающие в местах контакта установочных элементов приспособления с заготовкой; $f_1, f_2 = 0,15$ – коэффициенты трения; $h_1 = 24$ мм, $h_2 = 26$ мм, $R = 22,5$ мм – плечи сил.

Сила трения T_1 связана с усилием закрепления Q

$$T_1 = f_1 \cdot Q.$$

Сила T_2 связана с нормальной реакцией опор N

$$T_2 = f_2 \cdot N.$$

$$\sum P(y) = 0;$$

$$-Q + 4N \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 0;$$

$$N = \frac{Q}{4 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

где N – реакция опор, Q – усилие закрепления;

$$P_z \cdot h_1 + P_y \cdot h_2 - Q \cdot f_1 \cdot R - 4f_2 \frac{Q}{4 \sin \frac{\alpha}{2}} R = 0. \quad (6.6)$$

Из выражения (6.6) находим значение усилия закрепления заготовки в приспособление

$$Q = \frac{k(P_z \cdot h_1 + P_y \cdot h_2)}{f_1 \cdot R + f_2 \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} R},$$

где k – коэффициент запаса расчета, находим по формуле

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент учитывает возможные колебания припуска на обработку, $k_1 = 1,2$;

k_2 – коэффициент учитывает возрастание силы резания, обусловленное затуплением режущего инструмента, $k_2 = 1,1$;

k_3 – коэффициент учитывает прерывистость резания, $k_3 = 1,2$;

k_4 – коэффициент учитывает постоянства величины силы закрепления, $k_4 = 1,1$;

k_5 – коэффициент учитывает удобство расположения рукоятки приспособления, $k_5 = 1$;

k_6 – коэффициент учитывает действие на заготовку момента резания, $k_6 = 1$;

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 = 2,6;$$
$$Q = \frac{2,6(445 \cdot 24 + 222,5 \cdot 26)}{0,15 \cdot 22,5 + 0,15 \frac{1}{0,707} 22,5} = 4940 \text{ Н.}$$

Определяем диаметр цилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5890}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 132 \text{ мм,}$$

где $p = 0,4$ МПа – давление сжатого воздуха в пневматической сети; η – КПД, учитывающий потери в цилиндре.

Принимаем стандартный диаметр цилиндра $D = 135$ мм. Уточняем усилие закрепления, развиваемое пневматическим цилиндром:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta = \frac{3,14 \cdot 150^2}{4} 0,4 \cdot 0,9 = 5238 \text{ Н.}$$

Таким образом, пневматический цилиндр обеспечивает достаточное усилие закрепления.

6.2.5. Расчет станочного приспособления на точность

Цель расчёта приспособления на точность – получение данных, необходимых для формулировки технических условий на изготовле-

ние приспособления. При фрезеровании контура детали «Муфта» необходимо обеспечить точность размера $50_{-0,25}$ мм.

Находим допустимую погрешность установки заготовки на размер $50_{-0,25}$ мм [2]

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{(T_{\text{тех.}} - \Sigma\Delta_{\text{ф}})^2 - \Delta_{\text{у}}^2 - \Delta_{\text{н}}^2 - 3 \cdot \Delta_{\text{и}}^2 - 3 \cdot \Delta_{\text{т}}^2},$$

где $T_{\text{тех.}} = 0,25$ мм – технологический допуск на выполняемый размер; $\Sigma\Delta_{\text{ф}}$ – суммарная погрешность формы, которая возникает вследствие геометрических неточностей станка; $\Delta_{\text{у}}$ – погрешность, обусловленная упругими деформациями системы «заготовка – режущий инструмент»; $\Delta_{\text{н}}$ – погрешность настройки режущего инструмента на заданный размер, которая характеризуется полем рассеяния пространственного расположения оси фрезы относительно обрабатываемого контура; $\Delta_{\text{и}}$ – погрешность, обусловленная износом режущего инструмента; $\Delta_{\text{т}}$ – погрешность, которая возникает из-за тепловых деформаций технологической системы.

Погрешность, обусловленная упругими деформациями системы $\Delta_{\text{у}} = \omega (P_{\text{ymax}} - P_{\text{ymin}}) = 2 \cdot 10^{-4}$ мм/Н $(310 - 275)$ Н = 0,007 мм; $\omega = 2 \cdot 10^{-4}$ мм/Н – податливость системы «заготовка – режущий инструмент». Суммарная погрешность формы $\Sigma\Delta_{\text{ф}} = 0$, так как геометрические неточности станка на размер 50 мм не оказывают влияния в связи с контурным фрезерованием. Погрешность $\Delta_{\text{н}}$ зависит от точности коррекции режущего инструмента и точности повторного воспроизведения эквидистанты его движения. Для обрабатывающих центров $\Delta_{\text{н}}$ составляет сравнительно малую величину $\Delta_{\text{н}} = (0,003 - 0,005)$ мм. Принимаем $\Delta_{\text{н}} = 0,005$ мм.

Погрешность, которая возникает вследствие износа режущего инструмента, определяется выражением

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{L}{1000} u_0,$$

где $u_0 = 5$ мкм/км – относительный износ, который зависит от материала режущей части инструмента; L – путь, который проходит режущий инструмент в металле заготовки при обработке партии заготовок.

Определим длину пути, которую проходит ось фрезы при обработке контура заготовки

$$l_{\text{о}} = \frac{\pi D_{\text{к}}}{2} + 2 \cdot 24 + D_{\text{ф}} - 2Z = \frac{3,14 \cdot 52}{2} + 48 + 16 - 2 \cdot 2 = 141,64 \text{ мм},$$

где $D_{\text{к}}$ – диаметр полуокружности обрабатываемого контура; $D_{\text{ф}} = 16 \text{ мм}$ – диаметр фрезы, используемой при обработке контура; Z – припуск на сторону, снимаемый фрезой.

Основное время, в течение которого ось фрезы проходит весь контур, т. е. машинное время обработки одной детали

$$t_1 = \frac{l_{\text{о}}}{S n} = \frac{141,64}{0,1 \cdot 2000} = 0,71 \text{ мин},$$

где S – подача фрезы, мм/об; n – частота вращения фрезы, мин^{-1} .

Погрешность, которая возникает вследствие износа режущего инструмента

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{\varphi N}{2 \cdot 1000 \pi} n t_1 u_{\text{о}} = \frac{7 \cdot 10^{-2} \cdot 150}{2 \cdot 3,14 \cdot 1000} \cdot 2000 \cdot 0,71 \cdot 5 = 11,9 \text{ мкм},$$

где φ – центральный угол контакта заготовки и фрезы; N – партия заготовок, запускаемых одновременно в производство.

Погрешность $\Delta_{\text{т}}$, которая возникает вследствие тепловых деформаций технологической системы,

$$\Delta_{\text{т}} = 0,15 \Delta_{\Sigma}$$

$$\Delta_{\Sigma} = T_{\text{тех}} = 0,25 \text{ мм}, \Delta_{\text{т}} = 0,15 \cdot 0,25 = 0,0375 \text{ мм}.$$

Допустимая погрешность установки

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{(0,25 - 0)^2 - 0,07^2 - 0,005^2 - 3 \cdot 0,0119^2 - 3 \cdot 0,0375^2} = 0,23 \text{ мм}.$$

Максимальное значение погрешности установки, регламентированное для проектируемого станочного приспособления:

$$\varepsilon_{\text{у}} = \varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

отсюда имеем

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{доп}}^2 - \varepsilon_{\text{б}}^2 - \varepsilon_{\text{з}}^2}, \quad (6.7)$$

где $\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность положения заготовки, обусловленная неточностью приспособления; $\varepsilon_{\text{б}} = 0,21 \text{ мм}$ – погрешность базирования; $\varepsilon_{\text{з}}$ – погрешность закрепления, $\varepsilon_{\text{з}} = 0$, так как сила закрепления перпендикулярна выдерживаемым размерам контура.

Подставив значения параметров, входящих в (6.7), получим:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0,23^2 - 0,21^2 - 0} = 0,094 \text{ мм.}$$

Погрешность положения заготовки, вызванная неточностью приспособления, определяем по формуле:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{изг.пр.}}^2 + 3 \cdot \varepsilon_{\text{изн.у.э.}}^2 + \varepsilon_{\text{ст.}}^2},$$

где $\varepsilon_{\text{изн.у.э.}} = 0,5\varepsilon_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 0,094 = 0,047 \text{ мм}$ – износ установочных элементов приспособления; $\varepsilon_{\text{ст.}} = 0$ – погрешность станка, обусловленная геометрическими неточностями станка, на котором выполняется обработка заготовки.

Следовательно, погрешность изготовления приспособления

$$\varepsilon_{\text{изг.пр.}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{пр.}}^2 - 3 \cdot \varepsilon_{\text{изн.у.э.}}^2 - \varepsilon_{\text{ст.}}^2} = \sqrt{0,094^2 - 3 \cdot 0,047^2 - 0^2} = 0,046 \text{ мм.}$$

Сформируем технические условия на изготовление приспособления.

Отклонение от перпендикулярности оси установочных призм приспособления относительно поверхности нижнего основания не более 0,038 мм на длине 100 мм.

Разрабатываем техническую характеристику станочного приспособления и технические требования на его изготовление. В технической характеристике указывают общие параметры, такие как количество одновременно устанавливаемых в приспособление заготовок, предельные значения давления сжатого воздуха в сети, к которой будет подключен силовой орган приспособления, диаметр пневмо- или гидроцилиндра и др.

В технических требованиях следует включить наряду с обычными условиями также условие по обеспечению пространственного расположения ответственных поверхностей приспособления, от точности взаимного расположения которых зависит точность детали.

Для нашего приспособления необходимо такое условие записать в технических требованиях в следующей формулировке:

отклонение от перпендикулярности оси А относительно поверхности В не более 0,038 мм на длине 100 мм.

Для более быстрого и детального выяснения конструктивного оформления и принципа работы разработанного станочного приспособления целесообразно представить 3D-модель приспособления. Такая модель с четвертным вырезом представлена на рис. 6.13.

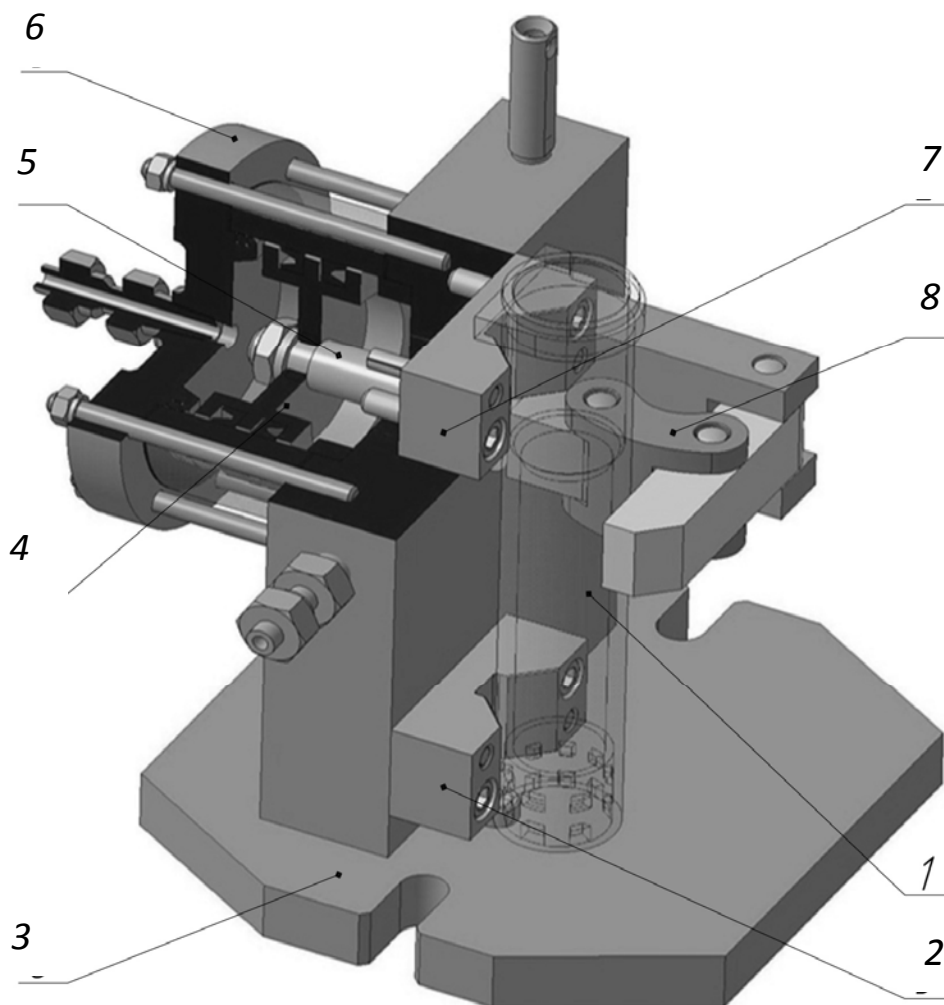


Рис. 6.13. Сборочный чертеж и 3D-модель приспособления для механической обработки детали «Муфта» на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ Mazak INTEGREX 100-III ST: 1 – заготовка; 2, 7 – призмы; 8 – серьга; 6 – цилиндр; 4 – поршень; 5 – шток; 3 – основание

6.3. Разработка станочного приспособления для обработки детали «Корпус редуктора»

6.3.1. Характеристика детали «Корпус редуктора»

Деталь «Корпус редуктора» Т35А-2306014Б2 предназначена для трактора Т-35, который применяется для предпосевной обработки почвы, посева, ухода за посевами, посадки овощей, междурядной обработки овощных культур и садов и уборки сена, работ на фермах и транспортных работ. «Корпус редуктора» применяется в бортовом ре-

дукторе переднего ведущего моста для передачи крутящего момента от главной передачи переднего моста к передним ведущим колесам, а также для понижения частоты вращения передних колес. Заготовку корпуса редуктора получают литьем в оболочковые формы, материалом заготовки служит специальный низколегированный серый чугун.

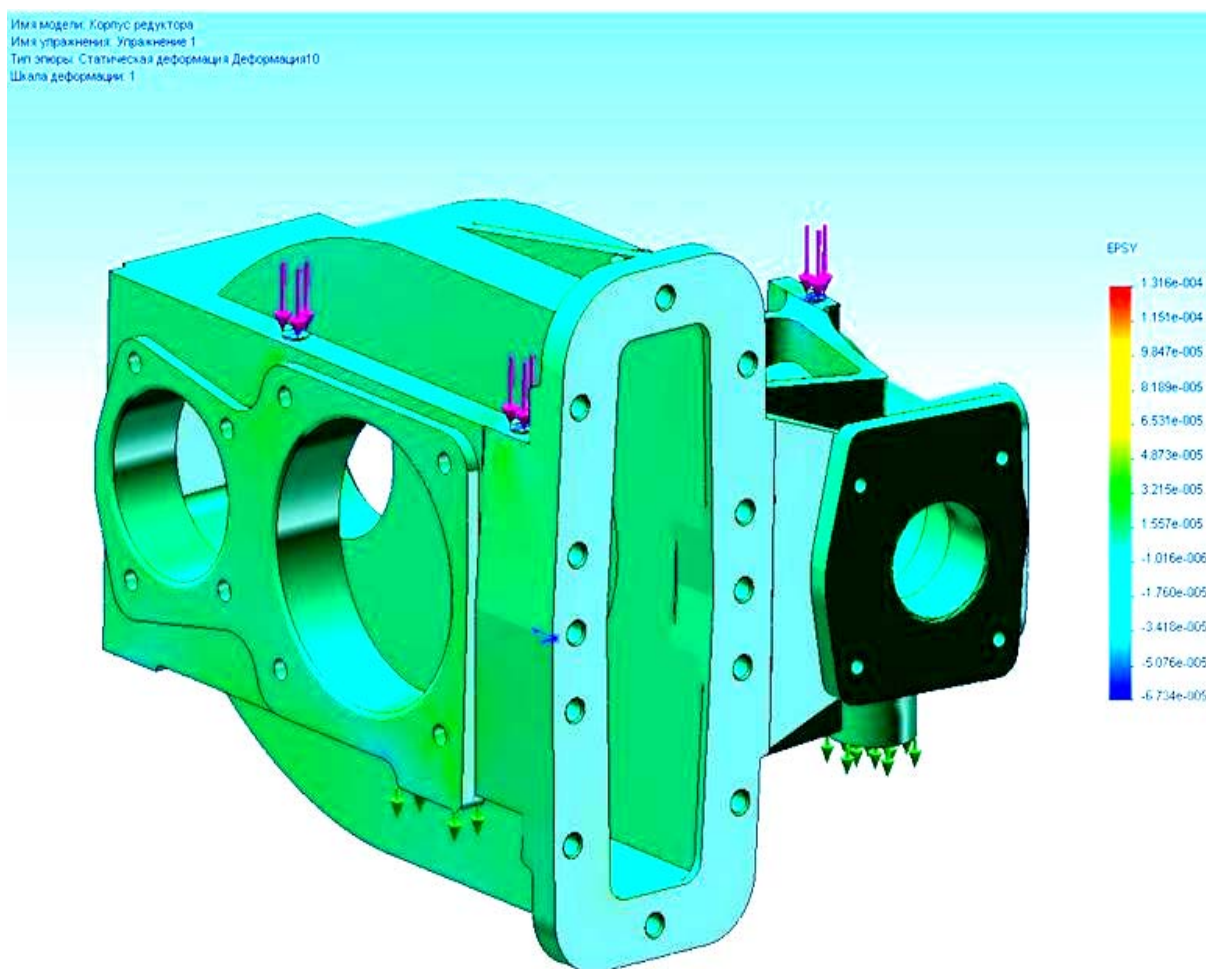


Рис. 6.14. 3D-модель детали «Корпус редуктора»

К детали «Корпус редуктора» предъявляются повышенные требования:

- по точности исполнения и расположению отверстий $\varnothing 72K7$, $\varnothing 110$, $\varnothing 72H8$ и $\varnothing 45$, в них устанавливают подшипниковые опоры;
- плоскостности фланцевых торцов, точности их взаимного расположения и перпендикулярности осей отверстий. 3D-модель корпуса редуктора представлена на рис. 6.14.

6.3.2. Исходные данные для разработки станочного приспособления для обработки детали «Корпус редуктора»

Основными исходными данными для разработки приспособления, предназначенного для обработки детали являются:

- 3D-модель, которая изображена на рис. 6.14;
- рабочий чертеж детали «Корпус редуктора» (рис. 6.15);
- схема базирования и закрепления заготовки «Корпус редуктора» в приспособление (рис. 6.16);
- технологические эскизы обработки детали «Корпус редуктора» (рис. 6.17);
- обрабатывающий центр ИС-320ПФ4;
- режимы резания, материал, геометрия режущего инструмента и др. данные, необходимые для расчета силы и моменты резания.

Разработан технологический маршрут и выбрано современное оборудование для обработки детали «Корпус редуктора». Вследствие того что обрабатывающий центр ИС-320ПФ4 представляет собой многофункциональный станок с ЧПУ, на котором можно выполнять самые разнообразные технологические переходы, весь технологический процесс механической обработки детали «Корпус редуктора» оказалось возможным выполнить на одной модели оборудования.

Разработанный технологический маршрут обработки корпуса включает в себя две операции, одна из которых представляет обработку корпуса на обрабатывающем центре ИС-320ПФ4, а вторая операция является контрольной.

Выбор каждого станка определяется его техническими характеристиками, удовлетворяющими требованиям технологической операции по точности и качеству обработки, производительности и параметрам обрабатываемой детали.

Обрабатывающий центр ИС-320ПФ4 предназначен для прецизионной комплексной обработки сложных корпусных деталей из легких сплавов, чугуна, конструкционных и высокопрочных сталей. Станок может выполнять операции: сверление; зенкерование; развертывание; растачивание по точным координатам; фрезерование плоскостей и пазов; фрезерование с линейной и круговой интерполяцией; нарезание резьбы метчиками.

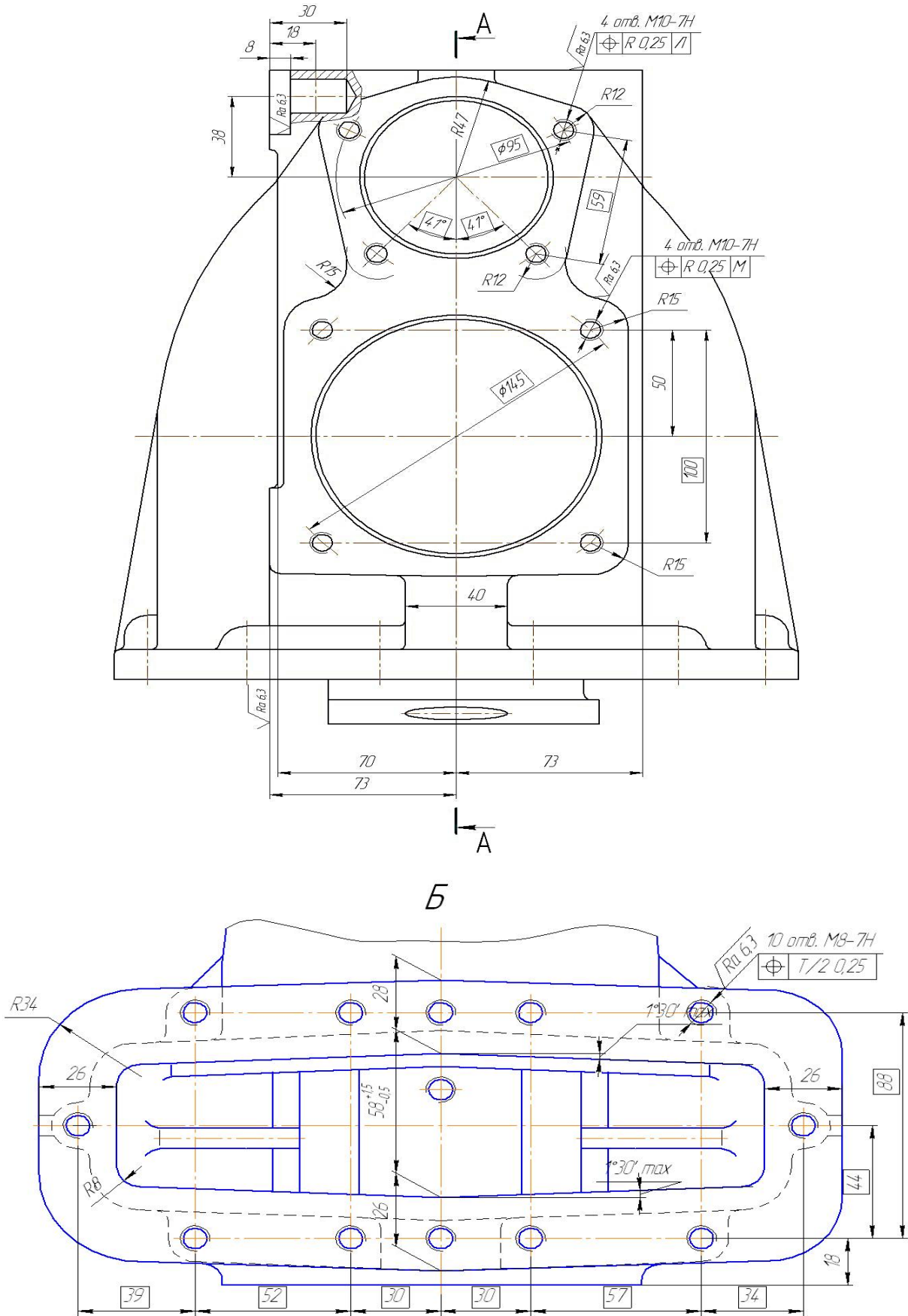


Рис. 6.15. Чертеж детали «Корпус редуктора» (см. также с. 187, 188)

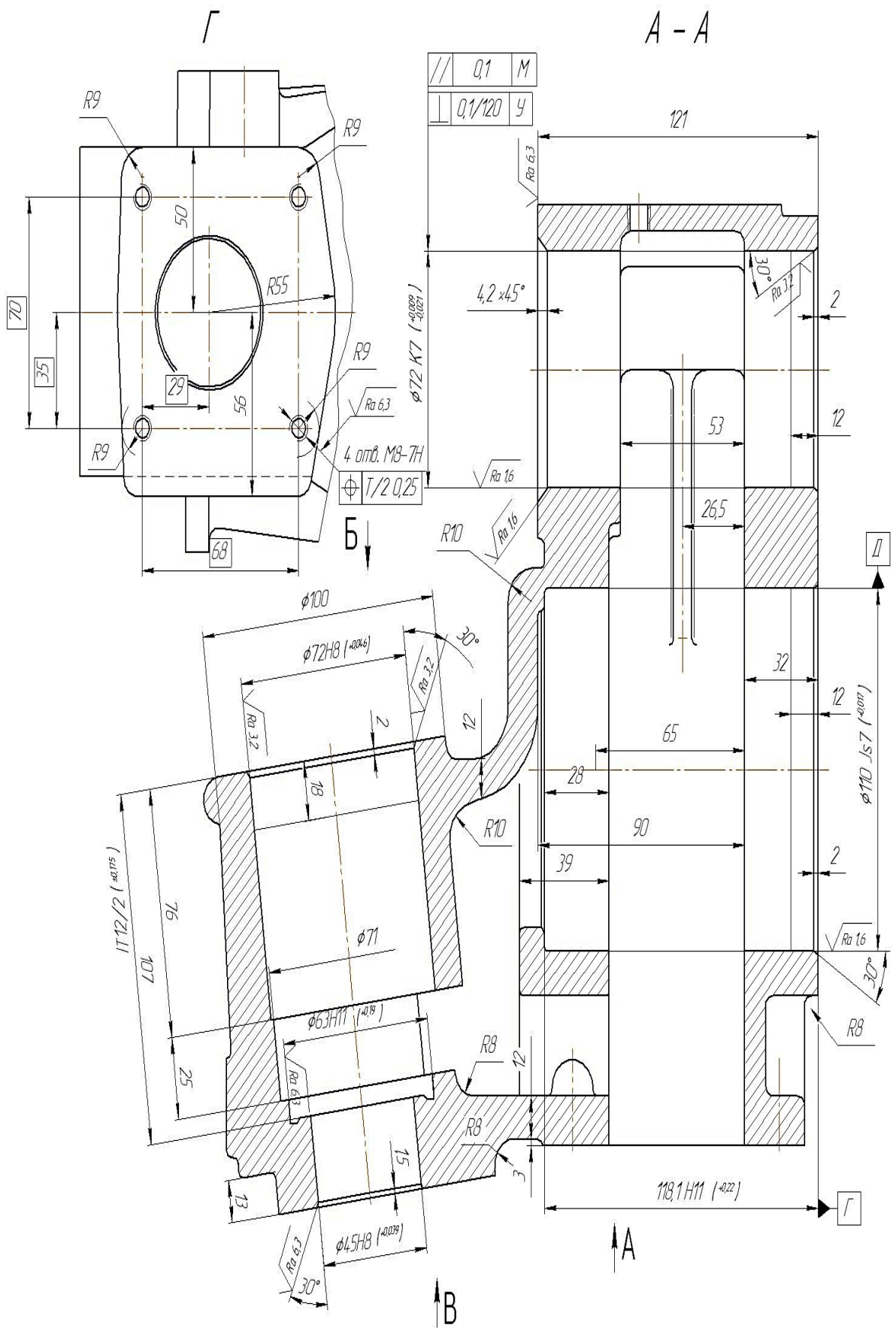


Рис. 6.15. Продолжение

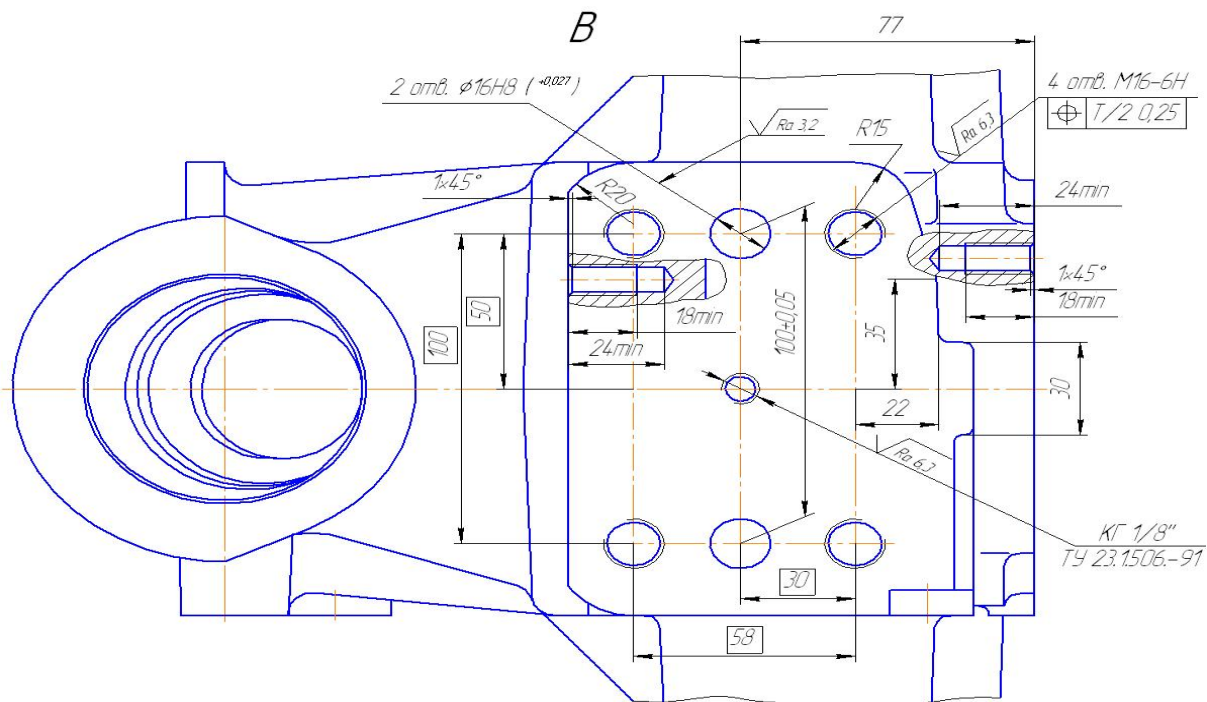


Рис. 6.15. Окончание

Массивная станина коробчатой формы, обладающая высокой жесткостью и демпфирующими свойствами, на которой смонтированы все подвижные узлы станка, обеспечивает стабильную обработку заготовок. Высокая жесткость станины не требует специального фундамента и позволяет устанавливать станок на 3 винтовые или вибрационные опоры.

Производительность и точность обработки обеспечиваются рабочим шпинделем не только за счет рациональной схемы расположения прецизионных радиально-упорных подшипников, но и за счет очистки конического отверстия сжатым воздухом.

Циркуляционная система отвода тепла от подшипниковых опор шпинделя существенно уменьшает погрешности деталей, обусловленные тепловыми деформациями, и стабилизирует геометрические параметры обработанных деталей.

Надежность и долговечность работы направляющих качения, шариковых винтовых пар, коробки скоростей и других механизмов обеспечивается централизованной системой смазки. Охлаждение инструмента и обрабатываемой заготовки, а также отвод стружки обеспечиваются системой подачи СОЖ и шнековым транспортером. Обработка точных соосных отверстий жестким консольным инструментом

с поворотом на 180° осуществляется поворотным столом на прецизионном подшипнике.

Высокая точность углового положения стола обусловлена применением прецизионного оптоэлектронного датчика. Обдув базовых платиков стола во время смены обеспечивает высокую стабильность установки столов-спутников.

6.3.3. Описание схемы базирования заготовки «Корпус редуктора» в станочном приспособлении

Проектирование приспособлений начинается с выбора схемы базирования и закрепления заготовки (рис. 6.16). Правильно выбранная схема базирования должна отвечать двум условиям:

- 1) все заготовки данной партии должны занимать однозначное и определенное положение в приспособлении;
- 2) выбранная схема базирования должна обеспечить отсутствие погрешности базирования либо минимальное ее значение.

Так как приспособление служит для выполнения различных переходов: фрезерования, сверления, зенкерования, развертывания, растачивания и нарезания резьбы, то силовой расчет будем проводить по тому переходу, которому соответствуют максимальные силы и моменты резания. В нашем случае это переход 1 – фрезерование плоскостей торцевой фрезой $D_c = 160$ мм, $z_n = 14$.

Далее выписываем размеры, которые должны быть получены на выполняемой операции. Численные значения размеров: 135; 155,5; 183,4; $12 \pm 0,215$ мм (рис. 6.17).

Выбираем систему координат с началом в точке, лежащей на пересечении оси левого отверстия и основной плоскости, на которую ставим заготовку в приспособление. Наносим базовые технологические точки, после чего проверяем соблюдение правила шести точек.

Технологические базовые точки 1, 2 и 3 (см. рис. 6.16) представляют установочную базу, на которую заготовку ставят в приспособление. Эта технологическая база лишает заготовки трех степеней свободы. Чтобы обеспечить устойчивое положение заготовки в приспособлении установочная базовая поверхность должна иметь самую большую площадь по сравнению с другими ее базовыми поверхностями.

Технологические базовые точки 4 и 5 лишают заготовки еще двух степеней свободы. Точка 6 представляет опорную технологическую базу, она отнимает у заготовки шестую и последнюю степень свободы.

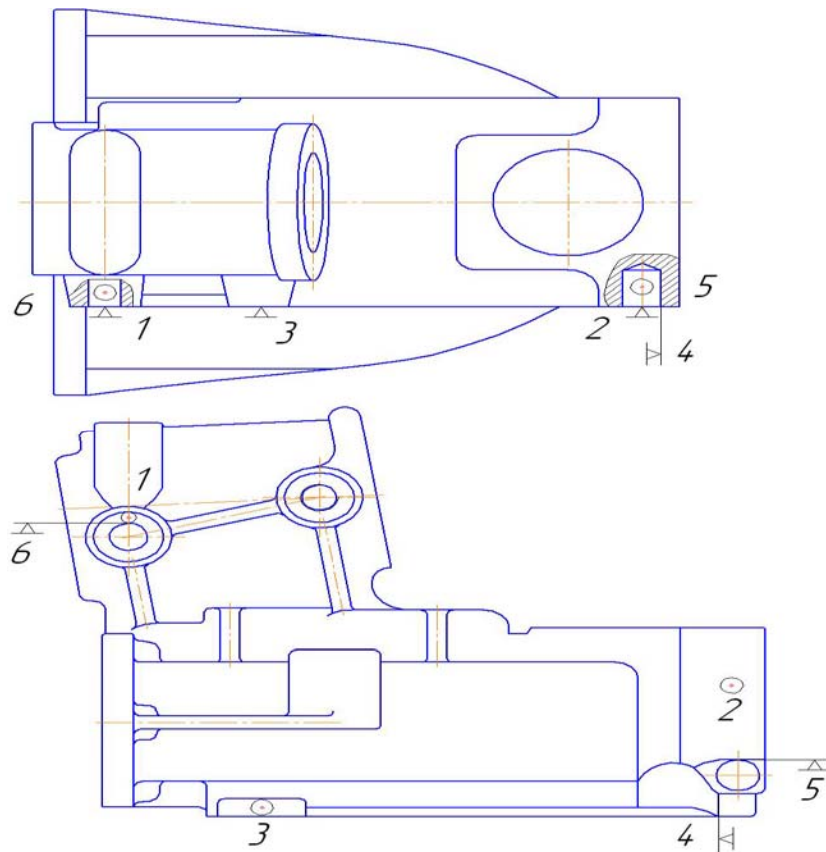


Рис. 6.16. Схема базирования заготовки «Корпус редуктора»

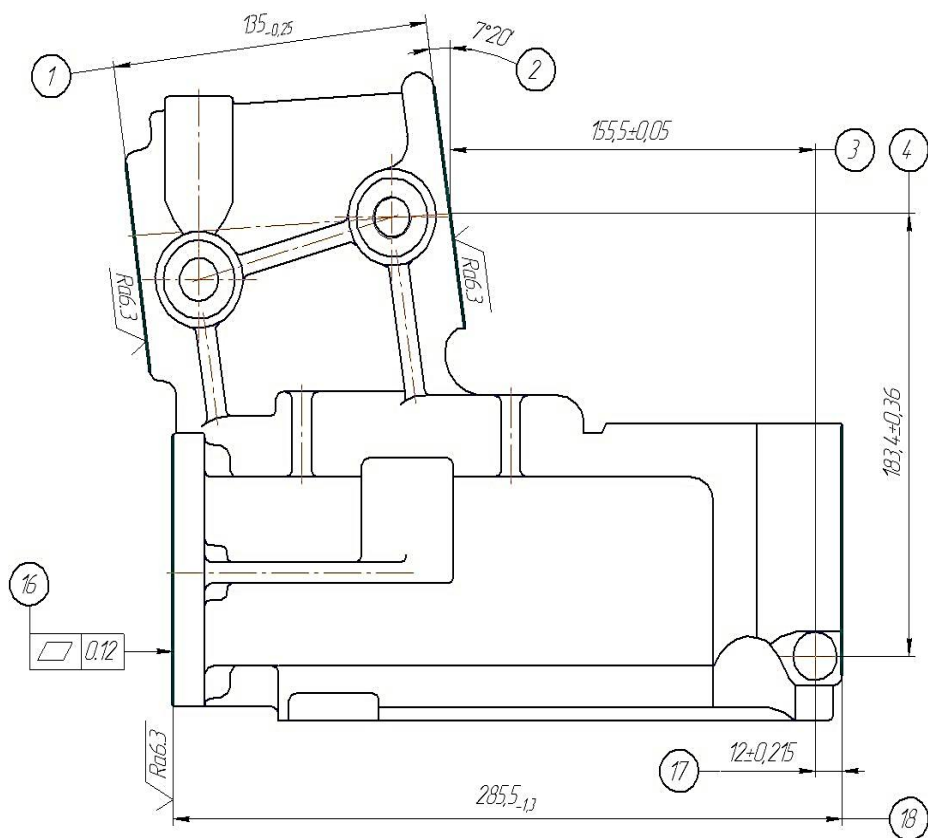


Рис. 6.17. Размеры, выполняемые на рассматриваемой операции

Совокупность выбранных технологических базовых точек обеспечивает так называемое полное базирование, характеризующееся выполнением правила шести точек, отсутствием неопределенности базирования и устойчивым однозначным пространственным расположением заготовки относительно установочных элементов проектируемого приспособления.

Определяем погрешность базирования для размеров, которые должны быть выдержаны при обработке на выполняемой операции. Необходимо заготовку базировать так, чтобы погрешность базирования была равна нулю, а если все-таки это по объективным причинам обеспечить невозможно, то необходимо ее рассчитать и сравнить с допускаемой величиной, которая не должна превышать половины допуска на выполняемый размер. Если последнее условие не соблюдается, то необходимо изменить схему базирования.

Погрешность базирования для размеров $135_{-0,25}$ мм и $285_{-1,3}$ мм равна нулю, так как каждый из этих размеров будет выполнен в результате отработки программы, в которой они запрограммированы в абсолютном выражении. При выполнении этих размеров за измерительную базу взят левый торец. Погрешность базирования на каждый из размеров $155 \pm 0,5$ мм и $12 \pm 0,215$ мм равна максимальному зазору в соединении «правое базовое отверстие заготовки – штифт приспособления», т. е. $\epsilon_{6155} = \epsilon_{612} = \epsilon_{6183} = S_{max}$. Выбранная схема базирования обеспечивает выполнение начальных условий, т. е. погрешность базирования равна нулю $\epsilon_6 = 0$ или не превышает половины допуска на размер $\epsilon_6 < T_D/2$.

6.3.4. Описание конструкции станочного приспособления для обработки детали «Корпус редуктора»

Станочное приспособление устанавливается на столе-спутнике обрабатывающего центра ИС–320ПФ4 и обеспечивает выполнение программно-комбинированной операции.

Проектируемое приспособление является специальным и позволяет:

- осуществить надежное закрепление обрабатываемой заготовки с сохранением высокой жесткости в процессе обработки;
- стабильно обеспечить требуемое качество обработки;
- обеспечить требуемое положение заготовки относительно рабочих органов станка и инструмента;

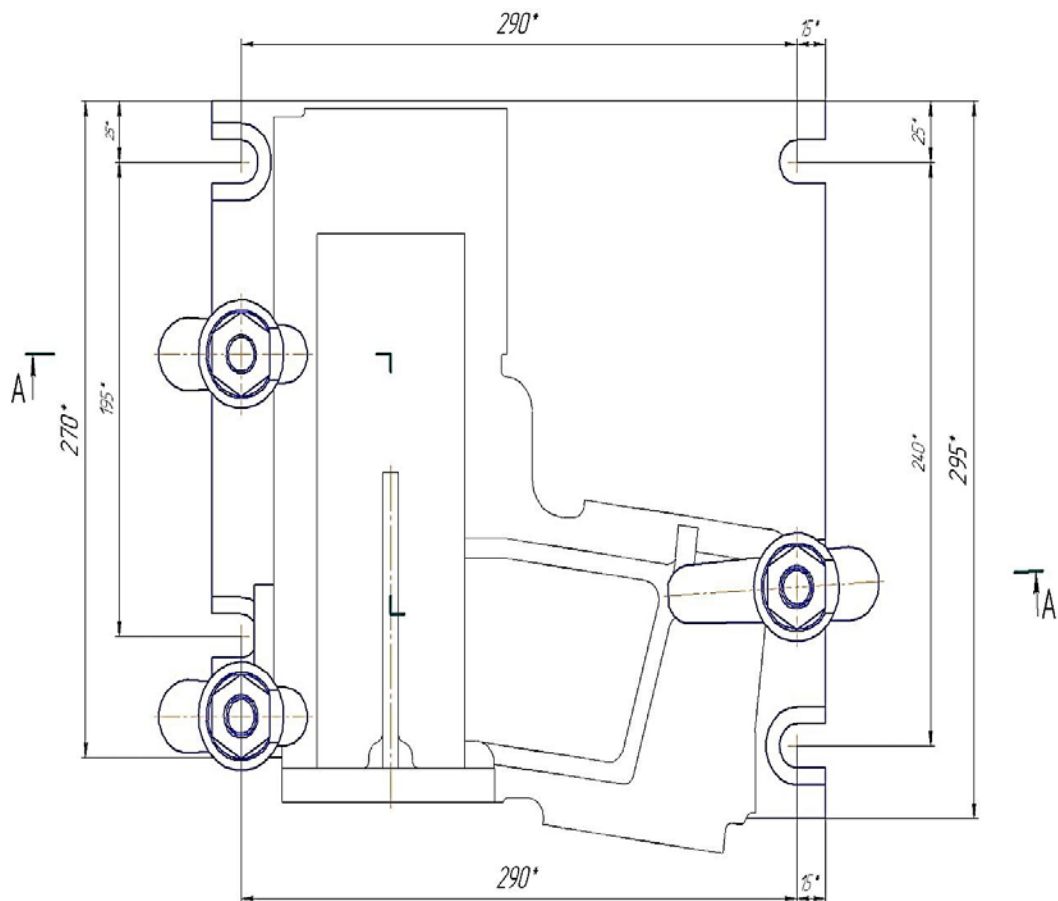


Рис. 6.18. Окончание

Приспособление крепится к столу станка четырьмя болтами. Оно состоит из корпуса, на котором размещены установочные элементы и три прихвата, смонтированные на колонках, для крепления заготовки.

Заготовку устанавливают на пальцы 4, 5 по двум базовым отверстиям $\varnothing 16$ мм и плоскость (рис. 6.18), после чего закрепляют ее прихватами 8, 10. Палец 5 срезан, что обеспечивает поочередную установку всей партии заготовок в приспособление.

6.3.5. Расчет усилия закрепления заготовки «Корпус редуктора» и параметров силового органа

Расчет приспособления состоит из двух этапов:

- 1) определение величины усилия закрепления заготовки, необходимого для ее удержания и предотвращения вибраций в процессе обработки;
- 2) расчет конструктивных параметров силового узла приспособления.

На первом этапе силового расчета вычерчиваем упрощенную схему заготовки (рис. 6.19), затем определяем силы, действующие на заготовку, и точки их приложения.

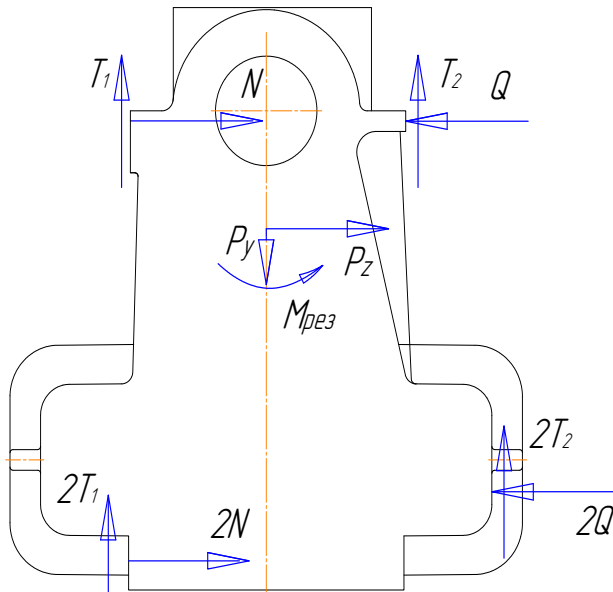


Рис. 6.19. Схема заготовки под действием внешней нагрузки

На схеме установки заготовки в соответствующих местах прикладываем эти силы и составляем одно или несколько уравнений равновесия. Затем эти уравнения решаем относительно искомого усилия закрепления.

На заготовку при обработке действуют следующие силы:

- радиальная P_y и главная составляющая P_z силы резания;
- усилие закрепления Q ;
- реакция опор N ;
- сила трения T .

Исходные данные для силового расчета:

главная составляющая силы резания $P_z = 1192$ Н, радиальная составляющая силы резания $P_y = 357,6$ Н, коэффициент трения $f = 0,16$.

Определим общий коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 3,672,$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий колебания припуска на обработку;

$K_2 = 1,7$ – коэффициент затупления режущего инструмента;

$K_3 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий изменение силы резания из-за прерывистости процесса резания;

$K_4 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий ручное или механизированное закрепление заготовки в приспособлении;

$K_5 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукоятки.

Составляем уравнение равновесия сил

$$\Sigma P(X) = 0; \quad P_z + 3N - 3Q = 0;$$

$$\Sigma P(Y) = 0; \quad -P_y + 3T_1 + 3T_2 = 0.$$

Силы трения равны $T_1 = f \cdot N$ и $T_2 = f \cdot Q$, тогда

$$-P_y + 3 \cdot f \cdot N + 3 \cdot f \cdot Q = 0 \Rightarrow N = \frac{P_y}{3f} - Q.$$

Следовательно,

$$P_z + \frac{P_y}{3 \cdot f} - 3 \cdot Q - Q = 0 \Rightarrow 3 \cdot P_z \cdot f + P_y - 12 \cdot Q \cdot f = 0.$$

Тогда усилие закрепления будет определяться по формуле

$$Q = \frac{3 \cdot P_z \cdot f \cdot K + P_y}{12 \cdot f} = \frac{3 \cdot 1192 \cdot 0,16 \cdot 3,672 + 357,6}{12 \cdot 0,16} = 1280 \text{ Н.}$$

Следовательно, усилие закрепления, необходимое для удержания заготовки, равно $Q = 1280 \text{ Н}$.

На втором этапе силового расчета приспособления рассчитываем конструктивные параметры силового узла приспособления. В данном приспособлении в качестве силового узла используем винтовой зажим, реализованный с помощью прихвата на колонне. Зажим осуществляется закручиванием гайки, которая, в свою очередь, поджимает шайбу, а та – прихват к детали.

Номинальный диаметр винта определяем по формуле:

$$d = C \sqrt{\frac{Q}{\sigma}} = 1,4 \sqrt{\frac{1280}{10}} = 15,84 \text{ мм,}$$

где $C = 1,4$ – коэффициент для основной метрической резьбы;

$Q = 1280 \text{ Н}$ – сила закрепления заготовки; $\sigma = 10 - 20 \text{ МПа}$ – напряжение растяжения (сжатия). Принимаем $d = 16 \text{ мм}$.

Момент затяжки винта:

$M_3 = 0,2 \cdot d \cdot Q = 0,2 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 1280 = 4,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$. При откреплении детали приходится преодолевать трение покоя, и поэтому значение момента откручивания винта следует брать на 30 - 50 % больше, чем при закреплении, т. е.:

$$M_0 = 0,25 \cdot d \cdot Q = 0,25 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 1280 = 5,12 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

6.3.6. Расчет станочного приспособления для обработки детали «Корпус редуктора» на точность

Расчет на точность выполняется с целью регламентирования точности изготовления приспособления путем разработки технических условий. Расчет ведем в следующей последовательности [2].

1. Определяем допустимую погрешность установки заготовки для выполняемого размера $135_{-0,25}$ мм:

$$\varepsilon_{\text{доп}135} = \sqrt{(T_{\text{тех}} - \Sigma\Delta_{\phi})^2 - \Delta_y^2 - \Delta_n^2 - 3 \cdot \Delta_i^2 - 3 \cdot \Delta_{\tau}^2},$$

где $T_{\text{тех}} = 250$ мкм – технологический допуск на выполняемый размер;
 $\Sigma\Delta_{\phi} = 8$ мкм – суммарная погрешность формы, возникающая из-за геометрических неточностей станка; Δ_y – погрешность, возникающая из-за упругих перемещений в технологической системе под действием внешних сил:

$$\Delta_y = y_{\text{max}} - y_{\text{min}} = w_{\text{max}} \cdot P_{y_{\text{max}}} - w_{\text{min}} \cdot P_{y_{\text{min}}}.$$

Для станков с ЧПУ $W_{\text{max}} = W_{\text{min}}$. Следовательно, $\Delta_y = w (P_{y_{\text{max}}} - P_{y_{\text{min}}})$, где w – податливость, $w = 1/j_{\text{тс}} = 1/20,6 = 0,0485$ мкм/Н, $j_{\text{тс}}$ – жёсткость технологической системы, $j_{\text{тс}} = 41000/1990 = 20,6$ Н/мкм [11, с. 28, табл. 11].

Рассчитываем максимальную и минимальную силы резания

$$P_{y_{\text{max}}} = 0,3 \cdot P_z = t \cdot s_z \cdot k_1 \cdot k_{\text{пф}} \cdot k_{\text{пф}} = 0,3 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 2200 \cdot 1,11 \cdot 1,22 = 357,6 \text{ Н};$$

$$P_{y_{\text{min}}} = 0,3 \cdot P_z = t \cdot s_z \cdot k_1 \cdot k_{\text{пф}} \cdot k_{\text{пф}} = 0,25 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 2200 \cdot 1,11 \cdot 1,22 = 298 \text{ Н};$$

Тогда, $\Delta_y = 0,0485 (357,6 - 298,0) = 3$ мкм.

Δ_n – погрешность настройки станка на размер: $\Delta_n = 5$ мкм [11, с. 70, табл. 24];

Δ_i – погрешность износа инструмента: допустимый износ $\Delta_i = 100$ мкм.

Δ_{τ} – погрешность из-за температурных деформаций, принимается в пределах 10 – 15 % от технологического допуска, $\Delta_{\tau} = 0,15 \cdot 250 = 37,5$ мкм.

Подставляя найденные значения величин, получим:

$$\varepsilon_{\text{доп}135} = \sqrt{(250 - 8)^2 - 3^2 - 5^2 - 3 \cdot 100^2 - 3 \cdot 37,5^2} = 156 \text{ мкм}.$$

Следовательно, допустимая погрешность установки: $\varepsilon_{\text{доп}135} = 156$ мкм.

2. Погрешность установки заготовки в приспособление

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

где ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0$;

ε_3 – погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 44$ мкм;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность положения заготовки, вызванная неточностью приспособления.

3. Погрешность положения заготовки, вызванная неточностью приспособления.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{доп}}^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2} = \sqrt{156^2 - 0^2 - 44^2} = 146 \text{ мкм.}$$

Также данная погрешность определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{изг. пр}}^2 + 3 \cdot \varepsilon_{\text{изн. у.э.}}^2 + \varepsilon_{\text{ст}}^2},$$

где $\varepsilon_{\text{изг. пр}}$ – погрешность изготовления приспособления;

$\varepsilon_{\text{изн. у.э.}}$ – погрешность износа установочных элементов:

$$\varepsilon_{\text{изн. у.э.}} = 0,5 \cdot \varepsilon_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 146 = 73 \text{ мкм};$$

$\varepsilon_{\text{ст}}$ – погрешность расположения приспособления на столе станка $\varepsilon_{\text{ст}} = 0$.

Из приведенной выше формулы выражаем погрешность изготовления приспособления

$$\varepsilon_{\text{изг. пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{пр}}^2 - 3 \cdot \varepsilon_{\text{изн. у.э.}}^2 - \varepsilon_{\text{ст}}^2} = \sqrt{146^2 - 3 \cdot 73^2 - 0^2} = 73 \text{ мкм.}$$

На основании выполненных расчетов при формулировании технических требований на изготовление станочного приспособления следует ввести пункты:

- отклонение от параллельности поверхности Б относительно поверхности В не более 0,08 мм на длине 100 мм.

- отклонение от перпендикулярности осей установочных пальцев относительно поверхности В не более 0,05 мм на 100 мм длины.

Выполненные силовой и точностной расчеты показали, что спроектированное приспособление обеспечивает надежное закрепление заготовки и получение размеров в пределах заданных допусков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функционирование любой технологической системы, предназначенной для механической обработки заготовок, имеет своей целью повышение геометрической точности, снижение шероховатости и волнистости обработанных поверхностей, а также показателей, характеризующих физико-механическое состояние поверхностного слоя деталей, что является необходимым условием выполнения ими своего служебного назначения. Без применения станочных приспособлений изготовить с минимальными затратами деталь, отвечающую рабочему чертежу, не представляется возможным.

Станочные приспособления позволяют не только облегчить труд рабочего, обслуживающего металлорежущий станок, но и повысить производительность обработки, а также расширить технологические возможности применяемого оборудования.

Повышение точности обработки с использованием станочных приспособлений объясняется тем, что приспособление обеспечивает партии последовательно обрабатываемых заготовок требуемое пространственное положение относительно режущего инструмента, настроенного на заданный размер. Благодаря этому исключаются трудоемкие операции разметки и выверки практически каждой заготовки на станке.

Для выполнения этой работы требуются высококвалифицированные слесари-лекальщики, которые с использованием разметочного инструмента с достаточно высокой точностью выкраивают деталь из заготовки. В дальнейшем заготовку устанавливают на станок, выверяют ее положение относительно режущего инструмента, а обработку проводят в соответствии с ранее выполненной разметкой.

В случае применения станочного приспособления заготовка принимает требуемое пространственное положение относительно режущего инструмента благодаря элементарному доведению базовых поверхностей заготовки в контакт с установочными элементами станочного приспособления. При этом операции разметки и выверки заготовки на станке не требуются. Повышается производительность обработки за счет сокращения практически всех составляющих штучного времени на выполнение операции.

Станочные приспособления позволяют быстро переналаживать оборудование на обработку других деталей, а грамотное проектирование и эксплуатация приспособлений для современных металлорежущих станков с ЧПУ является неременным условием повышения эффективности машиностроительного производства.

Приложение

**Спецификация станочного приспособления для фрезерования детали
«Корпус»**

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Лев. примен.		<i>Документация</i>		
	A1		<i>Сборочный чертеж</i>	
Справ. №		<i>Детали</i>		
	1	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 01</i>	<i>Корпус</i>	1
	2	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 02</i>	<i>Крышка</i>	1
	3	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 03</i>	<i>Цилиндр</i>	1
	4	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 04</i>	<i>Поршень</i>	1
	5	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 05</i>	<i>Шток</i>	1
	6	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 06</i>	<i>Прихват</i>	1
	7	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 07</i>	<i>Ушко</i>	1
	8	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 08</i>	<i>Серьга</i>	1
	9	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 09</i>	<i>Втулка</i>	1
	10	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 010</i>	<i>Кольцо</i>	1
11	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 011</i>	<i>Шпилька</i>	1	
Подп. и дата		<i>Стандартные изделия</i>		
	12	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 012</i>	<i>Винт М6-дх20 ГОСТ1491-80</i>	1
Взам. инв. №	13	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 013</i>	<i>Винт М10-6дх40 ГОСТ 11738-84</i>	4
	14	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 014</i>	<i>Гайка М8-6Н.04 ГОСТ 5929-70</i>	8
Подп. и дата	15	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 015</i>	<i>Гайка М16-6Н5 ГОСТ 15522-70</i>	1
	16	<i>ВлГУ. 151001. 8/1. 09. 1. 01 016</i>	<i>Кольцо 2-16-1 ГОСТ6678-72</i>	1
Инв. № подл.	<i>ВлГУ.151001.8/1.</i>			
	<i>Изм./Лист</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
Инв. № подл.	<i>Разраб.</i>			
	<i>Проб.</i>			
Инв. № подл.	<i>Н.контр.</i>			
	<i>Утв.</i>			
Приспособление фрезерное			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
				1
				2

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства / Г. Н. Андреев, А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 1999. – 415 с. – ISBN 5-06-0036650-0.
2. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении / В. С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 288 с.
3. Кузнецов, Ю. И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ: учеб. пособие / Ю. И. Кузнецов. – М.: Высш. шк., 1988. – 304 с. – ISBN 5-06-001182-8.

Учебное издание

Гусев Владимир Григорьевич
Елкин Алексей Иванович
Морозов Алексей Валентинович и др.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Учебное пособие

Подписано в печать 01.10.12.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 11,85. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
600000, Владимир, ул. Горького, 87.