МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Саровский физико-технический институт-филиал НИЯУ МИФИ

Физико - технический факультет

Кафедра технологии специального машиностроения

Н.П. ТЕРУШКИНА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Учебное пособие

УТВЕРЖДЕНО: Заседанием кафед	ты ТСМ	
Протокол №	OT «	» 2016г
Зав. кафедрой ТС	<u>M</u>	
	B.H	. Халдеев
ОДОБРЕНО:		
Научно-методиче	ским сове	том СарФТИ
	A	.П. Скрипнин
	_	_

2016

УДК 621

ББК 30

Рецензенты

В.Г. Цымбал – главный инженер завода «Авангард»

В.М. Ромадов – ведущий инженер СГТ завода «Авангард»

Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики – Российского Федерального Ядерного Центра

Терушкина Н.П.

И20

Технологическая оснастка: учебное пособие / Н.П. Терушкина. — Саров, $2016.-16.8~\mathrm{п.л.}$

Целью дисциплины «Технологическая оснастка» является формирование у студентов знаний теоретических основ и методов расчета при проектировании экономичной технологической оснастки машиностроительного производства. Изложенный в пособии материал, позволяет овладеть знаниями о роли в технологической подготовке производства.

В пособии дается представление об универсальной, модульной, технологической оснастке для станков с ЧПУ. Рассмотрен состав приспособлений и основные правила проектирования. Умение проектировать специальное приспособление позволит понять назначение и состав любой оснастки, применяемой в машиностроительном производстве.

Особое внимание уделено способам установок обрабатываемых заготовок и возникающих при этом погрешностях. Рассмотрены наиболее часто применяемые механизмы, осуществляющие закрепление заготовки.

В данном учебном пособии представлена лекционная часть дисциплины «Технологическая оснастка» для студентов вузов обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» - уровень высшего образования «бакалавр»

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛА	ДИСЛОВИЕВА 1 - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА В СОВРЕМЕННО ПИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	OM
	дение	
1.1	Роль и значение технологической оснастки и тенденции ее развития	9
1.2	Служебное назначение технологической оснастки	. 11
1.3	Основные термины и определения	. 14
1.4	Дополнительные термины и определения	. 15
1.5	Классификация технологической оснастки	. 17
1.6	Стандартизация и унификация станочных приспособлений	.23
1.7	Унифицированные конструктивные элементы станочных приспособлений	.26
1.8	Конструктивные элементы деталей станочных приспособлений и их размеры	.32
	ВА 2 - ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О СОСТАВЕ И ПРИМЕНЕНИИ СПЕЦИАЛЬНО НОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ	
2.1	Основные элементы приспособлений и их функциональное назначение	.37
2.2	Правила базирования при установке обрабатываемых заготовок в приспособление	.40
2.3	Принципы установки заготовок в приспособлении	. 47
2.4	Типовые схемы базирования	.50
2.5	Конструкции стандартных установочных деталей и механизмов	.59
2.5.	1 РЕГУЛИРУЕМЫЕ ОПОРЫ	.62
2.5.	2 Ориентирующие и самоцентрирующиеся установочно-зажимные механизмы	.67
2.5.	З Установочные пальцы	.74
2.6	Расчеты при базировании по плоскости и отверстиям	.75
	ВА 3 - ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ УСТАНОВКИ НА КАЧЕСТ АБАТЫВАЕМОЙ ЗАГОТОВКИ	
3.1	Влияние технологической системы на погрешность обработки	.83
3.2	ПОГРЕШНОСТЬ БАЗИРОВАНИЯ КАК РАСЧЕТНЫЙ ПАРАМЕТР ТОЧНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	.92

3.3 ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВОК ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПО БАЗОВЫМ ПЛОСК	остям93
3.4 ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЗАГОТОВОК НАРУЖНОЙ И ВНУТРЕННЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСК ОТВЕРСТИЕ, ВАЛ, ПЛОСКОСТЬ, И ПРИЗМУ	
3.5 УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО ЦЕНТРОВЫМ ОТВЕРСТИЯМ	101
3.6 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВКИ И ИХ АНАЛИЗ	104
3.7 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАСЧЕТА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ	106
ГЛАВА 4 - НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЖИМНЫХ МЕХ	
СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ	113
4.1 Назначение зажимных механизмов	113
4.2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИЛ ЗАКРЕПЛЕНИЯ	121
4.3 Условия нахождения силы закрепления	123
4.4 Классификация зажимных механизмов	126
4.5 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОСТЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ	127
4.6 Разновидности клина и клиновые механизмы	131
4.7 Условие самоторможения клина	136
4.8 ЗАПАС САМОТОРМОЖЕНИЯ КЛИНА	140
4.9 МЕХАНИЗМЫ С ЭКСЦЕНТРИКОВЫМИ И ПЛОСКИМИ КУЛАЧКАМИ	141
4.10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ЗАЖИМНОГО МЕХАНИЗМА	145
4.11 Винтовые механизмы	147
4.12 Рычажные механизмы	152
4.13 РАСЧЕТ РЫЧАЖНЫХ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ	155
4.14 Разные механизмы.	158
4.14.1 ПРИХВАТЫ	158
4.14.2 РЕЕЧНО-РЫЧАЖНЫЙ ЗАЖИМ	162
4.14.3 ТАНГЕНЦИАЛЬНЫЕ КУЛАЧКИ	164
4.14.4 ЦЕНТРИРУЮЩИЕ ЦАНГОВЫЕ ЗАЖИМЫ	166
4.14.5 ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК С ЗАКРЕПЛЕНИЕМ ПО ТОРЦУ	169
ГЛАВА 5 - МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ПРИВОДЫ, ПРИМЕ	няемые в
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ	172

5.1 Механизированные приводы стан	НОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	172
5.2 Пневматические приводы		173
5.3 Пневмодвигатели		174
5.4 ПНЕВМОАППАРАТУРА И АРМАТУРА		181
5.5 Станочные приспособления с гид	ĮРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ	182
5.7 Вакуумные зажимные устройства	4	190
ГЛАВА 6 – ОСНОВЫ ПРОЕ	КТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	194
6.1 Этапы подготовки производст	BA	194
6.2 Исходные данные и задачи кон	НСТРУИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	195
6.3 Типы приспособлений		198
6.4 Последовательность проектиро	ОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	200
6.5 Проектирование сменных элем	ИЕНТОВ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ОСНАСТКИ	204
6.6 Общие требования безопасност	ТИ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ	204
6.7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ЗАЖ	КИМНЫМ МЕХАНИЗМАМ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ:	206
6.8 Требования безопасности к орг	ТАНАМ: УПРАВЛЕНИЯ:	207
6.9 Требования безопасности к пне	ЕВМО И ГИДРОПРИВОДАМ:	207
Основные требования безопасности н	К ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ, СБОРКЕ, РЕМОНТУ, ХРАНЕНИЮ	208
ГЛАВА 7 - ПРИСПОСОБЛЕ	НИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ	210
7.1 Приспособления для обработки 3.	АГОТОВОК ТИПА ВАЛОВ И ТРУБ	210
7.2 Универсальные и специальные па	NTРОНЫ	215
7.3 Оснастка для обработки цилиндр	РИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК С КОНСТРУКТИВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ	219
7.4 Приспособления для установки г	ПО РЕЗЬБЕ	227
7.5 Приспособления для обработки э	РКСЦЕНТРИКОВ, РЫЧАГОВ, АРМАТУРЫ, КРОНШТЕЙНОВ	228
ГЛАВА 8 ПРИСПОСОБЛЕН	НИЯ ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ	232
ГЛАВА 9 - ПРИСПОСОБЛЕ	НИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ	238
Q 2 VUIABEDOA ALULIE HODODOTULIE HERI	ИΤΕ ЛЬНЫЕ И ПЕРЕНА ЛАЖИВАЕМЫЕ СТОЛЫ	242

ГЛАВА 10 - ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ	249
10.1Требования, применяемые к приспособлениям	249
10.2 Приспособления для токарных станков с ЧПУ и токарных многоцелевых станков	250
10.3 Системы приспособлений для станков фрезерной сверлильной и расточной групп	253
ГЛАВА 11 - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ	274
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	280

ПРЕДИСЛОВИЕ

В данном учебном пособии представлена лекционная часть дисциплины «Технологическая оснастка» для студентов вузов обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» - уровень высшего образования «бакалавр»

Целью дисциплины «Технологическая оснастка» является формирование у студентов знаний теоретических основ и методов расчета при проектировании экономичной технологической оснастки машиностроительного производства.

Материал, изложенный в виде лекций, позволяет овладеть знаниями о служебном назначении технологической оснастки и ее роли в технологической подготовке производства, являющейся частью жизненного цикла машиностроительного изделия.

В сборнике приводится классификация технологической оснастки по назначению, степени специализации и другим признакам, позволяющая сформировать современное представление об универсально-сборной, переналаживаемой, специализированной, модульной, технологической оснастке для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС и овладеть навыками выбора аналогов и прототипов при проектировании конструкций приспособлений для реализации технологических процессов изготовления продукции. Умение проектировать специальное приспособление позволит понять назначение и состав любой оснастки, применяемой в машиностроительном производстве.

Особое внимание уделено способам установок обрабатываемых заготовок и возникающих при этом погрешностях. Рассмотрены условия возможности установки и конструкции установочных деталей. Приведены методики расчета сил зажима, и рассмотрены наиболее часто применяемые механизмы, осуществляющие закрепление заготовки.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по другим технологическими дисциплинами специальности: теория резания, технологические процессы машиностроительных производств, режущий инструмент, проектирование и производство заготовок, технология машиностроения, САПР технологических процессов, металлорежущие станки и др.

ГЛАВА 1 - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

ВВЕДЕНИЕ

Развитие производства в машиностроении неразрывно связано с техническим оснащением и модернизацией средств производства на базе применения новейших достижений науки и техники. Подготовка производства новых видов продукции машиностроения, несмотря на техническое перевооружение и модернизацию производства, неизбежно включает процессы проектирования технологической оснастки, составляющей приблизительно 50% от общего объема технологического оснащения. Технологическая оснастка является одним из важнейших факторов, влияющих на качество выпускаемой продукции машиностроительного предприятия. Затраты на ее изготовление велики. Поэтому задача повышения качества проектирования технологической оснастки, а так же ее эффективности, приводящей к сокращению сроков проектирования и изготовления, стала одной из важнейших проблем современного машиностроения.

Основную группу технологической оснастки составляют приспособления механосборочного производства. По ГОСТ 3.1109-82 станочное приспособление — это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления заготовки или инструмента при выполнении технологической операции, поэтому, приспособление является вспомогательным устройством к технологическому оборудованию, которое используется при выполнении операций механической обработки, сборки и контроля.

Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпов технического прогресса требует от технологической науки и практики создания конструкций и систем приспособлений, методов их расчета, проектирования и изготовления, направленных на сокращение сроков подготовки производства. В серийном производстве необходимо использовать специализированные переналаживаемые и обратимые системы приспособлений. В мелкосерийном и единичном производствах применение систем универсально-сборных приспособлений позволяет оперативно решать технологические задачи.

Ряд принципиально новых требований, предъявляемых к приспособлениям, определены расширением парка станков с ЧПУ, переналадка которых на обработку новой заготовки сводится к замене программы и к замене или переналадке приспособления для базирования и закрепления заготовки.

Изучение закономерностей, оказывающих влияние на точность и производительность выполняемых операций, позволят проектировать приспособления, интенсифицирующие производство и повышающие его точность. Производимая работа по унификации и стандартизации элементов приспособлений создала основу для автоматизированного проектирования приспособлений. Это приводит к сокращению сроков технологической подготовки производства.

1.1 Роль и значение технологической оснастки и тенденции ее развития

Современный этап развития машиностроения характерен быстрым ростом выпуска новых видов продукции. Замена моделей изделий машиностроительного производства происходит значительно быстрее, чем 10-15 лет назад. Смена моделей станков на передовом современном производстве происходит в среднем через 6-8 лет. Это касается не только универсальных станков, но и специализированных станков с ЧПУ. Соответственно сокращается и цикл производства новых изделий, а это, как правило, требует иного подхода по созданию новых приспособлений с использованием автоматизированного проектирования, так как значительные трудовые и материальные затраты на технологическую оснастку оказывают влияние на производительность труда.

Анализ технологических потребностей машиностроительных предприятий показывает, что в большинстве случаев одновременно необходима оснастка для обработки заготовок в условиях различной серийности производства, имеющих разнообразные габаритные размеры, различные требования по точности и шероховатости и т.д.

Технологическая оснастка (TO) используется на различном технологическом оборудовании: металлорежущих станках, прессах, измерительных машинах, автоматических линиях и др.

ТО может быть самостоятельным элементом в контрольно-измерительных и некоторых сборочных операциях. Тогда *приспособление* называют контрольным либо сборочным. Если же приспособление входит в состав обрабатывающей технологической системы, являясь дополнительным устройством к металлорежущим станкам, позволяющее наиболее экономично в заданных производственных условиях обеспечить обработку заготовки, то его называют станочным приспособлением.

Станочные приспособления являются устройствами для установки и закрепления

обрабатываемой заготовки.

Использование парка универсальных станков фрезерной, токарной, сверлильной группы невозможно без проектирования специальных приспособлений. Применение приспособлений на универсальных станках позволяет:

- 1. Устранить разметку заготовки перед обработкой и исключить выверку на станке по разметке.
 - 2. Повысить точность обработки.
 - 3. Снизить себестоимость продукции.
 - 4. Облегчить условия работы и повысить ее безопасность.
 - 5. Расширить технологические возможности.
 - 6. Организовать станочное обслуживание.
 - 7. Применить технически обоснованные нормы времени.
 - 8. Сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.
 - 9. Повысить производительность труда за счет:
 - сокращения вспомогательного времени;
 - увеличения числа одновременно обрабатываемых заготовок и числа одновременно работающих режущих инструментов;
 - повышения режимов резания.

В мелкосерийном и единичном производстве следует применять универсально - сборные приспособления (УСП).

С расширением парка станков с числовым программным управлением (ЧПУ) применяются принципиально новые требования. Станки с ЧПУ являются основным средством автоматизации мелкосерийного и серийного производства в машиностроении, одновременно позволяющее более точное изготовление деталей. Переналадка станка для обработки новой заготовки сводится к замене программы. Для установки широкой номенклатуры заготовок различных размеров и форм на таких станках наиболее эффективно применять системы переналаживаемых приспособлений с возможностью регулирования подвижных элементов, применения сменных наладок или ИХ перекомпоновке. Приспособления для станков с ЧПУ должны иметь:

- повышенную размерную точность;
- повышенную жесткость для возможности использования полной мощности станка на черновых операциях;
 - базы должны иметь строго определенное положение относительно начала

координат станка;

- возможность подхода инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, так как станки обеспечивают обработку с 4-5 сторон.
- высокую гибкость, обеспечивающую сокращение времени на переналадку и смену заготовки.

При проектировании приспособлений для станков с ЧПУ, учитывая их особенности, возможно широкое применение унифицированных и стандартных элементов приспособлений, что создало основу для автоматизированного проектирования приспособлений с созданием базы этих элементов.

1.2 Служебное назначение технологической оснастки

Применение различного вида технологической оснастки не только обеспечивает, но и расширяет технологические возможности всех видов станков (универсальных, ЧПУ и прочих), но в основном это касается универсальных станков, которыми оснащены заводы серийного производства. Каждый универсальный станок предназначен для выполнения определенной работы с заданной точностью. С помощью специального приспособления становится возможным выполнять работу, для осуществления которой необходим станок другого типа. Например, на токарном станке можно производить обработку шлифованием, протягиванием, фрезерованием. Растачивание и долбление – на фрезерном станке. Обработку точных отверстий сверлильных станках. Приспособления, расширяющие на технологические возможности станков, позволяют осуществить крепление инструментов, редко используемых при работе на этом станке. С помощью специальных приспособлений осуществляются дополнительные взаимные перемещения инструмента и обрабатываемой детали, крепление инструментов и обрабатываемых деталей на не предназначенных для этой цели поверхностях станка, точное направление инструмента. Следует учесть, что доработка станка допускается только с разрешения Главного энергетика и Главного механика предприятия.

Ускорение освоения новых видов продукции и сокращение цикла ее производства, как правило, требует создание новых приспособлений, так как при изменении номенклатуры выпускаемых машин и приборов специальная оснастка становится непригодной, и ее каждый раз приходится проектировать и изготавливать заново. В силу специфики производства

машиностроительные заводы вынуждены проектировать и изготавливать у себя специальные приспособления, чтобы обеспечить требуемую точность изготовления и производительную работу все действующей номенклатуры изделий. Для этого на предприятии предусмотрен специальный инструментальный цех, оснащенный высокоточным оборудованием, а также соответствующими контрольными приборами для осуществления контроля приспособлений.

Задача повышения производительности труда в машиностроении не может быть решена только за счет ввода в действие даже самого совершенного оборудования. Именно благодаря технологической оснастке мы можем влиять на производительность труда, качество и сокращение сроков освоения производства новых изделий. Задача повышения эффективности и качества технологической оснастки стала одной из важнейших в промышленности.

Повысить производительность труда — это, значит, сократить норму штучного времени на операцию $T_{\rm mr}$.

$$T_{\text{IIIT}} = t_0 + t_{\text{B}} + t_{\text{Tex.ofp.}} + t_{\text{opr.of.}} + t_{\text{пер.}} + t_{\text{п3/п}}$$

Где: t_0 — основное время $t_{\rm B}$ — вспомогательное время; $t_{\rm rex.~oб.}$ — время технического обслуживания рабочего места; $t_{\rm opr.oб.}$ — время организационного обслуживания; $t_{\rm пер}$ — время технологических перерывов; $t_{\rm пз/n}$ — подготовительно - заключительное время.

Основное время можно сократить несколькими способами:

- увеличением числа одновременно работающих инструментов (для этого, например, проектируют многошпиндельные сверлильные и фрезерные головки, многорезцовые державки и др.);
- одновременной обработкой нескольких деталей (для этого проектируются многоместные приспособления, или приспособления для обработки деталей пакетами);
- повышением режимов резания (для этого проектируют приспособления повышающие жесткость технологической системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» СПИД).

Вспомогательное время можно сократить, уменьшив время на установку и закрепление деталей или совместив вспомогательное и основное время. Для этого проектируются быстродействующие ручные, механизированные, автоматизированные и многократные зажимные устройства, поворотные приспособления, автоматические загрузочные устройства, выталкиватели. Проектируя поворотные многопозиционные многоместные приспособления или непрерывно действующие приспособления, учитывается, что установка и снятие, закрепление и открепление деталей будут выполнять во время работы станка, поэтому, время, затраченное на эти приемы, совмещается с основным временем.

Время технического обслуживания рабочего места сокращают, используя быстросменные патроны, многорезцовые державки, шаблоны для установки инструментов на размер;

Время организационного обслуживания можно уменьшить, например, при создании устройства для автоматической очистки от стружки.

Применение приспособлений облегчающих труд рабочего сокращает время технологических перерывов и подготовительно — заключительное время. Подготовительно — заключительное время уменьшается также за счет создания приспособлений обеспечивающих точную и быструю установку их на станке без выверки; допускающих точную и быструю переналадку приспособлений на обработку разных деталей.

Задачей инженера по созданию технологических процессов повышающих производительность труда является анализ нормы времени для уменьшения ее составляющих.

Точность механической обработки в значительной степени зависит от станочной оснастки. Если заготовку обрабатывать методом пробных проходов, то точность детали зависит в основном от квалификации рабочего.

Применение автоматического метода получения размеров и механизированное закрепление заготовок в приспособлении практически полностью устраняет влияние уровня квалификации рабочего на точность обработки. Но при этом качество деталей, в значительной степени зависит от точности станочного приспособления, способности сохранять ее в процессе обработки, от места приложения и направления силы зажима и так далее.

Приспособления должны:

- обеспечивать установку и закрепления деталей;
- обеспечивать направление режущего инструмента;
- служить базой для контрольно-измерительных приборов;
- осуществлять механический или автоматический зажим объекта в приспособлении;
- увеличивать жесткость при установке базирующего объекта;
- изменять положение детали вместе с приспособлением.

Для этого приспособления должны иметь установочные элементы, направляющие (кондукторные втулки), пневмо-гидро-электроприводы, устройства автоматики, подводимые опоры и другие устройства.

В условиях серийного производства деталей широко применяют специальные приспособления, В условиях мелкосерийного и единичного производства, когда обрабатывают заготовки малыми партиями или поштучно, следует применять

быстропереналаживаемые приспособления.

Автоматическая переналадка приспособлений целесообразна у станков с ЧПУ (числовым программным управлением) без участия оператора. Это предъявляет к приспособлению дополнительные требования, они должны:

- отличаться повышенной надежностью;
- обеспечивать необходимое базирование заготовок и заданное положение системы координат станка;
 - обеспечивать автоматический зажим разжим заготовок по команде ЧПУ;
- обеспечивать надежный пневмо или гидро зажим заготовок в случае аварийного падения воздуха или масла в системе и обесточивания;
 - создавать возможность обработки заготовки 4-5 сторон с одной установки.

Стационарные приспособления, в которых загрузку-разгрузку заготовок осуществляют промышленным роботом, целесообразно применять лишь в крупносерийном или серийном производствах. В этом случае применяют приспособления, устанавливаемые на спутниках (паллетах). Приспособление, находящееся на станции загрузки - разгрузки, устанавливают на спутник, заготовку устанавливают в приспособление, затем спутник с приспособлением и установленной на нем заготовкой, транспортируют к станку и устанавливают на стол станка с помощью промышленного робота.

При этом все спутники имеют унифицированные базовые поверхности, что позволяет использовать на станках идентичные устройства для базирования и закрепления спутников на столах станков.

В гибких производственных системах (ГПС) из многоцелевых станков с ЧПУ целесообразно применять не специальные приспособления спутники, а агрегатированные быстропереналаживаемые приспособления. Они компонуются на базовых агрегатах-плитах из унифицированных установочных и зажимных узлов и элементов, обеспечивающих возможность базирования и закрепления изделий различной формы и размеров.

1.3 Основные термины и определения

Основные термины и определения, касающиеся станочных приспособлений (СП), установлены стандартом ГОСТ 31.010 01-84. Термины, установленные данным стандартом, являются общими для любых станочных приспособлений и обязательны для применения в

документации всех видов.

- 1. *Специальное* СП для установки заготовок одного типоразмера, предназначено для выполнения одной или нескольких операций изготовления определенного изделия без регулирования и переналадки.
- 2. СП Специализированное – лля установки олнотипных заготовок, многократного применения, имеющее специализированные базирующие поверхности для типовых конфигураций в пределах определенных габаритов. заготовок Однотипными называют заготовки, принадлежащие к одной классификационной группировке, выделяемой по признакам близости конструктивных и технологических характеристик.
- 3. **Универсальное** СП для установки заготовок различной конструкции в установленном диапазоне размеров, многократного применения, (имеющее универсальные базирующие поверхности для установки заготовок различных конфигураций в пределах определенных габаритов).
 - 4. Одноместное СП для установки одной заготовки.
 - 5. Многоместное СП для одновременной установки нескольких заготовок.
- 6. *Групповое* СП для установки заготовок имеющих различную конфигурацию, но близкие по типоразмеру базы.
- 7. *Однопозиционное станочное приспособление* СП, в котором заготовку обрабатывают на данной операции без изменения позиции.
- 8. *Многопозиционное станочное приспособление* СП, заготовку в котором обрабатывают на данной операции с изменением позиции.

1.4 Дополнительные термины и определения

Разборное – СП детали и сборочные, единицы которого после окончания эксплуатации используют для оснащения производства других изделий.

Неразборное – СП подлежащее списанию после окончания эксплуатации.

Немеханизированное – СП, не имеющее механизированных сборочных единиц.

Механизированное - СП, с механизированными сборочными единицами, не имеющее кинематической связи с оснащаемым станком.

Автоматизированное - СП, встроенное в оснащаемый станок, работающее в

автоматическом режиме благодаря кинематической связи механизмов загрузки, закрепления, изменения положения заготовки и вспомогательных устройств станка.

Базовое СП – конструкция многократного применения, имеющая стандартные единые поверхности для установки сменных наладок, а также приводные, зажимные и вспомогательные механизмы.

Сменная наладка – сменная специальная часть СП, предназначенная для установки заготовок при выполнении определенных операций и переходов.

Регулируемая наладка — часть СП, обеспечивающая установку различных заготовок путем регулирования деталей с базирующими поверхностями.

Компоновка – Вид существования разборного СП, образованного методом агрегатной сборки.

Детали и сборочные единицы общего применения для СП — комплекс унифицированных элементов однократного и многократного применения, предназначенных для использования станочных приспособлений различных систем.

Детали и сборочные единицы УСП (универсально – сборные приспособления) комплекс унифицированных точных элементов многократного применения образующих приспособления системы УСП без проектирования, изготовления и дополнительной обработки специальных частей.

Детали и сборочные единицы сборно – разборных приспособлений (СРП) комплекс унифицированных точных элементов многократного применения образующих приспособления системы СРП с проектированием и изготовлением специальных частей

Станочный крепежный набор – комплект зажимных элементов, предназначенный для установки заготовок на столах металлорежущих станков.

Вопросы

- 1. Чем характерен современный этап развития машиностроения?
- 2. Что такое приспособление?
- 3. Что дает применение приспособлений?
- 4. Каким образом с помощью приспособлений можно изменить производительность mpyдa?
 - 5. Каковы отличительные особенности приспособлений для станков с ЧПУ?
 - 6. Каково служебное назначение приспособлений?
- 7. Какие дополнительные требования предъявляются к приспособлению для станка с ЧПУ?

8. Что относится к основным и дополнительным терминам и определениям?

1.5 Классификация технологической оснастки

Технологическая оснастка классифицируется по нескольким признакам: по целевому назначению, по степени механизации и автоматизации, по степени специализации.

По целевому назначению приспособления делят на 5 групп:

станочные приспособления — используют для установки и закрепления заготовок на станках соответственно условиям выполнения технологического процесса, то есть для связи заготовки с технологической системой. В зависимости от вида механической обработки различают токарные, фрезерные, сверлильные, расточные, шлифовальные и другие станочные приспособления. Они являются самой многочисленной группой и составляют 80-90% общего числа приспособлений;

приспособления для установки, крепления и регулирования рабочих инструментов – характеризуется большим числом нормализованных конструкций, что объясняется нормализацией и стандартизацией самих режущих инструментов. Приспособления 1 и 2 группы являются составными частями технологической системы;

сборочные приспособления – применяются на операциях сборки изделий, используют:

- для соединения сопрягаемых деталей и сборочных единиц,
- для обеспечения правильной ориентации соединяемых объектов (или поддержки тяжелых),
- для закрепления базовых деталей собираемого изделия,
- для предварительного деформирования собираемых упругих элементов (пружин, рессор и т.д.),
- для выполнения сборочных операций, требующих приложения больших сил (клепка, вальцовка, запрессовка и т.д.),
- для транспортирования комплектующих деталей и узлов,

контрольные приспособления — применяют для контроля геометрических параметров заготовок заданных с требуемой точностью, промежуточного и окончательного контроля обрабатываемых деталей, а также для проверки собранных сборочных единиц и машин.

приспособления для захвата, перемещения и перевертывания тяжелых объектов, перемещение которых вручную невозможно или затруднено, а в автоматизированном производстве и легких обрабатываемых заготовок, деталей и собираемых изделий.

По степени механизации и автоматизации приспособления подразделяют на механизмы:

- ручные,
- механизированные,
- полуавтоматические,
- автоматические.

По степени специализации приспособления можно подразделить на универсальные, специализированные и специальные. Состав универсальных, специализированных и специальных приспособлений представлен на рис. 1.1.

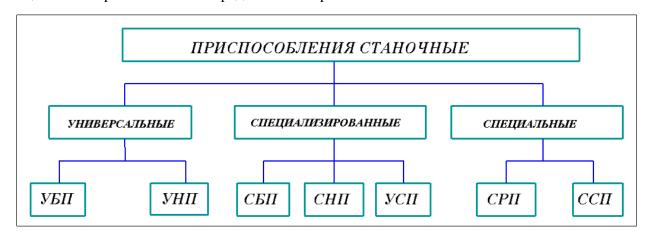


Рис. 1.1 – Классификация станочных приспособлений

Универсальные и специализированные приспособления — применяют для установки и закрепления заготовок, разных по форме и габаритным размерам, обрабатываемых на различных металлорежущих станках в единичном и мелкосерийном производстве.

Универсальные безналадочные приспособления (УБП) — используют для закрепления заготовок широкой номенклатуры и различной конфигурации к ним относятся универсальные токарные патроны с неразъемными кулачками, универсальные фрезерные и слесарные тиски, делительные головки, поворотные столы, стойки, люнеты, планшайбы, центры, поводковые устройства, оправки, цанговые приспособления, магнитные патроны и планшайбы и т.д.

Универсальные наладочные приспособления (УНП) — многократного применения применяют для установки и закрепления определенной группы, схожих по форме заготовок и деталей обрабатываемых на токарных, фрезерных, сверлильных станках. Система УНП основана на использовании сменных установочных, зажимных и направляющих элементов,

образующих наладку на базе универсального нормализованного базового агрегата, включающего в себя корпус, силовой привод и базовые элементы для установки сменных наладок. Базовые агрегаты — законченные механизмы многократного использования. Наладочная часть состоит из сменных наладок, проектируемых и изготавливаемых в соответствии с формой и габаритными размерами обрабатываемых деталей. Трудоемкость изготовления сменных наладок УНП на 60-70% меньше трудоемкости изготовления специальных приспособлений для установки таких же деталей. Универсальную часть УНП применяют многократно, что значительно сокращает сроки и стоимость подготовки производства при выпуске новых машин.

Применение УНП позволяет также значительно увеличить оснащенность технологического процесса. Примером являются универсальные наладочные тиски

Специализированные безналадочные приспособления (СБП) — используют для закрепления заготовок, близких по конструктивно-технологическим признакам, с одинаковыми базовыми поверхностями, требующих одинаковой обработки.

При осуществлении однотипных операций на этих приспособлениях необходимо осуществлять регулировку отдельных элементов. К таким приспособлениям относятся: приспособления для групповой обработки деталей типа валиков, втулок, фланцев, дисков, кронштейнов, корпусных деталей и т.п.

Специализированные наладочные приспособления (СНП) — состоят из двух частей: 1 часть — базовый агрегат и 2 часть — специальная сменная наладка.

Базовый агрегат — несет основную базовую поверхность, на которую устанавливают сменные наладки под обрабатываемые заготовки.

Во многих случаях базовый агрегат имеет одну или несколько вспомогательных базовых поверхностей для установки на них специальных сменных наладок, предназначенных для направления режущего инструмента, механизма зажима заготовки и других деталей и сборочных единиц.

После установки сменной наладки, базовый агрегат преобразуется в законченное приспособление для выполнения конкретной операции по изготовлению конкретной детали.

Специальная сменная наладка проектируется и изготавливается с учетом специфики конкретной заготовки, при этом учитываются оптимальные условия ее установки в приспособлении.

В некоторых конструкциях СНП переналадка осуществляется не только путем замены специальных сменных наладок, но и путем плавного или ступенчатого регулирования

подвижных частей базового агрегата.

Типы и основные размеры СНП определены государственными стандартами. Область применения СНП охватывает все типы серийного производства в условиях групповой обработки заготовок.

Универсально - сборные приспособления (УСП) — представляют собой систему, состоящую из набора стандартных деталей и сборочных единиц, из которых компонуют и собирают различные приспособления одноцелевого назначения.

Комплект УСП состоит из базовых, корпусных, установочных, направляющих, крепежных и др. деталей и узлов, различных по конструкции и исполнению.

Комплект УСП содержит 1500 - 25000 деталей. Из 20000 деталей можно собрать

200 - 250 приспособлений для обработки изделий на различных станках.

Изготовление приспособлений из УСП включает в себя:

- разработку схемы сборки приспособлений в соответствии с ведомостью технологической операции обработки детали и станка;
 - сборку приспособлений из нормализованных деталей;
- использование собранного приспособления для изготовления детали на соответствующем станке;
 - разборку приспособления;
 - раскладку деталей УСП для хранения.

Применение системы УСП в 2-3 раза сокращает сроки технологической подготовки производства к выпуску нового изделия. Затраты на восстановление комплекта деталей УСП за год составляют 3,5% от всей себестоимости комплекта.

В условиях мелкосерийного производства для механизации закрепления заготовки на универсальных станках и станках с ЧПУ применяют механизированные УСП.

В зависимости от размеров, массы заготовок и необходимой силы зажима для их закрепления, разработаны два вида комплектов: с крепежными болтами М12 и М16, и соединительными пазами 12 и 16 мм. Они обеспечивают полную взаимозаменяемость со стандартными деталями и сборочными единицами УСП.

Основой комплекта являются гидравлические блоки. Конструктивно они выполнены в виде прямоугольных плит УСП, в корпусы которых встроены гидроцилиндры двухстороннего действия.

Компоновки механизированных приспособлений, собранные на их базе, обладают важным достоинством по сравнению с компоновками, механизация которых осуществляется с

помощью отдельно стоящих гидрофицированных прижимов.

Срок использования комплекта деталей и узлов УСП примерно 25лет. УСП применяют в опытном, единичном, мелкосерийном и частично в среднесерийном производстве.

Cборно-разборные приспособления ($CP\Pi$) - являются разновидностью оснастки многократного применения.

В СРП элементом фиксации является цилиндрический палец и точное отверстие (в УСП фиксация осуществляется системой «шпонка - паз»). Этот способ фиксации имеет ряд эксплуатационных и технологических преимуществ: точностные параметры компоновки приспособления более высокие и эти параметры, что очень важно, сохраняются в процессе эксплуатации. Крупногабаритные компоновки можно создавать на монолитной плите, что обеспечивает повышенную жесткость системы, позволяющую работать на более высоких режимах обработки.

Технологическим достоинством фиксации «палец - точное отверстие» является возможность изготовления крупногабаритных базовых деталей и сборочных единиц (плит, угольников и т.д.).

В СРП предусмотрен как традиционный способ базирования на заранее изготовленные и поставляемые заводу-потребителю детали, так и способ базирования с помощью специальных сменных наладок.

Специальные сменные наладки, как и специальные приспособления, следует проектировать, чтобы иметь подготовленные поверхности для установки обрабатываемой заготовки в компоновке приспособления.

К группе базовых сборочных единиц для компоновки СРП относятся прямоугольные и круглые плиты как механизированные, так и немеханизированные, различные типы угольников. Прямоугольные немеханизированные плиты представляют собой прямую призму. На верхней поверхности призмы имеется сетка координатно - фиксирующих отверстий, точность которых соответствует 7-му квалитету. Отверстия предназначены для фиксации на плите специальных сменных наладок, установочно-крепежных и других элементов или обрабатываемых заготовок. Кроме того, они могут быть использованы в качестве «нулевой точки» при установке приспособления на станке с ЧПУ.

Для крепления сменных наладок, установочно-крепежных и других элементов СРП или обрабатываемых заготовок на верхней поверхности предусмотрены продольно-направленные Т-образные пазы. Для повышения общей жесткости плиты пазы выполнены только в одном направлении.

Компоновки механизированных приспособлений СРП на базе прямоугольных плит с гидравлическим приводом имеют некоторые преимущества перед компоновками аналогичных приспособлений на базе немеханизированных прямоугольных плит - шланги не выступают над рабочей поверхностью плиты. Это облегчает съем обработанных деталей, а также уборку стружки.

Из деталей и сборочных единиц СРП разработаны два специализированных комплекта:

- для сверлильных и фрезерных станков с программным управлением,
- для многооперационных и расточных станков с ЧПУ.

Специальные станочные приспособления (ССП) – используют для выполнения определенной операции при обработке конкретной детали.

Эти приспособления являются одноцелевыми. Их используют в массовом производстве при постоянном закреплении операций на рабочих местах. В серийном производстве часто применяют групповые переналаживаемые станочные приспособления для единовременной обработки группы прикрепленных деталей. При смене объекта производства такие приспособления, как правило, приходится списывать, независимо от степени их физического износа. Эти приспособления трудоемки и дороги в изготовлении и их изготавливают в единичном количестве, а применяют главным образом в крупносерийном и массовом производстве.

Выбор приспособлений зависит:

- от типа производства,
- программы выпуска деталей,
- формы и габаритных размеров деталей,
- точности изготовления деталей,
- от технических требований, предъявляемых к деталям, подлежащих изготовлению.

Вопросы:

- 1. По каким признакам классифицируют приспособления?
- 2. Из чего состоят универсальные, специализированные и специальные приспособления?
- 3. Каковы особенности универсальных наладочных и безналадочных приспособлений (УНП и УБП)
- 4. Каковы особенности специализированных безналадочных приспособлений (СБП)?
- 5. Что входит в систему универсально сборных приспособлений (УСП)?
- 6. Каковы особенности сборно-разборных приспособления (СРП)?

7. Необходимость применения специальных станочных приспособлений (ССП)и от чего зависит выбор приспособления?

1.6 Стандартизация и унификация станочных приспособлений

Комплексная стандартизация станочных приспособлений — упорядоченный правилами и положениями *Государственной системы стандартизации* процесс, обеспечивающий оптимальный уровень технологической готовности для производства изделий в результате разработки, комплектации и применения постоянно действующего парка стандартных и унифицированных станочных приспособлений различных систем.

Система станочных приспособлений (СП) — совокупность СП, которые создаются на основе единых правил с целью обеспечения единства их выполнения и использования в определенных организационных условиях технологического процесса изготовления различных изделий резанием. Системы СП используют на основе применения правил и положений единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) для достижения высокой технологической готовности промышленных предприятий к производству различных изделий в соответствии с заданными технико - экономическими и плановыми показателями.

Унификация станочных приспособлений часть комплексной стандартизации СП, заключается в приведении к единообразию, основанному на рациональном сокращении числа:

- типов,
- основных параметров,
- сборочных единиц,
- деталей,
- конструктивных элементов,
- марок материалов,
- покрытий,
- норм точности.

Задача сокращения номенклатуры объектов производства решается следующими способами:

- созданием параметрических рядов с рациональным выбором интервалов;
- увеличением универсальности, т.е. расширением круга выполняемых ими

операций;

- применением стандартных деталей и конструкций.

Технологическая готовность производства изделий обеспечивается разработкой, комплектацией и применением постоянно действующего парка стандартных и унифицированных станочных приспособлений различных систем.

В основе функциональной взаимозаменяемости СП их деталей и сборочных единиц лежит принцип распределения на серии в зависимости от мощности привода оснащаемых станков и габаритных размеров обрабатываемых заготовок. Станочные приспособления одной серии отличаются:

- взаимной увязкой типоразмерных рядов по каждому виду приспособлений;
- единством установочных и присоединительных размеров;
- единством конструктивных исполнений элементов базирования и закрепления.

Между сериями станочных приспособлений функциональная взаимозаменяемость осуществляется дополнительным применением переходных элементов.

Обозначение серии принимают по ширине «а» Т-образного паза.

В зависимости от вида работы установлены 4 серии станочных приспособлений: легкая, средняя, такжелая, более тяжелая. Комплекты каждой серии содержат детали с соответствующими соединительными пазами. Размеры Т-образных пазов в зависимости от серии представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 Серия станочных приспособлений

Серия станочного	Размер Т-образных пазов			
приспособления	Ширина	Шаг		
	а мм	t мм		
10 (легкая)	10	40/50		
14 (средняя)	14	60/80		
18 (тяжелая)	18	80/100		
22 (более тяжелая)	22	100/120		

При проектировании новых деталей и сборочных единиц принадлежность к серии устанавливают на основе расчета и просто соответствия допустимых деформаций с деформациями конструктивных элементов и их крепежных соединений при максимальных планируемых нагрузках.

СП без Т-образных пазов, отнесенное к определенной серии, должно иметь все основные

параметры, принятые для этой серии.

Номенклатуру и типоразмерные ряды СП для каждой серии выбирают из рядов предпочтительных чисел на основе анализа данных применяемости.

Исполнительные размеры при проектировании станочных приспособлений должны соответствовать рядам предпочтительных чисел [2]. Это требование распространяется на линейные размеры (диаметры, длины, высоты и т. п.) в диапазоне размеров от 0,001 до 20000 мм, кроме расчетных размеров (межоперационные размеры, размеры, связанные расчетными зависимостями с другими принятыми размерами).

ГОСТ 8032-84 — устанавливает пять предпочтительных рядов чисел со знаменателем прогрессии $\varphi = \sqrt[n]{10}$. Степени «n» корня приняты равными 5, 10, 20, 40 и 80. Эти числа вместе с буквой R составляют обозначения ряда (табл. 1.2):

Таблица 1.2 Ряды предпочтительных чисел

Ряды	R5	R10	R20	R40	R80
φ	$\varphi = \sqrt[5]{10} \approx 1,6$	$\varphi = \sqrt[10]{10} \approx 1,25$	$\varphi = \sqrt[20]{10} \approx 1{,}12$	$\varphi = \sqrt[40]{10} \approx 1,06$	$\varphi = \sqrt[80]{10} \approx 1,03$

При выборе размеров предпочтение следует отдавать рядам с более крупной градацией (ряд R5 следует предпочесть ряду R10 и т. д.). Дополнительные размеры следует применять в обоснованных случаях.

На базе основных рядов разработаны ряды *нормальных линейных размеров* — ГОСТ 6636-69. Стандарт охватывает линейные размеры в интервале 0,001 — 20000мм, их обозначают буквой «а»:

Например, ряды нормальных линейных размеров в диапазоне 1 - 10:

Ra 5: 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0;

Ra 10: 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0.

В диапазоне 1 – 25:

Ra 20: 1,0; 1,1; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,2; 3,6; 4,0; 4,5; 5,0; 5,6; 6,3; 7,1; 8,0; 9,0; 10,0; 12,0; 14,0; 16; 20; 25.

В диапазоне 10 – 40:

Ra 40: 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 13,0; 14,0; 15,0; 16,0; 17,0; 18,0; 19,0; 20,0; 21,0; 22,0; 22,0; 24,0; 25,0; 26; 27,0; 28,0; 30,0; 32,0; 34,0; 36,0; 38,0; 40,0.

Размерные ряды СП следует применять из ряда нормальных линейных размеров Ra 20, по ГОСТ 6636-69.

Габаритные размеры корпусов стандартных СП назначают по конструктивным соображениям и с учетом оснащаемого оборудования.

Для фрезерных и сверлильных СП длину и ширину корпуса согласуют с числовыми значениями ряда Ra 40, а высоту устанавливают по конструктивным соображениям. Для токарных приспособлений максимальный диаметр корпуса выбирают из ряда Ra 20; вылет находят по конструктивным соображениям, обеспечивая необходимую жесткость и безопасность работы..

Для каждой из серий, устанавливают размеры, взаимное расположение и предельные отклонения конструктивных элементов, применяемых при образовании базовых и присоединительных поверхностей и их крепежных соединений.

При проектировании новых деталей и сборочных единиц принадлежность к серии устанавливают на основе расчета и просто соответствия допустимых деформаций с деформациями конструктивных элементов и их крепежных соединений при максимальных планируемых нагрузках.

Взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц различных серий должна обеспечиваться применением переходных элементов с размерами и конструктивными параметрами, установленными стандартом.

1.7 Унифицированные конструктивные элементы станочных приспособлений

К унифицированным конструктивным элементам станочных приспособлений относятся, например, поверхности, изображенные на рис. 1.2:

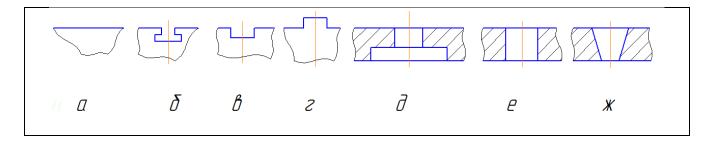


Рис. 1.2 Унифицированные конструктивные элементы: а — плоскость; б —Т-образный паз; в — П-образный паз; г — П-образный выступ; д — цилиндрически выточка, е — цилиндрическое отверстие; ж — коническое отверстие

Для обеспечения блочно – модульной взаимозаменяемости сборочных единиц СП

основные координирующие размеры расположения унифицированных конструктивных элементов рекомендуется принимать из следующего ряда, мм: 20; 25 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 160; 200; 240; 320; 400.

Наряду с пазами и отверстиями для установки заготовок, наладок, поворотных и делительных столов, стоек, сборочных единиц, элементов СРП, приводных устройств, а также для установки станочного приспособления на станок применяют унифицированные конструктивные элементы, размеры которых также зависят от серии СП. Виды унифицированных конструктивных элементов представлены в таблице 1.3.

В таблице 1.3 размеры a_1 , d, d_2 , α выбирают с учетом производственных требований, таких как материал обрабатываемой заготовки, мощности оснащаемого станка, производительности операции, прочности приспособления, числа устанавливаемых наладок и др.

Таблица 1.3 Унифицированные конструктивные элементы для различных установок.

		Паз П-с	Паз П-образный		Отверстие диаметром		Диаметры d₁ крепежных резьб			
Серия	Ширина с ₁	Шаг t	d под установоч- ный палец	d ₁ централь- ное,	практически не воспри- нимающих силы резания	восприни- мающих силы резания	Высота h центров стоек	Ко-	Угловой шаг с менцу пазами (отверстиями)	
	**	t de la constant de l		4,			A STATE OF THE STA	нусы Морзе		
10	6; 10	40	6; 8	25	M6	M8; M10; M12		2	450, 800, 00, 4000	
14	8; 14	60	8; 12	40	M8	M10; M12; M16		3	45°; 60°; 90; 120°	
18	10; 18	80	10; 16	50	M10	M12; M16; M20	- Из ряда <i>Ra</i> 10	4	0000044 1504 204	
22	12; 22	100	12; 20	85	M12	M16; M20; M24		5	22°30′; 45°; 60°	

Для установки наладок характерны конструктивные элементы для УБП, например для поворотных и делительных столов, стоек (рис. 1.3). Из конструктивных соображений шаг t_1 может быть равен t или 2t. Размеры отверстий и пазов приведены в табл. 1.3.

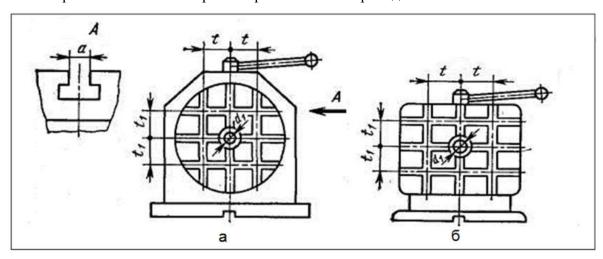


Рис. 1.3 – Конструктивные элементыдля поворотных и делительных столов, стоек: a-для круглых столов; б-для прямоугольных столов

Унифицированные конструктивные элементы для общего случая установки наладок и сборочных единиц наиболее характерные для УНП и СНП, представлены на рис. 1.4.

Размеры $a; a_1; d; d_2$ выбираются по табл. 1.1, 1.3; размеры l из ряда предпочтительных чисел.

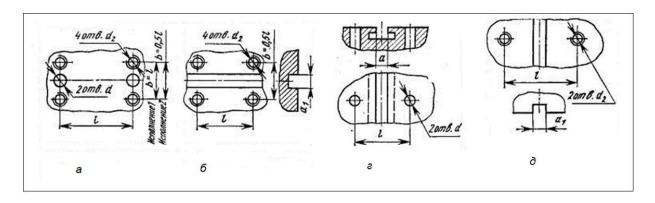


Рис. 1.4 – Унифицированные конструктивные элементыхарактерные для УНП и СНП: а – расположение установочных и крепежных отверстий; б – расположение четырех крепежных отверстий для П- образного паза; в - расположение установочных отверстий для Т- образного паза; в - расположение двух крепежных отверстий для п- образного паза;

Для установки рукояток винтовых устройств используют квадратные выступы и отверстия размером S «под ключ» (рис. 1.5).

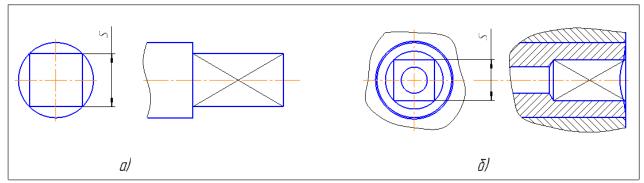


Рис. 1.5 – Выступы и отверстия под ключ: а – квадратные выступы; б – квадратные отверстия

Рекомендуются следующие значения S и развиваемые силы P (табл.1.4):

Таблица 1.4

Ѕ мм	10	12	14	17	19	22
РкН	4	6	10	20	35	65

Стандартные фрезерные СП устанавливают на стол станка с базированием на центральный точный паз стола (ширина а).

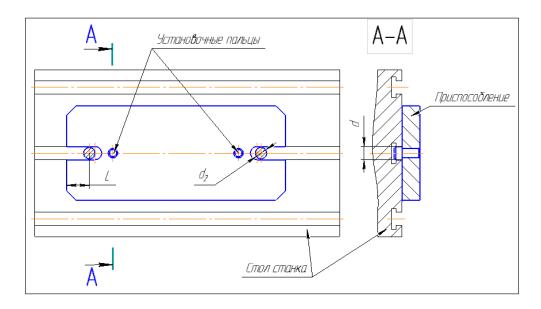


Рис. 1.6 –Базирование на столе станка с помощью сменных пальцев или шпонок с закреплением болтами

Установку приспособления осуществляют с помощью сменных пальцев диаметром d или шпонок (ширина d) с закреплением болтами (не менее двух) диаметром d₂ (рис. 1.6).

Размеры пазов, пальцев или шпонок в зависимости от серии определяют по табл. 1.5.

Таблица 1.5 Размеры пазов и шпонок соответствующие серии СП

Серия СП	a, mm	d, мм	d ₂ , мм	L, мм
10 (легкая)	10	10	M8	18
10-14 (легкая-средняя)	14	14	M12	20
14-18 (средняя-тяжелая)	18	18	M16	25
18-22 (тяжелая-более тяжелая)	22	22	M20	28
22 (более тяжелая)	28	28	M24	301

СП для установки на стол станка с ЧПУ кроме обычных шпонок и пальцев должны иметь отверстие для программного пальца d (рис. 1.7).

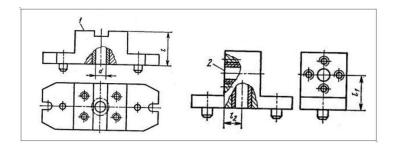


Рис. 1.7 – Отверстия для программного пальца на столе станка

Размеры пальцев, соответствующие сериям, определяются по размерам отверстий, указанным в таблице 1.6. С плоскими поверхностями 1 и 2 эти отверстия должны быть увязаны точными размерами l, l_1, l_2 , выражаемые числами кратными 5.

Таблица 1.6 Размеры отверстий

C	Отверстие	C	Отверстие
Серия	d, mm	Серия	d, mm
10	20	18	32
14	25	22	40

Сверлильные, расточные, фрезерные СП должны иметь проушины и места под прижимные планки. Конструкция и размеры проушин в соответствии с применяемыми болтами указаны в таблице на рис. 1.8.

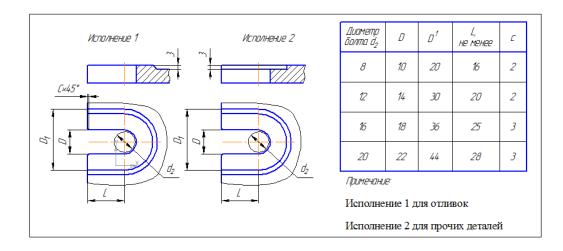


Рис. 1.8 – Проушины СП

Установку токарных СП на станки следует осуществлять с помощью переходных (промежуточных) фланцев. Различают фланцы, устанавливаемые на резьбовые концы шпинделей, на фланцевые концы шпинделей под поворотную шайбу. Приспособления окончательно закрепляют после выверки по контрольному пояску или отверстию под наладку.

Способы фиксации элементов приспособлений выполняются через шпонки, пальцы, срезанные пальцы, штифты цилиндрические и конические.

1.8 Конструктивные элементы деталей станочных приспособлений и их размеры

К конструктивным стандартизованным элементам деталей станочных приспособлений относятся, радиусы закруглений, входные фаски деталей, отверстия под нарезание резьбы, диаметры отверстий под крепежные детали. Размеры радиусов и фасок зависят от сопряженных диаметров и представлены в справочнике [1].

Соответствующими стандартами определяются размеры следующих конструктивных элементов деталей станочных приспособлений:

- 1. Резьбы: резьба метрическая, основные размеры ГОСТ 24705-81, выход резьбы, сбег, недорез, канавки, фаски ГОСТ 10549-74.
 - 2. Опорные поверхности под крепежные детали ГОСТ 12876-67.
 - 3. Места под гаечные ключи ГОСТ 13862-80.
 - 4. Пазы и проушины ГОСТ 1574-75.
 - 5. Рифления ГОСТ 12474-75.

Стандартами определяются размеры различных инструментальных конусов, различающихся по конусности и исполнению, применяемые для установки режущего инструмента в шпиндель станка и установки оснастки на шпиндель токарного станка.

Нормальные конусности и углы конусов гладких конических элементов деталей, представлены в ГОСТ 8593-81. Требования не распространяются на конусность и углы конусов специального назначения.

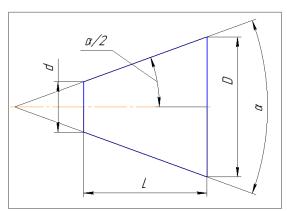


Рис. 1.9 – Элементы конуса

Расчет конусности C, как основного геометрического параметра конуса, изображенного на рис. 1.9, выполняется по формуле:

$$C = \frac{D - d}{L} = 2tg \frac{\alpha}{2};$$

где: С – конусность;

 α – угол конуса.

На машиностроительных заводах широко применяют оборудование и приспособления с наружными и внутренними конусами специального назначения. К ним относятся инструментальные конусы Морзе, метрические конусы, применяемые в шпинделе станков, а также конус имеют режущие инструменты (сверла, зенкера, развертки и т. д.), соответствующие конусному отверстию шпинделя.

Примеры применения нормальной конусности приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 1	Примеры п	рименения на	ормальной к	онусности
I WOUTHING I.I	i i piimi e p bi ii	printeriorin in	opinasibiloii i	.011,01100111

Конусность С	Уг	гол	Применение нормальной конусности и углов конусов в станочных приспособлениях
	Конуса α	Уклона α/2	Konyood b orano misik mpnonooosiemisiik
1:50	1°8′45,2″	34'22,6"	Конические штифты, установочные шпильки, концы насадных рукояток
1:30	1°54′34,9″	57'17,45"	Шейки шпинделей
1:20	2°51′51,1″	1°25′55,55″	Метрические конусы в шпинделях станков, оправки

Основные параметры наиболее часто применяемых конусов Морзе и метрических представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 Размеры часто применяемых конусов

Обозначение	D	α	L	Обозначение	D	Конусность	L
Морзе 3	23,825	1°26′16″	99	Метрический 80	80		204
Морзе 5	44,399	1°30′26″	156	Метрический 100	100	1:20	242
Морзе 6	63,348	1°29′36″	218	Метрический 120	120		280

В отличие от конусов Морзе и метрических конусов, обладающих самотормозящими свойствами, шпиндели и оправки для установки режущего инструмента имеют конусность

7:24 (ГОСТ 15945-70). Угол конуса $\alpha = 16^{\circ}35'40''$, показанный на рисунке 1.10, позволяет обеспечить точное центрирование оси инструмента и шпинделя и облегчить процесс установки и съема инструмента.

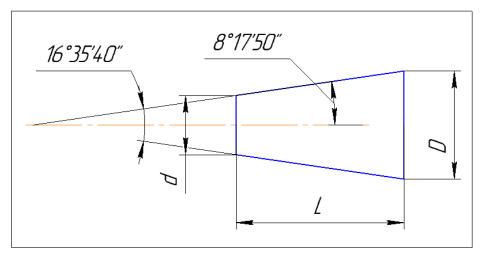


Рис. 1.10 Конусность 7:24

Обозначение конуса и его параметры представлены в таблице 1.9:

Таблица 1.9 Конусы шпинделей

Обозначение	D	d	L спр.	
конуса	MM	MM	MM	
10	15,87	9,5	21,8	
15	19,05	11,2	26,9	
25	25,4	13,8	39,8	
30	31,73	17,4	49,2	

В станочных приспособлениях применяют *стандартные центровые отверстия*, представленные в ГОСТ 14034-74. Конструкция и размеры центровых отверстий формы «А», «В», «R» показаны на рисунке 1.11.

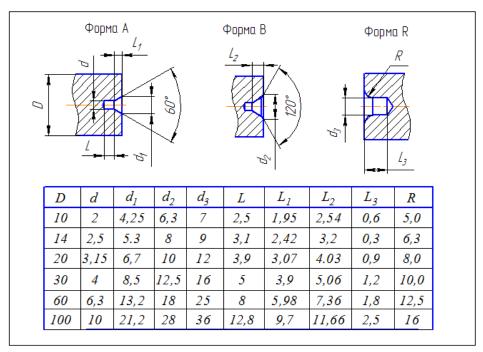


Рисунок 1.11 – Формы и размеры центровых отверстий

Диаметры d центровых отверстий любой формы выбирают в зависимости от массы обрабатываемой детали по таблице 1.10:

Таблица 1.10 Стандартные центровые отверстия

Масса заготовки , кг, не более	50	80	90	100	200	360	500	800
d мм	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0

Вопросы:

- 1. Что такое комплексная стандартизация СП?
- 2. Что приведено к единообразию в процессе унификации СП?
- 3. Какими способами решается задача сокращения номенклатуры объектов производства?
- 4. Чем обеспечивается технологическая готовность производства?
- 5. Что лежит в основе функциональной взаимозаменяемости СП?
- 6. Сколько установлено серий СП и чем они отличаются?
- 7. Как осуществляется взаимозаменяемость между сериями?
- 8. Чему должны соответствовать исполнительные размеры СП, на основании какого документа?

- 9. Как устанавливаются габаритные размеры СП?
- 10. С помощью чего осуществляется установка и закрепление приспособления на стол станка?
- 11. Каковы способы фиксации элементов приспособлений?
- 12. Чем определяются размеры конструктивных элементов деталей СП?
- 13. Что относится к унифицированным конструктивным элементам СП?
- 14. Каково назначение и применение инструментальных конусов?

ГЛАВА 2 - ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О СОСТАВЕ И ПРИМЕНЕНИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

2.1 Основные элементы приспособлений и их функциональное назначение

Конструкции универсальных, специализированных и специальных станочных приспособлений основываются на использовании типовых по функциональному назначению элементов, выделенных в следующие группы.

К первой группе относятся установочные элементы, которые определяют положение детали в приспособлении. С помощью установочных элементов реализуется связь поверхностей заготовок с системой координат станка. Базовым поверхностям заготовки соответствуют установочные поверхности приспособления. Детали приспособлений, несущие установочные поверхности называют установочными деталями. Установочные детали приспособлений применяются в виде:

- опорных штырей, пластин при базировании заготовок плоскими поверхностями; формы поверхностей опорных штырей, находящиеся в контакте с заготовкой зависят от состояния ее контактируемых поверхностей (плоская, рифленая, сферическая);
- призм, втулок при базировании заготовок цилиндрической формы, за наружные цилиндрические поверхности;
- установочных пальцев, центров, конусов и оправок при базировании заготовок цилиндрической формы, за внутренние цилиндрические поверхности;
- кулачков кулачковых патронов при базировании заготовок цилиндрической формы, за наружные цилиндрические поверхности;
- В установочную систему приспособлений входят также ориентирующие или центрирующие устройства и механизмы опор.

Установочные детали и механизмы рассматривают как основные и вспомогательные.

Основные предусматриваются схемой базирования и определяют положение заготовки в соответствии с правилом шести точек. Согласно теоретической механике требуемое положение твердого тела относительно выбранной системы координат достигается наложением геометрических связей. При наложении геометрических связей тело лишается трех перемещений вдоль трех осей координат ОХ, ОУ, ОZ и трех поворотов вокруг этих осей, то есть тело становится неподвижным в системе координат ОХУZ. Наложение двухсторонних геометрических связей достигается через соприкосновение поверхностей тела с

поверхностями другого тела, к которому оно присоединяется, и приложения сил для обеспечения контакта между ними. Следует учитывать, что при идеальной форме поверхностей осуществление необходимых связей достигается контактом по сопрягающимся поверхностям и наличие реальных связей символизируется опорными точками, имеющими теоретический характер. В других случаях контакты возможны по отдельным площадкам (точкам контакта).

Вспомогательные опоры вводятся иногда в установочную систему лишь для повышения устойчивости и жесткости обрабатываемой заготовки и противодействия силам резания.

Вспомогательные опоры бывают регулируемые и самоустанавливающиеся. Для одновременной установки нескольких заготовок, отличающихся по высоте, применяют самоустанавливающиеся опоры.

При проектировании приспособлений конструкция и размеры установочных деталей должны, как правило, выбираться по стандарту, в противном случае конструкция установочного элемента определяется заданными условиями. Поверхности должны обладать большой износостойкостью, поэтому их изготавливают из сталей 15 или 20 с цементацией на глубину h = 0.8...1.2 мм с последующей закалкой до твердости HRC 50...55, или из стали У7А.

Выбирая по стандарту форму, размеры и расположение постоянных опор, учитывают их влияние на точность обработки, отклонение от плоскостности технологических баз заготовок.

Опоры с плоской головкой служат для установки небольших заготовок обработанными поверхностями. Размеры опор от 5 до 40 мм.

Ко второй группе следует отнести зажимные элементы, основное назначение которых – обеспечение надежного контакта заготовки с установочными элементами приспособления, а также для крепления обрабатываемых заготовок или подвижных частей приспособлений, устраняющее возможность вибрации или перемещения заготовки относительно установочных элементов.

В качестве зажимных элементов приспособлений применяют комбинированные механизмы различной конструкции, состоящие из простейших зажимных механизмов (прихваты винтовые, эксцентриковые, клиновые, рычажные, цанговые, и др.), а также, самоцентрирующиеся устройства, одновременно осуществляющие установку и зажим, так называемые установочно-зажимные механизмы, применяемые для повышения точности положения координатной системы технологической базы относительно координатной системы приспособления.

Третья группа — это элементы для направления режущего инструмента, которые применяют при недостаточной жесткости режущего инструмента, для устранения упругих отжатий и для придания определенного положения в процессе обработки, а также для направления движущихся частей приспособления. Применение этих элементов в приспособлениях позволяет повысить точность размеров в партии обработанных деталей и производительность труда на операции.

К ним относятся:

- кондукторные втулки для определения положения и направления осевого инструмента;
- копиры для определения траектории относительного перемещения инструмента и заготовки.

К четвертой группе относятся силовые устройства, которые служат для приведения в действие зажимных элементов, а также, для механизации и автоматизации приемов загрузки и выгрузки заготовок, поворота приспособления, удаления стружки, транспортирования деталей. Силовой агрегат привода представляет собой преобразователь какой либо энергии в механическую, необходимую для работы зажимных элементов. В зависимости от вида используемой энергии различают приводы:

- механические,
- пневматические,
- гидравлические,
- пневмо- гидравлические,
- вакуумные,
- электромагнитные и др.

К пятой группе относятся корпуса приспособлений. Корпус объединяет в единую конструкцию все остальные элементы приспособления, и воспринимает все силы, действующие на заготовку в процессе ее закрепления и обработки, поэтому должен обладать достаточной прочностью, жесткостью и виброустойчивостью.

Следует отметить, что в некоторых случаях, когда обрабатываемая заготовка имеет небольшие размеры, в качестве установочных деталей используется корпус приспособления. Тогда отдельные поверхности корпуса выделяются как установочные поверхности и к ним предъявляются повышенные требования точности расположения и шероховатости.

Шестую группу составляют вспомогательные элементы, служащие для изменения положения детали в приспособлении относительно инструмента, а также для соединения

между собой элементов приспособлений и регулирования их взаимного положения, например, поворотные делительные устройства.

К седьмой группе относятся элементы для установки на размер. Для определения положения режущего инструмента относительно баз приспособления применяют шаблоны и установы – в виде пластин, шайб, угольников.

Конструкции всех станочных приспособлений основываются на использовании перечисленных выше элементов.

2.2 Правила базирования при установке обрабатываемых заготовок в приспособление

Для того чтобы получить заданную геометрическую форму заготовки, выполнить требуемую точность обработки и шероховатость поверхностей (технические условия), необходимо обеспечить определённое взаимное расположение объектов технологической системы (станок, приспособление, заготовка, инструмент). В единичном и мелкосерийном производстве заданные технические требования обрабатываемой детали выполняют с помощью выверки по рискам разметки, по обработанным или необработанным поверхностям. В крупносерийном и массовом производстве применяют метод автоматического получения размеров заданной точности на настроенных станках. Заданная на чертеже точность взаимного расположения поверхностей детали обеспечивается технологическим процессом и конструкцией станочного приспособления. Для установки заготовки в приспособление при выполнении операции на металлорежущем станке необходимо назначить технологическую базу, то есть выбрать поверхности заготовки, позволяющие задать ее однозначное положение

При выборе базовых поверхностей для установки заготовок в станочное приспособление следует руководствоваться основными положениями теории базирования, изложенными в ГОСТ 21495-76 и подробно рассмотренными в курсе «Основы технологии машиностроения».

Технологическая база может совпадать или не совпадать с конструкторской или измерительной базой, что может отразиться на точности выполняемых размеров.

Базой может являться поверхность (рис. 2.1, a), либо сочетание поверхностей (рис. 2.1, δ), а также ось (рис. 2.1, ϵ), или точка (рис. 2.1, ϵ), которые принадлежат заготовке и используются для базирования.

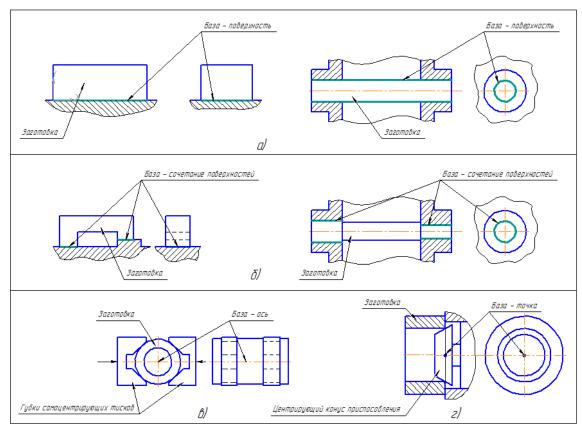


Рис. 2.1 – Базы: а – поверхность; б – сочетание поверхностей; в – ось; г – точка

Следует учесть, что установку заготовки в станочное приспособление осуществляют, реализуя базирование с помощью конструкции установочных деталей и механизмов, осуществляя доведение базовых поверхностей до соприкосновения с *установочными* элементами (опорами) приспособления либо осуществляя центрирование (совмещение осей заготовки и приспособления, например, при установке заготовки на жесткий вал).

В металлорежущих станках система координат определяется направлением подач стола и инструмента и при обработке заготовок их связь с системой координат станка осуществляется при помощи приспособления. Для установки приспособлений на токарных станках необходимо предусматривать центрирующие поверхности, такие как конусы, цилиндрические выступы. При установке приспособлений на станки фрезерной, расточной группы и др. – предусматриваются плоскости, шпонки, пальцы, пазы, штыри и др..

Для полного базирования заготовки в приспособлении необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, расположенных определённым образом относительно поверхностей заготовки.

При этом понятие «опорная точка» заменяет понятие «идеальная связь». Опорная точка символизирует одну из связей заготовки и лишает её одной степени свободы. Опорная точка

принадлежит заготовке, а не приспособлению, хотя с нею совпадает соответствующая точка установочного элемента приспособления: поверхности, фиксатора, штифта и т.п.

Для осуществления полного базирования заготовки в приспособлении выбирается комплект баз с наложением шести идеальных связей. В случае призматической детали это будет выглядеть так, как показано на рис. 2.2.

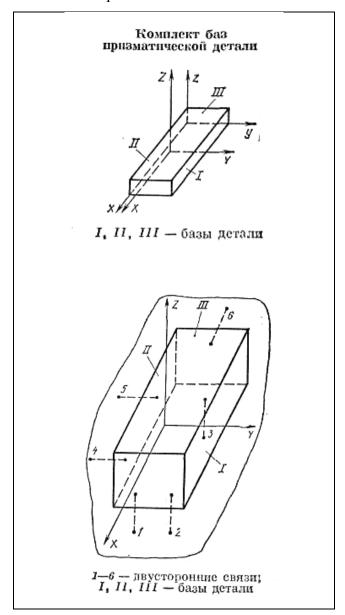


Рис. 2.2 - Базирование призматического тела наложением шести идеальных связей

Главная база в комплекте – база, для которой одновременно выполняются два условия:

- придает заготовке наиболее ориентированное, устойчивое положение заготовки в приспособлении;
 - лишает заготовку наибольшего числа степеней свободы.

Схема расположения опорных точек на базах детали называется схемой базирования.

Все опорные точки на схеме базирования обозначаются условными знаками и порядковыми номерами. При наложении в какой-либо проекции одной опорной точки на другую, обозначается одна точка и около неё справа проставляются номера совмещённых точек. Нумерация точек на схемах базирования начинается с главной базы (установочная или двойная направляющая), затем нумеруются точки направляющей или двойной опорной базы и последней точка, принадлежащая опорной базе. Явные точки нумеруются внутри одной базы в первую очередь

При составлении схемы базирования опорные точки на них обозначают условными знаками по ГОСТ 21495-79.

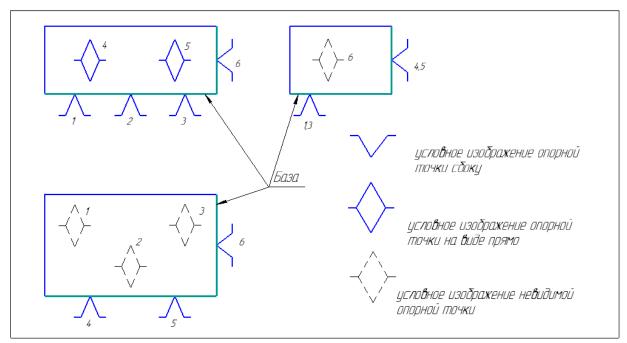


Рис. 2.3 - Изображение схемы базирования с помощью условных обозначений

Например, изображённая на рисунке 2.2 схема базирования призматического тела с указанием всех точек наложения связей, при использовании условных обозначений имеет вид, приведенный на рисунке 2.3. Невидимые точки изображены тонкими линиями.

Базирование необходимо на всех стадиях создания изделия: конструирования, изготовления, измерения, а также при рассмотрении изделия в сборе. Отсюда вытекает необходимость разделения баз на три вида *по назначению*: конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторская база — база, используемая для определения положения детали в изделии, тогда она является основной, или быть вспомогательной, то есть определять положение присоединяемой детали.

Технологическая база - база, используемая для определения положения заготовки в

процессе изготовления.

Измерительная база — база, используемая для определения относительного положения поверхностей заготовки и средств измерения.

При изготовлении простых деталей технологическая база может совпадать с конструкторской и измерительной.

Законы базирования являются общими для всех стадий создания изделия. Поэтому, независимо от назначения, базы могут различаться лишь по отнимаемым степеням свободы и по характеру проявления от участвующих в базировании заготовки, детали или сборочной единицы. Это обстоятельство послужило причиной выдвижения еще двух признаков классификации:

1.По лишаемым степеням свободы.

При установке заготовки в приспособлении каждая из ее степеней свободы (им соответствуют выбранные базовые поверхности), отнимается путем прижима детали к соответствующей неподвижной точке (опоре) установочной поверхности приспособления (условно с помощью наложения связей):

Yстановочная база I — база, лишает заготовку трех степеней свободы — перемещение вдоль оси Z и поворотов вокруг осей X и Y (рис. 2.4, а). Формой поверхности заготовки, служащей установочной базой, может быть плоскость.

Hаправляющая база II — база, лишает заготовку двух степеней свободы — перемещение вдоль оси Y и поворота вокруг оси Z (рис. 2.4, a). Формой поверхности заготовки, служащей направляющей базой, может быть плоскость, цилиндр или ось, образованная цилиндром или плоскостями.

Опорная база III – база, лишает заготовку одной степени свободы – перемещение вдоль оси X. (рис. 2.4, *a*). Форма поверхности заготовки, служащей опорной базой, может быть любая. Опорной базой может служить, например, ось цилиндра или паза.

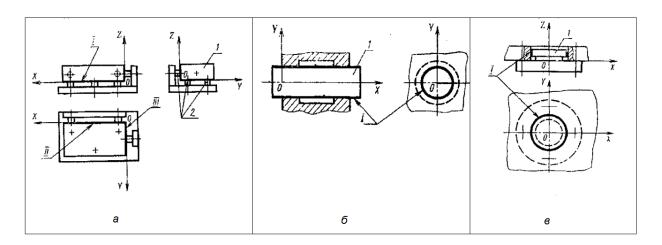


Рис. 2.4 – Базы по лишаемым степеням свободы, 1 – заготовка; 2 – опоры приспособления: а – лишение шести степеней свободы; б – лишение четырех степеней свободы; в – лишение двух степеней своболы

Двойная направляющая база I — база лишает заготовку четырех степеней свободы — перемещение и поворотов вдоль двух координатных осей Y и Z (рис. 2.4, δ). Формой поверхности заготовки, служащей двойной направляющей базой, может быть длинный цилиндр или ось цилиндра. Длинным считается цилиндр, длина образующей которого в 1,5 раза больше диаметра.

Двойная опорная база I — база лишает заготовку двух степеней свободы — перемещение вдоль двух координатных осей Y и X (рис.2.4, ϵ). Формой поверхности заготовки, служащей двойной опорной базой, может быть короткий цилиндр или ось цилиндра.

2. По характеру проявления:

Cкрытая база — база в виде воображаемой плоскости, оси, точки. Например, на рисунке 2.5 показаны направляющая II и опорная III скрытые базы заготовки в виде осей. Базирование реализуется с помощью самоцентрирующегося призматического устройства.

Явная база — база в виде реальной поверхности, оси, точки. Например, на рисунке 2.5 показана установочная I явная база заготовки в виде плоскости (графическое обозначение опор выполнено по ГОСТ 3.1107-81).

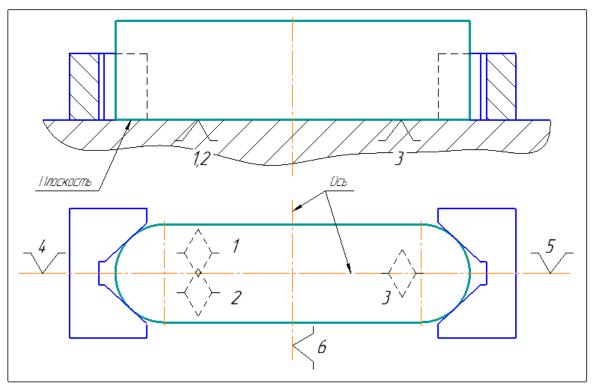


Рис. 2.5 - Скрытая и явная базы;

I – установочная база, II направляющая база, III опорная база; 1-6 – опорные точки

Классификация баз по трем видам представлена на схеме (рис. 2.6):

По назначению		По лишаемым степеням свободы	По характеру проявления	
Конструкторская:	основная	Установочная	Скрытая	
	вспомогательная	установочная		
Технологическая		Направляющая	Явная	
Измерительная		Опорная		
		Двойная направляющая		
		Двойная опорная		

Рис. 2.6- Классификация баз

Вопросы

- 1. Каково функциональное назначение элементов приспособлений и какие технические условия выполняются при установке заготовки на станок?
- 2. Какова цель базирования?

- 3. Метод получения размеров при обработке на станке в серийном и массовом производстве?
- 4. Чем обеспечивается заданная точность взаимного расположения поверхностей?
- 5. Чем определяется система координат на металлорежущем станке?
- 6. Для чего назначается технологическая база и чем следует руководствоваться при выборе базовых поверхностей?
- 7. Комплект из каких баз выбирается для осуществления полного базирования призматической детали?
- 8. Какие два условия выполняются при выборе главной базы в комплекте?
- 9. Как изображаются на технологическом эскизе схема базирования и опорные точки согласно ГОСТ 21495-79?
- 10. Какова схема классификации баз по трем ее видам?

2.3 Принципы установки заготовок в приспособлении

При проектировании станочного приспособления особое внимание следует уделить ключевому и наиболее трудоемкому этапу — установке заготовки по выбранному комплекту баз. Выбор оптимальной схемы установки заготовки и ее реализация, определяет будущую конструкцию приспособления, при этом необходимо учитывать следующее:

- 1. Требуемая точность взаимного расположения поверхностей детали обеспечивается определенным положением обрабатываемой заготовки или обрабатываемой поверхности заготовки относительно режущего инструмента и подач станка с помощью станочного приспособления. В конструкции приспособления (рис. 2.7 а) предусматривается возможность установки заготовок с доведением базовых поверхностей заготовки (стрелками показано направление усилия) до соприкосновения с установочными элементами (опорами) приспособлений жестко закрепленными в его корпусе.
- 2. В зависимости от технических условий обработки заготовки осуществляют полное или частичное базирование ее в пространстве относительно режущего инструмента. В первом случае заготовке придают однозначное положение в приспособлении, во втором однозначная установка не требуется, допускается произвольное положение (поворот) заготовки относительно какой либо координатной оси (например, установка кольца или диска в кулачки патрона при токарной обработке).

Примером полного базирования заготовки, то есть, лишением ее шести степеней свободы, может служить обработка призматической детали при выполнении размеров a, b и h (рис. 2,7).

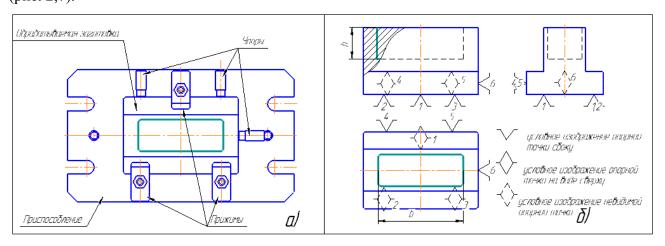


Рис. 2.7 – Полное базирование заготовки (1, 2, 3, 4, 5, 6 – опорные точки) а) установка заготовки по плоскости и двум сторонам; б) схема базирования

Примером частичного (неполного) базирования призматической заготовки может служить:

установка заготовки, изображенной на рисунке 2.8. Положение обрабатываемого уступа определяется двумя размерами: х, z. Неточная установка заготовки вдоль оси Y не имеет значения, так как уступ выполняется на всей длине заготовки, и поэтому здесь достаточны две базирующие поверхности: 1 (установочная) и 2 (направляющая). При этом заготовка лишается пяти степеней свободы. Следует отметить, что из двух поверхностей установочной базой служит поверхность, большая по площади. Стрелками показано направление доведения базовых поверхностей заготовки до соприкосновения с установочными элементами (опорами) приспособлений.

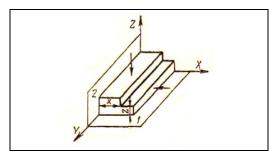


Рис. 2.8 – Пример неполного базирования

– У обрабатываемой заготовки (рис. 2.9) требуется обработать верхнюю плоскость,

выдерживая размер 25 мм от нижней плоскости, являющейся конструкторской базой. В этом случае для установки достаточно использовать лишь одну установочную базу (нижняя плоскость), и схема становится простейшей (заготовка лишается трех степеней свободы).

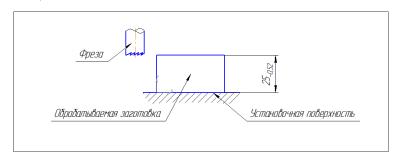


Рис. 2.9 – Пример обработки верхней плоскости заготовки

3. При настройке станка установку режущих инструментов на размер на станках с ЧПУ или установку упоров и копиров на универсальных станках производят от опорных баз детали, точнее — от соответствующих им установочных поверхностей или осей приспособления.

4. Для обеспечения устойчивого положения заготовки в приспособлении в случае применения установочных опор расстояние между ними следует выбирать как можно большим. При этом уменьшается влияние погрешностей формы базовых поверхностей на положение заготовки в приспособлении.

Для придания устойчивого положения заготовке следует применять самоустанавливающиеся опоры, так как применение дополнительных жестких опор делают схему базирования статически неопределенной и понижают точность установки. Так, например, при базировании детали плоскостью одну из постоянных опор следует заменить двухточечной (3), как показано на рис. 2.10, *а.* Двухточечную опору в виде плунжеров (3,4) можно применить в случае базирования ступенчатой поверхностью рис. 2.10, *б.*

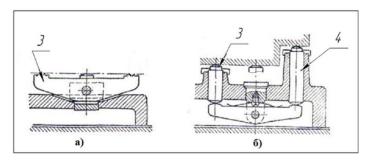


Рис. 2.10 – Самоустанавливающиеся основные опоры: а – базирование на плоскость; б – базирование на ступенчатую поверхность; 3, 4 – плавающие опоры

5. При установке заготовки на опоры не должен возникать опрокидывающий момент.

На практике для исключения вибраций, опрокидывания и в случаях установки по черновым поверхностям (базам) применяются подводимые опоры. Примером стандартной подводимой опоры может служить винтовая подпорка, показанная на рисунке 2.11.

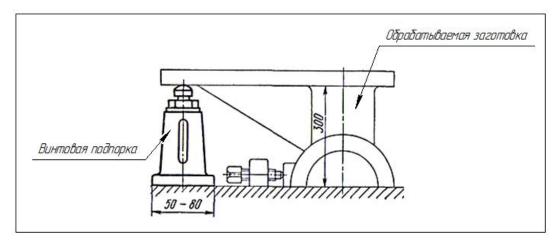


Рис. 2.11 – Подпорка винтовая

Конструкция установочных деталей или механизмов зависит от формы и расположения, а также площади поверхностей обрабатываемой заготовки.

Большая часть деталей машин ограничена простейшими поверхностями — плоскими, цилиндрическими, коническими, сферическими, связанными друг с другом и с другими элементами детали (осями, точками) координирующими размерами и соотношениями, указанными на чертеже или операционном эскизе детали. Поэтому количество типовых схем базирования невелико.

2.4 Типовые схемы базирования

Установка заготовки по плоскости и двум отверстиям с применением установочных пальцев приведена на рисунке 2.12. В этих случаях установочной поверхностью является плоскость (точки 1, 2, 3), а оси двух отверстий, сопряженные с пальцами, заменяют собой направляющую (точки 4, 5) и опорную базы (точка 6).



Рис. 2.12 – Установка заготовки по плоскости и двум отверстиям с применением установочных пальцев

Установка диска (короткий вал) в самоцентрирующемся трехкулачковом патроне показана на рисунке 2.13. Используются базы – установочная (точки 1, 2, 3), двойная опорная (точки 4, 5).

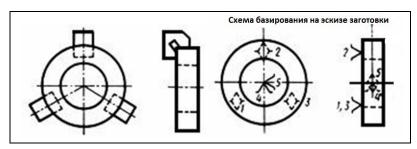


Рис. 2.13 – Установка диска в трех кулачковом патроне

Установка длинной ($L \approx 1,5D$) цилиндрической заготовки в трехкулачковом патроне с упором в поверхность приспособления 7 показана на рисунке 2.14. Наружная цилиндрическая поверхность заготовки является двойной направляющей базой, лишающей заготовку четырех степеней свободы (точки 1, 2, 3, 4); торец заготовки – опорной базой лишающей заготовку одной степени свободы (точка 5).

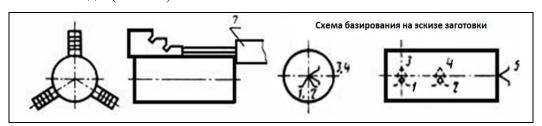


Рис. 2.14 — Установка заготовки по наружной цилиндрической поверхности и торцу в трехкулачковом патроне

Для статической определенности установки по внутренней цилиндрической поверхности

заготовки (цилиндрическое отверстие) торец и отверстие должны нести только пять опорных точек, следовательно, при установке заготовки по торцу и отверстию возможны два случая:

- основной базирующей поверхностью является плоскость (три степени свободы).
- основной базирующей поверхностью является отверстие (четыре степени свободы);

В случаях, когда за установочную базу требуется применять торец детали (плоскость), установочные пальцы должны быть низкими — двойная опорная база. В противном случае базирование по торцу (три точки) и отверстию (четыре точки) противоречит правилу шести точек. В результате заготовка устанавливается с перекосом, а при зажиме вертикальной силой Q деформируется базовый палец.

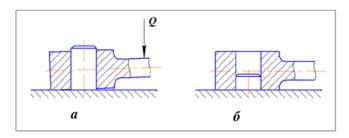


Рис. 2.15 — Установка заготовки по торцу и отверстию: а — неправильное базирование; б — правильное базирование

На рисунке 2.15, a - базирование по плоскости лишает заготовку трех степеней свободы, по высокому пальцу — четырех степеней свободы. В результате заготовка устанавливается с перекосом, а при зажиме вертикальной силой Q деформируется палец. При правильном базировании (рис. 2.15, δ) низкий цилиндрический палец лишает заготовку двух степеней свободы (двойная опорная база).

Чтобы осуществить базирование заготовки по двум взаимно перпендикулярным плоскостям и отверстию, расположенному в одной из плоскостей, необходимо учитывать допуск на расположение отверстия от плоскости, выбранной за установочную базу. В этом случае схема полного базирования детали по плоскостям и отверстию выглядит так, как показано на рисунке 2.16. Точками показаны лишаемые степени свободы.

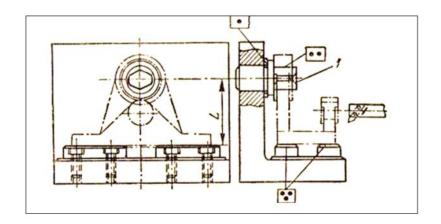


Рис. 2.16 – Схема полного базирования детали по плоскости, торцу и отверстию

Основание заготовки прилегает к установочной поверхности приспособления и лишает ее трех степеней свободы. Прилегание возможно в том случае, если зазор в сопряжении пальца с отверстием больше чем допуск на размер L. Чтобы обеспечить это прилегание в случае зазора, применяют так называемый срезанный палец I, благодаря чему увеличивается зазор в направлении размера L. В этой схеме срезанный палец лишает заготовку двух степеней свобод.

На рис. 2.17 показаны наиболее часто употребляемые схемы базирования цилиндрических заготовок. В качестве установочной детали служит призма.

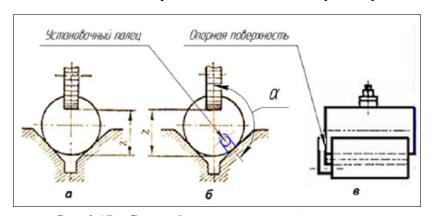


Рис. 2.17 – Схемы базирования деталей в призмах:

база а — наружная цилиндрическая поверхность; б – наружная цилиндрическая поверхность и паз; \mathbf{b} – наружная цилиндрическая поверхность и плоскость

Чтобы обеспечить автоматическое получение размера z и требование симметричности паза относительно оси вала (рис. 2.17, a) используем в качестве базы наружную цилиндрическую поверхность, которая лишает заготовку четырех степеней свободы (двойная направляющая база). Для этого достаточно в качестве установочной детали использовать призму. Вращение вокруг собственной оси не влияют на симметричность относительно вала. При необходимости торец вала может быть использован как опорная, но не базовая

поверхность, если паз сквозной.

Для выполнения требования симметричности паза и угла α относительно уже имеющегося паза (рис. 2.17, *δ*), заготовку необходимо лишить пяти степеней свободы и для базирования использовать наружную цилиндрическую поверхность (двойная направляющая база, - четыре степени свободы) и ось имеющегося паза (опорная база, - одна степень свободы). Установочными деталями являются призма и палец.

При необходимости получения паза определенной длины пришлось бы применять схему полного базирования (рис. 2.17, ϵ) и использовать вторую опорную базу (торец вала).

Кроме установки заготовки с полным прижатием их базовых поверхностей к опорам приспособления применяют установку по охватывающим или охватываемым базовым поверхностям. Чаще всего это относится к цилиндрическим наружным и внутренним поверхностям. При этом заготовку надевают на установочный элемент либо вставляют в установочный элемент с некоторым зазором. На рис. 2.18 показана схема установки на вал заготовки a с выступающим элементом по установочной детали b и осуществление базирования с использованием комплекта баз:

- по внутренней цилиндрической поверхности двойная направляющая база лишает заготовку 4 степеней свободы (точки 1, 2, 3, 4);
 - По торцу, опорная 1 степень свободы (точка 5);
 - По выступающему элементу, опорная 1 степень свободы (точка 6).

Заготовка лишена всех степеней свободы, не считая сдвигов в пределах зазоров по внутреннему диаметру для возможности установки.

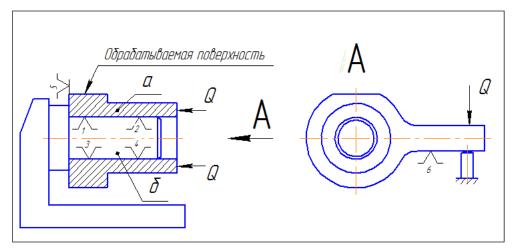


Рис. 2.18 – Схема установки заготовки с базой по внутренней цилиндрической поверхности

На рисунке 2.19 показаны примеры полной и неполной ориентации заготовки в

пространстве. Схема установки прямоугольной заготовки с тремя взаимно перпендикулярными плоскостями для выдерживания размеров h, L и b и ее практическая реализация при обработке прямоугольного паза показана на рисунке 2.19, а. Опоры расположены на трех координатных плоскостях, стрелками указаны силы Q_1 , Q_2 и Q_3 , подводящие заготовку к опорам. Окончательное закрепление заготовки осуществляется силой Q, соблюдая условие неотрывности заготовки от всех шести опор. Заготовка лишена шести степеней свободы.

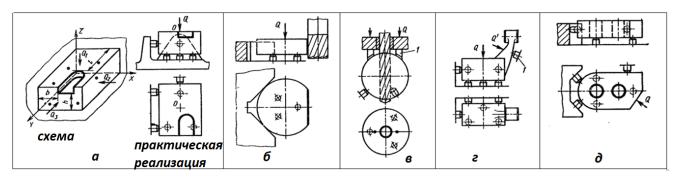


Рис. 2.19 — Примеры полной и неполной ориентации заготовки в пространстве: а — полная ориентация; б, в — неполная ориентация; г — полная ориентация с дополнительной опорой; д — полная ориентация, с использованием скрытой базы

На рис. 2.19, *б* дан пример частичной ориентации заготовки. Нижняя плоскость заготовки является установочной базой (лишает трех степеней свободы), цилиндрическая поверхность является направляющей базой и лишает заготовку двух степеней свободы. Поскольку угловое положение обрабатываемой поверхности (показано утолщенной линией) безразлично, то для установки заготовки достаточно лишения пяти степеней свободы.

На рис. 2.19, *в* приведена схема установки с базированием на сферическую поверхность заготовки для сверления в ней сквозного отверстия. Для данных условий необходимо и достаточно лишить заготовку трех степеней свободы, т. е. осуществить установку на три опоры, к которым заготовка прижимается планкой.

При обработке недостаточно жестких заготовок возникает необходимость увеличения числа опорных точек сверх шести. На рис. 2.19, ε показана установка прямоугольной заготовки с длинным кронштейном, у которого обрабатываются торцы бобышки. Закрепление осуществляется силой Q. Помимо шести опор, на которые ставят заготовку базовыми плоскостями, применена дополнительная индивидуально подводимая опора 1, к ней заготовка прижимается силой Q'. Это существенно повышает жесткость технологической системы.

На рис. 2.19, *д* приведена схема установки с базированием на ось криволинейной поверхности (скрытая направляющая база) и плоские поверхности (комплект баз:

установочная, опорная). Здесь выполняется условие неотрывности, и заготовка лишена всех шести степеней свободы

Базирование по коническим поверхностям можно показать на примере конусного отверстия шпинделя станка служащего для установки токарного приспособления. При установке приспособления длинной конической поверхностью в шпиндель станка, оно лишается пяти степеней свободы, так как длинная коническая поверхность является двойной направляющей и опорной базой. Следует учесть, что конусы шпинделей станка выполнены с большой точностью, благодаря чему возможно прилегание поверхностей конусов.

Для ориентирования конической заготовки в угловом положении требуется еще одна опорная поверхность, например, отверстие или паз, под штифт или шпонку. В остальных случаях конусная поверхность может являться как скрытая база – точка

При установке заготовок в центрах используются короткие конические отверстия (рис. 2.20).

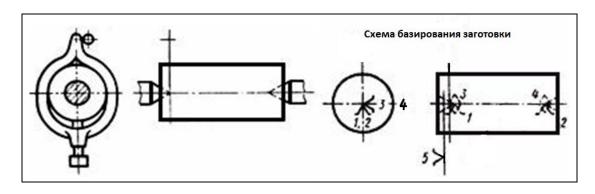


Рис. 2.20 – Установка вала в центрах на конические поверхности центровых гнезд

Левое отверстие является одновременно двойной опорной и опорной базовой поверхностью и лишает заготовку трех степеней свободы, правое только двойной опорной, дополнительно лишающей заготовки двух степеней свободы. Установка вала в центрах на конические поверхности центровых гнезд является примером лишения пяти степени свободы – возможности установки вала в любом месте по углу его поворота.

Для установки целой сферической заготовки достаточно лишить ее трех степеней свободы – перемещений вдоль осей X, Y, Z. На рис. 2.21 выполнена установка сферы по коническим поверхностям в самоцентрирующемся механизме.

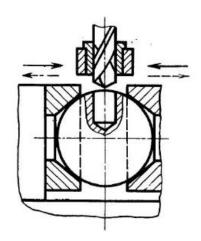


Рис. 2.21 — Реализация базирования сферы для выполнения отверстия на сверлильном станке

В случае установки полусферы, лишение заготовки трех степеней свободы будет недостаточно. В комплект баз необходимо ввести плоскость, которая будет являться направляющей базой, лишая заготовку двух степени свободы.

На рис. 2.22 изображено приспособление для сверления отверстий (кондуктор). Расположение отверстий задано симметрично относительно осей призматического наружного контура. Заготовка I лишена всех степеней свободы, не считая малых сдвигов в пределах зазоров Δ для возможности вхождения в контурную полость приспособления 2.

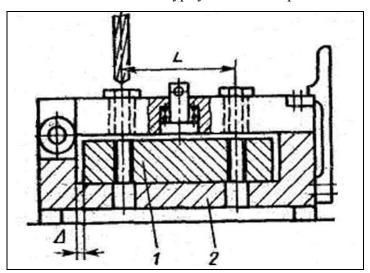


Рис. 2.22 – Пример установки заготовки по внешнему контуру

Нижняя плоскость заготовки является установочной базой, а направляющей и опорной базой являются оси призматической заготовки 1, поэтому нет необходимости доведения поверхностей заготовки до поверхностей приспособления, образующих контур. Образующийся зазор не должен превышать допуска на выполнение размера L.

Для устранения влияния зазора на положение заготовки в приспособлении применяют

разжимные или самоцентрирующиеся установочные (установочно – зажимные) устройства, например, такие как трехкулачковый патрон, цанговый патрон, самоцентрирующиеся тиски и другие аналогичные устройства.

Если в качестве одной из баз служит поверхность, подлежащая обработке на данной операции, и при этом необходимо обеспечить съем симметричного припуска, то используются схемы, представленные на рисунке 2.23.

Пружинные центрирующие пальцы 1, опускаемые борштангами 2, используют в приспособлении для растачивания отверстий головок шатуна 3 (рис. 2.23, а). Выравнивающую скалку 4 (рис. 2.23, б) применяют в приспособлении для растачивания отверстий в бобышках поршня 5. После выравнивания и закрепления поршня силой Q скалку удаляют и отверстия растачивают (нижняя проекция).

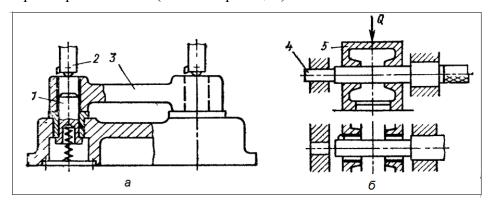


Рис. 2.23 – Схемы установки заготовок по обрабатываемым отверстиям: а – установка на подпружиненный палец; б – установка с помощью скалки

Вопросы

- 1. Что необходимо учитывать при выборе схемы установки и ее реализации?
- 2. С помощью чего можно придать заготовке устойчивое положение?
- 3. Что такое полное и частичное базирование и обоснование его применения?
- 4. Как осуществляется базирование по торцу и отверстиям?
- 5. Особенности базирование по торцу и наружной цилиндрической поверхности?
- 6. Особенности базирования по торцу и внутренней цилиндрической поверхности?
- 7. Как осуществляется базирование по двум взаимно перпендикулярным поверхностям и цилиндрическому отверстию?
- 8. Как осуществляется базирование по охватываемым и охватывающим поверхностям с зазором и без зазоров?
 - 9. Базирование по коническим поверхностям?

- 10. Как осуществляется базирование по полной сферической поверхности и сферического сегмента?
 - 11. Как осуществляется базирование в случае, если базой являются оси?
 - 12. Как осуществляется установка заготовок по обрабатываемым поверхностям?

2.5 Конструкции стандартных установочных деталей и механизмов

При выборе комплекта базовых поверхностей обрабатываемой заготовки следует руководствоваться техническими требованиями чертежа. Установка заготовки в приспособлении, должна быть реализована конструкцией установочных деталей или механизмов. Соблюдение условия неотрывности баз от опор осуществляется выбором поверхностей для закрепления и способом закрепления заготовки при механической обработке. Следует помнить, что по ГОСТ 21495-76 под установкой заготовки понимается базирование и закрепление обрабатываемой заготовки. Установочные детали и механизмы можно представить как основные и вспомогательные (дополнительные):

- основные предусматриваются схемой базирования и определяют положение детали в соответствии с правилом шести точек. В качестве основных жестких опор, несущих установочные поверхности, применяются стандартные детали станочных приспособлений в виде призм, опорных штырей, опорных пластин, и т. п.

вспомогательные (дополнительные) вводятся иногда в установочную систему лишь для повышения устойчивости и жесткости обрабатываемой детали и противодействия силам резания.

Количество опор и их расположение выбирают в соответствии со схемой базирования. В приспособлениях помимо жестких установочных деталей, применяемых в качестве основных, используются вспомогательные опоры, винтовые и клиноплунжерные механизмы. К ним относятся самоустанавливающиеся опоры, обычно применяемые в качестве вспомогательных, но в случае сложных форм заготовок применяют как основные.

В ряде случаев в установочную систему входят ориентирующие или центрирующие механизмы и механизмы опор.

Выбирая установочные детали, их размеры и расположение, учитывают качество базовой поверхности, влияние на точность обработки отклонений от плоскостности технологических баз заготовок. Точечные опоры приспособлений конструктивно оформляют в виде

установочных элементов с малой площадью контакта. К ним относятся постоянные опоры, призмы, опорные штыри, опорные пластины и другие детали.

Конструкции и размеры установочных деталей должны, как правило, выбираться по ГОСТу. Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью, поэтому материал стандартных установочных деталей — стали 15 и 20 с цементацией на глубину h = 0,8...1,2 мм с последующей закалкой до твердости HRC 55...60. Особо ответственные детали — из стали У7А или 20Х; сталь 20Х перед закалкой цементируют.

Примером основных установочных деталей для цилиндрических заготовок могут служить призмы. Конструкция призмы и пример ее применения представлены на рисунке 2.24.

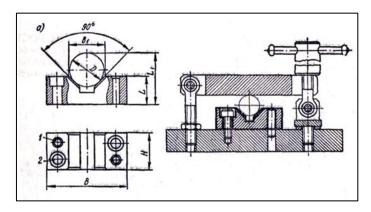


Рис. 2.24- Стандартная призма (ГОСТ 12196-66) и пример её применения

Для установки заготовок по плоскости применяют жесткие опорные штыри (опоры), устанавливаемые в корпус приспособления по диаметру d по посадке с натягом, что позволяет их заменять при износе. Конструкции опор, применяемых для установки заготовок, показаны на рисунке 2.25.

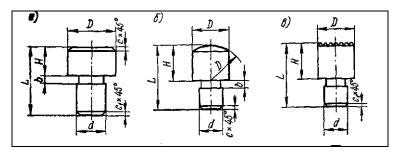


Рис. 2.25 – Опорные штыри ГОСТ 13440-68: а – с плоской головкой; б – со сферической головкой; в – с насеченной головкой

Опоры с плоской головкой (рис. 2.25, *a*) служат для установки небольших заготовок обработанными поверхностями. Плоскостность их базовых поверхностей достигается совместным шлифованием. Размеры опор от 5 до 40 мм в диаметре. Допустимое давление 40 Мпа.

Опоры со сферической головкой (рис. 2.25, δ) служат для установки небольших заготовок необработанными поверхностями. Размеры опор от 5 до 40 мм в диаметре. Предельная нагрузка на одну опору при обработке стальных заготовок представлена в таблице 2.1:

Таблица 2.1 Предельные нагрузки на одну опору при обработке стальных заготовок

Диаметр заготовок, D мм	10	16	25	40
Предельная нагрузка, кН	2	5	12	30

Опоры с насеченной головкой (рис. 2.25, в) служат для установки небольших заготовок необработанными поверхностями (чаще боковыми). Размеры опор от ø 5 до ø 40мм. Предельная нагрузка на одну опору в 2 раза больше чем для опор со сферической головкой того же диаметра.

При изготовлении корпусных деталей выгодно применять опорные пластины, показанные на рисунке 2.26, а. Пластины крепятся к корпусу приспособления через отверстия с помощью винтов. Применение опорной пластины в конструкции приспособления представлено на рисунке 2.26, б

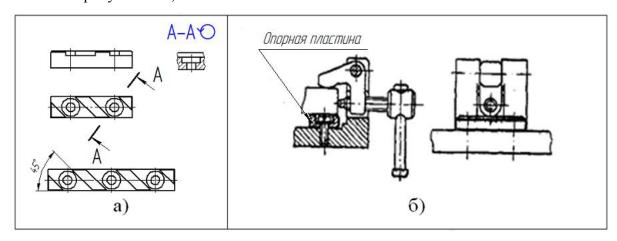


Рис. 2.26 – Опорные пластины: а – пластина опорная ГОСТ 4743-68; б – применение опорной пластины

К недостаткам установки на точечные опоры относятся возможность повреждения базовых поверхностей и смещение (осадка) в результате контактных деформаций.

2.5.1 Регулируемые опоры

Для придания заготовке устойчивого положения и в случае установки по необработанной поверхности следует применять регулируемые или самоустанавливающиеся опоры.

На рисунке 2.27 показана индивидуальная стандартная самоустанавливающаяся опора. При повороте рукоятки 1, винт 3 перемещается в осевом направлении и толкает плунжер 4, заставляя перемещаться клиновой плунжер 5. Плунжер 5, прилегающий своим скосом к вертикальному поджатому пружиной 8 плунжеру 7, заставляет его перемещаться по отверстию в корпусе 9, доводя винтовую опору 6 до соприкосновения с обрабатываемой заготовкой 2.

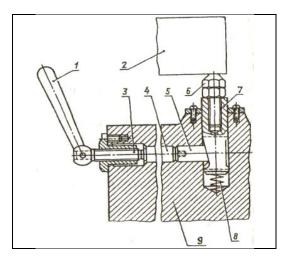


Рис. 2.27 – Индивидуальная стандартная самоустанавливающаяся опора

На рисунке 2.28 — клиновая дополнительная подводимая опора. Принцип действия этой конструкции аналогичен предыдущей, только в данной конструкции применяется клиновое устройство стопорения (фиксации) достигнутого положения с помощью трех сегментных шпонок 4 (сечение A-A) расположенных в соответствующих пазах клинового плунжера 5. От поворота плунжер 5 стопорится винтом 9.

Основные и дополнительные опоры жестко связаны с корпусом. Дополнительные опоры выполняют только регулируемыми или самоустанавливающимися. При установке заготовки опоры индивидуально подводятся к поверхности заготовки или самоустанавливаются по этой поверхности, а затем стопорятся, превращаясь на время обработки в жесткие опоры. Число дополнительных опор не ограничено, однако для упрощения конструкции приспособления это число должно быть минимальным.

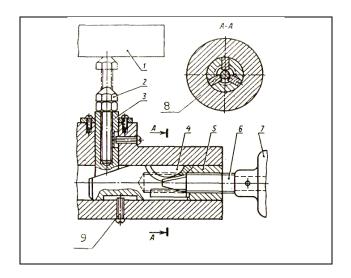


Рис. 2.28 – Клиновая дополнительная подводимая опора. 1 – заготовка, 2 – стопорная гайка, 3 – плунжер, 4 – сегментная шпонка, 5 – клиновой плунжер, 6 – винт, 7 – рукоятка, 8 – корпус, 9 – стопорный винт

В мелкосерийном производстве, где практикуется изготовление деталей разных размеров при использовании одного и того же приспособления, иногда делают все опоры регулируемыми. Регулирование таких опор обычно производится наладчиком. Регулируемая опора 1 на рис. 2.29, a расположена вертикально и стопорится гайкой; часто применяются и боковые регулируемые опоры 1 рис. 2.29, δ .

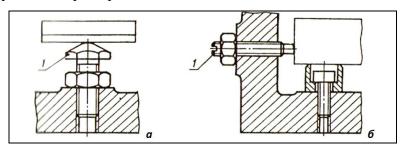


Рис. 2.29 – Регулируемые опоры: а – вертикальные; б – горизонтальные

Самоустанавливающиеся опоры применяются в основном для черновых поверхностей для придания устойчивого положения заготовке и позволяющие одноточечную опору заменить на двуточечную (рис. 2.11, а), где функцию опор 3 и 4 выполняет коромысло, посаженное на ось.

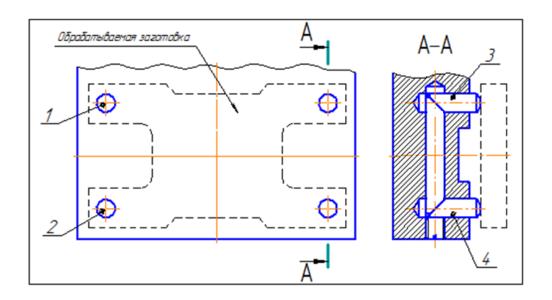


Рисунок 2.30— Самоустанавливающиеся основные опоры: 1 , 2 — жесткие опорные штыри; 3, 4 — плавающие опоры

На рис. 2.30 плунжеры 3 и 4 со скосами по одному торцу, взаимодействуя со скошенными торцами промежуточного плунжера, имеют возможность установиться заготовке по плоскости по двум точкам 3 и 4, в то время как в точках 1 и 2 расположены жесткие опорные штыри.

В качестве вспомогательных опор в технологической оснастке используются стандартные регулируемые самоустанавливающиеся опоры.

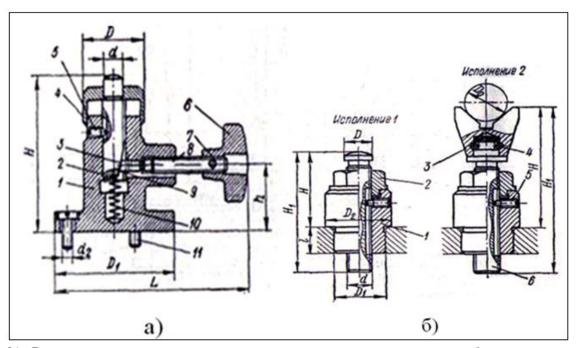


Рис. 2.31 –Вспомогательные опоры: а – регулируемая, самоустанавливающаяся; б – винтовая подпорка На рис. 2.31, *а* показана конструкция такой опоры. При установке заготовки в

приспособление штырь 2 опускается, сжимая пружину 10. После этого винтом 8 с помощью пальца 3 опора фиксируется.

Кроме рассмотренных выше опор применяются встроенные винтовые подпорки, выполняемые как с призмой, так и без призмы. Конструкция стандартной винтовой подпорки (ГОСТ 13158-67) показана на рис. 2.31, δ . В корпусе I размещен винт с пазом δ и гайка специальная 2; вращению винту препятствует винт 4, благодаря чему винт δ перемещается вдоль оси. В исполнении 2 на винт δ установлена через штифт 4 самоустанавливающаяся призма 3, что позволяет устанавливать заготовки цилиндрической формы.

Часто дополнительные опоры применяют совместно с основными, если необходимо повысить жесткость и устойчивость устанавливаемых заготовок. Так, например, на рис. 2.32, a у ступенчатой заготовки за базу принята правая нижняя поверхность. Размер h между плоскостями колеблется в пределах допуска, следовательно, установка одновременно по двум плоскостям не возможна. В этом случае за базу принимают одну плоскость. Силой Q заготовка прижимается к установочной поверхности. Во время обработки возникает составляющая силы резания P, стремящаяся деформировать и заготовку, поэтому под левую плоскость вводят дополнительную опору I.

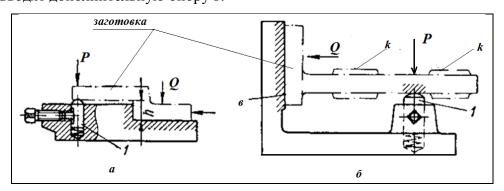


Рис. 2.32 – Схемы применения доплнительных опор

У детали, изображенной на рисунке 2.32, δ обрабатываются поверхности k бобышек, перпендикулярные к базе ϵ . Прижим к поверхности ϵ и закрепление заготовки производится силой ϵ 0. Под действием составляющей силы резания ϵ 1 возникает опрокидывающий момент. Чтобы этого избежать предусмотрена дополнительная опора ϵ 1.

Простейшие винтовые регулируемые опоры широко применяются в технологической оснастке, например, в качестве регулируемой опоры прихвата, для осуществления закрепления заготовки (рис. 2.33, a), для создания устойчивого положения заготовки путем введения дополнительной опоры (рис. 2.33, δ , δ , ϵ , ϵ , δ), для ручного регулирования положения опоры с помощью рукоятки (рис. 2.33, ϵ).

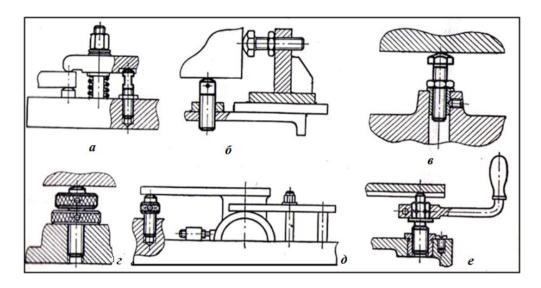


Рис. 2.33- Примеры применения винтовых регулируемых опор

При использовании встроенных винтовых подпорок и винтовых регулируемых опор их доводят до соприкосновения с заготовкой, при этом необходимо следить за тем, чтобы не произошло отрыва установочной поверхности заготовки от основных опор во время их подведения. После установки контакта выставленное положение подпорок фиксируется гайкой, для того чтобы контакт не был нарушен во время обработки.

При изготовлении ответственных деталей применяются более надежные конструкции фиксации опор. Так на рисунке 2.34 подводимая клиновая вспомогательная опора приводится в соприкосновение с заготовкой после ее установки на основных опорах перемещением клина I (угол скоса 8°).

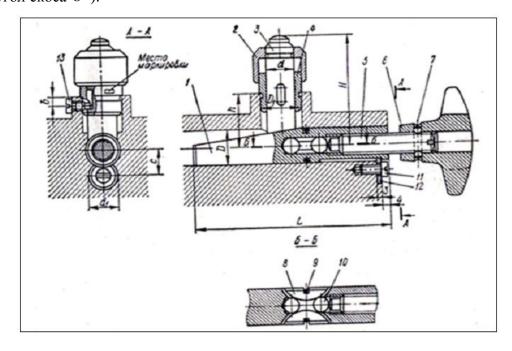


Рис. 2.34— Подводимая клиновая вспомогательная опора

После контакта опорного штыря 3 с заготовкой вращают винт 5, который с помощью шариков 10 раздвигает кулачки 8, фиксирующие опорный штырь. Колпачок 2 предохраняет опору от загрязнения. Таким образом, шариковый замок надежно фиксирует положение опоры во время обработки.

При проектировании установочных деталей необходимо руководствоваться требованиями, предъявляемыми к стандартным деталям по качеству прилегающих поверхностей и по точности их расположения. При этом следует стремиться к уменьшению площади базовой поверхности, учитывая расположение опорных точек.

2.5.2 Ориентирующие и самоцентрирующиеся установочно-зажимные механизмы

Установочно-зажимные механизмы применяют для повышения точности положения координатной системы технологической базы относительно координатной системы приспособления при установке. Такие механизмы, способные изменять направление и величину создаваемого усилия, выполняют одновременно функции установочных и зажимных элементов. Установочные элементы в таких механизмах выполнены подвижными в направлении зажима, а для сохранения установочных свойств закон их относительного движения задан и реализован в конструкции приспособления с достаточной точностью. На их движение накладывают три условия: разнонаправленность, одновременность, равная скорость. Установочно-зажимные механизмы могут быть ориентирующие - определяющие одну плоскость симметрии детали (тиски) и самоцентрирующиеся - определяющие две взаимно перпендикулярные плоскости (патроны). Применение установочно-зажимных механизмов позволяет также выдержать при обработке размеры, заданные от геометрической оси детали.

Принцип действия ориентирующего механизма поясняет схема на рис. 2.35. На операции одновременно выдерживают размеры A и B. Между двумя размерами A и B необходимо распределить допуск на расстояние между базами, от которых, они заданы Если перемещение X с каждой стороны независимо, а за установочную базу принять поверхность 1,

то погрешность базирования размера A будет равна нулю, а погрешность размера B целиком будет зависеть от допуска на размер C.

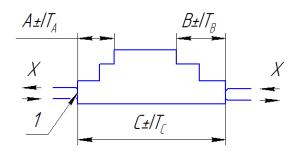


Рис. 2.35- Ориентирующий механизм с одной плоскостью симметрии

При использовании ориентирующего механизма суммарная погрешность базирования для размеров A и B будет равна допуску на размер C, что и определяет точность обработки.

Для определения положения координатных плоскостей технологической базы в ориентирующем механизме необходимо иметь два равномерно перемещающихся в направлении X элемента, выполненных, например, в виде призм. На рис. 2.36 показана операция обработки двух отверстий, симметрично расположенных относительно двух осей детали.

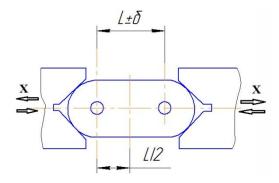


Рис. 2.36 – Ориентирующий механизм с двумя плоскостями симметрии

Использование в качестве технологической базы в координатном направлении любых поверхностей заготовки неизбежно приводит к появлению погрешности базирования размера L/2, и лишь применение ориентирующего механизма с двумя плоскостями симметрии сводит к нулю эту погрешность относительно вертикальной оси, так как оси приспособления совпадают с осями заготовки. Положение горизонтальной оси обеспечивают конструкция и расположение призмы.

Для определения положения двух координатных плоскостей технологической базы применяются самоцентрирующиеся механизмы с тремя перемещающимися кулачками (рис. 2.37). На движение кулачков также накладывают три условия: разнонаправленность, одновременность, равная скорость. Ось базовой поверхности заготовки совмещается с осью самоцентрирующегося механизма, что позволяет выдержать требование соосности при обработке цилиндрических поверхностей.

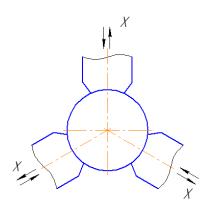


Рис. 2.37 – Самоцентрирующий механизм

Применяемые для этой цели механизмы обычно не только ориентируют, но и зажимают детали, поэтому называются установочно – зажимными.

К группе самоцентрирующихся зажимных механизмов относятся всевозможные конструкции патронов, тисков c двумя подвижными губками И оправок. Самоцентрирующиеся зажимные механизмы различаются между собой формой рабочей поверхности подвижных элементов (призматические и кулачковые, шариковые) и конструкцией механизма, обеспечивающего взаимосвязанное их перемещение (винтовые, спирально-реечные, клиновые, с упругодеформируемыми элементами - цанговыми, мембранными, гидропластовыми). В клиноплунжерных, клиновых оправках, и в цанговых механизмах используется свойство клина изменять величину и направление создаваемого усилия. Многие механизмы являются комбинированными и содержат элементы, характерные для двух и более из перечисленных видов. Каждый вид механизмов имеет свою область применения. Эта область определяется видом базовой поверхности заготовки, точностью, с которой эта поверхность выполнена, жесткостью заготовки, необходимой точностью установки, потребной силой зажима.

Применение самоцентрирующихся механизмов ускоряет установку и закрепление заготовок.

На рисунке 2.38, а представлена оправка для установки и закрепления обрабатываемых

заготовок на токарном станке, в которой применен клиноплунжерный механизм, являющийся самоцентрирующимся механизмом. Перемещение клина 2 осуществляется приводом силой Q. Плунжеры 1, взаимодействуя с трехскосым клином 2, перемещаются в радиальном направлении до соприкосновения с заготовкой, осуществляя ее закрепление.

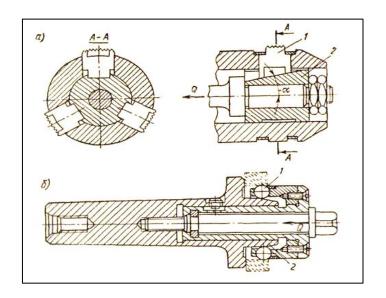


Рис. 2.38 – Самоцентрирующие клиновые механизмы: а – клиноплунжерная оправка с трехкосым клином 2 и плунжерами 1; б – шариковая оправка с конусом 2 и шариками 1

На рис. 2.38, δ усилие Q, создаваемое центральным болтом, заставляет перемещаться шарики 1, взаимодействующие с конусной поверхностью 2, в радиальном направлении до соприкосновения с обрабатываемой заготовкой, и осуществляют ее установку и закрепление.

В оправке, представленной на рис. 2.39, для закрепления заготовки за внутреннюю цилиндрическую поверхность использован клиновой механизм.

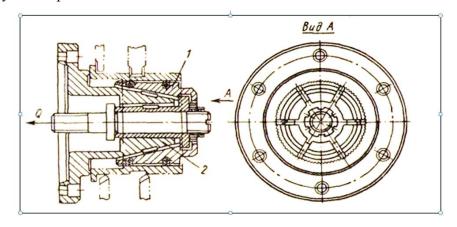


Рис. 2.39 – Самоцентрирующий клиновой механизм

Роль клина выполняет разрезанная на 6 частей клиновая втулка 1, внутренняя коническая

поверхность которой через направляющие шпонки взаимодействует с конусной поверхностью корпуса 2, закрепленного на шпинделе станка. При перемещении центрального штока, связанного буртом направляющей втулки с внутренней канавкой клиновой втулки 1, под действием усилия 2, происходит перемещение в радиальном направлении частей клиновой втулки 1 до соприкосновения с обрабатываемой заготовкой. Таким образом, осуществляется ее установка и закрепление.

На рис. 2.40 изображены схемы работы цанговых механизмов в зависимости от направления угла конуса цанги. Цангой называют длинную, тонкостенную в центральной части втулку, выполненную из легированной стали с пружинящими свойствами, разрезанную не до конца на 3-5 частей, имеющую наружную или внутреннюю коническую поверхность. На рис. 2.40, a закрепление заготовки (вал) происходит при перемещении цанги влево, на рис. 2.40, b – закрепление заготовки осуществляется перемещением цанги вправо. Угол a конуса цанги не должен обладать свойством самоторможения. Возможны конструкции цанговых патронов с неподвижной цангой, (рис. 2,41, a).

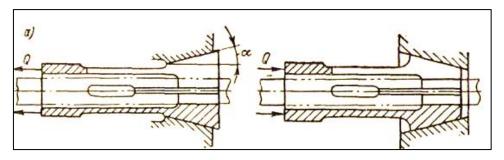


Рис. 2.40 – Схемы закрепления вала цангой

На рисунке 2.41 показаны конструкции цанговых патронов для закрепления заготовок из прутка с разным направлением угла цанги. Эти конструкции демонстрируют возможности применения подвижной и неподвижной цанги.

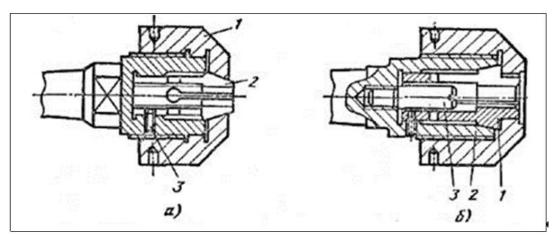


Рис. 2.41 – Цанговые патроны с накидной гайкой: а) цанга 2 неподвижная, б) цанга 1 подвижная

На рис. 2.41, a цанга 2 от проворота стопорится винтом 3. Закрепление заготовки производится с помощью накидной гайки 1, конусная поверхность которой заставляет сжиматься лепестки цанги 2. На рис. 2.41, δ цанга 1 установлена в корпусе приспособления 2. Под действием накидной гайки цанга перемещается относительно корпуса, и происходит сжатие лепестков цанги. Упор 3 служит для установки заготовки в осевом направлении.

Для ориентирования и центрирования заготовок сложной формы часто используется механизм с неподвижными (ГОСТ 12194-66) и подвижными (ГОСТ 12193-66) установочными призмами, так как при установке цилиндрической поверхности заготовки в призму, ось призмы совпадает с осью цилиндра. В ориентирующих механизмах одна из призм крепится жестко, а вторая — выполняется подвижной. На рис. 2.42, a призма 1 закреплена жестко, а вторая перемещается винтом с помощью маховика 3. Примером самоцентрирующего механизма (рис. 2.42, δ) может служить механизм тисочного типа, в котором призмы 1 и 2 перемещаются одновременно по направляющему пазу винтом 3 с правой и левой резьбой; от осевого перемещения винт удерживается вилкой, пригнанной к его вытачке.

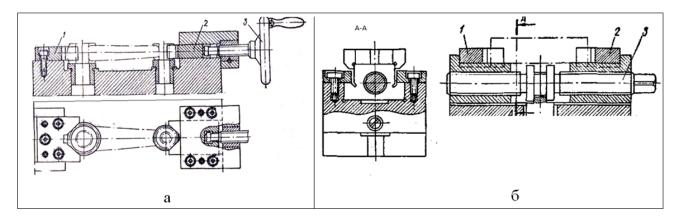


Рис. 2.42 – Механизмы с использованием призм: а – ориентирующий; б – центрирующий

Широкое применение установочных призм возможно также благодаря различным конструкторским вариантам исполнения стандартных призм (рис. 2.43).

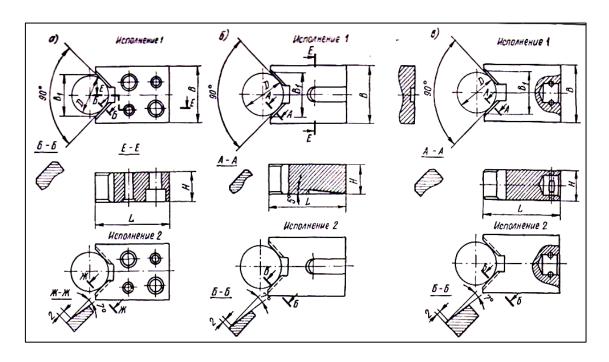


Рис. 2.43 – Конструкции установочных призм: а – неподвижные призмы (ГОСТ 12196-66); б – установочные призмы (ГОСТ 12194-66); в – подвижные призмы (ГОСТ 12193-66)

Материал призм – сталь 20X, HRC 55...60, цементация на глубину 0,8...1,2 мм. Угол раствора призмы может быть 60°, 90°, 120°. Базовые, рабочие поверхности призм выполняют без скоса (исполнение 1), в случае прилегания обработанных поверхностей заготовки, и со скосом (исполнение 2), наличие которого обеспечивает более надежное прилегание необработанной поверхности детали к основной опоре. Угол скоса – 7°.. Для крепления неподвижных призм в корпусе приспособления используются отверстия с цековками под головки винта (рис. 2.43, а). Гладкие отверстия под штифты служат для надежной фиксации достигнутого положения призмы. На рисунке 2.43, б показана установочная призма, с возможностью установки в направляющих, и настройки ее положения в приспособлении. Конструкция подвижной призмы, показанная на рисунке 2.43, в, имеет отверстие под установочный винт, с помощью которого осуществляется ее перемещение. Примеры применения неподвижной, установочной и подвижной призм приведены на рисунке 2.44.

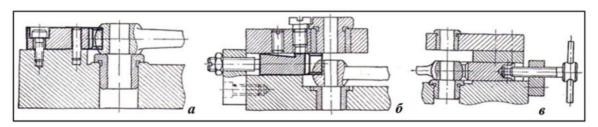


Рисунок 2.44 – Применение призм: а – неподвижной; б – установочной, в – подвижной

2.5.3 Установочные пальцы

Установку заготовок базовыми отверстиями в стационарные приспособления производят на консольные цилиндрические пальцы. Пальцы могут быть постоянными или сменными, целыми или срезанными с буртом и без него. Постоянные устанавливаются в отверстия, предусмотренные в корпусе приспособления, по посадке с натягом. Сменные пальцы имеют резьбовой участок, устанавливаются через каленые втулки по посадке с зазором и крепятся с помощью гаек.

Примеры установки заготовки на два цилиндрических отверстия с параллельными осями и перпендикулярную к ним плоскую поверхность с использованием пальцев различной конструкции показаны на рис. 2.45.

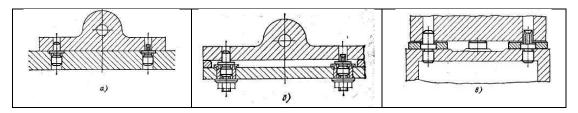


Рис. 2.45 - Примеры установки заготовки на два цилиндрических отверстия

На рис. 2.45, *а* показана установка по базовым поверхностям с утоплением бурта пальца по ГОСТ 12209—66 и ГОСТ 12210—66 в корпус приспособления. В обоих случаях пальцы запрессованы в отверстиях корпуса. На рис. 2.45, *б* показана установка пальцев по ГОСТ 17774-72 и ГОСТ 17775-72 в отверстия и закрепление их с помощью гаек. На рис. 2.45, *в* в качестве установочных поверхностей приспособления использованы пластины, в которые утоплены бурты пальцев по ГОСТ 12211—66 и ГОСТ 12212—66.

При установке на пальцы необходимо избегать заклинивания при съеме заготовки. Для этого рабочая высота Н направляющей части пальца определяется по следующим формулам:

- 1. При установке на один палец, рис. 2.46, a: $H \le \frac{l+0.5D}{D} \sqrt{2DA_{\min}}$;
- 2. При установке на два пальца, рис. 246, δ : $H \leq \frac{L+l+0.5D}{D+L} \sqrt{2(D+L)A_{\min}}$;

где A_{\min} минимальный зазор в соединении палец – отверстие.

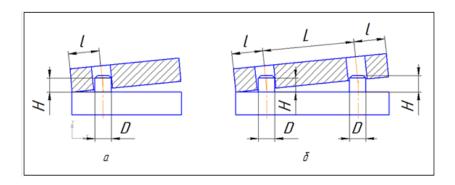


Рис. 2.46 – Расчетная схема рабочей высоты H пальцев из условия отсутствия заклинивания снимаемой заготовки

2.6 Расчеты при базировании по плоскости и отверстиям

Установка по двум отверстиям и плоскости, перпендикулярной осям отверстий, используется очень широко при обработке деталей малых и средних размеров типа корпусов, плит и др. Базирование приспособлений-спутников на позициях автоматических линий осуществляется по этой схеме. Теоретическая схема базирования дана на рис. 2.47. Плоскости A принадлежат три опорные точки (1, 2, 3), отверстию B — две — (5, 6) и отверстию B — одна (4).

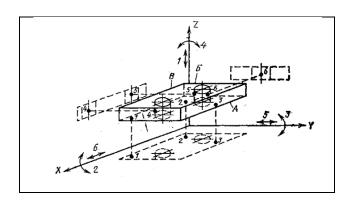


Рисунок 2.47 – Теоретическая схема базирования

Применение этой схемы базирования лишает заготовку всех шести степеней свободы, при этом обеспечивается свободный доступ инструментов для обработки заготовки с пяти сторон, позволяет достаточно просто фиксировать заготовки и приспособления-спутники на поточных и автоматических линиях.

Плоскость и два отверстия — всегда чистовые базы. Плоскость обрабатывают начисто на одной из первых операций, отверстия, как правило, развертывают по 7 квалитету. В качестве установочных элементов применяют опорные пластины и два неподвижных или выдвижных

пальца. Выдвижные пальцы применяют при установке крупных и тяжелых заготовок, когда они задвигаются в приспособление сбоку, по направляющим, а также для фиксированного положения приспособлений-спутников на позициях автоматических линий. Конструктивно различают установку на два цилиндрических пальца или на один цилиндрический и один срезанный пальцы. Граница применяемости этих сочетаний определяется точностью диаметров и взаимного расположения базовых отверстий и требуемой точностью выполняемых на операции размеров.

При проектировании приспособлений с двумя пальцами перед конструктором стоит задача определения номинальных диаметров пальцев и назначение допусков на их изготовление и износ. Для решения этой задачи, необходимо выяснить возможность установки заготовки на два пальца с межцентровым расстоянием и диаметром отверстий в пределах заданного допуска, и проверить обеспечение требуемой точности выполняемых на операции размеров и взаимного положения поверхностей заготовки. Определить условия возможности установки заготовки на два цилиндрических пальца можно с помощью схемы представленной на рисунке 2.48.

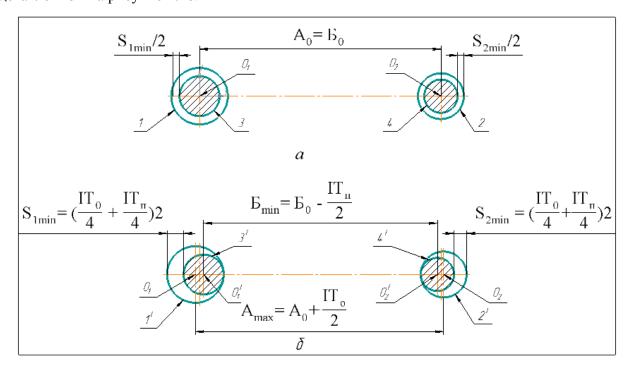


Рисунок 2.48 — Расчетные схемы для случая установки заготовки на два цилиндрических пальца: а — расположение отверстий 1 и 2 относительно пальцев 3 и 4 при номинальном межцентровом расстоянии между ними; б — межцентровое расстояние отверстий у детали выполнено по наибольшему предельному размеру, межцентровое расстояние пальцев — по наименьшему, зазоры в сопряжениях отверстий с пальцами выполнены минимальными.

Применяемые обозначения:

 A_0 , E_0 — номинальные расстояния между центрами базовых отверстий и установочных

пальцев;

 IT_0 – допуск на межцентровое расстояние базовых отверстий;

 $\pm IT_0/2$ – отклонение межцентрового расстояния базовых отверстий;

 IT_{n} . – допуск на межцентровое расстояние установочных пальцев;

 $\pm IT_{n}/2$ – отклонение межцентрового расстояния установочных пальцев;

 S_{1min} – минимальный зазор в сопряжении первого отверстия с пальцем;

 S_{2min} - минимальный зазор в сопряжении второго отверстия с пальцем;

На рисунке 2.48, a показано положение отверстий 1, 2 и пальцев 3, 4 при номинальном межцентровом расстоянии между ними (размер A_0).

Для вывода условия предполагаем худший случай из всех возможных (рис. 2.48, δ), а именно: межцентровое расстояние отверстий у детали выполнено по *наибольшему* предельному размеру ($A_0 + IT_0/2$), межцентровое расстояние пальцев – по *наименьшему* ($B_0 - IT_n/2$), зазоры в сопряжениях отверстий с пальцами выполнены минимальными: S_{Imin} , S_{2min} .

На схеме (рис. 2.48, б) оси отверстий I', 2' имеют межцентровое наибольшее расстояние (размер $A_0 + IT_0/2$), а окружностями 3' и 4' показано положение пальцев при межцентровом наименьшем расстоянии ($E_0 - IT_n/2$).

Из графического построения на схеме (рис. 2.48) находим:

$$2\left(\frac{IT_O}{4} + \frac{IT_{II}}{4}\right) = \frac{S_{1\min}}{2} + \frac{S_{2\min}}{2};$$

Отсюда определяется условие возможности установки на два цилиндрических пальца:

$$S_{1\min} + S_{2\min} \ge IT_o + IT_n; \tag{2.1}$$

Сумма зазоров в соединении палец – отверстие должна быть больше или равна сумме допусков на межцентровое расстояние пальцев и отверстий.

Учитывая, что допуски на сопрягаемые поверхности назначаются по 5 – 7 квалитету, можно сделать заключение, что допуски на межцентровые расстояния должны быть минимальными. Допуски на изготовление приспособления определяется точностью изготавливаемого изделия и назначаются в 3...5 раз меньше чем соответствующий допуск на обрабатываемом изделии [5].

Если при расчете исполнительных размеров установочных пальцев ввести минимальные значения диаметров 1 и 2 отверстий и максимальные значения диаметров пальцев 3 и 4, то

получим выражения:

$$S_{1\min} = D_{1\min} - d_{1\max};$$
 $S_{2\min} = D_{2\min} - d_{2\max};$

Подставив эти выражения в формулу (2.1), получим, например, для пальца 2 максимальное значение:

$$d_{2\text{max}} = D_{2\text{min}} + S_{1\text{min}} - (IT_o + IT_n);$$

где: D_{1min} , D_{2min} — минимальные значения диаметров 1 и 2 отверстий соответственно; d_{1max} , d_{2max} — максимальные значения диаметров пальцев 3 и 4 соответственно.

Задавшись посадкой с зазором пальца d_1 , учитывая заданную точность обрабатываемых поверхностей, например, (g5...g7, f6... f9), можно определить d_{2max} . Если диаметры отверстий в заготовке не равны, предпочтительно задаваться посадкой наибольшего отверстия. Расчеты показывают, чтобы осуществить установку на два цилиндрических пальца, необходимо задать жесткие допуски на расположение отверстий в заготовке и пальцев в приспособлении, либо занизить номинальное значение пальца, что приведет к снижению точности установки.

Чтобы уменьшить расчетные минимальные зазоры и тем самым повысить точность базирования, не нарушая условия возможности установки на два пальца (2.1), один из них срезают, образуя 4 грани, и оставляя небольшой цилиндрический участок, как показано на рис. 2.49, благодаря чему увеличивают зазор в направлении размера A_0 .

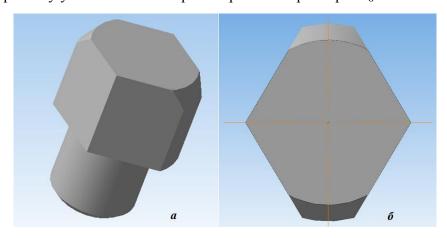


Рисунок 2.49 – Срезанный палец: а – вид в 3-D; б – вид сверху

Определить условия возможности установки заготовки на один цилиндрический и один срезанный палец и определить оптимальное значение ширины b цилиндрического участка срезанного пальца можно с помощью схемы представленной на рисунке 2.50.

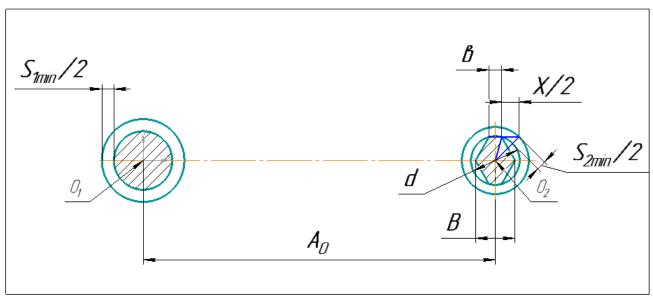


Рисунок 2.50 – Схема для определения увеличенного зазора в направлении размера Ao образующегося в сопряжении отверстия со срезанным пальцем

Из треугольника, выделенного на схеме (рис. 2.50) имеем:

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{S_{2\min}}{2}\right)^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2} + \frac{x}{2}\right)^2,$$
 где X –зазор для срезанного пальца в направлении размера A_o .

Пренебрегая квадратами малых величин x и S_{2min} получим:

$$\frac{dS_{2\min}}{2} = \frac{bx}{2};$$
 $x = \frac{d}{b}S_{2\min};$ $\frac{x}{2} = \frac{d}{2b}S_{2\min};$

Следовательно, чем уже цилиндрический участок b срезного пальца, тем больше зазор x. Однако чрезмерное увеличение цилиндрического участка приводит к быстрому износу пальца, поэтому ширину b следует брать наибольшую из возможного, определяя ее расчетом.

Подставляя в уравнение (2.1) значение x вместо S_{2min} , получим условие возможности установки на цилиндрический и срезанный пальцы (2.2).

$$S_{1\min} + S_{2\min} \times \frac{d}{b} \ge IT_o + IT_n; \tag{2.2}$$

Откуда

$$b \le \frac{S_{2\min}}{IT_O + IT_H - S_{1\min}} d; \tag{2.3}$$

При проектировании станочного приспособления постоянные установочные срезанные пальцы выбирают из стандарта (ГОСТ 12210-66). Рекомендуемые размеры пальцев представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Рекомендуемые размеры постоянных установочных срезанных пальцев

d	Св.2,5	Св.4,0	Св.6,0	Св.8,0	Св.10,0	Св.12,0	Св.16,0	Св.20,0	Св.25,0
	до 4,0	до 6,0	до 8,0	до	до 12,0	до 16,0	до 20,0	до 25,0	до 32,0
				10,0					
b	0,8	1,0	2,0		3,0				
В	D –	0,5	D –	1,0	D-2,0		D - 3,0	D - 4,0	

При установке на два пальца выбираются следующие посадки: H6/g6, f6; H7, H8/ g7, f7, g8, f 8, e8. Проверочный расчет выполняется по приведенным выше формулам (2.1, 2.2, 2.3).

В случае, если $S_{1min} > IT_0 + IT_n$, т. е. b < 0, то базирование заготовку возможно на два цилиндрических пальца.

При установке заготовки по плоскости и отверстиям на два пальца возможно смещение (поворот) заготовки. Необходимо определить величину этого смещения. Для этого рассматривается предельный случай, когда зазоры в сопряжениях пальцев с отверстиями оказались максимальными.

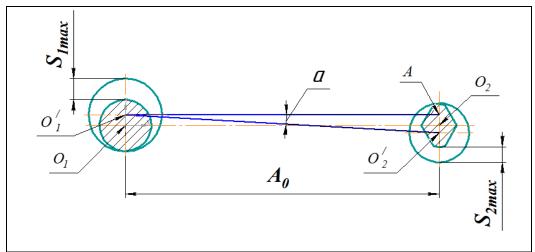


Рисунок 2.51 – Схема для определения предельного смещения заготовки при установке заготовки по плоскости и отверстиям на два пальца

На рисунке 2.51 представлена схема возможного контакта пальцев с отверстиями, вызывающего перекос заготовки α . Построения, выполненные на этой схеме, использованы для расчета угла α :

$$O_2 A = O_1 O_1' = \frac{S_{1 \max}}{2}; \qquad O_2 O_2' = \frac{S_{2 \max}}{2}; \qquad O_2' A = \frac{S_{1 \max} + S_{2 \max}}{2};$$

Рассматривая прямоугольный треугольник $O_2'O_1'A$, находим:

$$\frac{O_2'A}{A_0} = tg\alpha; \qquad tg\alpha = \frac{S_{1\max} + S_{2\max}}{2A_0};$$

В случае базирования по двум плоскостям и одному отверстию целесообразно применение срезанного пальца (рис. 2.52).. Определить условие возможности данной установки можно из формулы (2.2) и учитывая, что имеется одно отверстие, то есть $S_{2min} = 0$:

$$S_{\min} \frac{D}{h} \ge IT_o + IT_{II}$$

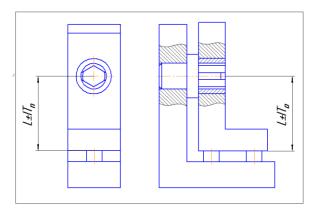


Рис. 2.52 – Базирование по двум плоскостям и отверстию с применением срезанного пальца

Величина ленточки срезанного пальца может быть определена из формулы (2.3):

$$b \leq \frac{S_{1\min}}{IT_o + IT_{II}}D;$$

где $IT_{пл.0}$ — допуск на расстояние L между базовой плоскостью детали и осью отверстия; $IT_{пл.п.}$ — то же между установочной плоскостью приспособления и осью пальца.

Допуски IT_n . в зависимости от требуемой точности задаются в пределах 1/5 -1/2 от допуска IT_0 на межцентровые расстояния отверстий.

Размеры постоянных срезанных пальцев рекомендуется выбирать из стандарта.

Проверочный расчет выполняют по приведенным выше формулам. При необходимости изменяют посадки (зазоры) в сопряжениях отверстий с пальцами.

<u>Вопросы</u>

- 1. Какие существуют стандартные установочные детали и механизмы?
- 2. В каких случаях в установочную систему вводят вспомогательные детали и механизмы?

- 3. Какие материалы используются для изготовления установочных деталей, какие требования применяют к поверхностям установочных деталей?
- 4. Какие стандартные установочные детали служат для установки цилиндрических заготовок, их конструктивные особенности и примеры применения?
 - 5. Каково назначение опорных штырей и пластин, примеры применения?
- 6. Разновидности и особенности конструкций подводимых, самоустанавливающихся и вспомогательных опор, необходимость и примеры их применения?
- 7. Ориентирующие и самоцентрирующиеся установочные и зажимные механизмы их принцип действия и назначение?
 - 8. Конструкции оправок с самоцентрирующимися механизмами.
 - 9. Особенности конструкций цанговых механизмов и их назначение.
 - 10. Разновидности центрирующих механизмов с применением призм.
 - 11. Разновидности установочных пальцев и примеры их применения.
 - 12. Виды пальцев и способы их установки в приспособлении
 - 13. Схема расчета условия возможности установки заготовки на два отверстия.
 - 14. Как определяется перекос заготовки при установке на два пальца?

ГЛАВА 3 - ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ УСТАНОВКИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ЗАГОТОВКИ

3.1 Влияние технологической системы на погрешность обработки

Точность изделий является характеристикой их качества. За меру точности детали принимают значение допусков на ее изготовление.

Стандартами ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 24642-81, ГОСТ 24643-81 установлены следующие показатели точности:

- отклонения расстояний между элементами деталей и сборочных единиц (координирующие размеры);
- отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности;
- отклонение расположения поверхностей и осей деталей от номинального (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности и т.д.);

Показатели точности деталей приводятся на чертежах в виде технических требований (допуски на размеры, отклонения формы и расположения поверхностей и т. д.). Параметр точности детали, обеспечиваемый при обработке, является результатом функционирования технологической системы, которая состоит из отдельных элементов и подсистем.

Необходимо представлять механизм влияния этих элементов на общую точность обработки, иначе говоря, определять погрешность обработки. Под погрешностью обработки понимается отклонение действительных (фактических) размеров и формы детали от заданных.

Станочное приспособление является частью технологической системы. Схема базирования и закрепления заготовки находит воплощение, именно в станочном приспособлении. Способность придавать заготовке определенное положение и сохранять его при обработке называется точностью приспособления. К основным факторам, влияющим на точность приспособления следует отнести жесткость станочного приспособления, точность его изготовления и установки на станке, точность установки заготовки, изношенность ответственных поверхностей. Точность приспособления следует отнести к одной из составляющих, оказывающей влияние на погрешность обработки.

При обработке партии заготовок, имеющих отклонения формы и расположения поверхностей, погрешность положения заготовки в приспособлении необходимо определять с учетом ее расположения в пространстве. Следует учитывать, что положение инструмента фиксируется перед обработкой партии детали, следовательно, всякое изменение установочной базы заготовки относительно приспособления будет одновременно и изменением ее положения относительно инструмента, т. е. при различных положениях установочной базы могут быть получены различные размеры.

Определить и назначить точность приспособления можно расчетом размерной цепи технологической системы, отражающей роль каждого звена в достижении точности выдерживаемого параметра обрабатываемой заготовки. Параметры точности специального приспособления определяются аналитически исходя из заданных параметров обрабатываемой заготовки (допусков размеров, формы и расположения поверхностей). В технических расчетах на точность конкретного приспособления можно ограничиться упрощенными схемами расчета в выбранной плоскости.

В зависимости от назначения приспособления, условий его работы и характера выполняемой операции погрешность установки заготовки можно проводить по показателям, которые делят на статические и динамические. К статическим показателям относят погрешности, возникающие в момент установки и закрепления заготовки до начала обработки. Поэтому такие показатели точности определяются выбранной схемой, способом базирования заготовки, методом закрепления, силой зажима, жесткостью конструкции, точностью изготовления основных элементов и др. Большинство показателей носит вероятностный характер. К динамическим показателям относят погрешности, возникающие в приспособлении при резании. Поэтому они определяются силой резания, колебаниями системы и др. Динамическую точность можно характеризовать амплитудно-фазовой частотной характеристикой, передаточной функцией, формой колебаний, а также демпфирующими способностями приспособления.

Суммарная погрешность любого размера складывается из первичных погрешностей, которые принято делить на три группы:

- погрешности установки заготовки;
- погрешности настройки станка;
- погрешности обработки.
- ε_{v} *погрешность установки*, возникает в процессе установки заготовок в приспособлении.
- $\Delta_{_{\!\scriptscriptstyle H}}$ погрешность настройки, возникает в процессе установки режущего инструмента на

размер или регулировки упоров и копиров для автоматического получения размеров на станке.

 $\Delta_{\it oбp}$ - *погрешность обработки* — возникает непосредственно в процессе обработки. Вызывается:

- геометрической неточностью станка в ненагруженном состоянии;
- деформацией упругой технологической системы станок приспособление инструмент деталь под нагрузкой;
- износом и температурными деформациями режущего инструмента и другими причинами.

Если все эти погрешности сложить, то получится условие обеспечения заданной точности координирующего размера:

$$\mathcal{E}_{v} + \Delta_{u} + \Delta_{oon} \le IT \tag{3.1}$$

где *IT* – допуск на размер, выполняемый на данной операции (установке).

Доминирующее значение имеет погрешность установки ε_y . Погрешность установки возникает в следствие:

- не совмещения измерительной и технологической баз,
- неоднородности качества поверхностей заготовок,
- неточности изготовления и износа опор СП,
- нестабильности сил закрепления и др.

Составляющими погрешности установки ε_{y} являются:

 $\varepsilon_{_{\scriptscriptstyle 3}}$ - погрешность закрепления,

 \mathcal{E}_{np} - погрешность приспособления,

 $\varepsilon_{\scriptscriptstyle 6}$ - погрешность базирования.

Погрешность закрепления $\varepsilon_{_{3.0}}$ содержит как случайные составляющие погрешности, объединяемые в основную $\varepsilon_{_{3.0}}$, так и закономерно изменяющуюся систематическую погрешность $\varepsilon_{_{3.u}}$, связанную с изменением формы поверхности контакта установочного элемента в результате его износа под действием сил закрепления.

Погрешность приспособления ε_{np} может быть представлена несколькими составляющими, такими как:

- ε_{u} , закономерно изменяющейся систематической погрешностью, определяемой

прогрессирующим изнашиванием установочных элементов;

- $\varepsilon_{u.n}$, погрешность изготовления приспособления, зависит в основном от точности изготовления установочных деталей СП. Технологические возможности изготовления приспособлений позволяют установочные поверхности выполнять с точностью от 0 до 15 мкм, а для прецизионных приспособлений от 0 до 10 мкм;
- ε_c , закономерно изменяющейся систематической погрешностью, определяемой погрешностями установки и фиксации СП на станке. Погрешность установки и фиксации приспособления на столе или шпинделе станка ε_c , возникает в результате перемещений и перекосов корпуса приспособления на столе, планшайбе или шпинделе станка. В массовом производстве при однократном изменении СП на станке эту величину доводят до определенного минимума выверкой и считают постоянной в течение эксплуатации данного СП. В этом случае ε_c можно устранить настройкой станка. В серийном производстве, когда имеет место многократная периодическая смена СП на станках, ε_c превращается в некомпенсируемую случайную величину, изменяющуюся в определенных пределах.

Таким образом, систематические погрешности приспособления ε_{np} , включая систематическую погрешность $\varepsilon_{3,u}$, связанную с изменением формы поверхности контакта установочного элемента в результате его износа под действием сил закрепления, могут быть представлены в виде суммы систематических погрешностей:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_u^2 + \varepsilon_{u.n}^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{3.u}^2}$$
(3.2)

Одной из составляющих погрешностей установки является *погрешность базирования*. ε_{δ} - есть отклонение фактически достигнутого положения заготовки при установке в приспособление от требуемого. Погрешность базирования возникает в результате не совмещения базы заготовки с установочной поверхностью заготовки. В составе погрешностей установки *погрешность базирования* ε_{δ} является случайной погрешностью.

Каждая из составляющих случайной погрешности установки ε_{δ} , $\varepsilon_{3.0}$, представляет собой величину поля рассеяния случайных величин получаемого размера при данной установке, распределение которых подчиняется закону нормального распределения и находится путем суммирования составляющих по правилу квадратного корня, а погрешность приспособления имеет определенное направление в системе координат станка, тогда погрешность установки может быть представлена в виде:

$$\varepsilon_{v} = \sqrt{\varepsilon_{\tilde{o}}^{2} + \varepsilon_{3.o}^{2}} + \varepsilon_{np}^{2} \tag{3.3}$$

Если постоянные систематические погрешности, входящие в состав погрешности приспособления, такие как, изготовления — $\varepsilon_{u.n}$ и установки приспособления ε_c , можно полностью устранить соответствующей настройкой станка, и если систематическую погрешность $\varepsilon_{_{3.u}}$, связанную с изменением формы поверхности контакта и закономерно изменяющейся систематическую погрешность $\varepsilon_{_{u}}$, определяемую прогрессирующим изнашиванием установочных элементов можно регулярно компенсировать настройкой инструмента, то

$$\varepsilon_{y} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^{2} + \varepsilon_{3.o}^{2}} \tag{3.4}$$

Таким образом, погрешность приспособления ε_{np} может быть не связана с процессом установки заготовок в приспособлении, и при расчетах точности она часто учитывается отдельно, в то время как погрешность установки ε_{y} определяется суммированием погрешности базирования ε_{δ} , и основной погрешностью закрепления $\varepsilon_{s,o}$.

В свою очередь, основная погрешность закрепления $\varepsilon_{z,o}$ – это разность между наибольшей и наименьшей величинами проекций смещения измерительной базы на направление выполняемого размера в результате приложения к заготовке силы закрепления. Замыкание действующих сил закрепления происходит в следующей цепи: заготовка, установочные элементы, корпус приспособления. При закреплении заготовки возможно перемещение ее в результате упругих деформаций отдельных звеньев этой цепи, то есть возникновение погрешности закрепления $\varepsilon_{z,o}$. При достаточной жесткости корпуса приспособления и самой заготовки погрешности закрепления в основном зависят от перемещений в стыке заготовка – установочные элементы. Фактически происходит перемещение конструкторской и технологической базы. Если это перемещение для партии деталей постоянно, то оно учитывается при настройке положения приспособления или инструмента. Величина перемещения, то есть погрешность закрепления $\varepsilon_{z,o}$ зависит от величины силы зажима, шероховатости и физико-механических свойств прилегающих поверхностей.

При партии обрабатываемых деталей погрешность закрепления $\varepsilon_{_{3,o}}=0$, если смещение измерительной базы и велико, но постоянно, в этом случае координата середины поля рассеяния получаемых размеров может быть изменена наладкой станка. Однако на

погрешность закрепления наибольшее влияние оказывают следующие факторы:

- непостоянство силы закрепления;
- неоднородность шероховатости и волнистости базы;
- износ опор;
- конструкция приспособления;
- размеры и конфигурация заготовки, точности формы и качества ее базовых поверхностей;
- жесткость приспособления, от которой зависит деформация базовых поверхностей деталей и стыков, передающих силы резания и силы закрепления.

Деформациями жестких заготовок и корпуса приспособления под действием сил закрепления обычно пренебрегают.

Погрешности закрепления $\varepsilon_{_{3,o}}$ — вычисляют по формулам из справочника [1], в которых влияние перечисленных факторов учитывается коэффициентами.

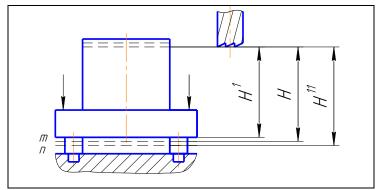


Рис. 3.1 – Схема появления погрешности закрепления

Допустим, что при настройке станка (рис. 3.1) на обработку партии заготовок и получение координирующего размера H фреза была установлена на размер H' при наименьшей контактной деформации в стыке заготовка — установочные элементы приспособления, т.е. при наименьшей осадке установочной базы, занявшей положение m.

Тогда у некоторых заготовок из партии под действием повышенных сил зажима установочная база получит большую осадку и займет положение n. Следовательно, номинальный размер H будет изменяться в пределах от H' до H''; величина поля рассеяния и будет погрешностью закрепления, т.е.

$$\varepsilon_{a} = H'' - H'$$
.

При настройке станка для автоматического получения заданной точности установка режущего инструмента на размер, а также регулировка положения упоров или копира производится от установочных поверхностей приспособления *до приложения к ним*

нагрузки. В результате все последующие сдвиги установочных поверхностей и неполное совмещение с ними баз деталей приводят к погрешности закрепления.

С другой стороны на точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки, которая не должна превышать допуска выполняемого размера.

Выражение для определения допуска IT может быть представлено в виде:

$$IT = \sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_u^2 + \varepsilon_y + 3\Delta_u^2 + 3\Delta_m^2} + \sum \Delta_{\phi}$$
 (3.5)

 Δ_y — погрешность вследствие упругих деформаций ТС (технологической системы) СПИЗ (станок, приспособление, инструмент, заготовка) под влиянием сил резания;

 Δ_{H} – погрешность настройки TC;

 $\varepsilon_{_{\scriptscriptstyle V}}$ – погрешность установки заготовки в приспособлении;

 $\Delta_{\scriptscriptstyle u}$ - погрешность от размерного износа инструмента;

 $\Delta_{\it m}$ – погрешность обработки, вызываемая тепловыми деформациями TC;

 $\Delta_{\phi}-$ суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности, обусловленная геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки.

По выражению (3.5) можно определить погрешность установки заготовки в приспособлении ε_v , принимая ее за допустимое значение погрешности установки [ε_v]:

$$\left[\varepsilon_{y}\right] = \sqrt{\left(IT - \sum \Delta_{\phi}\right)^{2} - \Delta_{y}^{2} - \Delta_{y}^{2} - 3\Delta_{u}^{2} - 3\Delta_{m}^{2}}$$
(3.6)

Учитывая выражения 3.5 и 3.6, можно получить выражение для определения погрешности приспособления:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\left(IT - \sum \Delta_{\phi}\right)^2 - \Delta_{y}^2 - \Delta_{\mu}^2 - \varepsilon_{\delta}^2 - \varepsilon_{3.o.}^2 - 3\Delta_{u}^2 - 3\Delta_{m}^2}$$
(3.7)

В связи со сложностью определения ряда величин, входящих в выражение (3.7), погрешность применения приспособления можно рассчитывать упрощенным способом с применение поправочных коэффициентов.

$$\varepsilon_{np} = IT - \kappa_m \sqrt{\left(\kappa_{m1} \varepsilon_{\delta}\right)^2 + \varepsilon_{3.o.}^2 + \left(\kappa_{m2} \omega\right)}$$
(3.8)

Где: κ_m - коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения: $\kappa_m = 1, 0...1, 2$;

 κ_{m1} - коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности

базирования при работе на настроенных станках:

 $\kappa_{m1} = 0,8...0,85$; κ_{m2} - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления; $\kappa_{m2} = 0,6...0,8$ (большее значение коэффициента принимается при меньшем количестве значимых величин, зависящих от приспособления).

Для принятой схемы установки должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{y} \leq \left[\varepsilon_{y}\right]$$
 (3.9)

Выражение 3.6 с учетом упрощений примет вид:

$$\left[\varepsilon_{y}\right] = \sqrt{IT^{2} - \left(\kappa_{m2}\omega\right)^{2}} \tag{3.10}$$

Допуск выполнения заданных размеров $\mathit{IT}_{\scriptscriptstyle L}$ может быть определен как:

$$IT_{L} = \sqrt{\varepsilon_{y}^{2} + \left(\kappa_{m2}\omega\right)^{2}},$$
(3.11)

где ω — средняя экономическая точность обработки на металлообрабатывающих станках. Под экономической точностью механической обработки подразумеваются средние значения отклонения деталей от номинала, получаемые в нормальных производственных условиях. Под нормальными производственными условиями понимается работа на исправном оборудовании, применение режущего инструмента и приспособлений надлежащего качества, соответствующая квалификация рабочего и др. Данные об экономической точности приведены в [4].

 $\kappa_{m2} = 0.5$ для размеров приспособления 8 квалитета точности и грубее;

 $\kappa_{m2} = 0.7$ для размеров приспособления 7квалитета точности и точнее;

Погрешности, зависящие от приспособления, рассчитываются в каждом конкретном случае по принятым схемам базирования, закрепления и обработки.

Найденное значение погрешности указывается на сборочном чертеже приспособления в качестве допуска расположения поверхностей или размера между поверхностями приспособления, контактирующими соответственно с заготовкой и станком, или записывается в технические требования на изготовление и эксплуатацию проектируемого приспособления.

Для принятого метода обработки и схемы установки заготовки ожидаемое расчетное значение допуска IT_L меньше заданного [IT_L]:

$$IT_L \leq [IT_L]$$

Таким образом, для расчета ожидаемой точности обработки заготовки в приспособлении

необходимо определить:

- погрешность базирования в зависимости от принятой схемы установки;
- погрешность закрепления, учитывая жесткость системы «станок приспособление инструмент»;
 - погрешности, вызываемые износом установочных элементов;
 - исполнительные размеры установочных элементов и допуски их расположения;
 - погрешности установки приспособления на станке.

В связи с изнашиванием установочных элементов в процессе эксплуатации приспособления в условиях серийного производства следует определить межремонтный период Π работы приспособления:

$$\Pi = \frac{12K[N]}{N_T},$$
(3.12)

где:

 N_{r} – годовая программа выпуска деталей;

[N]— допустимое число устанавливаемых заготовок до предельного износа установочных элементов;

K – коэффициент запаса (K = 0,8 – 0,85).

Допустимая величина износа определяется допустимой величиной погрешности износа $\left[\mathcal{E}_{u}\right]$. Величина $\left[\mathcal{E}_{u}\right]$ в предположении, что погрешности \mathcal{E}_{yc} и \mathcal{E}_{c} можно компенсировать настройкой станка, может быть определена как:

$$\left[\varepsilon_{u}\right] = IT_{L} - \omega - \sqrt{\varepsilon_{\delta}^{2} + \varepsilon_{3,o}^{2}}.$$
(3.13)

На практике при выборе схемы базирования необходимо определить величину допустимой погрешности базирования как части всей погрешности. Расчетная суммарная погрешность базирования в приспособлении сравнивается с допустимым отклонением на выполняемый координирующий размер, либо с допуском выполняемого размера обработки, поэтому для приближенного определения допустимой погрешности можно пользоваться формулой:

$$\varepsilon_{\text{fiden}} \le IT - \Delta - \omega \tag{3.14}$$

где $\varepsilon_{\rm fidon}$ – допустимая погрешность базирования;

IT – допуск на размер, либо допустимое отклонение на координирующий размер;

 Δ – суммарная погрешность (без погрешности базирования), определяемая для размера,

получаемого в данном переходе;

 ω – средняя экономическая точность выполняемой операции, определяемая по таблицам [4].

Действительная, или фактическая погрешность базирования может быть меньше или равна допустимой.

$$\mathcal{E}_{\text{бдейств.}} \leq \mathcal{E}_{\text{бдоп.}}$$

Поскольку погрешность базирования существенно влияет на точность выполнения заданных размеров при обработке заготовок, то при проектировании приспособления необходимо проводить выбор схемы базирования, исходя из величины возникающей погрешности. В свою очередь, выбор конструкции установочных элементов следует осуществлять на основании анализа схем базирования, точности выполняемых размеров и экономической целесообразности.

Ниже приводятся примеры возникновения и расчета погрешностей базирования и выбор на основании этого схемы установки заготовок в приспособлении. Следует обратить внимание на то, что расчет погрешностей ведется для партии деталей при условии метода автоматического получения размера.

3.2 Погрешность базирования как расчетный параметр точности приспособления

Погрешность базирования ε_{δ} - есть отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого, и определяется как предельное поле рассеяния расстояний между технологической и измерительной базами в направлении выдерживаемого размера. Приближенно, рассматривая смещение поверхностей только в одной плоскости, погрешность базирования ε_{δ} можно оценить разностью между наибольшим и наименьшим значениями указанного расстояния.

Величина погрешности базирования ε_{δ} зависит от принятой схемы базирования, точности выполнения базовых поверхностей заготовки и приспособления, а также на ее величину оказывают влияние отклонения формы и взаимного расположения баз. Значения ε_{δ} определяют соответствующими геометрическими расчетами или анализом расчетных цепей.

При выборе схемы базирования следует обращать внимание на расположение конструкторской и технологической баз, поскольку от этого зависит величина погрешности

базирования.

При базировании охватывающей поверхности (отверстие) на вал, при наличии зазора между заготовкой и установочным элементом также возникает погрешность базирования. Величина этой погрешности зависит не только от величины установочного зазора, но и от расположения конструкторской базы.

3.3 Погрешности базирования при установке заготовок плоской поверхностью по базовым плоскостям.

На рисунке 3.2 обрабатываемая заготовка силами P и P_1 прижимается к поверхностям приспособления 1 и 2. Боковая установочная база 1 приспособления совпадает с конструкторской базой заготовки для размера A. В этом случае погрешность базирования при выполнении размера A отсутствует: $\varepsilon_{6A}=0$.

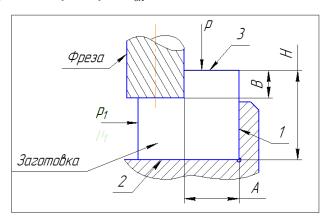


Рис. 3.2 – Схема установки, при которой появляется погрешность базирования

На этом же рисунке для размера B установочная база 2 не совпадает с конструкторской 3. Конструкторская база смещается в пределах допуска на размер H, т.е. погрешность базирования равна допуску на размер H:

$$\varepsilon_{\delta B} = IT_H$$
,

где IT_H . – допуск на размер H.

На рисунке 3.3 рассмотрены три возможных варианта установки заготовки по плоской поверхности заготовки при обработке плоскости цилиндрической фрезой, положение которой

при обработке остается неизменным. От выбора варианта установки зависит точность выполняемого размера и в конечном итоге конструкция приспособления.

На рис. 3.3~a установочная база (плоскость 1) является конструкторской. Погрешность базирования в этом случае равна нулю и не входит в суммарную погрешность получаемого при фрезеровании размера $30_{-0.25}$ мм.

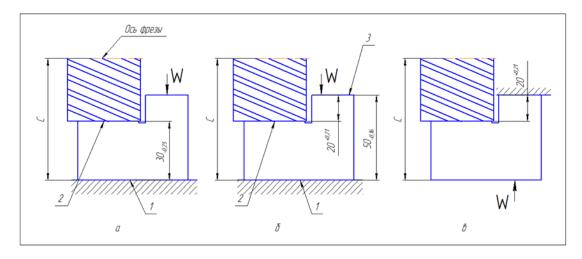


Рис. 3.3 – Схемы установки заготовки по плоскости

На рис. 3.3 б технологическая установочная база (плоскость 1) не совпадает с конструкторской (плоскость 3). В этом случае неизбежна погрешность базирования, значение которой легко определяется из следующих рассуждений. Учитывая, что положение фрезы остается неизменным при обработке партии заготовок, конструкторская база (плоскость 3) величину партии деталей будет колебаться на 0,16 MM относительно фрезы (допуск на размер 50 мм). Следовательно, допуск на размер 50 мм и будет погрешностью базирования ($\varepsilon_{\delta} = 0.16$ мм). Эта погрешность входит в суммарную погрешность получаемого при данной установке размера $20^{+0,21}$ мм. Тогда на погрешности обработки и настройки инструмента остается лишь 0.05 мм (0.21 - 0.16 = 0.05), что явно недостаточно.

Для выполнения размера $20^{+0.21}$ мм необходимо исключить погрешность базирования, выполнив установку по схеме см. рис. 3.5~e, или произвести перерасчет допусков. Для этого увеличить допуск на размер 20, что без согласования невозможно, либо уменьшить допуск на размер 50 и тем самым уменьшить погрешность базирования.

Расчет допуска на размер 50 мм следует выполнять путем отнимания от допуска на размер 20 (IT_{20}) принимаемых в этом направлении погрешностей, например настройки инструмента и экономической точности ($\Delta_{\rm H}=0.03$ мм, $\omega=0.1$ мм)

$$IT_{50} = \mathcal{E}_{\delta\partial on} \leq IT_{20} - \Delta - \omega \,; \qquad \qquad IT_{50} = 0.21 - 0.03 - 0.1 = 0.08 \; \mathrm{mm}.$$

Новый допуск в виде отклонений указывается технологом на операционном эскизе.

3.4 Погрешности базирования при установке заготовок наружной и внутренней цилиндрической поверхностью на отверстие, вал, плоскость, и призму

На рисунке 3.4 рассмотрен случай, когда *конструкторской базой является ось* заготовки (размер H задан от оси заготовки), и осуществляется базирование охватываемой поверхностью. В идеальном случае (рис. 3.3, a), оси заготовки I и оправки 2 совпадают.

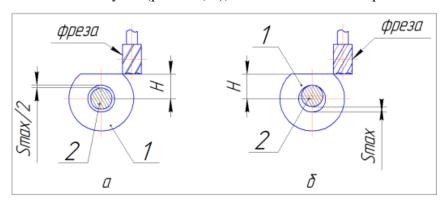


Рис. 3.4—Установка на цилиндрический палец конструкторская база – ось заготовки: а – оси заготовки 1 и оправки 2 совпадают; б – оси заготовки 1 и оправки 2 не совпадают

Благодаря имеющемуся зазору в этом соединении ось заготовки может быть смещена в ту или другую сторону на величину S_{\max} / 2 . В случае несовпадении осей вверх или вниз (рис. 3.3, δ), полное смещение может быть равно S_{\max} , следовательно, погрешность базирования – $\varepsilon_{\delta H}$ равна максимальному зазору — S_{\max} , то есть размер H может быть выполнен с точностью $\pm \frac{S_{\max}}{2}$.

На рисунке 3.5 рассмотрен случай, когда *конструкторской базой является нижняя* образующая заготовки (размер H задан от нижней образующей заготовки 1), и также осуществляется базирование охватываемой поверхностью.

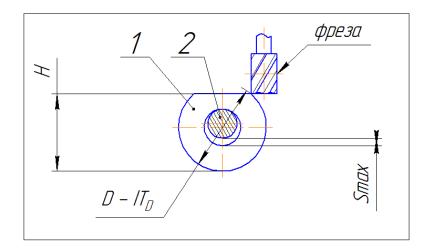


Рис. 3.5–Установка на цилиндрический палец (охватываемой поверхностью), конструкторская база – нижняя образующая цилиндра D. оси заготовки 1 и оправки 2 не совпадают

Если бы в сопряжении заготовки и оправки не было зазора (в случае применения самоцентрирующегося установочного механизма), то погрешность базирования размера H равнялась бы половине допуска IT_D . на размер D:

$$\varepsilon_{\delta H} = \frac{IT_D}{2}.$$

При наличии зазора погрешность размера H складывается из величины максимального зазора и половины допуска на размер D:

$$\varepsilon_{\delta H} = S_{\text{max}} + \frac{IT_D}{2}.$$

При установке заготовок по охватываемым или охватывающим поверхностям с гарантированным зазором погрешность базирования является основной составляющей погрешности обработки и обуславливается величиной зазора между технологической базой и установочным элементом. Максимально возможное значение зазора определяется по уравнению:

$$S_{\text{max}} = IT_D + S_{\text{min}} + IT_d$$

где IT_D – допуск базового отверстия;

 S_{min} – минимальный зазор в сопряжении;

 IT_d – допуск на размер установочного элемента.

На рисунке 3.6 показана схема установки вала на плоскость для фрезерования поперечного паза с различными конструкторскими базами исполнительного размера h.

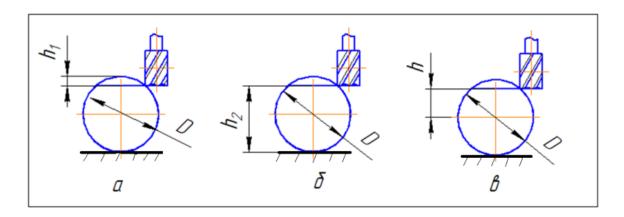


Рис. 3.6 – Схемы установки вала на плоскость для фрезерования поперечного паза

На рис. 3.6 a, конструкторской базой, связанной с обрабатываемой поверхностью размером h1, является верхняя образующая вала, следовательно, погрешность базирования при выполнении размера h1 равна допуску на установочный диаметр заготовки: $\varepsilon_{h1} = IT_D$.

На рис. 3.6 δ , конструкторской базой, связанной с обрабатываемой поверхностью размером h2, является нижняя образующая вала, то есть, конструкторская база совпадает с технологической. В этом случае погрешность базирования при выполнении размера h2 отсутствует: $\varepsilon_{h2} = 0$.

На рис. 3.6 ϵ , конструкторской базой, связанной с обрабатываемой поверхностью размером ϵ , является ось вала, следовательно, погрешность базирования при выполнении размера ϵ равна половине допуска на установочный диаметр заготовки: ϵ

Так как в 1 и 3 случаях конструкторская база не совпадает с технологической поверхностью, то для размеров h_1 и h неизбежны погрешности базирования, значения которых зависят от допуска IT_D на размер D устанавливаемых заготовок.

При установке вала на призму возникает погрешность базирования, которая зависит не только от положения конструкторской базы, а также и от угла призмы α . Эту зависимость можно определить с помощью эскиза поочередной установки вала в призму показанной на рисунке 3.7.

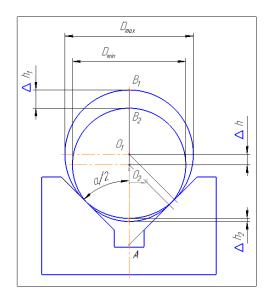


Рис. 3.7 – Схема установки вала на призму для расчета погрешности базирования

Для рассмотрения величины погрешности из партии заготовок следует выбрать два вала. Один с наибольшим предельным диаметром D_{\max} , другой с наименьшим предельным диаметром D_{\min} . Далее необходимо последовательно рассчитать:

- расстояние между верхними образующими валов; $\Delta h1$
- расстояние между нижними образующими валов; $\Delta h2$
- расстояние между их осями; Δh

Эти расстояния и будут погрешностями базирования соответствующих размеров при установках заготовок в призму с различными конструкторскими базами исполнительного размера h, показанными на рис. 3.8.

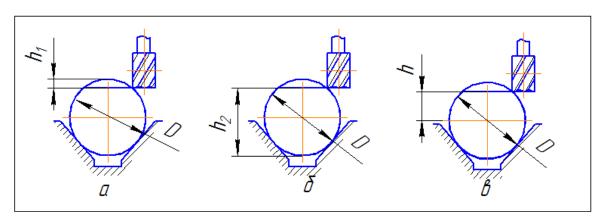


Рис. 3.8 – Схемы установки вала на призму для фрезерования поперечного паза Из геометрических построений находим:

$$\varepsilon_{h_1} = \Delta h_1 = AB_1 - AB_2 = \left(\frac{D_{\text{max}}}{2} + \frac{D_{\text{max}}}{2\sin\alpha/2}\right) - \left(\frac{D_{\text{min}}}{2} + \frac{D_{\text{min}}}{2\sin\alpha/2}\right) =$$

$$\frac{\left(D_{\max} - D_{\min}\right)\left(1 + \sin\alpha/2\right)}{2\sin\alpha/2} = \frac{\delta_D\left(1 + \sin\alpha/2\right)}{2\sin\alpha/2} = k_1\delta_D$$

Аналогично:

$$\varepsilon_{h2} = \Delta h_2 = \frac{\delta_D \left(1 - \sin \alpha / 2 \right)}{2 \sin \alpha / 2} = k_2 \delta_D$$

$$\varepsilon_h = \Delta h = \frac{\delta_D}{2\sin\alpha/2} = k\delta_D$$

В этих формулах:

$$k_1 = \frac{\left(1 + \sin \alpha / 2\right)}{2\sin \alpha / 2}; \qquad k_2 = \frac{\delta_D \left(1 - \sin \alpha / 2\right)}{2\sin \alpha / 2}; \qquad k = \frac{1}{2\sin \alpha / 2};$$

$$\varepsilon_{h1} = K_1 I T_D; \quad \varepsilon_{h2} = K_2 I T_D; \quad \varepsilon_h = K I T_D;$$

$$arepsilon_{h1}=1,21IT_{D}; \quad arepsilon_{h2}=0,21IT_{D}; \quad arepsilon_{h}=0,71IT_{D}; \quad \mbox{при угле } 90^{\circ}$$

При различных значениях угла α призмы получим числовые значения коэффициентов k, приведенные в таблице 3.1:

Таблица 3.1 Значения коэффициента *k*

Vaadahuunan	Углы призмы α в градусах						
Коэффициенты	60	90	120	180			
k	1,0	0,7	0,58	0,5			
k1	1,5	1,21	1,07	1,0			
k2	0,5	0,21	0,08	0,0			

Установку заготовки типа вала можно выполнить разными способами, используя в качестве установочных поверхностей плоскости, цилиндрические охватываемые и охватывающие поверхности, а также самоцентрирующиеся устройства.

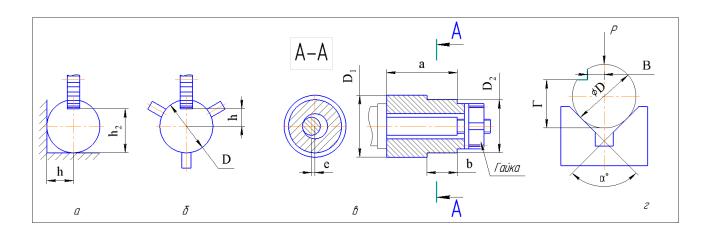


Рис. 3.9 – Способы установки вала в приспособлении: a – вал прилегает к двум плоскостям; б – вал закреплен в 3-х кулачковом патроне; b – вал установлен в жесткую оправку; r – вал установлен в призму

В каждом случае необходимо определять величину возникающей погрешности установки. В качестве примера на рисунке 3.9 рассмотрены следующие способы установки вала:

- рис. 3.9, a, вал прилегает своими образующими к двум плоскостям. Погрешность установки при выполнении размера h_2 равна нулю $\varepsilon_{h2} = 0$, так как конструкторская база совпадает с технологической; погрешность установки при выполнении размера h, то есть отклонение от симметрии, равна половине допуска на диаметр вала $\varepsilon_h = 0.5 IT_D$, где IT_D допуск на диаметр вала.
- рис. 3.9, δ изображен вал, который установлен и закреплен в кулачках патрона. Конструкторской базой является ось вала. Так как ось вала совпадает с осью патрона, то конструкторская и установочная базы тоже совпадают $\varepsilon_h = 0$. Если бы размер h был задан от образующей вала, то $\varepsilon_h = 0,5IT_D$.
- рис. 3.9, s втулка установлена на жесткую оправку для обработки диаметров D_1 и D_2 соосных с базовым отверстием, и получения уступов (размеры a и δ). Технологической базой заготовки является ось отверстия и левый торец, а установочной базой оправки ось оправки и опорная плоскость. При выполнении размеров a и δ погрешность установки равна нулю (совпадение конструкторской и технологической базы). Отклонение оси диаметров D_1 и D_2 от оси базового отверстия (соосность) будет зависеть от величины зазора в соединении (погрешность установки). При наличии зазора ось отверстия заготовки может смещаться относительно оси оправки на величину эксцентриситета (e), равного половине зазора. В результате

этого смещения возникает погрешность базирования в виде биения наружной поверхности относительно внутренней, равная двум эксцентриситетам. Следует предположить худший случай, когда в сопряжении *имеется* максимальный зазор $S_{\max} = 2e$, тогда получим:

$$\varepsilon_{D2} = \varepsilon_{D1} = S_{\max} = S_{\min} + IT_o + IT_e,$$

где ε_{D2} и ε_{D1} – биение (погрешность)

 S_{\min} — минимальный зазор

 $IT_{o}, IT_{e},$ –допуски на диаметр отверстия и оправки.

При установке заготовки в приспособление с натягом (зазор в соединении отсутствует) погрешности базирования в радиальном направлении исключаются.

 рис. 3.9, г вал установлен на призму для получения размеров В и Г. Технологическая база — ось призмы совпадает с конструкторской базой (размер В), следовательно погрешность выполнения размера В равна нулю. На точность выполнения размера Г оказывает влияние допуск базового диаметра и угол призмы.

3.5 Установка заготовок по центровым отверстиям

Установка и закрепление заготовок типа вала на токарном станке производится по центровым отверстиям с помощью переднего и заднего центра (рис. 3.10). На рисунке 3.10, a установка и закрепление заготовки выполнено в жестких центрах. При базировании заготовки по торцу (рис. 3.10, δ), чтобы обеспечить выполнение размера L, необходимо применение плавающего центра 2, установленного в шпинделе токарного станка. Штифт 1 не позволяет заготовке проворачиваться во время обработки.

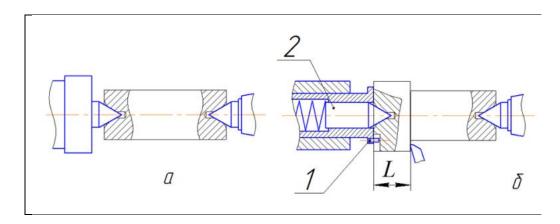


Рис. 3.10 – Схема установки заготовок по центровым отверстиям: а – установка в жестких центрах; б – установка с плавающим центром

Данная схема установки заготовок используется на токарных, шлифовальных, зубообрабатывающих и др. станках. Установочными элементами в этих случаях являются центра. Передний центр, установленный в шпинделе станка, вращается синхронно с деталью. Задние жесткие центры, установленные в пиноле задней бабки, неподвижны в процессе обработки. При необходимости, применяются вращающиеся задние центры.

Имеется несколько разновидностей центровых отверстий представленных в ГОСТ 14034-74, там же приведены сведения об их применении. На рисунке 3.11 представлены наиболее часто применяемые формы центровых отверстий, которые предварительно выполняются в обрабатываемой заготовке. Согласно ГОСТ 2.109 – 73 центровые отверстия на чертеже не изображают и в технических требованиях не помещают никаких указаний, если наличие отверстий конструктивно безразлично. Выбор формы центрового отверстия зависит от точности выполняемой операции, например форма «R» применяется в случаях, когда требуется повышенная точность обработки. Отверстия формы «В» применяются в случаях, когда центровые отверстия являются базой для многократного использования, а также в случаях, когда центровые отверстия сохраняются в готовых изделиях. Отверстия формы «А» применяются в случаях, когда после обработки необходимость в центровых отверстиях отпадает. Размеры центровых отверстий зависят в основном от массы обрабатываемой заготовки.

Рабочая поверхность центров, показанная на рис.3.11, может быть гладкой (рис.3.11, a), срезанной (рис.3.11, δ), с ленточками (рис.3.11, ϵ).

К центрам предъявляются повышенные требования к твердости и износостойкости, поэтому они изготавливаются из стали марок У10 или 40X с последующей термообработкой. На рисунке 3.11, *а* рабочая поверхность центра выполнена из твердого сплава ВКЗ либо ВК4.

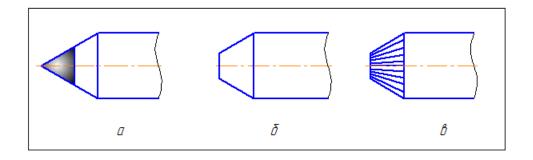


Рис. 3.11 – Виды рабочих поверхностей центров: а – гладкая; б – срезанная, в – с ленточками

Данный тип установки широко используется при чистовой обработке и поэтому важно обеспечить минимальную погрешность от установочных центров.

Погрешность ε появляется вследствие того, что изменяется диаметр центрового отверстия в пределах допуска на его изготовление (рис. 3.12, a):

$$\varepsilon = S = \frac{IT_{du}}{tg\alpha/2},$$

где IT_{du} — допуск на изготовление центрового отверстия,

 α – угол конуса центра равный 60°;

Данную погрешность можно свести к минимуму, применив плавающий центр и опорное кольцо (рис. $3.12, \delta$).

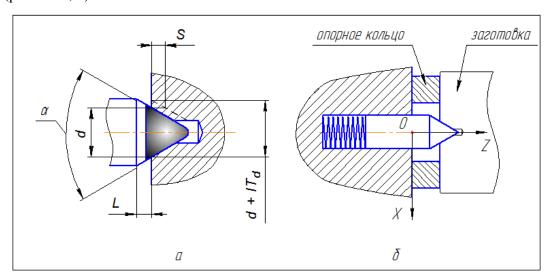


Рис. 3.12 – Установка в центрах: а – жесткий центр; б – плавающий центр с опорным кольцом

Появление погрешности возможно также за счет несоосности центровых отверстий. При установке заготовки возникает кромочное касание центров с отверстиями, в результате чего кромки сминаются и интенсивно изнашиваются, что также приводит к возникновению погрешности.

Обработке центровых отверстий уделяется самое серьезное внимание: сверление отверстий производится сверлами повышенной точности, изготовленными из качественной, быстрорежущей стали или твердого сплава.

После термообработки отверстия шлифуются, а перед чистовым шлифованием поверхностей заготовки тщательно притираются.

В процессе установки заготовки возможны упругие деформации в контакте центр – заготовка, что следует учитывать при выполнении особо точных операций.

Для повышения износостойкости центровых отверстий применяют метод обжатия твердосплавным центром.

На шлифовальных станках должна применяться смазка.

3.6 Дополнительные схемы установки заготовки и их анализ

При проектировании технологической оснастки для выполнения операции обработки приводится анализ условий установки, при котором уточняют:

- технологические и измерительные базы,
- их размеры и точность выполнения
- схему закрепления
- место приложения, величину и нестабильность силы закрепления.

Если, технологическая и измерительная базы не совмещены, то на основе геометрических связей проводят расчет погрешностей базирования, предварительно установив размеры, точность И взаимное положение установочных элементов приспособления. После определения погрешности закрепления и погрешности, вызываемой неточностью приспособления, находят погрешность установки. При анализе схемы установки выявляются и другие варианты ее выполнения, целесообразные с точки зрения повышения точности обработки и упрощения конструкции приспособления. Рассмотренные выше схемы установки заготовок являются типичными. Кроме них имеется много других, реже применяемых. В качестве технологических баз используется различное сочетание элементарных поверхностей заготовки. На рисунке 2.41 показаны примеры установки специальных деталей. Жирными линиями обозначены обрабатываемые поверхности; цифрами поверхности, используемые в качестве технологических баз; стрелками – места приложения силы зажима Q; размеры с допуском IT, выдерживаемые при обработке – A._{IT}.

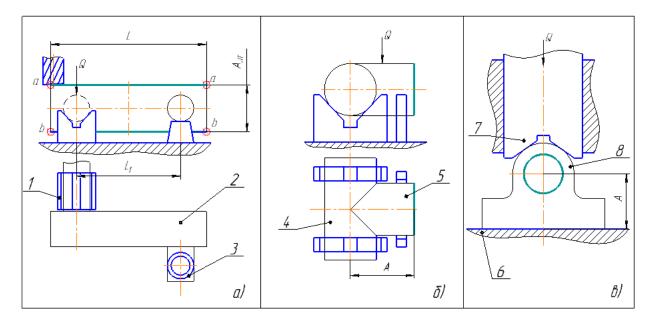


Рис. 3.13 – Схемы установки заготовок: а – кривошипа; б – тройника; в – корпуса подшипника

На рис. 3.13, a представлена схема установки кривошипа с переустановкой для выполнения размера А. При последовательной обработке противолежащих плоскостей a—a и b—b установку заготовки производят по цилиндрической поверхности шейки I, и цилиндрической поверхности шейки a (плоскость a—a обрабатывают после переустановки). При обработке нужно выдержать требование параллельности плоскостей a—a и b—b в пределах допуска a0 на размер a1 и симметричность их относительно средней плоскости детали.

При наличии допуска IT_1 на диаметры шеек 1 и 3 их оси не занимают определенного положения по высоте. Пределы изменения положения по высоте осей шеек 1 и 3:

$$\Delta h_{\rm l} = \frac{IT_{\rm l}}{2\sin\frac{lpha}{2}};$$
 $\Delta h_{\rm l} = \frac{IT_{\rm l}}{2};$ где $lpha$ – угол призмы;

Угол наклона осевой плоскости изменяется в пределах \pm β . Значение β находим из соотношения:

$$\sin \beta \approx \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2L_1} = \frac{IT_1}{4L_1} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

Угол между обработанными плоскостями шеек изменяется от 0 до 2β , причем вершина угла может находиться на разных сторонах детали. Значение β возрастает при учете

контактных деформаций и износа опор приспособления. Пригодность этой схемы установки определяется выполнением условия $2\beta \leq \gamma$, где угол γ определяют из отношения $\sin \gamma \approx IT_A/L$. При малых размерах кривошипа шейку I можно закрепить в самоцентрирующем устройстве, а шейку S поджимать боковой призмой в горизонтальной плоскости. В этом случае независимо от допуска на диаметр шеек S = S

Установка тройника (рис. 2.13, *б*) при подрезке торца и растачивании отверстия осуществляется по наружным цилиндрическим поверхностям *4* и *5* в призмы.

Согласно схеме погрешность базирования и погрешность закрепления для размера A равны нулю. Если растачиваемое отверстие должно быть соосно с внешней поверхностью заготовки, то эта схема не пригодна. Величина наибольшего отклонения от соосности:

$$e_1 = \frac{IT}{2\sin\alpha};$$

Если допустимое смещение равно e, то условие пригодности схемы выразится неравенством:

$$e_1 \leq e$$
;

Корпус подшипника при растачивании отверстия устанавливают по нижней плоскости 6 с центрированием по наружной цилиндрической поверхности 8 призматическим зажимающим элементом 9 с точками касания 7 (рис.13, 6).

Эта схема позволяет точно выдержать размер A, но не обеспечивает требования соосности детали в вертикальной плоскости; так как оси отверстия и внешнего контура могут не совпадать. Требование соосности удовлетворяется базированием детали по внешней цилиндрической поверхности при растачивании с последующей обработкой плоскости 6 для выдерживания размера A от отверстия.

Приведенные примеры показывают, что сочетаний элементарных поверхностей (плоскостей, наружных и внутренних цилиндрических, сферических и других), используемых в качестве технологических баз, может быть различным. Количество этих сочетаний, т. е. число возможных частных установочных схем, весьма велико. В каждом случае необходим анализ соответствия принятой схемы установки заданным требованиям точности обработки.

3.7 Основные этапы расчета приспособления на точность

На первом этапе расчета приспособления на точность необходимо выбрать один или

несколько расчетных факторов приспособления, которые оказывают влияние на положение заготовки и точность ее обработки. Далее следует определить расчетные параметры, вызванные этими факторами.

На следующем этапе, зная расчетные параметры, можно определить требуемую точность изготовления приспособления.

Полученный допуск изготовления приспособления следует распределить на допуски составляющих звеньев размерной цепи, что позволит составить технические требования для сборочного чертежа спроектированного приспособления.

Выбор расчетных параметров осуществляется в результате анализа принятых схем базирования и закрепления заготовки в приспособлении, а также точности обеспечиваемых обработкой размеров.

Приспособление считается на точность по одному параметру в случае, если при обработке заготовки размеры выполняются в одном направлении, и по нескольким параметрам, если на заготовке выполняются размеры в нескольких направлениях. Направление расчетного параметра приспособления должно совпадать с направлением выполняемого размера при обработке заготовки. При получении на обрабатываемой заготовке размеров в нескольких направлениях приспособление можно рассчитывать только по одному параметру в направлении наиболее точного по допуску и наиболее ответственного по чертежу детали размера.

Расчетный параметр должен *связывать* по точности относительного положения *поверхности приспособления*, контактирующие с заготовкой и со станком. Другими словами, расчетный параметр должен связывать вспомогательную базу приспособления с базой заготовки.

Рассмотрим *выбор расчетных параметров* при расчете точности приспособления в трех случаях на примере приспособлений изображенных на рисунках 3.14, 3.15, 3.16.

В первом случае (рис. 3.14) обрабатываемая заготовка устанавливается на установочные пальцы 1 фрезерного приспособления. Обработка плоской поверхности заготовки в размер (a) с допуском IT_a производится фрезой.

Заготовка базовой поверхностью B контактирует с установочными пальцами 1 приспособления. В свою очередь приспособление опорной поверхностью A корпуса 2 контактирует со столом фрезерного станка.

В качестве расчетного параметра точности приспособления следует принять допуск параллельности «к» плоскости поверхности образованной установочными пальцами

относительно плоскости поверхности A корпуса приспособления, поскольку допуск «IT» конструктивно заданного размера E между этими поверхностями, совпадает с направлением выполняемого при обработке заготовки размера и определяет точность относительного положения рабочей поверхности установочных элементов 1 и поверхности корпуса приспособления 2, контактирующей со станком (поверхность A).

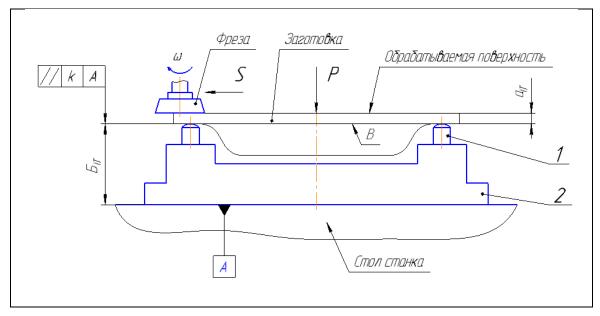


Рисунок 3.14 Приспособление фрезерное

Во втором случае (рис. 3.15) обрабатываемая заготовка базами B и Γ прилегает к установочным поверхностям пластин 2 корпуса фрезерного приспособления I. Корпус I приспособления контактирует со столом фрезерного станка плоскостью \mathcal{A} . Его положение относительно I-образных пазов стола обеспечивается направляющими шпонками I-а заготовка обрабатывается по поверхностям I-а I-а I-а размеры I-а I-а обрабатывается по поверхностей I-а и I-а обрабатываемых поверхностей I-а I-а обрабатываемых поверхностей I-а I-а обрабатываемых поверхностей I-а обрабатываемых поверхностей I-а обрабатываемых поверхностей I-а обрабатываемых положение рабочих поверхностей установочных пластин I-а относительно поверхностей, контактирующих с поверхностями стола станка и определяющих положение приспособления на станке.

В качестве расчетных в этом случае следует выбрать два параметра: допуск параллельности плоскости Γ установочных пластин 2 относительно базы $\mathcal L$ корпуса приспособления и допуск параллельности плоскости B установочной пластины 2 и базы E направляющих шпонок 3 корпуса. В случае, если $ITa > IT_{\delta}$, т.е. допуск Γ более жесткий,

расчет приспособления следует вести по одному параметру - допуску параллельности плоскости Γ установочных пластин 2 относительно базы $\mathcal I$ корпуса приспособления.

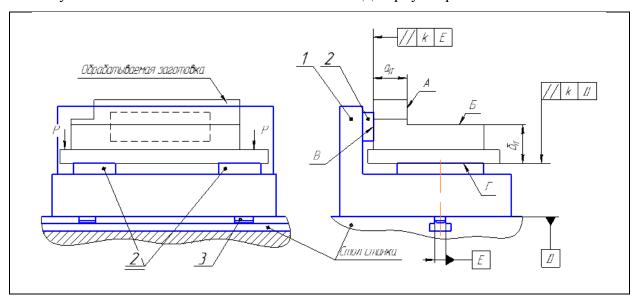


Рисунок 3.15 Приспособление фрезерное

В третьем случае заготовка 3 (рис. 3.16) устанавливается в токарное приспособление для растачивания отверстий диаметром d_1 , d_2 и обработки торцов E и \mathcal{K} с обеспечением размеров l и k с допусками соответственно IT_l и IT_k .

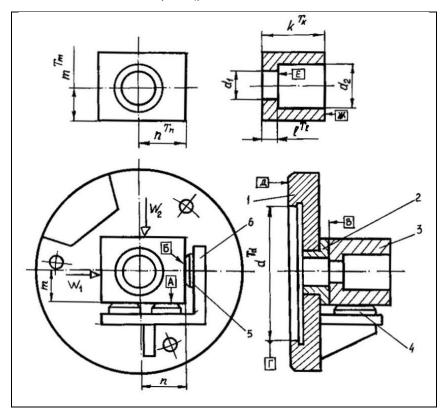


Рисунок 3.16 Приспособление для токарной обработки

Установочными элементами приспособления являются опорные пластины 4 u 5, установленные на угольнике 6, и втулка 2. Угольник 6 и втулка 2 размещены в корпусе 1 приспособления, который выточкой Γ и плоскостью $\mathcal L$ соединяется с планшайбой шпинделя токарного станка. В данном случае в качестве расчетных можно принять три параметра:

- допуск расстояния между рабочей поверхностью A установочных элементов 4 и осью поверхности Γ ;
- допуск расстояния между рабочей поверхностью E установочного элемента E и осью поверхности E;
- допуск параллельности торца втулки 2 относительно плоскости установочной поверхности корпуса $\mathcal I$ приспособления.

По первым двум параметрам можно выполнить один расчет по одному допуску в случае равенства допусков IT_n и IT_m на размеры n и m или по наименьшему допуску в случае, если один из допусков по значению меньше другого. Третий параметр следует рассчитывать по наиболее жесткому допуску размеров k и l. На чертеже приспособления следует указать допуск перпендикулярности поверхностей A и B установочных элементов.

В четвертом случае на рис. 3.17 показана оправка с установочно-зажимными элементами в виде тарельчатых пружин.

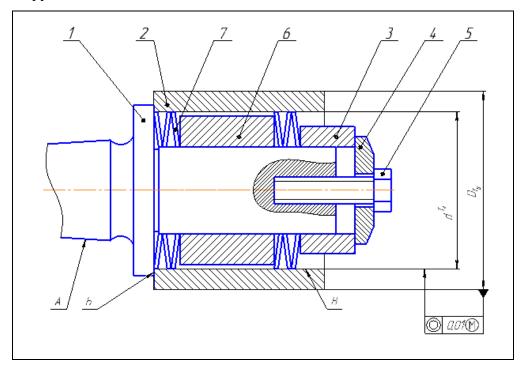


Рисунок 3.17. Обработка на самоцентрирующей оправке

Заготовка 2 устанавливается на наружную поверхность B тарельчатых пружин 7 по

отверстию диаметром d и закрепляется закручиванием болта 5 в корпус 1. При этом через детали 3, 4 и 6 осевая сила от винта 5 передается на пружины 7, которые оказываются зажатыми между двумя параллельными поверхностями и деформируются, а заготовка базируется и закрепляется на оправке. После обтачивания наружной поверхности диаметром D заготовка при откручивании винта 5 свободно снимается с пружин 7. Исходной величиной для расчета приспособления на точность является допуск соосности (допустимый эксцентриситет) осей отверстия диаметром d и наружной поверхности диаметром d, т.е. допустимое смещение осей этих поверхностей заготовки в радиальном направлении.

За расчетный параметр следует принять отклонение от соосности (эксцентриситет) установочной поверхности A корпуса (оси конуса) приспособления и цилиндрической наружной поверхности B тарельчатых пружин 7. От эксцентриситета осей поверхностей A и B будет зависеть точность изготовления детали по относительному расположению цилиндрических поверхностей.

Подобным образом выбирают расчетные параметры приспособлений, в которых установочные элементы одновременно являются зажимными (цанговые и трехкулачковые патроны, устройства со сдвигающимися призмами и др.).

Одним из последних этапов расчета приспособления на точность является этап разбивки допуска изготовления приспособления в сборе на допуски размеров деталей, являющихся звеньями сборочной размерной цепи приспособления. И в заключении составляются технические требования сборочного чертежа спроектированного приспособления.

Вопросы

- 1. Что такое точность изделий и что принимается за меру точности детали, какие показатели точности установлены стандартами?
- 2. Какие факторы, связанные с приспособлениями, влияют на точность обработки партии заготовок?
 - 3. Каким образом можно определить и назначить точность приспособления?
- 4.По каким показателям определяется погрешность установки заготовок в приспособление, чем определяются показатели точности?
 - 5. Из каких погрешностей складывается суммарная погрешность любого размера?
- 6. Какая погрешность является доминирующей, вследствие чего она возникает и ее составляющие?
 - 7. Каково условие обеспечения заданной точности координирующего размера?

- 8. Каковы особенности погрешности закрепления, факторы, оказывающие влияние на погрешность закрепления?
 - 9. Каковы составляющие погрешности приспособления?
 - 10. Что такое погрешность базирования?
- 11. Как может быть определен допуск заданных размеров с учетом экономической точности?
 - 12. Как определить межремонтный период работы приспособления?
 - 13. Как определить допустимую величину износа?
- 14. Как схема установки заготовки влияет на погрешность базирования (пример с призматической деталью)?
- 15. От каких параметров зависит погрешность базирования охватываемой и охватывающей поверхностей?
- 16. От чего зависит точность выполняемого размера и конструкция приспособления?
- 17. От каких параметров зависит погрешность базирования при установке заготовок по наружной цилиндрической поверхности на плоскость, на призму?
- 18. Каковы особенности установки заготовок в центровые отверстия, погрешности установки?
- 19. Какие параметры следует учитывать при анализе условий установки сложных заготовок?
- 20. Что оказывает влияние на положение заготовки и точность ее обработки, расчетные параметры приспособления? Из каких этапов состоит расчет приспособлений на точность? Показать на примерах.

ГЛАВА 4 - НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ

4.1 Назначение зажимных механизмов

Определив схему базирования и расположение установочных элементов, намечают схему закрепления детали. Закрепление детали необходимо для того, чтобы обеспечить надежный контакт заготовки с установочными элементами, устранить возможность смещения и вибрации заготовки относительно их под действием сил, возникающих в процессе обработки.

Зажимными называются механизмы, обеспечивающие закрепление детали или заготовки на металлорежущем станке.

К зажимным механизмам, исходя из их назначения, предъявляют следующие требования:

- 1. При зажиме не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое при базировании.
- 2. Силы закрепления должны соответствовать силам резания. При обработке массивных заготовок установленных консольно или с наклоном силам тяжести. При обработке с резким торможением, реверсом или в быстровращающихся станочных приспособлениях силам инерции. Предпочтительно применение самотормозящих зажимных приспособлений.
- 3. Зажим не должен вызывать деформацию закрепляемых заготовок и порчи их поверхностей.
- 4. Сила зажима $P_{_{3}}$ должна быть минимально необходимой, но достаточной для надежного удержания заготовки в процессе обработки.
- 5. Силы резания R по возможности не должны восприниматься непосредственно зажимными элементами, а должны быть направлены на прижатие заготовки к установочным элементам приспособления;
- 6. Сокращение вспомогательного времени, и повышение производительности труда достигается минимальным временем срабатывания зажимного механизма, которое обеспечивает быстродействующий привод. Зажимной механизм должен быть простым по конструкции, максимально удобным и безопасным в работе. Закрепление и открепление заготовок должно быть с минимальной затратой сил и времени, обеспечивать равномерный

зажим заготовок особенно в многоместных приспособлениях.

- 7. Для повышения точности обработки предпочтительны устройства, обеспечивающие постоянную силу зажима, что уменьшает погрешность закрепления. При изготовлении точных деталей необходимо избегать чрезмерных сил закрепления, вызывающих большие деформации заготовок или повреждения их поверхностей.
- 8. Зажимные механизмы должны быть надежны в работе, просты по конструкции, удобны в обслуживании.

При ручном приводе конструкция зажимного устройства должна соответствовать требованиям эргономики, сила на рукоятке не должна превышать 145 - 195 H, в смену должно быть не более 750 закреплений. Значения моментов, развиваемых рукой на рукоятках различных конструкций и размеров, приведены в таблице 6, стр. 390, [1]. Например, винтом с накатанной головкой диаметром 40 мм можно создать момент M_{3p} равный $235 H \cdot MM$ (момент M_{3p} вычислен исходя из условий эргономики).

Средняя продолжительность закрепления заготовок различными зажимными устройствами:

- в 3-х кулачковом патроне ключом 4 сек;
- одним винтовым зажимом (ключом) 4,5 сек;
- штурвалом 2,5 сек;
- поворотом рычага 2,5 сек;
- маховичком 2,5 сек;
- поворотом рукоятки пневмо или гидрокрана 1,5 сек.

При введении дополнительных зажимных устройств необходимо увеличение жесткости технологической системы.

В некоторых случаях зажимные устройства используют для обеспечения правильной установки с прижатием по базовым поверхностям и центрирования, выполняя помимо закрепления заготовки во время обработки, функцию центрирующих и установочных устройств. На рисунке 4.1~a, δ деталь поз. 2, являясь центрирующей и установочной, служит для закрепления обрабатываемой заготовки.

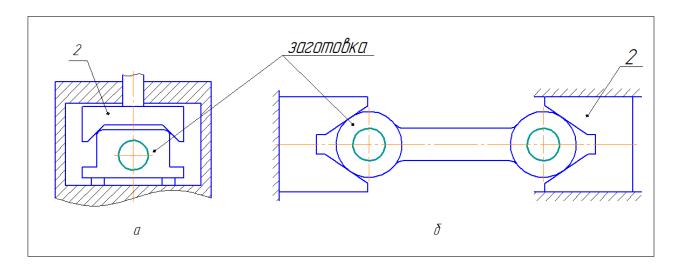


Рис. 4.1 – Зажимные устройства, выполняющие функцию центрирования: а – центрирование призматической заготовки; б - центрирование цилиндрической заготовки

Необходимость закрепления заготовки отпадает, если ее масса велика, а силы резания малы, например, при сверлении мелких отверстий в тяжелой станине.

Определение силы зажима P_3 заготовки производится в результате решения задач статики на равновесие заготовки под действием системы внешних сил и сил закрепления.

К внешним силам, действующим на заготовку, относятся:

1. Составляющие силы резания R, которые по величине, направлению и месту приложения являются переменными факторами. При неустановившемся режиме, (врезании или выходе режущего инструмента) сила резания возрастает от нуля до максимума и уменьшается от максимума до нуля. При установившемся режиме она также не постоянна. Амплитуда колебаний силы резания в этом случае достигает 0,1 ее номинальной величины. Точка приложения силы резания в процессе обработки непрерывно перемещается по обрабатываемой поверхности, поэтому сила резания имеет динамический характер. При обработке прерывистых поверхностей динамичность резания еще больше возрастает. При затуплении инструмента сила резания увеличивается на 10...15% и более. Сила резания увеличивается с увеличением глубины резания. При малой глубине резания (менее 2,5мм) заготовка прижимается этой силой вниз, при большей глубине – отжимается вверх. При расчете следует принимать наихудший случай действия сил. Примеры эпюр сил и моментов, возникающих при сверлении отверстия (рис. 4.2, а), и фрезерования плоскости (рис. 4.2, а), подтверждают сказанное.

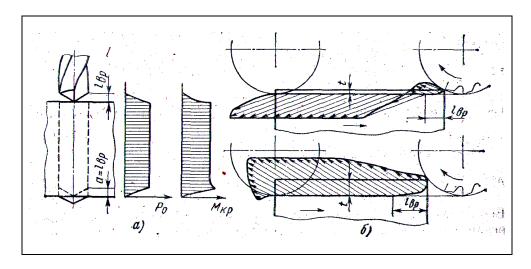


Рис. 4.2. Эпюры:

- а осевых сил и моментов при сверлении сквозного отверстия; б равнодействующей силы при фрезеровании; $L_{\rm вр}$ путь врезания сверла; t глубина резания
- 2. Объемные силы, к которым относятся центробежные и инерционные силы, а также силы тяжести заготовки. Данные силы возникают при определенных условиях обработки. Центробежные силы возникают в процессе обработки при смещении центра тяжести заготовки относительно ее оси вращения, по величине сопоставимы с силами резания при чистовой обработке. При чистовом точении наблюдается ослабление силы затяжки кулачков под действием центробежной силы на 10%. Инерционные силы возникают и имеют значение, когда заготовка совершает возвратно-поступательное движение или вращается с большими ускорениями (например, при торможении шпинделя). Силу тяжести учитывают при установке на вертикальные или наклонно расположенные элементы, она создает различные условия закрепления, если обработка ведется в поворотных приспособлениях.
- 3. Силы второстепенного и случайного характера возникают, например, при отводе режущего инструмента (сверла).
- 4. Силы трения и реакции опор. Коэффициенты трения между заготовкой, опорами и зажимным механизмом станочного приспособления зависят от контактируемых поверхностей.

При контакте обработанных поверхностей заготовки с опорами и зажимным механизмом приспособления, а также при закреплении в кулачковом или в цанговом патроне с гладкими губками – коэффициент трения f равен 0,16.

При контакте необработанных заготовок (отливок, поковок) с опорами в виде постоянных опор (штырей) со сферической головкой — коэффициент трения f колеблется в пределах от 0.2 до 0.25.

При контакте заготовок с зажимным механизмом и опорами, имеющими рифления, и при больших силах взаимодействия – коэффициент трения f колеблется в пределах от 0,7 до 1,0.

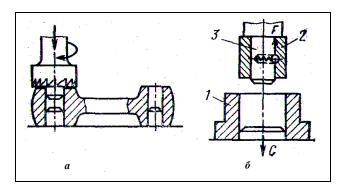


Рис. 4.3 – Установка заготовки без закрепления: а – при обработке торца; б – при сборке

Необходимость крепления заготовки отпадает, если ее масса велика, а силы резания малы, например, сверление мелких отверстий в тяжелой станине.

На рисунке 4.3, a, при чистовом фрезеровании торца заготовки нет необходимости ее закреплять, так как силы, возникающие при обработке, прижимают массивную заготовку к установочным элементам.

Действие силы трения при выполнении операции сборки показан на рисунке 4.3, δ . При установке втулки 2 на штоке 3 для запрессовки во втулку 1 достаточно поставить на шток подпружиненный шарик, чтобы втулка 3 удерживалась на штоке 3, для этого должно выполняться условие:

$$G - F \leq F_{nn}$$

где F – сила тяжести детали 2;

G – сила трения на поверхности штока;

 F_{np} – усилие пружины, поджимающей шарик.

При проектировании зажимного механизма необходимо учитывать влияние всех сил, участвующих в процессе обработки, при этом учитывается их величина, направление и место приложения. Помимо этого исходными данными при проектировании зажимного механизма служат:

- схема установки заготовки с учетом базирования, разработанная технологом;
- схема закрепления заготовки, определяющая направление и точку приложения зажимной силы.

При выборе направления зажимной силы следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- зажимная сила должна быть направлена перпендикулярно к плоскости установочных

элементов, чтобы обеспечить плотный и равномерный контакт между ней и технологической базой:

- при базировании по нескольким технологическим базам, зажимная сила должна быть направлена на тот установочный элемент, с которым заготовка имеет наибольшую площадь контакта;
- направление зажимной силы должно, по возможности, совпадать с направлением силы резания и весом заготовки.

Однако на практике не всегда это возможно и поэтому необходимо искать наиболее приемлемое решение, учитывая эти рекомендации.

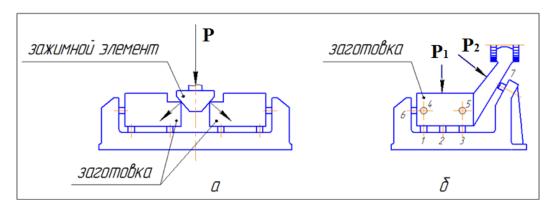


Рис.4.4. – Выбор направления зажимного усилия: а – закрепление одновременно двух заготовок; б – направление усилия к наибольшей площади контакта

На рисунке 4.4, *а* применена конструкция зажимного элемента со скосами, благодаря чему возможно закрепление одновременно двух заготовок, так как составляющие силы P, заставляют прижимать заготовки одновременно к установочной и опорной базам.

Введением дополнительных зажимных устройств увеличивают жесткость технологической системы, что повышает точность и производительность обработки. На рисунке 4.4, δ показана схема установки заготовки, лишающая ее шести степеней свободы. Основное усилие P_1 направлено на тот установочный элемент, с которым заготовка имеет наибольшую площадь контакта. Дополнительное устройство P_2 сообщает системе большую жесткость. Опора 7 выполняется самоустанавливающейся.

Выбору рационального направления зажимной силы способствует введение упоров в силовую схему закрепления заготовок. Упоры воспринимают действующие на заготовку силы и позволяют уменьшить необходимую величину зажимной силы или изменить ее направление. Упоры применяют в следующих случаях:

- если в процессе обработки действуют большие силы сдвига, действующие параллельно поверхности установочных элементов;

- если при обработке без упора заготовка не имеет поверхности, способной воспринять силу зажима.

Примером первого случая может служить обработка ступенчатого вала I установленного на призмах 2, показанная на рисунке 4.5, a. Сила резания R действует параллельно плоскости призмы. Без осевого упора 3 для равновесия заготовки потребуется большая сила P_3 , которая может привести к смятию базовых поверхностей заготовки. При использовании осевого упора 3, воспринимающего силу резания, сила P_3 может быть значительно уменьшена, а при необходимости можно изменить и ее направление на P_3 .

На рисунке 4.5, δ приведен пример применения упора при фрезеровании плоскости призматической заготовки. В этом случае применение силы P_3 не возможно, поэтому создание осевого упора позволяет применить силу. P_2'

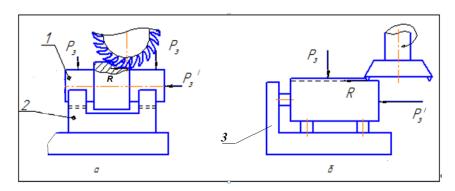


Рис. 4.5– Схемы выбора направления усилия: а – без упора; б – с упором

При выборе места приложения силы необходимо придерживаться следующих правил:

- сила зажима не должна опрокидывать или сдвигать заготовку по установочным элементам приспособления. Для этого необходимо, чтобы:
- точка приложения силы зажима должна лежать на участке поверхности заготовки, параллельной поверхности установочного элемента, воспринимающего силу зажима, (рисунок 46, a);
- сила зажима с реакциями опор не должна создавать изгибающих деформаций, (рис. 4.6, б);

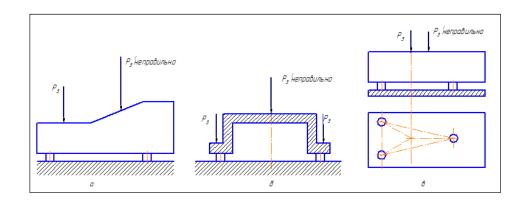


Рис. 4.6 – Выбор места приложения силы:

- а к плоскости, параллельной установочной поверхности; б не должна создавать изгибающих моментов; в направлена в центр установочной поверхности
- сила зажима должна воздействовать на установочный элемент, по возможности, ближе κ его центру, или в многоугольник образованный линиями, соединяющими установочные опоры, (рис. 4.6, ε);
- точки приложения силы зажима должны быть расположены как можно ближе к месту обработки, особенно для нежестких заготовок.

При вычислении силы P, для обеспечения надежного закрепления, вводят коэффициент запаса K, учитывающий нестабильность сил зажима следующим образом:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

где $K_0 = 1,5$ гарантированный коэффициент запаса;

 $K_{_{1}}$ — учитывает состояние технологических баз (при черновых базах $K_{_{1}}=1,2\,,$ при чистовых $K_{_{1}}=1\,;$

 K_2 — учитывает увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента, K_2 = 1,0...1,8;

 K_3- учитывает увеличение силы резания при прерывистом точении и торцовом фрезеровании (ударная нагрузка на инструмент), $K_3=1,2$;

 K_4 — учитывает стабильность силового привода, K_4 = 1,3 для ручного устройства и K_4 = 1,0 для механизированного;

 K_{5} — характеризует эргономику зажимных механизмов с ручным приводом (при удобном зажиме K_{5} = 1,0 , при стесненном зажиме коэффициент запаса K_{5} = 1,3 ;

 K_{6} – учитывает форму и схему расположения установочных элементов

приспособления. $K_6 = 1,0...1,5$ (учитывают при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью).

Если в результате расчета коэффициент запаса K окажется меньше 2,5, принимают K = 2,5.

4.2 Методика расчета сил закрепления

Следует рассмотреть два случая расчета сил закрепления при проектировании станочного приспособления. В первом случае расчет производят при конструировании нового приспособления..

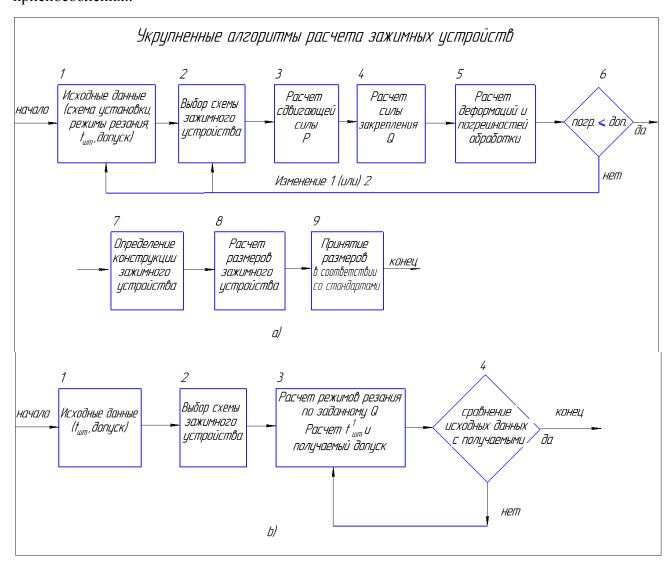


Рис. 4.7 – Укрупненные алгоритмы расчета зажимных устройств: а – при проектировании нового приспособления; б – при использовании имеющегося

Во втором случае рассматривается использование имеющегося универсального или переналаживаемого зажимного устройства с известной силой зажима

Последовательность действий при расчете сил закрепления при проектировании зажимного устройства или при использовании имеющегося представлена в виде укрупненных алгоритмов на рисунке 4.7. Алгоритм для первого случая дан на рисунке 4.7, a, для второго случая — на рисунке 4.7, δ .

Для расчета сил закрепления в первом, наиболее общем случае необходимо знать условия проектируемой обработки — величину, направление и место приложения сил, сдвигающих заготовку, а также схему ее установки и закрепления.

Расчет сил закрепления в первом случае может быть сведен к решению задачи статического равновесия заготовки под действием приложенных к ней внешних сил (резания, тяжести, инерции, центробежной, трения) и моментов в одном или нескольких направлениях.

К обрабатываемой заготовке приложены силы, возникающие в процессе обработки, искомые силы закрепления и реакции опор. Под действием этих сил заготовка находится в равновесии. Сила закрепления $P_{_3}$ должна быть достаточной для предупреждения смещения установленной в приспособлении заготовки. Если величина силы закрепления $P_{_3}$ оказывается больше силы $P_{_3}'$, найденной из условий точности выполнения операции, то необходимо ввести коррективы в ее построение:

- изменить схему установки и закрепления заготовки;
- режимы резания;
- другие условия выполнения операции.

Вследствие этого возможно уменьшение первоначальных значений погрешностей закрепления $\mathcal{E}_{_{\mathfrak{I}}}$ и формы. При повторной проверке должно соблюдаться условие $P_{_{\mathfrak{I}}} \leq P_{_{\mathfrak{I}}}'$.

Во втором (более частом) случае расчет силы закрепления носит поверочный характер. Найденная из условий обработки необходимая сила закрепления должна быть меньше силы, которую развивает зажимное устройство используемого приспособления или равна ей. Если этого нет, то изменяют условия обработки в целях уменьшения необходимой силы закрепления с последующим проверочным расчетом.

Может решаться и обратная задача – по силе закрепления находят режимы резания, число рабочих ходов (проходов) и другие условия обработки.

4.3 Условия нахождения силы закрепления

При определении потребных сил зажима в случаях, когда силы обработки совпадают с ними по направлению, иногда необходимо учитывать упругие характеристики зажимных устройств. В этом плане применяемые в приспособлениях зажимные устройства подразделяются на две основные группы.

первой группе относятся устройства, упругие ИМИЖТО пропорциональны приложенным к ним силам. Эти устройства имеют в своём составе механизмы самотормозящегося типа (винтовые, клиновые безроликовые и эксцентриковые элементарные зажимы), привод их может быть ручным и механизированным. У этих устройств величины упругого отжима прямо пропорциональны приложенным силам и имеют линейную зависимость между приложенной силой и упругим перемещением. То есть, если к зажимному элементу этих механизмов приложить дополнительную силу, то величина упругого отжима элемента в направлении приложенной силы будет изменяться по линейному закону (или близкому к нему) в зависимости от величины этой силы. При расчетах силы закрепления следует учитывать упругую характеристику, то есть жесткость зажимного механизма. Для этого в расчеты вводятся величина жесткости зажимного механизма J₁ и опор J_2 . Если значения J_1 и J_2 неизвестны, следует принимать $J_1/(J_1+J_2)=0.3\sim0.4$ $J_2/(J_1 + J_2) = 0.6 \sim 0.7.$

К устройствам второй группы относятся пневматические, гидравлические и пневмогидравлические механизмы прямого действия. При приложении к зажимному элементу таких устройств (например, штоку гидроцилиндра) нарастающей силы перемещения штока в начальный период не будет. Шток сразу получает большое перемещение, когда приложенная к нему сила превысит противодействующую, создаваемую давлением жидкости на поршень гидроцилиндра (нарушение контакта базовых поверхностей с опорами, нарушение положения и зажима заготовки). При использовании устройств этого типа с промежуточными звеньями без самоторможения отжим зажимного элемента в первый период протекает по линейному закону за счёт упругих деформаций звеньев, затем, при возрастании силы до определённого значения, элемент может резко переместиться.

В процессе конструирования и расчёта зажимных устройств определяются размеры их элементов (плечи рычагов, размеры резьбы, эксцентриков и др.) и соотношение

обеспечиваемых зажимных сил и сил, действующих на механизм со стороны привода

Рассматривая закрепленную в приспособлении заготовку (рисунок 4.8), можно установить, что сила закрепления P_3 воспринимается всеми звеньями системы, состоящей из установочных элементов I, заготовки 2, зажимного устройства 3, и корпуса 4 приспособления. Корпус является звеном, через которое происходит силовое замыкание системы.

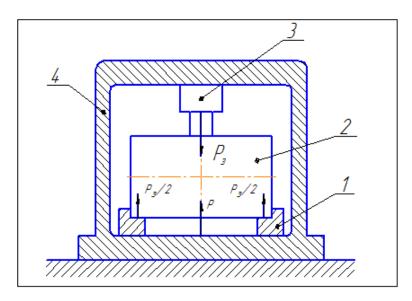


Рис. 4.8 – Силовое замыкание системы приспособления

Поэтому при проектировании приспособления особые требования жесткости предъявляются к корпусной детали, а также к зажимным и установочным деталям. Это отражается не только на конструкции этих деталей, но и на выборе материала, из которого они изготавливаются, термической обработке.

Рассмотрим расчетные схемы и формулы для расчета силы закрепления заготовки в п кулачковом и трех-кулачковом патроне. В первом случае обрабатывается короткая заготовка диаметром D в патроне с n-кулачками (рисунок 4.9). Сила зажима P_3 должна противодействовать повороту заготовки относительно кулачков под воздействием момента M, создаваемого силами резания.

$$P_3 = \frac{2KM}{nDf}$$

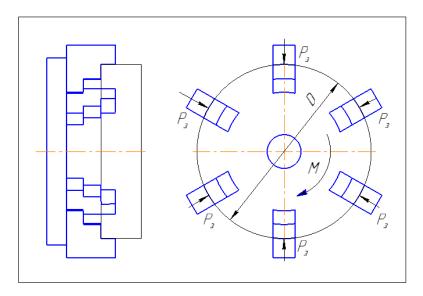


Рисунок 4.9 – Короткая заготовка в патроне с п кулачками

Во втором случае длинная заготовка диаметром D закреплена консольно в трех или четырех-кулачковом патроне с короткими уступами у кулачков (рисунок 4.10). Сила зажима должна противодействовать сдвигу заготовки относительно кулачков под воздействием силы резания P_3 .

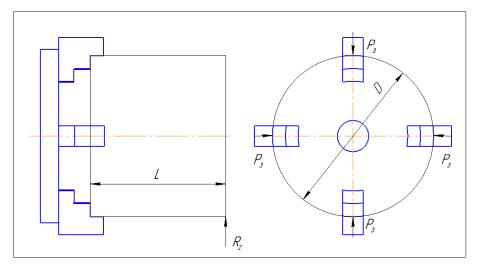


Рисунок 4.10 – Консольная заготовка в четырех-кулачковым патроне

При обработке заготовки в трех-кулачковом патроне силу зажима можно определить по формуле:

$$P_3 = \frac{KR_z L}{0.75Df}$$

При обработке заготовки в четырех-кулачковом патроне силу зажима можно определить по формуле:

$$P_3 = \frac{KR_z L}{1,42Df}$$

 R_z – расстояние от места закрепления до места приложения силы резания f – коэффициент трения.

Типовые расчетные схемы и формулы для вычисления сил закрепления P_3 заготовок, применяя механизмы первого и второго типа, представлены в справочнике [1], стр. 376.

4.4 Классификация зажимных механизмов

Каждый зажимной механизм имеет ведущее звено, к которому прикладывается исходная сила и одно или несколько ведомых звеньев (прижимных планок, плунжеров, кулачков), передающих обрабатываемой детали силы зажима.

Силовые механизмы рассматриваются как простые и комбинированные.

К простым механизмам относятся винтовые, клиновые, рычажные, эксцентриковые, рычажно – шарнирные и др. В комбинированном механизме применяется сочетание указанных выше простых механизмов.

По степени механизации зажимные механизмы могут быть ручные, механизированные и автоматизированные.

Ручные механизмы требуют применения мускульной силы рабочего. К преимуществам ручного привода следует отнести простоту изготовления и большую свободу месторасположения. Как правило, их применяют в мелкосерийном и единичном производствах.

Механизированные зажимные механизмы работают от энергии передаваемой силовым приводом. Их отличает быстродействие и постоянство силы закрепления. Применение механизированных зажимных механизмов целесообразно в серийном и массовом производстве.

Автоматизированные механизмы приводятся в действие элементами станка (столами, суппортами, шпинделями) или центробежными силами вращающихся масс. Зажим и раскрепление заготовки осуществляется без участия рабочего. Автоматизированные зажимные механизмы применяют в крупносерийном и массовом производствах.

В свою очередь силовые приводы различают по источнику энергии:

Механические.

Пневматические.

Гидравлические.

Электрические.

Магнитные.

Электромагнитные.

Вакуумные.

4.5 Основные характеристики простых и комбинированных механизмов

Так как комбинированные зажимные устройства сочетают в себе элементарные зажимы различного типа, то их применяют для увеличения сил закрепления, изменения величины хода зажимающего элемента, изменения направления сил зажима, уменьшения габаритных размеров зажимного устройства в местах его контакта с заготовкой, а также для создания наибольших удобств управления. Комбинированные зажимные устройства могут также обеспечивать одновременное крепление заготовки в нескольких местах.

При сочетании изогнутого рычага и винта (рис. 4.11, a) можно одновременно закреплять заготовку в двух местах.

Обычный прихват (рис. 4.11, *б*) представляет собой сочетание рычажного и винтового зажимов, отличается простотой и малыми габаритными размерами. Ось поворота рычага совмещена с центром сферической поверхности прижимной гайки, взаимодействующей с конической шайбой. Это позволяет избавить шпильку от изгибающего момента и дать возможность прихвату самоустанавливаться по заготовкам разной высоты.

Прихват с эксцентриком (рис. 4.11, *в*) является быстродействующим комбинированным зажимом. При определенном соотношении плеч рычага можно увеличить ход зажимающего конца рычага или силу закрепления.

На рис. 4.11, ε показано устройство для закрепления в призме цилиндрической заготовки посредством накидного рычага и откидного болта, а на рис. 4.11, δ — схема быстродействующего комбинированного зажима (рычаг и эксцентрик), обеспечивающего боковое и вертикальное прижатие заготовки к опорам приспособления. Вертикальное прижатие заготовки можно увеличить большим наклоном планки. Для того чтобы осуществить одновременное прижатие заготовки к опорам (горизонтальной и вертикальной) приспособления можно с помощью устройства, показанного на рис. 4.11, ε .

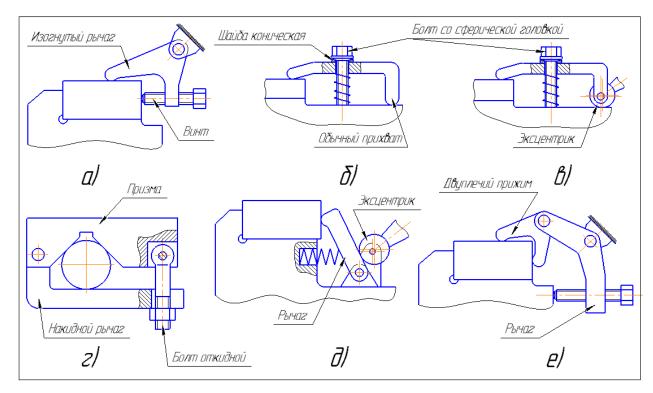


Рис. 4.11 – Схемы комбинированных зажимных устройств с ручным приводом

Расчет силы на рукоятке для получения заданной силы закрепления заготовки во всех рассмотренных схемах можно производить, зная передаточное отношение и КПД элементарных зажимных устройств.

Комбинированные зажимные механизмы (рис.4.12) обычно состоят из 2 или 3 последовательно сблокированных простых механизмов. Например: клино – рычажных, винто – рычажных.

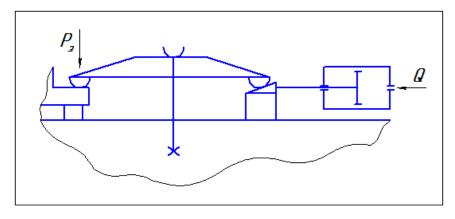


Рис. 4.12 - Схема комбинированного зажимного механизма с механизированным приводом

При конструировании станочного приспособления с применением комбинированного силового механизма возникает задача по известной силе зажима P_{γ} (определяется по

наибольшей силе резания на заданной операции) установить тип и основные размеры зажимного механизма. Рассчитать величину исходной силы Q развиваемой силовым приводом приспособления, по которой определить конструкцию этого привода.

При конструировании приспособления с использованием имеющегося силового привода с известной исходной силой тяги Q возникает задача определить силу зажима $P_{_3}$ и затем сравнить ее с возникающими при обработке силами резания.

Для любого простого механизма можно определить передаточное отношение сил и передаточное отношение перемещений.

Передаточное отношение сил:

$$i = \frac{P_{_3}}{Q} ;$$

 $P_{3} = Qi$; где P_{3} – сила, развиваемая на ведомом звене (сила зажима).

Q – исходная сила, прикладываемая к ведущему звену механизма (от силового привода).

Передаточное отношение перемещений:

$$i_n = \frac{S(Q)}{S(P)};$$

где S(P) – перемещение ведомого звена.v

S(Q) – перемещение ведущего звена.

Передаточные отношения сил всегда больше единицы и характеризуют выигрыш в силе. Передаточные отношения перемещений всегда меньше единицы и характеризуют проигрыш в пути.

Для комбинированных механизмов, состоящих из нескольких последовательно сблокированных простых, передаточные отношения сил и перемещений определяют как произведение входящих их простых:

$$i = i_1 i_2 ... i_k$$
;

$$i_n = i_{n1}i_{n2}...i_{nk};$$

$$\eta = \eta_1 \eta_2 ... \eta_k;$$

Где i_1 ; i_{n1} ; η_1 ; - характеристики первого простого механизма

 $i_2; i_{n2}; \eta_2;$ характеристики второго простого механизма; k — число простых механизмов.

Сила зажима $P_{_{\scriptscriptstyle 3}}$, развиваемая комбинированным механизмом, определяется по формуле

 $P_{a} = i_{1}i_{2}...i_{k}O;$ где Q – исходная сила на рукоятке или штоке привода.

На рисунке 4.13 представлена схема комбинированного механизма, состоящего из трех последовательно сблокированных механизмов. Известно, что первый, винтовой механизм увеличивает исходную силу на рукоятке в 75 раз ($i_1 = 75$), второй, клиновой повышает силу первого в три раза ($i_2 = 3$), третий, рычажный повышает силу второго в два раза ($i_3 = 2$).

Передаточное отношение всего механизма определится, как произведение передаточных отношений входящих в него механизмов. Сила зажима $P_3 = (75x3x2)Q = 450Q$, где Q – исходная сила на рукоятке.

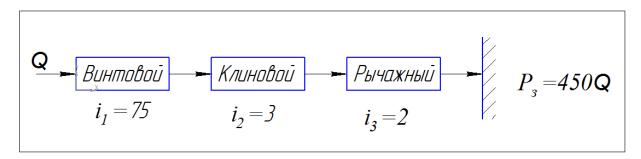


Рис. 4.13 – Схема комбинированного механизма

Количество простых силовых механизмов ограничено, и все они в основном являются клиновыми, винтовыми или рычажными. Для того чтобы комбинированный механизм был самотормозящим, достаточно иметь в нем хотя бы один самотормозящий простой механизм.

В случае идеального механизма выигрыш в силе равен проигрышу в пути (золотое правило механики, вытекающее из равенства работ). Определив характеристики простых механизмов, легко найти характеристики любого комбинированного механизма.

Вопросы

- 1. Для чего необходимо закрепление заготовки при обработке резанием, какие требования предъявляются к зажимным механизмам?
 - 2. Какие требования эргономики предъявляются к зажимным устройствам?
- 3. Какая задача решается при определении силы зажима? Какие силы учитываются при решении этой задачи?
- 4. Какими исходными данными следует руководствоваться при проектировании зажимного механизма и выборе направления зажимного усилия?
 - 5. Роль упоров в силовой схеме закрепления заготовок. Случаи применения упоров.

- 6. Какими правилами следует руководствоваться при выборе места приложения усилия?
- 7. Что учитывает коэффициент запаса?
- 8. Какие возможны случаи расчета сил закрепления при проектировании приспособления?
- 9. Какова роль корпусной детали в приспособлении и какие требования к ней предъявляются?
 - 10. Каковы случаи расчета силы зажима при использовании патронов?
 - 11. Классификация зажимных механизмов.
- 12. Необходимость применения комбинированных механизмов, примеры комбинированных приспособлений.
 - 13. Как определить силу закрепления комбинированного приспособления?

4.6 Разновидности клина и клиновые механизмы

Следует различать клиновые механизмы не имеющие самотормозящих свойств и простые зажимные механизмы, такие как эксцентриковые или винтовые, основанные на самотормозящих свойствах клина. Клиновые механизмы могут быть использованы в качестве промежуточного звена в сложных зажимных системах. В этих случаях их применение позволяет изменять направление и величину передаваемой силы. В зажимных устройствах технологической оснастки можно рассмотреть различные конструктивные варианты клина.

Примером применения клинового механизмы не имеющего самотормозящих свойств может служить плоский односкосый клин. Применение плоского односкосого клина показано на рисунке 4.14.

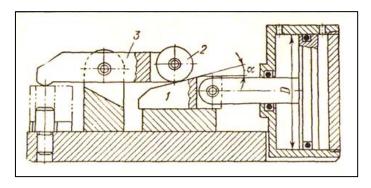


Рис. 4.14 – Плоский односкосый клин

К штоку пневмоцилиндра присоединен клин 1. Он служит для передачи усилия от пневмоцилиндра прихвату 3, через ролик 2. Одновременно клин заставляет прихват 3 поворачиваться и прижимать заготовку.

Двускосый клин I (рис. 4.15), способен передавать усилие Q в двух направлениях через плунжеры 2 рычагам 3 и прижимать заготовку равномерно с двух сторон, образуя самоцентрирующий механизм. Необходимым условием для перемещения плунжеров 3 с усилием W является несамотормозящий угол α .

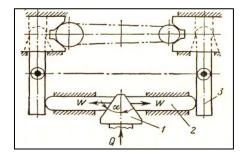


Рис. 4.15 – Двускосый клин

В самоцентрирующих клиновых механизмах (патроны, оправки) используются системы из трех и более клиньев. Необходимым условием работы этих механизмов является несамотормозящий угол α .

Примером самоцентрирующих механизмов являются цанговые патроны или оправки. Цанговыми патронами или оправками называются механизмы, если их основной деталью, служащей для закрепления заготовки, является цанга. На рисунке 4.16, а) изображен элемент цангового патрона – перемещающаяся в осевом направлении цанга.

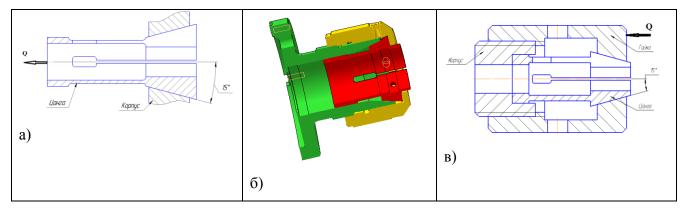


Рис. 4.16 – Цанговые механизмы

При перемещении цанги под действием силы Q неподвижный корпус, взаимодействуя с конической поверхностью цанги, заставляет сжиматься ее упругие лепестки, и

осуществляется закрепление заготовки. При движении цанги в обратном направлении лепестки разжимаются под действием упругих сил, заготовка освобождается. На рис. 4.16, б) показана в 3-D модели конструкция оправки с подвижной цангой.

Имеются конструкции цанговых патронов с неподвижной цангой. Сжатие лепестков цанги осуществляется перемещением, например, гайки, взаимодействующей с ответной конической поверхностью цанги (рис.4.16, в).

К самоцентрирующим клиновым механизмам относятся конические оправки с клиновыми кулачками (рис. 4.17). С конической поверхностью корпуса I через шпонки взаимодействует коническая втулка 2, разрезанная на шесть частей, и связанная через внутреннюю расточку со штоком привода. Шток, перемещаясь с силой Q в левом направлении, заставляет перемещаться конические кулачки в радиальном направлении до соприкосновения с заготовкой и закреплять ее. Обратное перемещение кулачков происходит под действием резиновых колец.

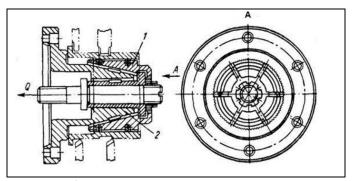


Рис. 4.17 – Коническая оправка с клиновыми кулачками:

Клиноплунжерные оправки также относятся к самоцентрирующим клиновым зажимным механизмам (рис. 4.18).

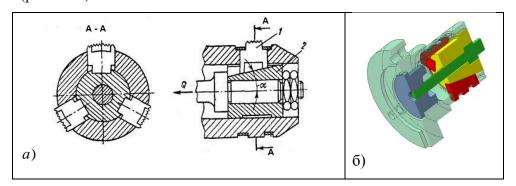


Рис. 4.18 – Клиноплунжерная оправка с трехскосым клином: а) сборочный чертеж оправки; б) 3-D модель аналогичной оправки;

На штоке привода, перемещающегося с силой Q, размещена втулка 2 с тремя плоскостями, выполненными под углом α . Плунжеры I, установленные в направляющие корпуса оправки, перемещаются в радиальном направлении, взаимодействуя с плоскостями втулки 2 при перемещении штока влево.

Свойства клина использованы в конструкции шариковой оправки (рис. 4.19). Шарики I, свободно размещенные в отверстиях втулки, взаимодействуя с конической поверхностью корпуса 2, перемещаются в радиальном направлении при передаче усилия Q, создаваемого болтом.

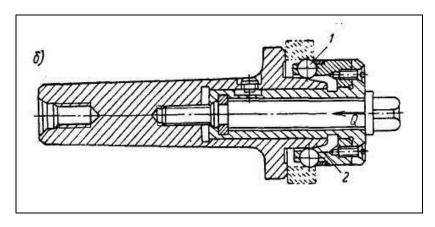


Рис. 4.19 – Шариковые механизмы

Преимущества клиновых механизмов – простота и компактность конструкции, удобство в наладке и эксплуатации; способность к изменению направления усилия, постоянство сил закрепления, которые не зависят от допуска на размер заготовки. Для уменьшения трения по клиновой поверхности часто используются ролики. К недостаткам следует отнести сосредоточенный характер сил закрепления, что затрудняет использование их при обработке нежестких заготовок, низкая надежность, которая зависит от характера клинового сопряжения, наличие зазоров между плунжерами и пазами.

Детали клиновых и клиноплунжерных механизмов:

- клин, к которому приложена сила Q от привода;
- плунжеры (кулачки), развивающие силу закрепления Р; корпус с пазами в котором перемещаются клин и плунжеры;
- опорные ролики, если в механизме предусмотрено их использование.

Важнейшим конструктивным элементом является угол скоса клина α . С уменьшением угла α увеличивается выигрыш в силе ($i_c = P_3/Q$), но одновременно увеличивается проигрыш в перемещениях:

$$i_n = S(Q)/S(P_3) = ctg\alpha;$$

Здесь S(Q) и $S(P_3)$ перемещение плунжера, (кулачка) и клина соответственно. Передаточное отношение силы i_c зависит от потерь на трение; передаточное отношение перемещения i_n зависит только от угла α .

Передаточные отношения сил и перемещений различных клиновых и клиноплунжерных механизмов типа II с использованием ручных и механизированных приводов приведены в справочнике [1, стр. 401]. Для исключения самотормозящих свойств клина в механизмах применяют ролики.

Помимо возможности изменять направление и величину передаваемого усилия, клиновой механизм при некотором условии может обладать самотормозящими свойствами, которые чаще всего используются в простых зажимных механизмах.

Большинство силовых механизмов типа I основано на действии клина, обладающего свойством самоторможения. Самоторможение — отсутствие явления самопроизвольного возврата в исходное положение, например отвинчивание гайки.

В конструкции эксцентрика используются самотормозящие свойства клина. Криволинейный клин в форме эксцентрика (рис. 4.20) под действием усилия Q на рукоятке прижимается к плоскости с усилием W. В этой конструкции основание односкосого клина как бы навернуто на окружность диска (заштрихованная зона – рабочая поверхность кулачка), и наклонная его плоскость превращена в криволинейную поверхность.

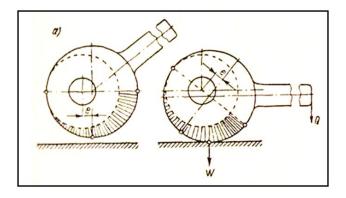


Рис. 4.20 – Криволинейный клин-эксцентрик;

Винтовой клин в виде торцового кулачка применен в зажимных механизмах на рисунке 4.21. В этом случае односкосый клин как бы свернут в цилиндр: основание клина образует опору, а его наклонная плоскость — винтовой профиль кулачка. При повороте кулачка 1 с усилием Q (рис. 4.21, a) его клиновая поверхность, взаимодействуя с рычагом 2, заставляет рычаг поворачиваться вокруг своей оси и закреплять заготовку. На рисунке 4.21, δ прихват 2

при повороте, перемещаясь по клиновой поверхности кулачка 1 закрепляет или раскрепляет заготовку.

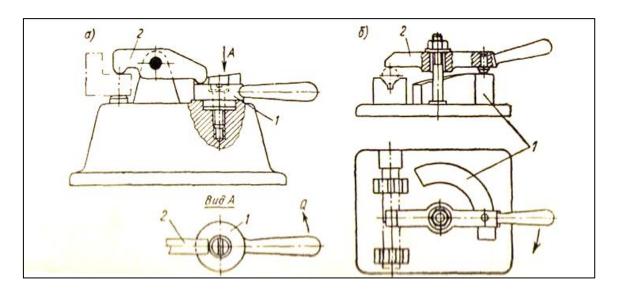


Рис. 4.21 – Торцовые кулачки: а – винтовой профиль кулачка; б – клиновой профиль кулачка

4.7 Условие самоторможения клина

В силовых механизмах клин может работать с трением на двух поверхностях (наклонной поверхности и основании клина) или с трением только на наклонной поверхности. В цанговых механизмах без упора, а также в самоцентрирующих клиновых механизмах без упора, трение возникает только на наклонной поверхности.

В цанговом механизме, снабженным упором 3 (рис. 4.22, a), ограничивающим перемещение заготовки 2 (прутка), каждый лепесток цанги I (клин) при зажиме преодолевает трение F и F_I на двух поверхностях.

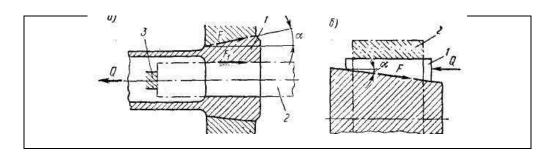


Рис. 4.22 – Цанговый механизм (а) и клиновая оправка (б)

Если механизм без упора, трение возникает только на конической поверхности, так как пруток в этом случае перемещается вместе с цангой и F1=0.

В клиновой оправке (рис. 4.17), заготовка устанавливается до упора и каждый клин при зажиме имеет трение на двух поверхностях. Но если заготовка 2 не прилегает к упору (рис. 4.22, δ), то клинья I преодолевают трение только на наклонной поверхности.

Из механики известно, что если тело, нагруженное силой давления с нормальной реакцией N, под действием силы Q равномерно перемещается на плоскости 2 в любом направлении, то при наличии силы трения F полная реакция R отклоняется от направления нормали навстречу движению на некоторый угол ф, называемый углом трения. На рисунке 4.23 схема векторов сил расположена во фронтальной плоскости.

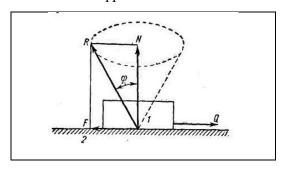


Рис. 4.23 – Угол и конус трения

Из этой схемы следует:

$$tg\varphi = \frac{F}{N};\tag{1}$$

Так как коэффициент трения скольжения f равен отношению силы трения F к нормальной реакции силы давления N, то есть $f=\frac{F}{N}$, то:

$$tg\varphi = f$$
; $\varphi = arctgf$.

Для выяснения условий самоторможения следует рассмотреть силы, действующие на предмет, перемещающийся вверх равномерно, без трения по наклонной плоскости, установленной под углом α к горизонту (рис. 4.24, а).

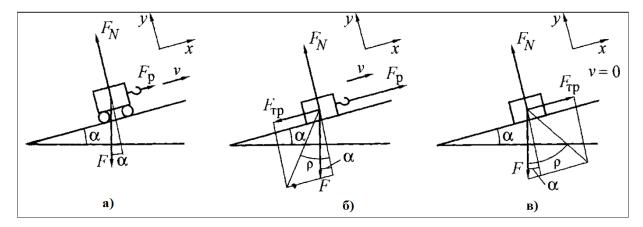


Рис. 4.24 – Силы, действующие на предмет при подъеме его по наклонной плоскости без трения (a); с трением (б); и при удержании трением в покое (в)

Согласно условию равновесия системы сил предмет будет находиться в покое или равномерно двигаться, если суммы проекций сил на перпендикулярные оси равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0; \qquad \sum F_{ky} = 0;$$

Где F_{kx} , F_{ky} проекции силы на оси х и у (требование равенства нулю суммы моментов относительно какой-то точки выполняется, так как силы считаем пересекающимися в одной точке).

Отсюда, проецируя силы на ось у, получаем:

$$F_N - F \cos \alpha = 0$$
,

где F — сила тяжести предмета; F_N — сила, с которой наклонная плоскость действует на предмет (реакция связи, перпендикулярная к этой плоскости). Проецируя силы на ось x, получаем:

$$F_p - F \sin \alpha = 0$$
,

то есть, сила рабочего равна $F_p = F \sin \alpha$.

Таким образом, наклонная плоскость при отсутствии трения позволяет выиграть в силе в $F/F_p = 1/\sin\alpha$ раз.

Если предмет перемещать по наклонной плоскости вверх без катков (рис. 4.24, б), то между опорной поверхностью предмета и наклонной плоскостью возникнет сила трения F_{TP} пропорциональная нормальной силе F_{N} и коэффициенту трения \mathbf{f} :

$$F_{TP} = F_N tgf$$

где:
$$F_N = F \cos \alpha$$

Вместо коэффициента трения f в формулах часто используют *угол трения* ϕ – угол наклона к нормали равнодействующей сил нормального давления и трения:

$$\varphi = arctg(F_{TP} / F_{N}) = arctgf$$

Проецируя силы на оси у и х, получаем:

$$F_N = F \cos \alpha$$
, $F_p = F \sin \alpha + F \cos \alpha \cdot t g \varphi$.

Отсюда следует, что наклонная плоскость при наличии трения позволяет выиграть в силе ${\rm B} \ F/F_p = 1/\big(\sin\alpha + \cos\alpha \cdot tg\phi\big) {\rm pa} 3.$

Представляет интерес определение наибольшего допустимого угла α , обеспечивающего самоторможение предмета на наклонной плоскости (рис. 4.24, ϵ).

Сила $F \sin \alpha$ тянет предмет вниз по наклонной плоскости, но он остается неподвижным из-за наличия силы трения $F_{TP} = F_N t g \varphi$ всегда направленной против скорости. Поэтому сумма проекций всех сил на ось х составляет $F \cos \alpha \cdot t g \varphi - F \sin \alpha = 0$, откуда $t g \varphi = t g \alpha$, или $\varphi = \alpha$.

 $\alpha = \varphi + \varphi_1$ в случае двускосого клина (φ_1 - угол трения по второму скосу)

Полагая углы трения на обеих поверхностях клина одинаковыми, получим:

$$\alpha = 2\varphi$$
.

Условия:

$$\alpha \leq \varphi + \varphi_1; \quad \alpha \leq 2\varphi; \quad \alpha \leq \varphi; \quad \alpha \leq arctgf$$

называются условиями самоторможения клина

Клин и сопряженные с ним детали обычно выполняются из стали с чисто обработанными (шлифованными) поверхностями. Для этих поверхностей, в зависимости от условий работы клина, принимают:

$$f = tg\varphi = 0,1;$$
 $\varphi = 5^{\circ}43'.$

Или:

$$f = tg\varphi = 0.15;$$
 $\varphi = 8^{\circ}30'.$

Тогда условия самоторможения соответственно будут:

для клина с трением на двух поверхностях:

$$\alpha < 11^{\circ}$$
 (при f = 0,1)

$$\alpha$$
 < 17° (при f = 0,15)

для клина с трением на наклонной поверхности

$$\alpha < 5^{\circ}43'$$
 (при f = 0,1)

$$\alpha$$
 < 8°30′ (при f = 0,15)

Для надежности заклинивания углы при расчетах берут меньше предельных, исходя из потребного запаса самоторможения.

4.8 Запас самоторможения клина

В ряде случаев самотормозящие механизмы, в основе которых лежит клин, подвергаются при обработке деталей расшатывающему действию сил резания. По этой причине параметры, обеспечивающие самоторможение, могут измениться, и самотормозящий механизм превратится в механизм несамотормозящий, что может привести к аварии.

Так, например, в пневматических токарных кулачковых патронах с самотормозящим клиновым центрирующим механизмом сжатый воздух используется только для зажатия и отжатия заготовки, а в процессе обработки она удерживается за счет самоторможения клинового механизма. За каждый оборот шпинделя кулачки расшатываются силами резания, и если угол скоса клиньев лишь немного меньше угла трения, вести обработку в таком патроне не безопасно.

Явление утраты самоторможения можно наблюдать также на примере винтовых соединений. Винтовая поверхность стандартной крепежной резьбы самотормозящая, так как угол подъема резьбы (угол клина) 2 – 4 градуса, что меньше угла трения - 7 градусов. Однако при сотрясениях узла винтовой механизм становится несамотормозящим и необходимо ставить контргайку.

Для оценки надежности самоторможения различных силовых механизмов необходимо ввести объективный показатель — запас самоторможения, который должен полностью исключать возможности потери самоторможения механизмом, работающим в условиях вибраций.

Запасом самоторможения K будем называть отношение сил, удерживающих клин в заторможенном состоянии, к силе обратного действия.

В самотормозящих механизмах, подвергающихся сотрясениям и не имеющих предохранительных устройств от саморасклинивания или постоянного поджима приводом, рекомендуется K брать равным трем (K=3).

Вопросы

- 1. Какие свойства клина используются в клиновых механизмах?
- 2. Каким образом происходит закрепление и раскрепление заготовок в цанговом патроне?
- 3. Каким образом используются свойства клина в самоцентрирующих механизмах?
- 4. Преимущества и недостатки клиновых механизмов?
- 5. Что является важнейшим конструктивным элементом в клиновых и клиноплунжерных механизмах?
- 6. Условие самоторможения клина, коэффициент запаса самоторможения?

4.9 Механизмы с эксцентриковыми и плоскими кулачками

К одному из простых механизмов для закрепления заготовок относится эксцентриковый зажим, основной деталью которого является кулачок. Кулачок представляет собой диск или валик, у которого рабочий участок профиля является дугой окружности выполненной с эксцентриситетом относительно оси вращения кулачка (эксцентриковые кулачки), либо очерчен по архимедовой спирали или эвольвенте (плоские кулачки).

Особенностями эксцентриковых зажимных механизмов является их простота в изготовлении, быстродействие и небольшой линейный ход. Они развивают незначительную силу зажима (меньшую, чем в винтовых зажимных механизмах). Учитывая эти особенности эксцентриковые зажимные механизмы целесообразнее использовать в приспособлениях при обработке чистовых поверхностей в мелкосерийном производстве.

Недостатком эксцентриковых зажимных механизмов является изменение самотормозящих свойств и силы закрепления в зависимости от угла поворота.

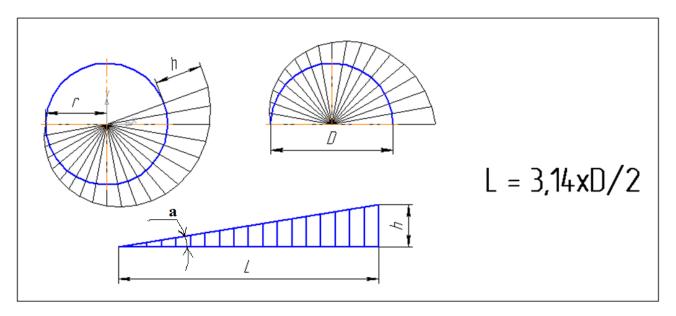


Рис. 4.25 – Схема построения спирали Архимеда

Этот недостаток не имеют так называемые плоские кулачки с рабочим профилем, очерченным по архимедовой спирали или эвольвенте. Построение профиля по архимедовой спирали, обеспечивающей условие самоторможения, показано на рисунке 4.25.

Если на развернутой начальной полуокружности диаметром D, как на катете построить треугольник, второй катет которого определить по формуле:

$$h = 0.075\pi D$$
,

то из этого треугольника находим:

$$tga\frac{h}{0.5\pi D} = \frac{0.075}{0.5\pi D}\pi D = 0.15;$$
 $a = 8^{\circ}30'$

При этом угле плоские кулачки, как и эксцентрики, – самотормозящие. Сила зажима вычисляется по формуле:

$$P_{scp} = Q \frac{1}{\rho_{cp}} i = Q \frac{1}{\rho_{cp}} \times \frac{1}{tg\alpha_{cp} + \varphi + tg\varphi_1};$$

где:

Q – усилие, приложенное к рукоятке эксцентрика;

 $P_{y_{q_0}}$ — среднее значение силы зажима;

 ho_{cp} — среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку зажима;

 α_{cp} — средний угол подъема эксцентрика в точке зажима;

 $\varphi, \varphi_{\rm l}$ — углы трения скольжения в точке зажима и на оси эксцентрика.

При расчетах обычно принимают: коэффициент трения $f=tg\phi=tg\phi_1=0,1;$ $\alpha_{cp}=4^\circ;$ $\rho_{cp}=\frac{D}{2}.$

Эксцентриковые кулачки изготавливают из стали 20X с цементацией на глубину 0,8...1,2 мм, твердостью HRC 55...60.

При проектировании технологической оснастки предпочтительно применение стандартных деталей. Стандартами предусмотрены четыре вида эксцентриковых кулачков (эксцентриков). Наибольшее распространение из-за простоты изготовления получили круглые эксцентрики в виде дисков, наружный диаметр которых от 32 до 80 мм ГОСТ 9061-68 (рис. 4.26

). Кулачки устанавливаются на валики, вращаемые рукоятками. Предусмотрено два исполнения кулачка в зависимости от способа установки на валик. Для первого исполнения установка производится по посадке с натягом, для второго – через шпонку.

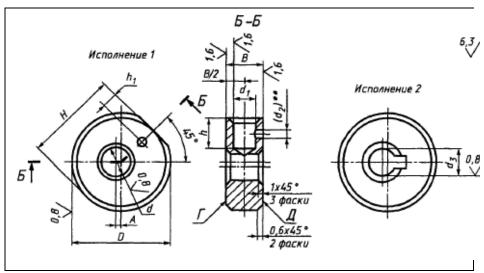


Рис. 4.26 – Кулачки круглые

Примеры применения круглого кулачка представлены на рисунке 4.27.

Круглый эксцентриковый кулачок 2 размещен в пазу прихвата 5 (рис. 4.27, a). При повороте рукоятки I в направлении стрелки кулачок 2 скользит по опоре 3 и с помощью прихвата 5 зажимает деталь 4 в одной точке. Более удобное и экономически выгодное приспособление, позволяющее закрепить заготовку одним движением рукоятки в двух точках, показано на рисунке 4.27, 6. При повороте валика I круглый эксцентриковый кулачок 2 воздействует на коромысло 3, передающее зажимное усилие с помощью тяг 4 прихватам 5, закрепляющим деталь 6.

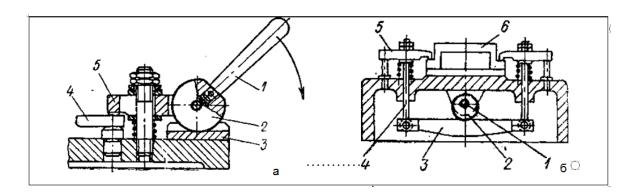


Рис. 4.27— Зажимные механизмы с круглым кулачком: а — зажим в одной точке; б — зажим в двух точках

Помимо круглых эксцентриков стандартами предусмотрены сдвоенные ГОСТ 12190-60 (рис. 4.28, a), вильчатые ГОСТ 12191-66 (рис. 4.28, δ), двухопорные кулачки, ГОСТ 12468-67(рис. 4.28, ϵ). Конструктивные особенности кулачков позволяют проектировать приспособления экономически выгодные и наиболее удобные в эксплуатации.

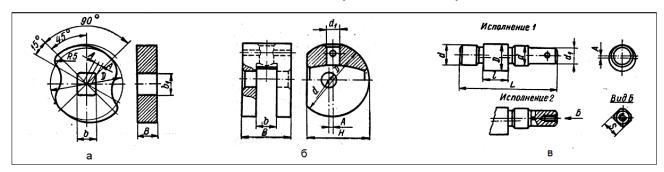
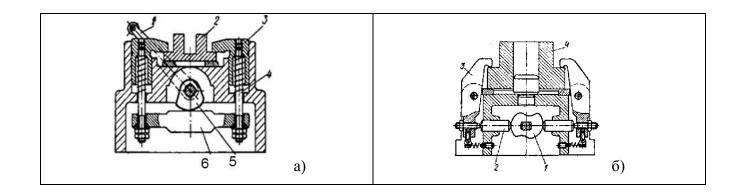
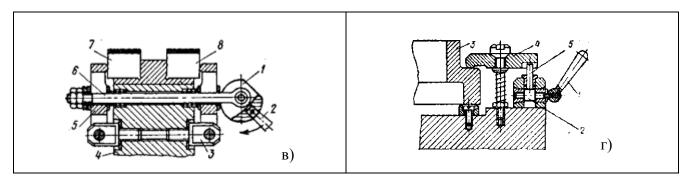


Рис. 4.28 – Стандартные эксцентрики: а) кулачки двухопорные; б) кулачки сдвоенные; в) кулачки вильчатые

Примеры применения стандартных эксцентриков в станочных приспособлениях для закрепления заготовок с описанием их работы представлены на рисунке 4.29.





На рис. 4.29 а) зажим заготовки производится одновременно в двух точках. При повороте рукоятки 1 эксцентриковый кулачок 5 передает зажимное усилие через коромысло 6 и тяги 4 Γ -образным прихватам 3, зажимающим деталь 2 в двух точках.

На рис. 4.29 б) при повороте сдвоенного эксцентрикового кулачка 1 одновременно перемещаются плунжеры 2, воздействующие на прихваты 3, зажимающие деталь 4 в двух точках.

На рис. 4.29 в) в резьбовые отверстия корпуса 4 ввернуты два ушка 3. При нажиме на рукоятку 2 вильчатый эксцентрик 1 с помощью тяги 6 с помощью прихвата 5 вначале зажимает левую деталь 7, а затем и правую 8.

На рис. $4.29 \, \Gamma$) двухопорный эксцентриковый кулачок 2 поворачивается рукояткой 1. При этом плунжер 5 воздействует на поворотный прихват 4 зажимающий деталь 3.

4.10 Проектирование эксцентрикового зажимного механизма

Исходными данными при проектировании эксцентрикового зажимного механизма являются:

- допуск на размер заготовки от установочной базы до места приложения силы закрепления, δ мм;
- сила закрепления заготовки P₃, H;
- тип привода (при немеханизированном приводе рекомендуются F (сила руки) ≤ 196H,
 80 ≤ L≤ 320мм; при механизированном приводе F- сила на приводе и L≤100мм.

- определяют ход эксцентрикового кулачка для определения положения его в конструкции приспособления, h_{ι} мм.

Если угол поворота α не ограничен из конструктивных соображений $\alpha \leq 130^\circ$, то $h_k = \delta + \Delta_{cap} + \frac{P_s}{I} + \Delta h_k;$

где $\Delta_{200} = 0,2...0,4$ мм — гарантированный зазор для удобной установки заготовки;

 $J = 9800...19600 \ \kappa H/M -$ жесткость эксцентрикового зажимного механизма;

 $\Delta h_{k} = 0,4...0,6$ мм — запас хода, учитывающий износ и погрешности изготовления эксцентрикового кулачка.

Если угол поворота эксцентрикового кулачка ограничен $\alpha \leq 60^{\circ}$, то $h_k = \delta + \Delta_{zap} + \frac{P_3}{I}$;

Выбрать стандартный эксцентриковый кулачок следует из таблицы 4.1. При этом должны соблюдаться условия: $P_{_3} \leq P_{_{\rm max}}$ и $h_k \leq h_{_{kma6\pi}}$ (размер, материал, термическая обработка и другие технические условия см. ГОСТ 9061-68) . Проверять стандартный эксцентриковый кулачок на прочность нет необходимости.

Определить длину рукоятки эксцентрикового механизма можно из выражения:

$$L \ge \frac{M_{\text{max}} P_{_3}}{F P_{_{3 \text{max}}}};$$

выбирая значения M_{max} и P_{smax} из таблицы 4.1.

При немеханизированном приводе рекомендуется:

$$F \le 196 \text{ H и } 80 \le L \le 120.$$

При механизированном приводе F- сила на приводе и $L \le 100$ мм.

Таблица 4 – Параметры эксцентрикового кулачка

Наружный диаметр кулачка ГОСТ 9061-68	$ ext{Ход } h_k \ lpha \leq 60^\circ$	Ход h_k $lpha \leq 130^\circ$	P_3 max, H	М тах, Нм
32	0,85	3,17	2700	9300
40	1,0	3,73	3700	15000
50	1,25	4,66	4200	21100
60	1,4	5,59	6860	41100
70	1,75	6,53	9000	62700
80	2,0	7,46	7800	62700

Вопросы

- 1. Что является основной деталью эксцентрикового механизма, что она из себя представляет?
- 2. Плоские кулачки, виды эксцентриковых кулачков, предусмотренных стандартом.
- 3. Каковы достоинства и недостатки эксцентриковых зажимных механизмов?
- 4. Каковы исходные данные для проектирования эксцентриковых кулачков?

4.11 Винтовые механизмы

Винтовые зажимные механизмы применяют в приспособлениях с ручным закреплением, в комбинированных механизмах разного типа, а так же на автоматических линиях с применением приспособлений спутников. Винтовые механизмы простоты и компактны по конструкции с широким использованием стандартных деталей, обладают способностью к самоторможению, удобны в наладке, способны создавать значительную силу закрепления при небольшом моменте и большом ходе винта (гайки).

К недостаткам винтовых механизмов можно отнести сосредоточенный характер сил закрепления, что ограничивает их применение для установки тонкостенных и термически необработанных заготовок, а также затрачивание сравнительно большого времени для закрепления заготовок с ручным приводом и нестабильность сил закрепления, что снижает точность обработки.

К деталям винтовых механизмов относятся нажимные винты, гайки, болты к пазам станочным, Г-образный болт, болты быстросъемный и откидной, вилка, шпильки, переходные

втулки, пяты, шайбы, прихваты, откидные и съемные планки, рукоятки, опоры.

Заготовки закрепляют непосредственно нажимным винтом I (гайкой 2), (рис.4.30, a) или с помощью прихватов 3 и планок (рис. 4.30, 6, a). Применение прихватов позволяет закреплять заготовку в необходимом месте, получать выигрыш в силе (или в перемещении). Материал этих деталей – сталь 45, твердость HRC 30...35.

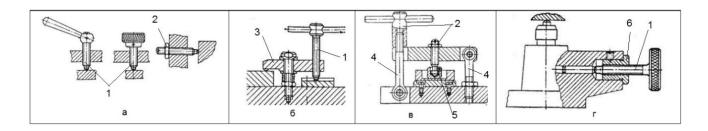


Рис. 4.30 — Применение нажимных винтов с пятой и без пяты: a — закрепление зажимным винтом; б — закрепление с помощью прихвата; b — закрепление с помощью прихвата через пяту; r — применение переходной втулки

Пяты 5 выполняются с гладкой или насеченной опорной поверхностью (рис. 4.30, ϵ). Они крепятся к нажимным винтам по принципу невыпадающего винта при помощи штифтов, для чего в пятах предусмотрены отверстия. Пяты служат для защиты поверхностей заготовок от вмятин, изготавливают из стали 45 с твердостью HRC35...40.

Переходные втулки 6 для нажимных винтов изготавливают из стали 45 с твердостью HRC25...30 , Их применение повышает ремонтопригодность приспособления (рис. 4.30, ε)

Применение таких деталей как откидные и съемные планки, быстросъемные шайбы, опоры позволяет уменьшить вспомогательное время. Материал этих деталей – конструкционная сталь 45 с твердостью HRC 35...40. Применение съемной планки показано на рисунке 4.31. Быстросъемная планка 2 устанавливается на винтах 1 с цилиндрическим пояском, которые удерживают ее в рабочем положении Винт 3 ввернутый в резьбовое отверстие планки, упираясь в заготовку, создает усилие необходимое для закрепления заготовки при обработке.

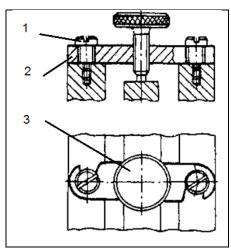


Рис. 4.31 – Винтовой зажим с применением прижимной быстросъемной планки

Рукоятки могут быть подвижные, неподвижные. Их выбирают с учетом требований эргономики по моменту, изготавливают из конструкционной стали.

От вида резьбы и рабочего торца нажимного винта (гайки) зависит величина силы развиваемой винтовым механизмом (при заданном моменте на приводе). Предпочтительна метрическая резьба, имеющая высокий приведенный коэффициент трения, и поэтому надежная против самоотвинчивания. Резьба с крупным шагом позволяет быстрее закрепить заготовку, а с мелким — более надежна. Резьбу с мелким шагом целесообразно применять в условиях обработки с ударами, вибрацией, переменными нагрузками. Концы винтов чаще бывают цилиндрические, сферические и под пяту; их выбирают с учетом состояния поверхности заготовки. Форма конца винта влияет на величину создаваемого винтовым механизмом усилия.

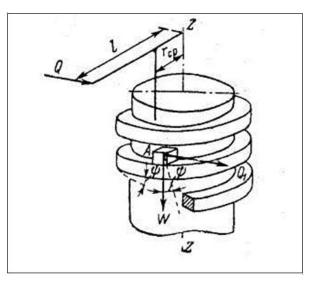


Рис. 4.32 – Схема сил винтового механизма

Винтовой механизм можно рассматривать как комбинированный, состоящий из рычага с плечами \mathbf{r}_{cp} и L и клина с трением только по наклонной поверхности (рис. 4.32).

Известно, что передаточное отношение идеального рычага $i_{u\partial.pыq.} = \frac{L}{r_{cp.}}$,

передаточное отношение клина $i_{u\partial.\kappa\pi.} = \frac{1}{tg\alpha}$,

отсюда, сила W, развиваемая идеальным винтовым механизмом, с учетом приведенного угла резьбы φ_{nn} может быть вычислена с помощью формулы:

$$W = Q \frac{L}{r_{cp.} tg(\alpha + \varphi_{np})};$$

где: α – угол подъема резьбы. Угол подъема резьбы определяется из выражения:

$$tg\alpha = \frac{p}{2\pi r_{cp.}};$$

где: p — шаг резьбы, r_{cp} . — средний диаметр резьбы,

 $\varphi_{np}^{}$ приведенный угол трения. Для метрической резьбы $\varphi_{np}^{}=6^{\circ}40'.$

Сила, с которой происходит закрепление заготовки винтовым зажимом, зависит от длины рукоятки и величины приложенной к ней силы, формы зажимного торца и вида резьбы (рис. 4.31).

Момент, приложенный к винту диаметром d_2 (наружный диаметр резьбы), необходимый для сообщения зажимающей силы P_3 :

для резьбового зажима со сферическим торцом (рис. 4.33, а)

$$M = 0.5P_3 d_{cp} tg(\alpha + \varphi_{np});$$

для резьбового зажима с плоским торцом (рис. 4.33, б)

$$M = P_3 \left[0.5 d_{cp} tg(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{f_1 D_{u}}{3} \right];$$

для резьбового зажима с пятой (рис. 4.33, в)

$$M = P_{3} \left[0.5 d_{cp} tg(\alpha + \varphi_{np}) + f_{1} R c tg \gamma \right];$$

для резьбового зажима гайкой (рис. 4.33, г)

$$M = P_{3} \left[0.5 d_{cp} tg(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{f_{1}(D^{3} - d^{3})}{3(D^{2} - d^{2})} \right];$$

Где $_{\it cp}$ – средний диаметр резьбы; α – угол подъема резьбы;

 $tg\, arphi_{np} = rac{f}{\coseta}$ — приведенный коэффициент трения для заданного профиля резьбы;

f — коэффициент трения на плоскости; β — половина угла при вершине профиля витка резьбы, для треугольной резьбы $\beta = 30^{\circ}$, для трапецеидальной $\beta = 15^{\circ}$, ;

 D_{u} – диаметр прилегающей поверхности винта;

R — радиус сферического торца винта;

 f_{I} – коэффициент трения пары винт пята;

D – наружный диаметр опорного торца гайки;

d – внутренний диаметр опорного торца гайки;

 γ — угол конического углубления пяты.

Величина исходного усилия на рукоятке ключа лимитируется условием прочности болта на растяжение. Допустимое усилие по условию прочности для метрической резьбы диаметром d:

$$P_{3.\partial on} = 0.64 \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p = 0.5 d^2 [\sigma]_p;$$

где $[\sigma]_n$ – допустимое напряжение при растяжении материала винта;

Определяя $P_{3.\partial on}$ и подставляя его значение в формулы можно найти предельные значения моментов, допускаемые по условиям прочности.

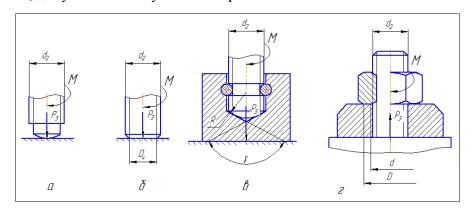


Рис. 4.33 — Формы зажимного торца винтового механизма: a — со сферическим торцом; б — с плоским торцом; b — с пятой; b — с торцом гайки

Формы зажимного торца винтового механизма выбирают исходя из условий закрепления заготовки. При закреплении по необработанной поверхности следует применить форму со сферическим торцом. Винт с плоским торцом применяется при закреплении по предварительно обработанной поверхности, которая окончательно обрабатывается на последующей операции. В случае если вмятины не допустимы необходимо применение пяты. Применение гайки должно быть при неподвижной резьбовой шпильке или болта.

Вопросы

- 1. Достоинства и недостатки винтовых зажимных механизмов, детали винтовых механизмов?
- 2. В виде чего можно рассматривать винтовой механизм?
- 3. От чего зависит сила с которой происходит закрепление заготовки винтовым механизмом, расчет винтового механизма?
- 4. Исходя из каких условий выбирают форму зажимного торца винтового механизма?

4.12 Рычажные механизмы

Рычажные механизмы применяют в сочетании с другими элементарными зажимами, образуя более сложные элементарные системы.

В механизированных приспособлениях как усилители часто применяются рычажношарнирные механизмы. Примером может служить пневматический зажим с однорычажным шарнирным механизмом и роликом (рис. 4.34). Ролик в этом случае служит для уменьшения потерь на трение

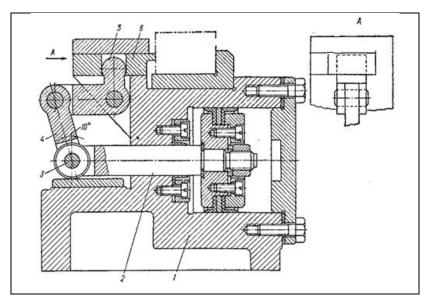


Рис. 4.34 – Пневматический зажим с однорычажным шарнирным механизмом и роликом

Усилие зажима передается от встроенного в корпус 1 приспособления поршневого пневмопривода. В вильчатый конец штока 2 на оси 3 помещены ролик и вильчатый конец рычага 4. Последний шарнирно связан с коленчатым рычагом 5, перемещающим ползун 6. Ползун зажимает обрабатываемую деталь.

Рычажные механизмы используют в виде двуплечего рычага в сочетании с различными силовыми источниками. При помощи рычага можно изменять величину и направление силы зажима, осуществить закрепление заготовки в труднодоступном месте, а так же одновременное закрепление заготовки в двух местах.

Примером рычажного механизма является механизм с применением прихвата, изображенный на рисунке 4.35. Усилие, создаваемое при повороте гайки 2 навернутой на резьбовую шпильку 5, передается прихватом 6 на опору 3 и заготовку, которая лежит на

призме, установленной на плите 1. Шпилька 5 и опора 3 также крепятся на плите с помощью гаек. Пружина 6 поддерживает и поднимает прихват при отсутствии зажимного усилия.

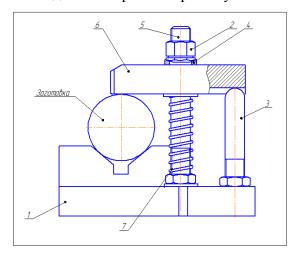


Рис. 4.35 – Зажимной механизм с применением прихвата

Основными деталями рычажных механизмов станочных приспособлений являются рычаги (прихваты) и их опоры, а также стандартные крепежные детали, такие как гайки, шпильки, болты, шайбы. К достоинствам рычажных механизмов можно также отнести возможность выигрыша в силе, надежность. К недостаткам следует отнести сосредоточенный характер создаваемого усилия, что не позволяет закреплять нежесткие заготовки.

Следует рассмотреть три возможных схемы конструкций рычажных механизмов, в зависимости от расположения опорной поверхности, а также от места приложения усилия Q_p и места закрепления заготовки с усилием P_3 (рисунок 4.36).

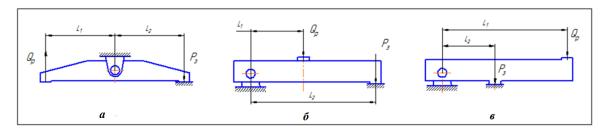


Рис. 4.36 – Схемы конструкций рычажных механизмов: а – меняется направление силы зажима; б – проигрыш в силе зажима; в – выигрыш в силе зажима

Если принять расстояние от опоры рычажного зажимного механизма до точки приложения сил закрепления за, $L_{\rm l}$ мм, а расстояние от опоры рычажного зажимного механизма до точки приложения сил на приводе, $L_{\rm l}$ мм, то из равенства моментов сил относительно опор находим:

$$P_{3} = Q_{p} \frac{L_{1}}{L_{2}} \eta; \tag{1}$$

где P_3 — сила закрепления заготовки, H;

 Q_P – сила на приводе, H;

 η — КПД, учитывающий потери на трение в опоре рычажного механизма. Для рычага принимается: η = 0,85 ÷ 0,95 .

Соответственно, зависимость для перемещений:

$$S_p(P_3) = S_p(Q_p) \frac{L_1}{L_2} \eta;$$
 (2)

где $S_p(P_s)$; $S_p(Q_p)$; — соответственно перемещения рычага в точках приложения сил (P_s,Q_p) , мм.

На рисунке 4.37, a рычаг не только меняет направление силы заданной приводом Q_p , но в зависимости от соотношения плеч может изменить величину силы зажима P_3 . На рисунке 4.37, δ применение рычага дает проигрыш в силе.

На рисунке 4.37, θ применение рычага позволяет увеличить силу зажима P_3 .

Простота самого рычага и простота его размещения позволяют создавать различные оригинальные конструкции приспособлений, позволяющие решать задачи поджима и закрепления обрабатываемой заготовки (рисунок 4.37, a, δ).

В комбинированных механизмах с применением прихвата усилие создается резьбовым зажимом. Прихват выполняет функцию рычага. Стандартные прихваты станочных приспособлений могут быть поворотным, передвижным, откидным, а также отличаться по форме (плоские, изогнутые, ступенчатые) и размерам. Выбор прихвата обусловлен конструкцией обрабатываемой заготовки, формой и шероховатостью поверхности за которую осуществляется закрепление заготовки, возможностью прохождения режущего инструмента, и удобством и быстродействием во время закрепления и раскрепления заготовки.

Конструкции комбинированных зажимных механизмов станочных приспособлений, решающие поставленные в каждом случае задачи, и демонстрирующие применение рассмотренных выше схем, представлены на рисунке 4.37, a, b, a.

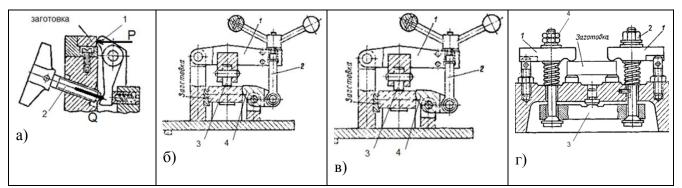


Рис. 4.37 – Применение рычажных механизмов

Рис. 4.37 а: двуплечий рычаг 1 под действием силы Q, создаваемой витом 2, поворачиваясь вокруг оси, упирается в поверхность заготовки с силой P, величина которой зависит от соотношения плеч рычага.

Рис. 4.37 б: механизм обеспечивает закрепление заготовки одновременно кулачком 3 и рычагом 4 по двум базовым поверхностям. Управление осуществляется штурвальной рукояткой. При смене заготовок откидываются болт 2 и прихват 1.

Рис. 4.37 в: в данном случае недопустима деформация корпуса под действием зажимного усилия, поэтому, для того чтобы его рассредоточить, к шпильке l снизу закреплено коромысло. Передвижной прихват 5, опираясь на регулируемую по высоте опору 4. передает создаваемое усилие заготовке.

Рис. 4.37 г Заготовку закрепляют с помощью двух сблокированных коромыслом 3 передвижных прихватов 1. Зажимающее усилие создается гайкой 2, Регулировку прихватов по высоте производят гайками 4.

4.13 Расчет рычажных зажимных механизмов

На рисунке 4.38 представлена схема клиноплунжерного рычажного механизма, состоящего из рычага I, насаженного с возможностью поворота на опору 4 и предназначенного для закрепления заготовки известной силой P_3 . Двухопорный плунжер 2 воздействует на рычаг силой Q_p , переданной клином 3 от привода Q. Необходимо рассчитать геометрические параметры рычага и усилие привода Q_p .

Для расчета рычажного зажимного механизма исходными данными являются:

 P_3 - сила необходимая для закрепления заготовки, H;

 δ -допуск на размер заготовки, мм.

Далее необходимо выбрать схему механизма, на которой показаны место положения опоры и точки приложения действующих сил (рис. 4.38).

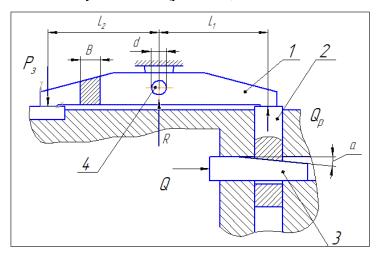


Рис. 4.38 — Расчетная схема рычажного зажимного механизма, работающего в сочетании с клиновым механизмом

Для того чтобы заготовку извлечь из приспособления или установить в него, необходимо вычислить необходимый хода рычага в месте его соприкосновения с обрабатываемой заготовкой, учитывая допуск на размер заготовки, необходимые гарантированные зазоры и жесткость рычажного зажимного механизма по формуле (3):

$$S_{p}(P_{3}) = \delta + \triangle \varepsilon a p. + \frac{P_{3}}{J} + \triangle S_{p}(P_{3}); \tag{3}$$

где принимаются гарантированные зазоры:

$$\Delta eap. = 0, 2 \div 0, 4_{MM}$$
 $\Delta S_{p}(P_{3}) = 0, 2 \div 0, 4_{MM}$

J - жесткость рычажного зажимного механизма. $J = 14700 \div 24500 \kappa H / M$

По формулам (1) и (2) вычисляют силу на приводе Q_P и ход рычага в месте приложения усилия привода: $S_P(Q_p)$;

Из уравнения равновесия рычага определяют реакцию R в опоре рычага, H;

Находят диаметр d опоры рычага из условия прочности на смятие:

если реакция *R* в ньютонах, то $d \ge 0.226\sqrt{R}$ в мм;

- Ширина рычага B принимается равной диаметру опоры d (обычно расчет рычага на

изгиб не делают, а согласовывают с размерами стандартного), мм;

- По вычисленным значениям усилия привода и его хода Q_P ; $S_P(Q_p)$ выбирают привод рычажного зажимного механизма.

Пример расчета рычажного зажимного механизма:

1.
$$P_3 = 9800H$$
; $\delta = 0, 2_{MM}$; $L_2 = L_1$;

- 2. Выбираем схему механизма (рис. 4.38);
- 3. Принимаем:

$$\triangle Pap. = 0,2MM; \quad \triangle S_p(P_3) = 0,3MM; \quad J = 19600\kappa H/M$$

Тогда
$$S_P(P_3) = 0, 2 + 0, 3 + \frac{9800}{19600} + 0, 3 = 1,3$$
мм

4.
$$Q_p = P_3 \frac{L_2}{L_1} \eta = 9800 \times 1 \times 0,95 = 10316H;$$

5.
$$R = Q_p + P_3 = 10316 + 9800 = 20116H$$

6.
$$d \ge 0,226\sqrt{R} = 0,226\sqrt{20116} = 32_{MM}$$

7.
$$B = d = 32$$
MM

8. В качестве привода принимаем клиноплунжерный зажимной механизм. Рассчитаем механизм:

$$Q_p = 10316H; S_P(P_3) = 1,3$$
MM

9. Принимаем угол скоса клина $\,\alpha = 10^{\circ}\,$, углы трения $\,\varphi = \varphi_1 = \varphi_2 = 5^{\circ}50'\,$,

тогда ход клина
$$S_P(P_3)=1,3\times ctg10^\circ=7,37$$
 мм , а сила на клине
$$Q=\frac{Q_p}{i_c}=\frac{Q_p\left[tg(\alpha+\varphi)+tg\varphi_1\right]}{\left[1-tg(\alpha+\varphi)tg\varphi_2\right]}=\frac{10318\left[tg(10^\circ+5^\circ50')+tg5^\circ50'\right]}{1-tg(10^\circ+5^\circ50')tg5^\circ50'}=3258H$$

где i_c — передаточное отношение сил клиноплунжерного зажимного механизма [1].

Вопросы

- 1. В каком виде используются рычажные механизмы, схемы конструкций с применением рычага?
- 2. Достоинства и недостатки рычажных механизмов, основные детали рычажных механизмов на примере наиболее часто применяемого механизма с прихватом?
- 3. Какие исходные данные необходимы для расчета рычажного зажимного механизма?

4.14 Разные механизмы.

4.14.1 Прихваты

В технологической оснастке в качестве механизма для закрепления заготовок широкое применение получили так называемые Г-образные болты или Г-образные прихваты. В отличие от обычных прихватов они более компактны и удобны в работе, могут быть использованы в комбинированных зажимных механизмах с применением винтовых зажимов, эксцентриков, механизированных приводов.

В качестве примера применения Г-образного болта рассмотрим токарное приспособление с пневмозажимом для закрепления заготовок за цилиндрический фланец в трех точках (рис. 4.39).

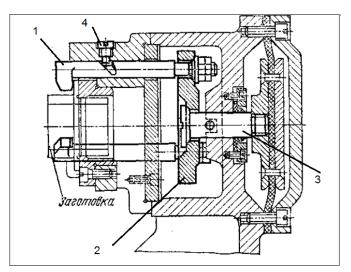


Рис. 4.39- Зажим блокированный трехкулачковый

Закрепление заготовки производится с помощью трех Γ -образных болтов I, которые сблокированы коромыслом 2, насаженным на шток 3 пневмокамеры. Специальные канавки болта, взаимодействуя с винтами 4, обеспечивают автоматический поворот болта в процессе его осевого перемещения под действием штока пневмокамеры, тем самым зажимая или разжимая заготовку. Геометрическими параметрами специальной канавки являются: длина дуги поворота прихвата $S = \pi d \frac{\alpha}{360}$ и длина подъема (опускания прихвата) при повороте h= $Sctg\psi$ (рис. 4.40).

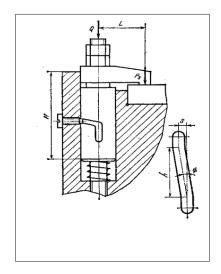


Рис. 4.40 — Расчетная схема определения геометрических параметров специальной канавки Г-образного болта

где:

 $\psi = 30^{\circ}...40^{\circ}$ -угол подъема канавки;

 α = 90° -угол поворота прихвата;

d –диаметр болта;

Примером использования поворотного Г-образного прихвата может служить механизм, изображенный на рисунке 4.41, состоящий из нескольких стандартных деталей.

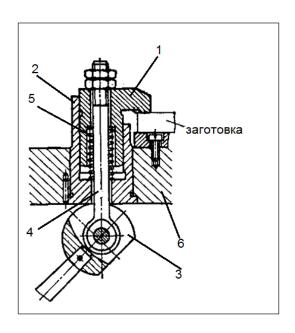


Рис. 4.41 – Зажимной механизм с поворотным Г-образным прихватом

Прихват *1* работает в паре со стаканом 2, внутренняя расточка которого служит направлением для прихвата и ограничителем его поворота, благодаря специальной выборке (на рисунке не показано). Стакан посадкой с натягом установлен в отверстие корпуса *6* приспособления и застопорен штифтом. Внутри прихвата и стакана размещен откидной болт *4*, на ось головки которого посажен эксцентриковый кулачок *3*, который создает зажимное усилие. Пружина *5* поднимает прихват при отсутствии зажимного усилия. Следует отметить, что прихват и стакан имеют два варианта исполнения, отличающиеся внутренним отверстием. Оно может быть гладким, как показано на примере, или резьбовым. Наличие резьбового отверстия позволяет использовать вместо болта *4*, например, шпильки. Примером такого применения, а также расчет создаваемого прихватом зажимного усилия может служить рисунок 42.

Зависимость между силой зажима P и осевой силой Q винтового механизма определяют из равенства моментов относительно точки O:

$$Ql = \frac{2}{3}NH;$$

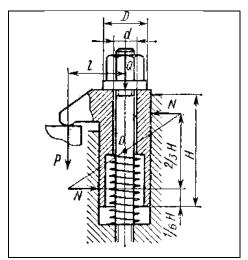


Рис. 4.42 – Схема для расчета усилия зажима Г-образным прихватом

B этом равенстве нормальные силы N (реакции) представляют собой равнодействующие сил, стремящихся перекосить прихват под действием осевой силы Q.

По закону силовых треугольников равнодействующие N приложены к прихвату на расстоянии равном H/3 от вершины треугольника. Таким образом, из указанного равенства моментов следует:

$$N = \frac{3}{2} \frac{l}{H} Q$$

С другой стороны, сила Q = P + F, где F — сила трения возникающая в направляющей части прихвата. В рассматриваемом случае F = 2Nf, где f — коэффициент трения на направляющей поверхности, подставляя в это равенство значение N, получим:

$$F=3Q\frac{l}{H}f$$
 , но $P=Q-F$, Следовательно, $P=Q(1-3f\frac{l}{H})$

с учетом сопротивления пружины
$$F = (Q - q)(1 - 3f \frac{l}{H})$$

Для достижения необходимой зажимной силы Q с помощью затягивающей гайки необходимый момент затяжки составил

$$M = \frac{Q+q}{2} \left[d_{cp} t g(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{f_1(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)} \right].$$

4.14.2 Реечно-рычажный зажим

Реечно-рычажные зажимы (рис. 4.43) состоят из рейки *3*, реечного зубчатого колеса *5*, установленного на валу *4*, и рычага (рукоятки) *6*. Вращая рукоятку против часовой стрелки, опускают рейку и через промежуточную деталь (например, плиту *2*) или непосредственно закрепляют заготовку *1*. Сила закрепления зависит от силы *N*, приложенной к рукоятке. Для сохранения полученной силы закрепления после снятия силы с рукоятки механизм имеет запирающее устройство (замок), предупреждающее обратный поворот реечного колеса под влиянием упругих сил, возникших в звеньях зажимной системы.

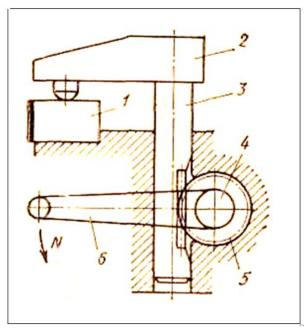


Рис. 4.43 – Реечно-рычажный зажим

При конструировании механизма подъема и опускания скалок (кондукторных плит), которые одновременно являются и силовым механизмом, зажимающим обрабатываемые детали, применяют различные типы замков, действие которых основано на самотормозящих свойствах клина. Принцип работы этих замков рассмотрим на примере механизма реечноконусного замка (рисунок 4.44).

Замок состоит из зубчатого валика 1 с конусами 2 и 3 и рукояткой 6. Спиральные зубья на средней шейке вала находятся в зацеплении с валом - рейкой 5, которая связана с зажимающим механизмом.

Вал-рейка 5 с косыми зубьями связан с зубчатым валиком 1. Правый конец этого валика имеет конусный участок, а на левом конце на шпонке смонтирована конусная втулка 2. Оба конуса притерты в конических отверстиях крышек 4.

Опускание плиты осуществляется рукояткой 6. В момент контакта плиты с обрабатываемой деталью вал - рейка 5 останавливается. При дальнейшем нажатии на рукоятку горизонтальная составляющая реакции со стороны вала-рейки 5 на зубчатый валик 1 смещает его влево, затягивает правый конусный замок и стопорит механизм.

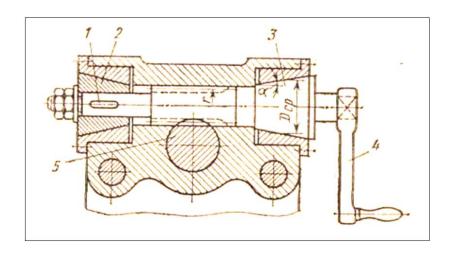


Рис. 4.44 – Реечно-конусный механизм замка

Угол наклона конуса 5 ÷ 6° обеспечивает самоторможение механизма. Для освобождения детали и подъема плиты рукоятку вращают в обратную сторону. Горизонтальная составляющая изменяет свое направление освобождает конический участок, что дает возможность поднять плиту. В ее крайнем верхнем положении горизонтальная составляющая реакции со стороны вала - рейки 5 на зубчатый валик I смещает последний вправо. При этом коническая втулка 2 затягивается в гнездо втулки 4, и срабатывает левый самотормозящий конусный замок, удерживая плиту в верхнем положении.

Расчет момента на рукоятке
$$M_{pyk} = Pr \left(1 + \frac{f}{\sin \alpha + f \cos \alpha} \cdot \frac{R_{cp}Z}{20R} \right) \frac{1}{\eta}$$

С учетом прочности зубчатой передачи радиус зубчатого колеса должен отвечать равенству $r = \frac{mz}{2}$;

где т, модуль, определяют из условия прочности;

z=17, - наименьшее число зубьев свободных от подрезания (при высоте головки зуба, равной m и угле зацепления 20°);

f - коэффициент трения на поверхности;

 $\alpha = 5^{\circ}43'$:

 $\eta = 0.85...0.8$, коэффициент, учитывающий потери от трения.

Наклон зубьев следует принимать равный 45°.

Для скальчатых кондукторов зависимость между осевой силой на рейке P силой зажима P_I должен быть следующий: $P = \frac{P_1}{1 - \frac{3L}{H}f}$.

4.14.3 Тангенциальные кулачки

Во всех рассмотренных случаях поверхностью заготовки является плоскость. Для зажима заготовки с помощью комбинированного механизма по наружной цилиндрической поверхности, одновременно являющейся базовой, может служить тангенциальный двухкулачковый зажим (рис. 4.45).

В корпусе 1 приспособления выполнено посадочное отверстие для установки заготовки. Точность центрирования зависит от точности выполнения базового отверстия. Кулачки 2, перемещаясь в осевом направлении, под действием винтового усилия, создаваемого гайкой 3, обжимают заготовку за наружную поверхность. Винты 4, взаимодействуя с продольными пазами кулачков, не дают им возможности поворачиваться вокруг своей оси. Пружина 5 заставляет перемещаться кулачки в обратном направлении после снятия усилия.

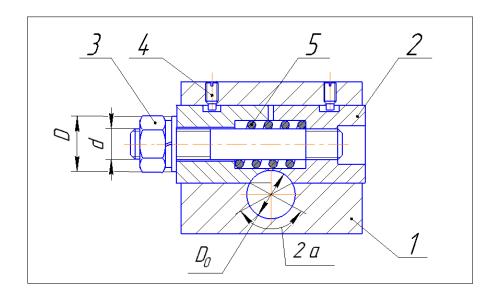


Рис. 4.45 – Тангенциальные кулачки

Погрешностью такой установки является радиальное смещение заготовки в направлении перпендикулярном оси кулачков.

Требуемая величина осевой силы P, стягивающей кулачки:

$$P = M_K \frac{\sin\frac{\alpha}{2} + 1,07f\cos\frac{\alpha}{2}}{\left(1 + 1,07\cos\frac{\alpha}{2}\right)D_0f} + q;$$

где M_K — крутящий момент сообщаемый заготовкой; f — коэффициент трения на зажимаемой поверхности; q — сопротивление пружины.

Момент, приложенный к гайке, необходимый для получения приложенной силы:

$$M_{\Gamma} = P \left[R_{cp} tg(\alpha + \varphi) + \frac{1}{3} \frac{D^{3} - d^{3}}{D^{2} - d^{2}} f_{T} \right];$$

где R_{cp} — средний радиус резьбы; φ — угол трения в резьбе; f_m — коэффициент трения на торце гайки.

4.14.4 Центрирующие цанговые зажимы

Для установки заготовок по наружным и внутренним цилиндрическим поверхностям деталей типа вал или втулка при обработке партии деталей, в случае выполнения требования соосности, применяют центрирующие зажимы. К ним относятся цанговые механизмы, разжимные оправки, зажимные втулки с гидропластмассой, а также мембранные патроны.

Цанговыми называются механизмы, в которых в качестве установочно-зажимного элемента используется цанга, представляющая собой специальную разрезную пружинящую конусную втулку (угол конуса несамотормозящий), с помощью которой в цанговом механизме обеспечивается определенное положение геометрической оси обрабатываемых деталей.

Сила от привода к такому механизму передается на наружную или внутреннюю коническую поверхность цанги. Цанга с наружным конусом используется для закрепления по наружной поверхности деталей в виде стержней с круглым, квадратным или другим многоугольным профилем поперечного сечения. Цанги с внутренним конусом применяются преимущественно для крепления изнутри деталей типа цилиндрических втулок.

Обычно цанги изготовляют из цементируемой стали 20 или из высокоуглеродистых сталей У7А и У8А, а для тяжелых работ нередко из легированных сталей 12ХНВА, 9ХС и др. Для придания большей упругости и сопротивляемости износу цанги подвергают закалке до твердости HRC 58...60 и тщательно шлифуют. Угол конуса цанги $\alpha = 30...40^{\circ}$, при меньших углах возможно заклинивание цанги. Цанги обеспечивают концентричность установки с точностью 0,02...0,05 мм.

При закреплении в цанговой оправке происходит смещение заготовки на величину:

$$y = \frac{\Delta}{2tg \frac{\alpha}{2}};$$

где: Δ — зазор между цангой и заготовкой.

Применение в цанговом механизме упора, позволит устранить смещение и точно установить заготовку.

На рисунке 4.46 показано приспособление с цанговым центрирующим устройством. С помощью рукояток 3 гайка 4 навинчивается на корпус 1, нажимая на шарики 8, которые, действуя на фланец втулки 5, опускают ее, и она конической поверхностью сжимает лепестки

разрезанного конуса цанги 7. Это сжатие передается втулке 6 и помещенной в ней обрабатываемой детали. Применение шариков обусловлено стремлением уменьшить потери на трение между гайкой 4 и фланцем втулки 5. С этой же целью гайка помещена на втулке 5 с большим зазором, исключающим трение цилиндрических поверхностей этих деталей.

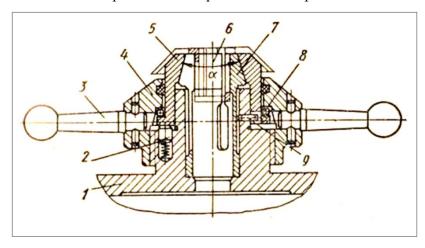


Рис. 4.46 – Приспособление с цанговым центрирующим устройством

Центрирование обрабатываемой детали обеспечивается в этом механизме не только точной обработкой конической поверхности цанги 7 и втулки 5, но и точной посадкой последней на цилиндрическом выступе корпуса 1 приспособления. Штифт 9 удерживает втулку 5 от проворачивания при завинчивании и отвинчивании гайки, а пружинные упоры 2 возвращают втулку в исходное положение для смены обрабатываемой детали.

Для зажима в цанге длинных прутков, например, при обработке на револьверных станках, переходные втулки *6*, как правило, не применяют и предъявляют повышенные требования к точности формы и размеров поперечного сечения прутка. В связи с этим прутки приходится подвергать предварительной калибровке, что связано с дополнительными затратами. Во избежание этого применяют цанги специальной конструкции, позволяющие одинаково надежно закреплять заготовки, отличающиеся по размерам на 1...3 *мм*.

Существуют два способа установки заготовки в приспособление с применением цанги. В одном случае заготовка проходит через цангу и закрепляется в ней без упора, в другом случае заготовка устанавливается с упором. В первом случае в процессе закрепления цанга, коснувшись заготовки, перемещается вместе с ней до полного прижатия, наблюдается эффект затягивания заготовки, что необходимо учитывать при обработке. Во втором случае участвует сила трения, возникающая между цангой и заготовкой в момент закрепления, что отражается на величине силы закрепления.

Силовой расчет цанговых механизмов подобен расчету клиновых устройств и зависит от конструкции механизма, геометрических параметров самой цанги и физических свойств материала цанги.

Расчет силы закрепления сводится к определению осевой силы Q, необходимой для затягивания цанги силой P_1 и обеспечивающей силу зажима заготовки силой P_2 , с учетом угла трения. В случае, если осевая сила приложена к цанге и заготовка установлена без упора (рис. 4.47, a):

$$Q = (P_1 + P_2)tg(\alpha + \varphi);$$

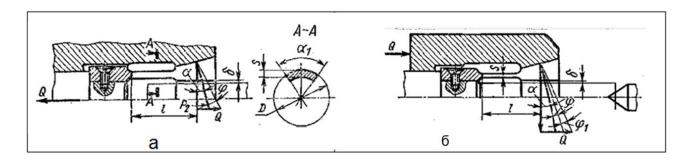


Рис. 4.47 – Установка заготовки в цанге: а – без осевого упора; б – с осевым упором,.

где $P_1 = 3 \frac{E \cdot J \cdot f \cdot z}{L^3};$ сила, сжимающая лепестки цанги до соприкосновения с поверхностью заготовки;

 P_2 — сила зажима заготовки всеми лепестками цанги (определяется из условий резания);

 α — половина угла конуса цанги;

 $\varphi = arctgf_1$ – угол трения,

 f_1 – коэффициент трения конусной поверхности;

E – модуль упругости стали (E = 2,1МПа);

L - расстояние от плоскости задела лепестка цанги до середин сжимающего конуса цанги;

f — стрела прогиба лепестка; $f = \delta$

 δ – зазор между цангой и заготовкой;

Z – число лепестков цанги

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_{_1} + \sin\alpha_{_1}\cos\alpha_{_1} - \frac{2\sin^2\alpha_{_1}}{\alpha_{_1}}\right)$$
момент инерции в сечении заделанного лепестка,

после подстановки J:

$$P_{1} = 0,753 \frac{E \cdot D^{3} \cdot S \cdot f \cdot z}{L^{3}} \left(0,0174 \frac{\alpha_{1}}{2} + \sin \alpha_{1} \cos \alpha_{1} - 229,88 \frac{\sin \alpha_{1}}{\alpha_{1}}\right);$$

 $lpha_{_1}$ – угол сегмента лепестка цанги;

D – наружный диаметр лепестков цанги;

S – толщина лепестка цанги.

В случае, если осевая сила необходимая для затягивания цанги, обеспечивающая силу зажима, приложена к корпусу приспособления и заготовка упирается левым торцом в опору (рис. 4.47, δ), тогда:

$$Q = (P_1 + P_2) [tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1];$$

где: $tg \varphi_1$ — коэффициент трения для опорной поверхности цанги, соприкасающейся с заготовкой.

4.14.5 Приспособление для установки цилиндрических заготовок с закреплением по торцу

К приспособлениям с закреплением по торцу относятся оправки, которые служат для базирования деталей типа втулки, гильзы, фланца, зубчатые колеса. На этих оправках для установки с зазором заготовки поджимаются гайкой с быстросъемной шайбой, или валиком с буртом, соединенным со штоком пневмо или гидро циллиндра, что показано на рисунке 4.48. Надежность закрепления в этом случае будет, если момент M_1 на зажимающем торце шайбы, исключающий проскальзывание заготовки под действием силы резания P_z будет больше момента M_2 , возникающего от силы резания, т. е. $M_1 \ge M_2$,

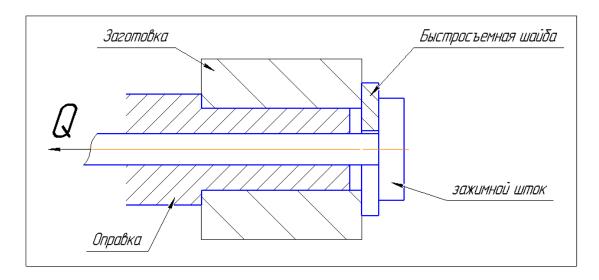


Рис. 4.48 – Оправка с закреплением по торцу

$$M_1=Q\frac{D+d}{4}\,f;\qquad M_2=P_z\,\frac{D_1}{2}; \qquad \qquad \text{следовательно}\quad Q\,\frac{D+d}{4}\,f\geq P_z\,\frac{D_1}{2};$$

Из этого выражения можно получить необходимое условие затягивания:

$$Q = 2P_z \frac{D_1}{(D+d)f};$$

Для обеспечения надежного закрепления заготовки в формулу следует ввести коэффициент запаса K.

Тогда:
$$Q = 2KP_z \frac{D_1}{(D+d)f};$$

где f – коэффициент трения между шайбой и заготовкой;

D₁ –диаметр обрабатываемой заготовки.

<u>Вопросы</u>

- 1. Какие известны стандартные конструкции Γ -образных прихватов, их применение в оснастке?
- 2. Как определить зависимость между силой зажима P и осевой силой Q винтового механизма Γ -образного прихвата?
 - 3. Какова конструкция и назначение реечно-рычажного зажима и замка?
- 4. Какие известны комбинированные механизмы для зажима по наружной цилиндрической поверхности?
 - 5. Каково назначение и виды конструкций центрирующих механизмов и зажимов?
 - 6. Как осуществляется точность центрирования в центрирующих механизмах?

- 7. Каковы особенности цанговых центрирующих механизмов?
- 8. Какие типы деталей обрабатывают с закреплением по торцу?
- 9. Каким способом можно осуществить установку заготовки по ее внутреннему диаметру?

ГЛАВА 5 - МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ПРИВОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ

5.1 Механизированные приводы станочных приспособлений

Повышение производительности механической обработки заготовок на универсальных металлорежущих стайках при современных режимах резания возможно лишь при резком сокращении вспомогательного времени в результате механизации установки и закрепления заготовок в приспособлениях.

Механизированные приводы станочных приспособлений находят все большее применение как наиболее совершенное и перспективное средство механизации закрепления, установки и съема заготовок при обработке их на металлорежущих станках. Применение механизированных приводов позволяет:

- а) обеспечить надежное и жесткое закрепление заготовок, в результате чего становится возможным повышение режимов резания;
- б) сократить вспомогательное время путем уменьшения времени на закрепление и освобождение заготовок, что обеспечивается быстродействием зажимов; особенно сокращается вспомогательное время при большом количестве зажимов;
- в) облегчить труд рабочего, так как усилия работающего, затрачиваемые па закрепление и освобождение заготовок, сводятся только к переключению рукоятки крана управления или кнопки золотника;
- г) сократить до минимума рабочие движения в результате управления всеми зажимными элементами общим устройством;
- д) сократить время па подвод и отвод зажимных элементов, а также на фиксацию вспомогательных опор путем автоматизации этих приемов;
- е) сократить вспомогательное время на съем заготовок путем применения специальных выталкивателей.

Основным назначением силового привода в приспособлении является создание исходной силы Q необходимой для зажима заготовки силой P_3 . Силовой агрегат привода представляет собой преобразователь, какого либо вида энергии в механическую, для работы зажимных механизмов. В связи с этим приводы обычно классифицируют по виду преобразуемой

энергии. В приспособлениях используют следующие приводы: пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электрические, электромагнитные, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные, от сил резания (энергия привода главного движения станка), от движущихся частей станка. Выбор привода станочного приспособления определяется конструкцией станка, размерами партии обрабатываемых деталей и их конструкцией. Применение механизированных приводов в качестве средств механизации закрепления заготовок позволяет повысить производительность обработки за счет автоматизации отвода — подвода или поворота прихватов, что особенно эффективно при наличии большого числа последних.

Наиболее широко применяют пневмо и гидровлический механизированные приводы станочных приспособлений. Основные термины и определния пневмо и гидроприводов даны по ГОСТ 17752-81. Применяемая среда — воздух для пневмо и масло для гидропривода.

5.2 Пневматические приводы

Силовые пневматические приводы состоят из пневмодвигателя, преобразующего энергию сжатого воздуха в силу P на штоке, пневмоаппаратуры, куда входят контролирующие приборы, распределительные, предохранительные устройства и т. д. и воздухопроводов. Источником сжатого воздуха, давление которого 0.4-0.63 МПа (максимально допустимое -1МПа), является цеховая компрессорная установка.

В одну конструкцию с приспособлением, как правило, скомпонован пневмодвигатель. Остальные устройства размещают вне приспособления. С помощью воздухопроводов их соединяют с приспособлением.

Пневмоприводы станочных приспособлений имеют следующие достоинства:

- отсутствуют специальные источники давления, так как на предприятиях имеются линии сжатого воздуха;
- простые арматура и аппаратура;
- нет возвратных трубопроводов, так как отработавший воздух выпускают в окружающую среду.
- для безопасности работы пневматических приспособлений применяют реле давления, осуществляющее блокировку привода зажима заготовок с приводом станка. При

падении давления в пневмосистеме приспособлений реле давления отключает электродвигатель станка.

К недостаткам следует отнести низкое рабочее давление сжатого воздуха, что вызывает необходимость использования цилиндров большого диаметра.

Для непосредственного закрепления заготовок штоком поршня или посредством простых рычажных механизмов пневмоприводы применяют лишь в тех случаях, когда требуется ограниченная сила зажима, т.е. при небольших силах резания при обработке заготовок с малым припуском или заготовок из мягких материалов. При больших силах зажима для уменьшения диаметра цилиндров используют механизмы-усилители (рычажные, шарнирнорычажные, клиновые, клинорычажные и др.), что увеличивает ход поршня пневмоцилиндра, усложняет конструкцию, увеличивает габаритные размеры, массу и стоимость приспособлений, а также площадь, необходимую для их хранения. Поэтому пневматические приводы целесообразно применять лишь при отсутствии пространственных ограничений, в случаях, когда нет необходимости снимать приспособление со станка, т. е. в специальных приспособлениях для крупносерийного и массового производства или в универсально-наладочных приспособлениях для мелкосерийного производства.

5.3 Пневмодвигатели

Пневмодвигатели (пневмоцилиндры) бывают трех типов: - мембранные (диафрагменные) пневмокамеры, сильфонные, поршневые пневмоцилиндры.

Пневмокамеры мембранные (рис. 5.1) представляют собой конструкцию из двух литых или штампованных чашек, между которыми зажата упругая диафрагма (мембрана) из стали или прорезиненной ткани со штоком.

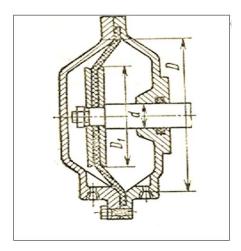


Рис. 5.1 – Пневмокамера мембранная

К достоинствам мембранного пневмодвигателя следует отнести простоту конструкции. На его работоспособность не влияет загрязненность сжатого воздуха. Недостатком является уменьшение силы закрепления по мере увеличения хода штока. Рекомендуется мембранные пневмодвигатели применять при небольших ходах.

Мембраны долговечны, выдерживают до 600000 включений, тогда как манжеты цилиндров выходят из строя через 10000 включений [1].

На долговечность пневмокамеры большое влияние оказывает способ крепления мембраны. В зависимости от загруженности и стоимости приспособления с пнемозажимом выбирается один из способов крепления, представленных на рисунке 5.2.

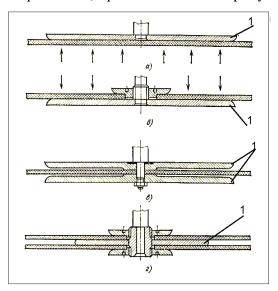


Рис. 5.2 – Соединения опорных шайб с мембранами:

a — для мембранных пневмоцилиндров одностороннего действия при расположении рабочей полости со стороны, противоположной штоку; б — то же, но со стороны штока; в — для пневмоцилиндров двухстороннего действии с двумя опорными шайбами; г — с закреплением мембраны двумя гайками

В пневмоцилиндрах одностороннего действия, если шток не располагается в рабочей полости, соединение опорных шайб с мембранами рекомендуется производить, как показано на рисунке 5.2, a.

В случае, когда шток располагается в рабочей полости, соединение следует производить по рисунку 5.2, δ .

В пневмоцилиндрах двухстороннего действия резинотканевая или резиновая мембрана закрепляются между двумя опорными шайбами по рисунку 5.2, ε или на одной шайбе с помощью двух гаек (рисунок 5.2, ε).

Для расчета силы P на штоке, создаваемой мембранным пневмоцилиндром, необходимы следующие данные:

D – рабочий диаметр мембраны, мм;

D – наружный диаметр опорной шайбы, мм;

Р – давление сжатого воздуха, МПа;

 P_{κ} — сила от возвратной пружины, H, для цилиндров двустороннего действия $P_{\kappa}=0$; Расчет может быть проведен по формулам, указанным в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Формулы для расчета силы Р на штоке мембранных пневмоцилиндров

Тип мембраны	Положение мембраны	P, H
Резино-тканевая	Близкое к исходному	$0.196(D+d)^2 p - P_{\kappa}$
	При ходе:	
	0,3D для тарельчатой	$0.147(D+d)^2 p$
	0,07D для плоской	
Резиновая	Близкое к исходному	$0,785d^2p-P_{\kappa}$
	При ходе 0,22 D	$0,706d^2p-P_{\kappa}$

Рабочая полость <u>сильфонного</u> (рис. 5.3) двигателя представляет собой гофрированную замкнутую камеру I из тонколистовой коррозионно — стойкой стали, латуни или бронзы, упругорасширяющуюся в направлении рабочего хода штока 2 под действием сжатого воздуха. Обратный ход осуществляется при подаче воздуха внутрь камеры 3.

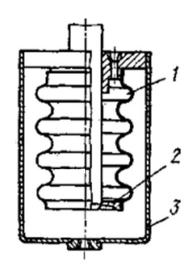


Рис. 5.3 – Сильфонный двигатель

Рабочий ход штока пневмокамеры и сильфона в связи с этим ограничен величиной возможной упругой деформации, в то время как у пневмоцилиндра он может быть любым.

В отличие пневмокамеры и сильфона, пневмоцилиндр для герметизации рабочих полостей требует уплотнений на поршне и штоке, которые довольно быстро изнашиваются (10 тыс. циклов). Диафрагмы же более долговечны – до 600 тыс.циклов.

По источнику энергии обратного хода различают пневмоцилиндры одностороннего действия, в которых рабочий ход производится сжатым воздухом, а холостой — усилием пружины и двустороннего действия. Пневмоцилиндры одностороннего действия применяют, когда не требуется большого хода штока и большой силы для отвода зажимных элементов.

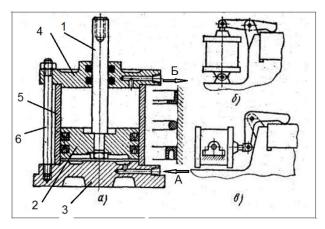


Рис. 5.4 – Пневмоцилиндры для станочных приспособлений: а – конструкция цилиндра; б – вертикальная установка цилиндра в приспособлении; в – горизонтальная установка в приспособлении

На рисунке 5.4, *а* представлена конструкция неподвижного цилиндра двухстороннего действия. Корпус цилиндра заключен между основанием *3* и крышкой *4*. Крепление основания и крышки выполнено с помощью стяжек *6*. Внутри корпуса цилиндра *5* размещен

поршень 2 со штоком 1. Перемещение поршня 2 вверх происходит при подаче сжатого воздуха в отверстие A. Выпуск воздуха осуществляется через отверстие B. Движение поршня в обратном направлении происходит при подаче воздуха в отверстие B.

На рисунке 4, δ и ϵ даны примеры использования пневмоцилиндров в станочных приспособлениях. В одном случае (рисунок 4, δ) ось цилиндра расположена вертикально, шток подсоединен к одному плечу рычага, при перемещении которого вверх происходит закрепление заготовки другим плечом рычага. При перемещении штока вниз происходит раскрепление заготовки. На рисунке 4 ϵ ось цилиндра расположена горизонтально, шток подсоединен к изогнутому рычагу, при повороте которого происходит закрепление или раскрепление заготовки в зависимости от хода штока.

Поршневые пневмоцилиндры бывают стационарные, встроенные и вращающиеся.

Стационарные поршневые пневмоцилиндры двустороннего действия с односторонним штоком представленные в ГОСТ15608-81, имеют несколько исполнений:

- по способу торможения (в СП применяют без торможения).
- по виду крепления на стяжках, на лапах, на проушине, на цапфах;
- по выполнению конца штока: с наружной резьбой, с внутренней резьбой;
- по присоединительной резьбе для подвода воздуха: с метрической, с конической.

Диаметры стандарных пневмоцилиндров от 25 до 400 мм, диаметр штока от 12 до 90мм, сила на штоке при давлении 0,63 МПа – от 200 до 70000 H.

Пример установки стационарных поршневых пневмоцилиндров показан на рисунке 4, б, в.

Встроенные поршневые пневмоцилиндры жестко крепятся в корпусе приспособления. Сила на штоке поршневых пневмоцилиндров, встраиваемых в корпус станочного приспособления от 1630 H до 26750 H при давлении 0,63МПа. Диаметр цилиндра от 63мм до 250мм, диаметр штока от 16 до 50мм. На рисунке 5.5, a представлен пневмоцилиндр с задней крышкой I, встроенный во фрезерное приспособление с рычажным усилителем тисочного типа. Применение одновременно двух пневмоцилиндров рисунок 5.5, δ с передней крышкой 2 позволяет осуществить надежное крепление корпусной детали в двух точках.

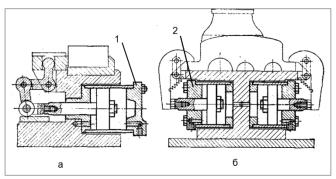


Рис. 5.5 – Примеры применения в станочных приспособлениях встраиваемых пневмоцилиндров с крышкой: а – задней; б – передней

Вращающиеся пневмоцилиндры бывают одностороннего и двустороннего действия со сплошным или полым штоком. Цилиндры двустороннего действия бывают одинарные и сдвоенные (последние с увеличенной тянущей силой на штоке). Пневмоцилиндры устанавливаются на шпинделе токарных револьверных и шлифовальных станков и предназначены в качестве силового привода для токарных патронов (рис.5.6).

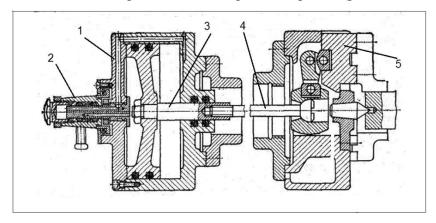


Рис. 5.6 – Пневмоцилиндр и патрон для токарного станка

Вращающиеся пневмоцилиндры 1, в отличие от стационарных, имеют воздухопроводящие муфты 2, устанавливаемые на пневмоцилиндры через подшипники. С помощью муфт цилиндры соединяются с пневмосетью. Шток пневмоцилиндра 3, находясь в шпинделе передней бабки токарного станка, соединяется через тягу 4 с токарным патроном 5.

При больших силах зажима в конструкции цилиндров для уменьшения их диаметра используют рычажный механизм-усилитель. На рисунке 5.7 система рычагов 3, встроенных в поршень цилиндра 1 и связанных со штоком 2, позволяет за счет выигрыша в силе увеличить силу на штоке.

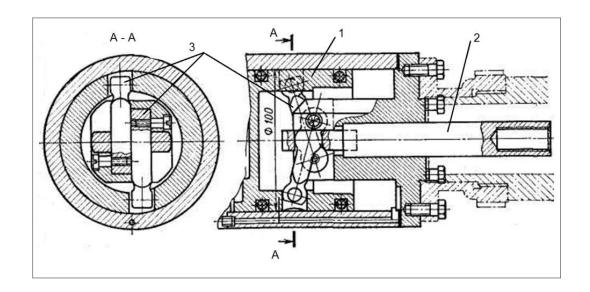


Рис. 5.7 – Вращающийся пневмоцилиндр с рычажно-шарнирным усилителем

Материалом корпуса цилиндра является конструкционная сталь с твердостью HRC 35...40. Внутренняя поверхность цилиндра обрабатывается с шероховатостью Ra = 0,32...0,08 мкм, поршня – Ra = 1,25...0,32 мкм. В местах сопряжения поршня с цилиндром и выхода штока применяют уплотнительные кольца или манжеты из кожи, хлорвинила или маслостойкой резины. Форма сечения уплотнений может быть угловой, воротниковой, V образной, круглой (формы уплотнений показаны на рисунке 5.4, *a*), Посадка поршня в цилиндре при наличии уплотнительных колец – H7/f7 или H8/f8 при наличии манжет, H11/d11 или H12/b12. Для работы уплотнительных колец необходимо смазка, манжеты могут работать без смазки. Для уменьшения коррозии цилиндров их стенки хромируют.

Сила Q на штоке пневмоцилиндра зависит от его диаметра, ее находят по формуле:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta;$$

Гле:

D – диаметр цилиндра, мм;

p – давление сжатого воздуха (0,3...0,6 МПа);

 η , – КПД ,учитывающий потери в цилиндре (0,9...0,95).

Расчетный диаметр D поршневого цилиндра округляют до ближайшего большего стандартного значения, после чего определяют основные параметры пневмоцилиндра. Если применяют шток диаметром меньше стандартного значения, его проверяют на прочность и устойчивость. Шток проверяют на прочность по формуле

$$d_{m} \ge 1,13 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{P_{m}}{[\sigma]}}$$

где: P_m – сила на штоке, H;

 $\lceil \sigma \rceil$ – допустимое напряжение материала штока на растяжение, Па;

5.4 Пневмоаппаратура и арматура

Для автоматизации технологической станочной и сборочной оснастки цех оснащается пневмосетью. В состав пневмосети входит пневмоаппаратура, которая обеспечивает надежную работу пневмопривода. В представленной на рисунке 5.8 схеме показано включение пневмоцилиндра 8 в сеть с помощью различной аппаратуры.

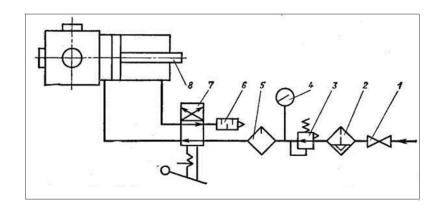


Рис. 5.8 – Схема включения пневмоцилиндра в пневмосеть

С помощью вентиля 1 осуществляется подача сжатого воздуха во влагоотделитель 2 для очистки воздуха от влаги, твердых частиц и масла. Дале в схеме установлен редукционный пневмоклапан 3, предназначенный для понижения давления сжатого воздуха, подводимого к пневмоцилиндрам. Для контроля давления, а также для отключения электродвигателей станка при аварийном падении давления предназначен манометр — реле давления 4. Для того чтобы цилиндры не ржавели в поток сжатого воздуха вносится смазочный материал из маслораспределителя 5. Для снижения шума при выходе сжатого воздуха предусмотрен пневмоглушитель 6. Для изменения направления потоков сжатого воздуха в двухсторонних пневмоцилиндрах служит четырехлинейный пневмораспределитель 7.

Арматура и соединения трубопроводов регламентированы стандартом. Для подвода сжатого воздуха к неподвижным пневмоцилиндрам применяют медные или латунные трубки, а к перемещающимся — резиновые шланги. В качестве уплотнений фланцевых соединений применяются резиновые кольца.

5.5 Станочные приспособления с гидравлическим приводом

Гидравлические приводы станочных приспособлений находят применение как наиболее совершенное и перспективное средство механизации закрепления, установки и съема заготовок при обработке их на металлорежущих станках.

Приспособления с гидравлическими приводами имеют ряд преимуществ по сравнению с пневматическими приводами.

Рабочей жидкостью в гидравлических системах приспособлений является веретенное масло под давлением до 15МПа, которое обеспечивает надежную смазку трущихся частей и снижает износ деталей механизмов привода. Отсутствует коррозия механизмов.

Гидравлические силовые узлы более компактны, в связи с тем, что давление масла в 10 - 30 раз выше, чем воздуха. Шток выполняется за одно целое с цилиндром, благодаря чему повышается жесткость приспособления, что позволяет вести обработку на высоких режимах резания.

Большие силы со штока гидроцилиндров можно передавать непосредственно на заготовку без применения зажимных механизмов - усилителей. При этом повышается КПД зажима, упрощается конструкция приспособления.

Возможно осуществление многократного зажима без механических усилителей путем компоновки нужного числа цилиндров, управляемых одним золотником. Как правило, конструкция приспособления получается более компактной и дешевой.

Компактность гидроцилиндров позволяет создавать удобные агрегатируемые приводы для приспособлений серийного производства и осуществлять многоместную и многопозиционную обработку.

Гидравлические приспособления работают более плавно и бесшумно.

Гидравлические приводы станочных приспособлений состоят из силовой части (гидропередачи), устройства управления, вспомогательных линий и вспомогательных устройств.

Силовая часть (гидропередача) состоит из:

- источника давления (нагнетательного агрегата);
- гидродвигателей;
- магистральных линий.

Агрегатирование гидроприводов станочных приспособлений позволило создать нагнетательные агрегаты-источники давления (насосы или мультипликаторы), которые поочередно компонуют посредством быстроразъемных муфт с гидравлическими зажимными устройствами различных гидравлических приспособлений. По количеству ступеней давления нагнетательные агрегаты подразделяют

- на одноступенчатые (прямого действия) с одним номинальным расходом рабочей жидкости и давлением;
- двухступенчатые (последовательного действия) с двумя номинальными расходами жидкости и давлением (при подводе зажимных элементов к обрабатываемой заготовке работает первая ступень с большим расходом жидкости и низким максимальным давлением и затем при зажиме работает вторая ступень с малым расходом жидкости и высоким давлением).

Гидродвигатели приспособлений можно присоединять к нагнетательным агрегатам с различными источниками энергии: механической, электрической или пневматической.

В механогидравлических приводах высокое давление масла создается за счет небольшого физического усилия рабочего, прикладываемого к рукоятке насоса. В пневмогидравлических приводах источником энергии является сжатый воздух. В электрогидравлических приводах источником энергии является промышленная электроэнергия.

Станочные приспособления подразделяют по способу компоновки привода:

- со стационарными приводами;
- со стационарными двигателями и агрегатированными источниками давления;
- с присоединяемыми зажимными устройствами.

В приспособлениях со стационарными приводами все компоненты привода встраивают в приспособление или прикрепляют к нему

В приспособлениях со стационарными двигателями компоненты встраивают или закрепляют на приспособлении вместе с частью магистральных линий и вспомогательных устройств.

В приспособлениях с присоединяемыми зажимными устройствами усилие зажима передается зажимным элементам приспособлений от зажимных устройств, являющихся независимыми от приспособлений агрегатами.

Гидравлический привод станочных приспособлений — это самостоятельная установка, состоящая из гидродвигателя, рабочего цилиндра, насоса для подачи масла в цилиндр, бака для масла, аппаратуры управления и регулирования трубопроводов.

Гидропривод работает по циклу: подвод зажимных элементов – закрепление заготовки – отвод зажимных элементов с различными давлениями и расходом масла. В период отвода (подвода) – с минимальным давлением и максимальным расходом, обусловленными гидравлическими механическими сопротивлениями; в период закрепления заготовки – с максимальным давлением и минимальным расходом на утечку масла.

Рассмотрим структурную схему гидропривода станочного приспособления с цилиндром *1* двустороннего действия представленную на рисунке 5.9.

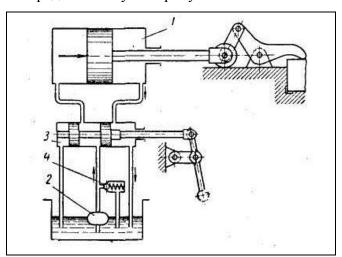


Рис. 5.9 – Структурная схема гидропривода станочного приспособления с цилиндром двустороннего действия

Шестеренный насос (гидронасос с электродвигателем) 2 подает масло из масляной ванны через управляющую аппаратуру (гидрораспределитель или золотник) 3. С помощью ручного управления осуществляется перемещение поршня силового агрегата в левую (рабочий ход) или правую (обратный ход) полость гидроцилиндра. Поршень в свою очередь, соединен с зажимным элементом приспособления, который производит закрепление или раскрепление заготовки.

После окончания закрепления заготовки масло сбрасывается через контрольно — регулирующую аппаратуру (предохранительный и обратные клапаны, гидроаккумуляторы, редукционные клапаны, дроссели, манометры, и т. п.) 4, отрегулированную на требуемое давление. Слив масла по трубопроводам производят ниже уровня в резервуаре во избежание его вспенивания.

В зажимных устройствах одностороннего действия обратный ход поршня осуществляется пружиной. Гидрораспределитель ручного или педального управления имеет два положения, соответствующие зажиму и откреплению заготовки,

В зависимости от назначения и мощности гидравлический привод может обслуживать одно приспособление, группу из трех—пяти приспособлений на нескольких станках или группу из 25... 35 приспособлений, установленных на различных станках цеха.

В гидравлических приспособлениях путем применения индивидуальных цилиндров конструктивно просто осуществлять многоточечные зажимы, т. е. широко применять приспособления для многоместной и многопозиционной обработки. На рисунке 5.10 показано многоместное гидрофицированное приспособление станка типа обрабатывающего центра, состоящее из корпуса 1, индивидуальных гидроприводов 3, трубопроводов 4 и размещенных на приспособлении обрабатываемых заготовок 2.

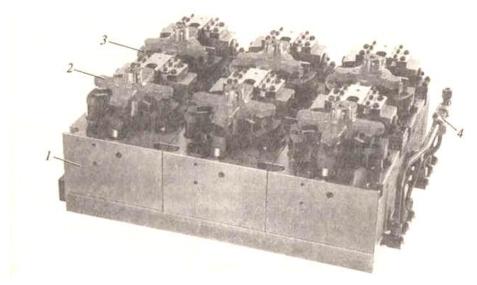


Рис. 5.10 – Гидрофицированное приспособление

Уплотнение поршней и штоков гидроцилиндров обычно достигается применением одного или двух колец круглого поперечного сечения из маслостойкой резины.

Гидравлические приводы в большинстве случаев компонуются в приспособлении не полностью, а расчленяются на два агрегата: источники давления и гидродвигатели. При этом

последние используются в приспособлениях, поочередно присоединяемых к источнику давления.

Конструкции гидроцилиндров и способы их компоновки с приспособлением такие же, как и в пневмоприводе, и оговорены теми же стандартами.

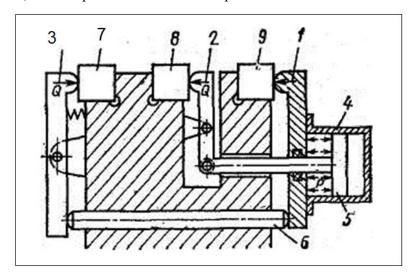


Рис. 5.11 - Схема многоместного приспособления с плавающим цилиндром

Благодаря компактности гидроцилиндров их можно располагать на подвижных частях приспособления (плавающие цилиндры). На рисунке 5.11 дана схема многоместного приспособления с плавающим цилиндром, размещенным на прихвате *1*.

При подаче давления масла в левую полость цилиндра 4, поршень 5, соединенный с рычагом 2, заставляет последний поворачиваться и закреплять заготовку 8. Одновременно с этим, под действием давления масла, перемещается прихват 1, упираясь в заготовку 9 и воздействуя на плунжер 6, который в свою очередь заставляет поворачиваться прихват 3 до упора в заготовку 7.

Существенным недостатком гидропривода являются его высокая первоначальная стоимость (за счет сложности нагнетательных аппаратов, управляющей и контрольно регулирующей аппаратуры), а также повышенные требования к эксплуатации в целях предупреждения утечки масла. В связи с этим наиболее эффективно применение гидропривода в приспособлениях для гидрофицированных станков, при подключении его к гидросистеме станка.

Если станок не гидрофицирован, то создание специального гидропривода для приспособления, ввиду его высокой стоимости, эффективно только в условиях массового и крупносерийного производства.

При использовании гидропривода при серийном производстве его необходимо агрегатировать, для того, чтобы обслуживать несколько приспособлений, что позволяет сократить расходы, приходящие на каждое приспособление.

Государственные стандарты регламентируют параметры стационарных гидроцилиндров с поступательным движением поршня трех типов: одностороннего действия со сплошным штоком, одностороннего действия с полым штоком и двухстороннего действия. Последние применяются в тех случаях, когда требуется большой ход поршня, например для автоматизации подвода или поворота зажимных элементов. Вращающиеся гидроцилиндры предназначены для механизации токарных патронов. Наличие отверстия в поршне и муфте позволяет устанавливать в патронах прутковые заготовки.

Для быстрого соединения гидроцилиндров и нагнетательных агрегатов применяют быстроразъемные соединительные муфты с автоматическим затвором маслопровода.

Для сокращения времени, затрачиваемого на зажим-разжим заготовок в приспособлениях с гидравлическими приводами, применяют зажимные механизмы с автоматическим подводом-отводом или поворотом прихвата.

В станочных приспособлениях применяют нормализованные встраиваемые цилиндры с внутренним диаметром 40, 50, 63, 80 и 100 мм. Соответствующие этим цилиндрам усилия – 11,7 кH; 18,1 кH; 29,2 кH; 49,2 кH; 61,3 кH (тянущее); толкающее несколько больше. На корпусе приспособления их крепят с помощью резьбовой шейки.

Примеры использования встроенных цилиндров показаны на рисунке 5.12.

Закрепление заготовки прихватом I на рисунке 5.12, a происходит при повороте его под действием штока 2 гидроцилиндра.

Автоматический поворот Γ -образного прихвата (рис. 5.12, δ) происходит следующим образом. При перемещении поршня I вниз прихват 2 поворачивается в рабочее положение благодаря винтовой канавке, выполненной на его цилиндрической поверхности, взаимодействующей с концом винта 3. При дальнейшем перемещении поршня прихват закрепляет заготовку.

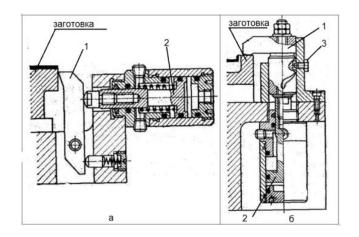


Рис. 5.12 – Примеры использования встроенных цилиндров: а – ось цилиндра расположена горизонтально; б – ось цилиндра расположена вертикально

На этих примерах наглядно видна возможность проектирования поршня совместно со штоком, благодаря небольшому диаметру гидроцилиндра, в отличие от поршня пневмоцилиндра.

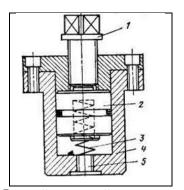


Рис. 5.13 – Ручной винтовой одноступенчатый насос

Если станок не гидрофицирован, в условиях мелкосерийного производства, в качестве источника подачи масла в гидродвигатели целесообразно применять ручные насосы – рычажные и винтовые (плунжерные питатели). Пример ручного винтового одноступенчатого насоса показан на рисунке 5.13.

Одноступенчатый винтовой насос имеет корпус 4, в котором установлен поршень 2. При вращении винта 1 поршень 2 перемещается вниз, вытесняя масло из подпоршневой полости через отверстие 5 в гидроцилиндры СП. Для раскрепления заготовки винт 1 вращают в противоположном направлении. При этом поршень 2 под давлением возвратной пружины 3 перемещается вверх. Масло из гидроцилиндров под действием возвратных пружин поршней вытесняется в подпоршневую полость насоса.

Схема применения насоса показана на рисунке 5.14.

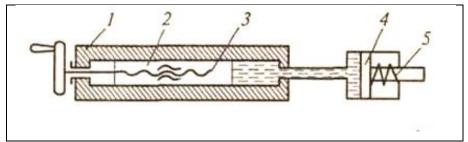


Рис. 5.14 – Схема применения насоса

Поршень 2 установленный на винт 3, имеющий возможность только вращения при повороте рукоятки, перемещается во внутренней полости корпуса 1, создавая давление масла гидроцилиндра и перемещая поршень 4. Обратное перемещение происходит под действием возвратной пружины. Компактность и простота конструкции позволяет применять эту схему при многоместной или многопозиционной обработке.

Примером ручного механогидравлического привода, применяемого в технологической оснастке, может служить винтовой двухступенчатый насос, представленный на рисунке 5.15.

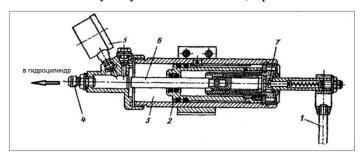


Рис. 5.15 – Ручной винтовой двухступенчатый насос

Двухступенчатый винтовой насос (питатель) типа ПМГ держит давление масла в системе в течение 15-20 минут. При вращении рукоятки 1 одновременно перемещаются поршень 2 и плунжер 6. Масло из полости 3 вытесняется через штуцер 4 в гидроцилиндр встроенный в станочное приспособление, осуществляя подвод штока к закрепляемой заготовке. Дальнейшее вращение рукоятки приводит к повышению давления в системе и срабатыванию выключающего устройства 7. После этого перемещается только один плунжер, создавая в системе высокое давление (до 10 МПа), обеспечивающее надежное закрепление заготовки. Открепляется заготовка обратным вращением рукоятки. Рабочее давление контролируется по манометру 5. Насос на приспособлении закрепляется с помощью предусмотренных кронштейна и хомута.

5.7 Вакуумные зажимные устройства

Они работают по принципу использования атмосферного давления для прижима заготовки и их применяют для обработки тонкостенных заготовок (пластин и оболочек) с небольшими силами резания.

Заготовки могут быть выполнены из различных материалов и иметь базу в виде плоской или пространственно-сложной поверхности. Заготовка должна герметично перекрывать остаточное рабочую полость вакуумного CП, которой создают давление $p = (0,0015 - 0,03) M \Pi a$. Герметичность обеспечивают уплотнением из круглого или прямоугольного контура или из полосы, выполненной из вакуумной резины. Установленная заготовка должна сплющивать резиновое уплотнение по высоте на 5— 10 %. Если резиновое уплотнение не применяют, то на базирующей поверхности вакуумного СП изготовляют систему сквозных отверстий, перекрываемых установленной заготовкой. В этом случае база заготовки и базирующая поверхность вакуумного СП не должны иметь конструктивных элементов или царапин, способных вызвать быструю разгерметизацию рабочей полости. Базирующую поверхность вакуумного СП обрабатывают с шероховатостью не более Ra = 0,63 мкм и с отклонениями формы в пределах допусков по 6—7 квалитету точности. Под воздействием атмосферного давления заготовка закрепляется в вакуумном СП $P_3 = 10^{-6} (p_3 - p) k_r F$

Где: F — полезная площадь прижима, мм 2 (площадь, ограниченная резиновым уплотнением, или суммарная площадь отверстий в крышке); $P_3 = 0.1033$ — атмосферное давление, МПа; p — остаточное давление в вакуумной камере, МПа; k_r — коэффициент герметичности вакуумной системы ($k_r = 0.8....0.85$).

Применение вакуума для установки и закрепления заготовок в приспособлении представлено на рисунке 5.16. Заготовка устанавливается на верхнюю плоскость приспособления через резиновую прокладку 2, размещенную в кольцевой канавке (рис. 5.16, a). Закрепление заготовки происходит при удалении воздуха из полости A корпуса I через штуцер S приспособления. При этом заготовка поджимает прокладку и прилегает к плоскости приспособления (рис. 5.16, S).

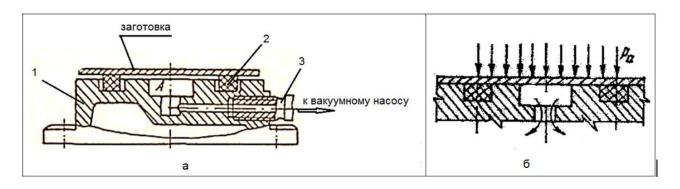


Рис. 5.16 – Станочное приспособление с применением вакуума: а – установка заготовки; б – закрепление заготовки

Герметичность обеспечивается с помощью резиновой прокладки.

На рисунке 5.17, a заготовка l устанавливается в центрирующую выточку приспособления 2, из полости 3 которого удаляется воздух с помощью вакуумного насоса (размер полости должен быть минимальным, для уменьшения времени срабатывания). Для обеспечения герметичности устанавливается уплотнение в виде резинового шнура 4. Форма резинового уплотнения в виде пластины показана на рисунке 5.17, δ .

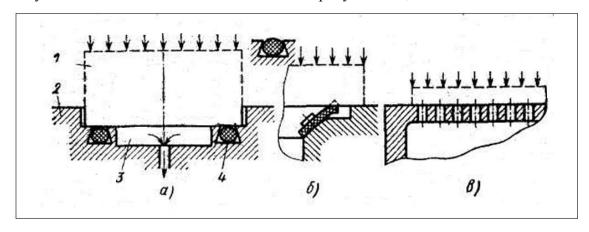


Рис. 5.17 – Схемы установки заготовок: a-c уплотнением в форме шнура; b-c уплотнением в форме пластины; b-c уплотнения

При установке заготовки чистой шлифованной базой (Ra = 0.63 мкм, и отклонения формы в пределах допусков по 6 - 7 квалитету точности) допускается применение приспособлений без уплотнений. При установке тонкостенной оболочки на базовой поверхности приспособления (рис. 5.17, ϵ) выполняются множество мелких отверстий или пазов, через которые отсасывается воздух и происходит многоточечный прижим заготовки к установочной плоскости.

При применении резинового уплотнения активная площадь ограничена последним. Если резиновое уплотнение не применяют, активная площадь:

$$F = F_{3} - 0.5F_{n}$$

 $F_{_{3}}$ - площадь базы заготовки;

 F_n -площадь перемычек между отверстиями на базирующей поверхности СП;

Для создания в рабочей полости остаточного давления (p) обычно применяют насосы поршневые одно и двух ступенчатые $(p=0.001-0.0015\ \mathrm{M\Pi a})$, струйные одно и двух ступенчатые, центробежные, многоступенчатые, роторные. Между насосом и вакуумным СП устанавливают фильтр или влагоотделитель при работе с СОЖ. При непосредственном подключении насоса к вакуумному станочному приспособлению время закрепления заготовки определяется продолжительностью откачки воздуха. При использовании промежуточного резервуара заготовка закрепляется мгновенно. Для открепления обработанной детали рабочую полость вакуумного станочного приспособления сообщают с атмосферой.

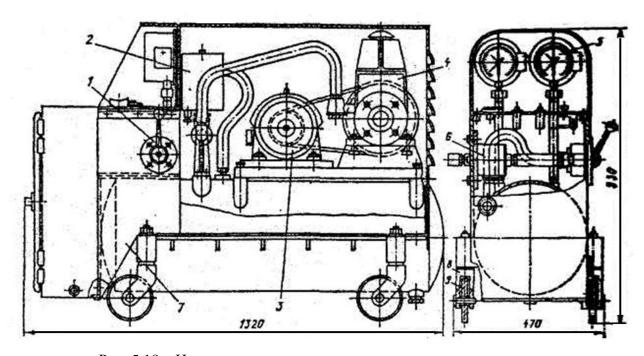


Рис. 5.18 – Цеховая портативная установка для создания вакуума

Цеховая портативная установка (рис. 5.18) для обслуживания нескольких вакуумных СП имеет промежуточный резервуар 7 объемом 100 дм^3 . Электродвигатель 3 приводит в действие насос 4, откачивающий воздух из резервуара 7, куда он попадает из рабочих полостей

вакуумных СП через фильтр-влагоотделитель6. Разрежение в резервуаре 7 поддерживается автоматически и регистрируется вакуумметром 5. Двухходовой клапан 1 сообщает вакуумное СП с резервуаром 7 (в положении «включено») и с атмосферой (в положении «выключено»). При разгерметизации рабочей полости хотя бы одного вакуумного СП установка автоматически отключается. Вентиль 2 предупреждает попадание в резервуар 7 масла из выключенного насоса 4. С вакуумным СП установка соединена резиновыми вакуумными шлангами (на рисунке не показаны). Вилки 8 с колесами 9 придают установке маневренность.

Вопросы

- 1. Каково основное назначение силового привода в приспособлении?
- 2. Из каких частей состоит пневмопривод?
- 3. Достоинства и недостатки пневмопривода?
- 4. Что такое пневмодвигатели их назначение и виды?
- 5. Роль и конструкции уплотнений в пневмосистеме?
- 6. Какая пневмоаппаратура и арматура входят в состав пневмосети?
- 7. Каково основное назначение гидропривода в приспособлении и его преимущество?
 - 8. Из каких частей состоит гидропривод станочного приспособления?
 - 9. Виды нагнетательных агрегатов по источникам энергии?
- 10. Способы компоновки гидроприводов станочных приспособлений и состав гидропривода?
 - 11. Применение гидроприводов в многоместных приспособлениях?
 - 12. Достоинства и недостатки гидропривода?
 - 13. По какому принципу работают вакуумные зажимные устройства?
- 14. Чем обеспечивается необходимое условие работы вакуумного зажимного устройства, от чего зависит сила закрепления в нем?
- 15. В чем преимущества вакуумных зажимных устройств и особенности их конструкций?
 - 16. Чем создается остаточное давление в рабочей полости приспособления?

ГЛАВА 6 – ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

6.1 Этапы подготовки производства

Процесс проектирования приспособления является ответственной частью общей подготовки производства изделий машиностроительных производств, включающий следующий объем работ:

- изучение чертежей объекта производств;
- разработку директивных технологических материалов;
- распределение деталей и узлов между цехами изготовителями, определение объемов производства, поставщиков отдельных деталей и узлов и разработку технических условий на поставку;
- разработку технологических процессов изготовления деталей и узлов;
- проектирование, изготовление и отладка технологической оснастки и средств механизации;
- перепланировка оборудования;
- освоение головной серии (установочной партии).

Наиболее значительными этапами работ являются проектирование изготовление и отладка технологической оснастки и средств механизации. Трудоемкость проектирования оснастки составляет 10-15% от общей трудоемкости подготовки производства. Тогда как на изготовление и отладку приходится 70-80% от общей трудоемкости подготовки производства, 25% которых приходится на долю станочных приспособлений.

При подготовке производства изготовления деталей получаемых механической обработкой необходимо стремиться к сокращению сроков и стоимости подготовки производства за счет снижения трудоемкости изготовления деталей и сокращения стоимости оснащения технологической оснасткой процесса изготовления деталей.

В целях обеспечения перечисленных факторов требуется:

- установить наиболее оптимальный объем оснащения производства новых видов изделий технологической оснасткой,
- внедрить стандартизованные, универсальные, переналаживаемые приспособления и элементы специальных станочных приспособлений,

 наладить централизованное изготовление оснастки и ее элементов на базе современных прогрессивных технологических процессов их производства.

Удельную величину затрат труда на проектирование и изготовление комплекта приспособлений –(Q) можно определить как:

$$Q=T/N$$

Где Т – общая трудоемкость изготовления комплекта приспособлений в нормо-часах.

N – общее количество выпущенных изделий в шт.

Трудоемкость (Тм) - трудоемкость изготовления металлообрабатываемых деталей с учетом трудоемкости изготовления приспособлений:

$$T_M = T_{\mathcal{I}} + Q = T_{\mathcal{I}} + T/N$$

Тд - общая трудоемкость изготовления металлообрабатываемых деталей изделия в нормо-часах.

Эта формула отражает действительную картину объема оснащенности производства технологической оснасткой и позволяет анализировать снижение удельной величины затрат труда Q при увеличении выпуска изделий, и снижение трудоемкости.

6.2 Исходные данные и задачи конструирования приспособлений

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления данной 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 установлением 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,
- объем выпуска деталей.

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 необходимо руководствоваться:

- стандартами на детали и узлы станочных приспособлений,
- альбомами нормализованных конструкций.

Полезно ознакомиться с аналогичными приспособлениями по литературным источникам и патентным материалам.

Из чертежей заготовки и готовой детали следует выяснить размеры, допуски, шероховатость поверхностей, а также марку и вид термообработки материала заготовки. Изучая технологический процесс, получить сведения о станках, на которых ведут обработку. Из паспорта станка или справочника выясняют размеры, связанные с установкой приспособления (размеры стола, размеры и расположение Т-образных пазов, наименьшее расстояние от стола до шпинделя, размеры конуса шпинделя и т.д.). Необходимо также ознакомление со станком в цехе для выявления особенностей приспособления и наиболее выгодного расположения органов его управления.

Все эти сведения необходимо 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 перечисленные выше сведения.

Конструктору требуется 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.

Полезно изучение опыта эксплуатации аналогичных приспособлений. Проработка исходных данных может привести к более рациональному построению технологических операций и иной схеме приспособления. Такие изменения после согласования с технологом вносят в карту технологического процесса.

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 многоинструментальное. 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 необходимо оценить по производительности и себестоимости с безусловным обеспечением заданного качества обработки.

Выбирая схему, необходимо стремиться к уменьшению штучного времени: при поточном производстве это время должно быть равно такту выпуска изделий для обеспечения производительности линии. Уменьшение штучного заданной времени достигается технологическими мероприятиями мерами по совершенствованию конструкции И приспособления. Повышая, например, жесткость приспособления, обеспечивают обработку с более производительными режимами резания или совмещать различные переходы обработки во времени. Вспомогательное время уменьшают, применяя быстродействующие зажимные устройства и совмещая вспомогательное время с основным путем использования поворотных приспособлений с отдельной позицией загрузки и снятия заготовки.

6.3 Типы приспособлений

При рассмотрении обработки отверстий (рис. 6.1, *a*) в заготовке корпусной детали применительно к задачам конструирования приспособлений можно выделить несколько типов, определяющих компоновку и конструкцию приспособления.

Тип 1 — по числу устанавливаемых заготовок: одно - и многоместные приспособления (соответственно на рис. 6.1, δ и 6.1, 3, u).

Тип 2 — по числу используемых инструментов (одно - и многоинструментальные приспособления) соответственно рис. 6.1, ϵ , ϵ . Вид и размеры расположения инструментов влияют на конструкцию приспособления. При одновременном использовании нескольких инструментов требуется усиленное закрепление заготовки и расширение рабочей зоны для их размещения. По единовременному использованию нескольких инструментов приспособления можно разделить на одно - и многосторонние (рис. 6.1, ϵ , ϵ).

Тип 3 — по порядку применения инструментов и расположения заготовок: приспособления для последовательной (рис. 6.1, ϵ), параллельной (рис. 6.1, ϵ) и параллельно-последовательной обработок (рис. 6.1, δ). Этот признак может оказать влияние на компоновочные и конструктивные решения в части размещения установочных, зажимных и поворотных элементов приспособления.

Кроме приведенных, рассмотрим дополнительные классификационные типы приспособлений.

Тип 4 — по числу позиций, занимаемых заготовкой по отношению к инструменту однои многопозиционные (рис. 6.1, г, в). Многопозиционные приспособления, в свою очередь, могут быть использованы для последовательного выполнения технологических переходов обработки (рис. 6.1, в) и для параллельной обработки, когда на различных позициях совмещаются во времени обработка с установкой и снятием заготовки (рис. 6.1, и).

Тип 5 — по степени непрерывности обработки: приспособления для дискретной и для непрерывной обработки. При непрерывной обработке установка и снятие заготовок происходит без остановки станка, а затраченное на это время перекрывается основным временем. Схема работы такого приспособления показана на рис. 6.1, ж.

Тип 6 — по участию человека в обслуживании приспособления: ручные, полуавтоматические и автоматические.

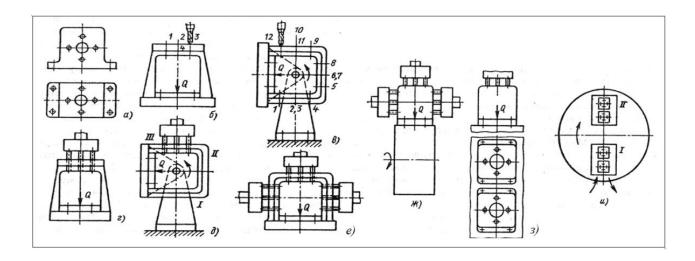


Рис. 6.1 – Признаки классификации станочных приспособлений применительно к задачам конструирования

Можно получать большое количество различных схем приспособлений, комбинируя рассмотренные типы. Переходя от одноместных, одноинструментальных приспособлений последовательного действия к многоместным многоинструментальным 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.

Применение четырех и пятиосных станков с ЧПУ с использованием систем УБП, УНП позволяет с высокой производительностью обрабатывать корпусные детали без применения дорогостоящих специальных приспособлений, реализуя рассмотренные выше типы.

В предложенной технологом схеме приспособления должен быть четко указан принцип его действия. Выбор типа оценивают в первом приближении по величине оперативного времени.

6.4 Последовательность проектирования специальных приспособлений

Расположение детали на главном виде сборочного чертежа приспособления должно соответствовать ее положению в станочном приспособлении при обработке заготовки на соответствующем станке. Конструктору, получив задание на разработку специального приспособления для обработки деталей на станке, следует проделать следующую работу:

- 1. Рассмотреть предложенный технологом операционный эскиз обрабатываемой заготовки, на котором указаны обрабатываемые поверхности с размерами и техническими требованиями, базовые поверхности и предполагаемые поверхности для закрепления заготовки.
- 2. Изучить рабочие чертежи заготовки и готовой детали с техническими требованиями.
- 3. Ознакомиться по технологической карте с технологическим процессом изготовления детали.
- 4. На основании проведенной работы, составить схему установки заготовки и закрепления в проектируемом приспособлении, наметив конструкцию установочных деталей и выбрав зажимной механизм.
- 5. Ознакомиться с необходимыми техническими данными станка, на котором будет установлено проектируемое специальное приспособление;
- 6. Изучить в механическом цехе условия работы проектируемого приспособления и решить с инженерно-техническими работниками цеха возникшие вопросы, выявив их предложения и пожелания.
- 7. В заключение, конструктор с технологом должны согласовать все возникшие в результате ознакомления с заданием вопросы: уточнить годовую программу выпуска деталей и обсудить схему конструкции приспособления.
- 8. В случае установки заготовки в приспособлении не по основным конструкторским, а по технологическим базам конструктор должен рассчитать возникающие погрешности и при необходимости произвести перерасчет допусков на размеры базовых поверхностей, указанных на операционном эскизе.
- 9. Определить экономический эффект применения приспособления и окончательно установить схему конструкции приспособления.

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

При проектировании приспособления конструктор должен использовать следующие справочные материалы:

- государственные и отраслевые стандарты на различные детали и узлы станочных приспособлений и механизированных приводов;
- чертежи приспособлений, применяемых на данном заводе для обработки аналогичных деталей;
- чертежи конструкций универсальных, специальных и групповых приспособлений.

После разработки конструкции приспособления конструктор должен согласовать с технологом чертежи приспособления. Чертежи приспособления должны быть выполнены в масштабе 1:1.

При проектировании приспособления конструктор должен проводить работу в определенной последовательности. Последовательность проектирования рассмотрена на примере кондуктора для сверления трех отверстий в заготовке и представлена на рис. 6.2.

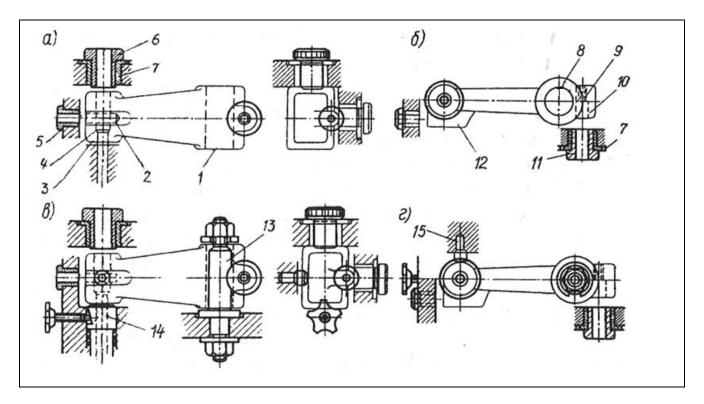


Рис. 6.2. - Последовательность проектирования приспособления-кондуктора для сверления трех отверстий

Требуется просверлить одноступенчатое отверстие 4 в малой головке рычага (корпуса), одно отверстие 2 в приливе 12 и одноступенчатое отверстие 10 с резьбой в приливе 9. Базовые поверхности: обработанное отверстие 8 большой головки диаметром 35 мм с шероховатостью $Ra = 2.5\,$ мкм и нижние торцы 1 и 3 большой и малой головок, обработанные с шероховатостью $Ra = 5\,$ мкм.

Вначале следует вычертить контур устанавливаемой заготовки в требуемом количестве проекций на таком расстоянии, чтобы оставалось достаточно места для размещения на этих проекциях всех деталей и узлов приспособления. Контур изготавливаемой детали необходимо выполнить тонкими сплошными линиями, при этом следует учитывать, что это изображение является справочным и не должно закрывать детали самого приспособления.

Вокруг указанного контура, в данной конструкции сначала вычерчивают направляющие детали приспособления. Ими являются сменные кондукторные втулки 5, 6, 11, установленные в постоянные втулки 7 (рис. 6.2, a, δ). Затем определяют форму и вычерчивают установочные (центрирующие) или опорные детали приспособления: неподвижный установочный палец 13, упор 15 и подвижную опору 14 (рис. 6.2, ϵ , ϵ).

Далее определяют и вычерчивают конструкции зажимных и вспомогательных деталей приспособления (рис. 6.3, a, δ).

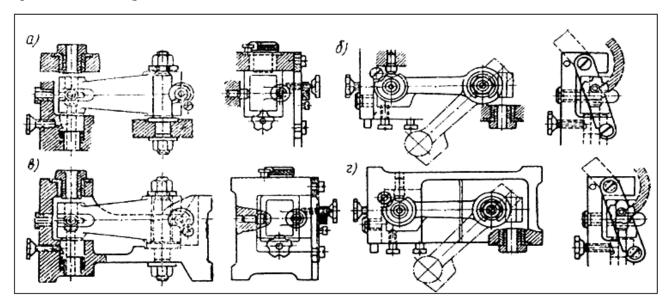


Рис. 6.3 – Вычерчивание зажимных и вспомогательных деталей приспособления

В заключение выбирают форму и размеры, а также материал корпуса приспособления и компонуют все детали и узлы в корпусе приспособления (рис. 6.3, 6, ϵ).

Сборочный чертеж должен давать представление о расположении и взаимной связи составных частей приспособления и способа их соединения и контроля. При необходимости приводятся данные о работе приспособления и правила его эксплуатации.

На сборочном чертеже должны быть поставлены габаритные размеры приспособления, а также установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры. Сборочный чертеж должен содержать размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, обеспечивающие точность расположения поверхностей установочных деталей в данном приспособлении, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному сборочному чертежу.

Для кондуктора контролируемыми размерами являются исполнительные и изношенные размеры диаметров направляющих кондукторных втулок и их расположение относительно, базовых поверхностей установочных деталей приспособления.

На сборочном чертеже приспособления необходимо указать номера позиций всех входящих в приспособление деталей и составить спецификацию по правилам ГОСТ 2.106 - 98.

После этого выполняются рабочие чертежи входящих деталей.

Приспособление считается годным, если изготовленная в нем деталь соответствует чертежу и техническим условиям на ее изготовление. Заключение о годности приспособления указывается в акте внедрения, подписанном конструктором, технологом, представителем ОТК и утвержденным начальником цеха-изготовителя детали.

При выборе конструкции приспособления следует учитывать:

- погрешности установки и закрепления заготовки;
- погрешность настройки станка;
- погрешность обработки;
- суммарную погрешность обработки заготовки в данном приспособлении.

Выбор зажимного механизма зависит от величины силы зажима заготовки в приспособлении, рассчитанной из условия равновесия с силами резания и их моментов, действующих на заготовку при ее обработке на станке. Для приспособлений с механизированным приводом диаметр цилиндра (поршня) или диаметр диафрагмы и осевую силу на штоке механизированного привода выбирают, учитывая передаточное отношение промежуточных звеньев зажимного устройства приспособления.

6.5 Проектирование сменных элементов переналаживаемой оснастки

Одним из направлений в конструировании приспособлений является проектирование комплекта сменных наладок, входящих в переналаживаемую оснастку. Переналаживаемая оснастка может заменить несколько специальных приспособлений.

В постоянную часть приспособления обычно входят корпус со встроенным или прикрепленным силовым приводом, элементы для базирования наладок (установочные пальцы, шпонки, Т-образные пазы и т. п.), зажимной механизм. В поворотные и делительные устройства, кроме того, встраиваются механизмы фиксации и зажима поворотной части. Сменные наладки состоят из установочных элементов и механизмов для базирования обрабатываемых деталей и проектируются в соответствии с их формой и размерами. Иногда в них входят дополнительные зажимные устройства, а у скальчатых кондукторов, кроме того, входят сменные кондукторные плиты или вкладыши с кондукторными втулками, закладываемые в окна этих плит.

В зависимости от конструкции приспособлений и обрабатываемых в них деталей переналадка выполняется путем перемещения (регулировки) постоянных установочных элементов (пневматические тиски, патроны и другие приспособления с винтами для установочных перемещений губок, кулачков и т, п.) либо путем перестановки и перезакрепления постоянных установочных элементов (некоторые конструкции тисков, патронов и других приспособлений).

В некоторых случаях производится замена установочных и других сменных элементов (плиты скальчатых кондукторов, цанги, кассеты, сменные губки тисков и т. п.).

6.6 Общие требования безопасности к технологической оснастке

Конструкция любой технологической оснастки должна обеспечивать минимальные затраты времени и средств на ее изготовление в конкретных производственных условиях. Это возможно при выполнении ряда условий, обуславливающих технологичность конструкции оснастки. Следует учитывать производственную эксплуатационную и ремонтную технологичность конструкции СП, проявляющую в сокращении затрат, средств и времени на

конструкторскую и технологическую подготовку производства, изготовление, контроль, испытание, техническое обслуживание, ремонт и утилизацию оснастки.

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

Готовое приспособление должно отвечать следующим *общим требования безопасности к станочным приспособлениям* (ГОСТ 12.2.003 – 91, ГОСТ 12.2.009 –88):

- 1. Наружные элементы конструкций СП не должны иметь поверхностей с неровностями (острые кромки, углы и др.), представляющими источник опасности, если их наличие не вызывается функциональным назначением. Радиусы скруглений, размеры фасок наружных поверхностей должны быть не менее 1 мм (если они не оговорены особо).
- 2. Конструктивные элементы СП, выходящиее за габариты стола станка, не должны препятствовать работе станка и доступу к органам управления.
- 3. Параметры шероховатости наружных поверхностей вращения патронов, оправок, планшайб и других приспособлений не должны превышать Ra 1,25 по ГОСТ 2789—73.
- 4. Способ соединения СП со станком и со сменными наладками должен исключать возможность самопроизвольного ослабления крепления, а также смещения СП и сменных наладок в процессе эксплуатации.
- 5. Вращающиеся СП подвергаются обязательно статической и динамической балансировкам.
- 6. Установку в СП пружин сжатия с отношением высоты пружины к ее наружному диаметру более 2,5 следует осуществлять с применением специальных гильз, оправок и т. п.
- 7. Конструкция СП должна обеспечивать свободное или принудительное удаление СОЖ и стружки, а также отсос загрязненного воздуха из зоны обработки, если в рабочей зоне возможно появление вредных аэрозолей, газов, концентрация которых превышает нормы, установленные ГОСТ 12.1.005—88.
- 8. Должна обеспечиваться безопасность установки и снятия заготовок, устраняющая возможность их самопроизвольного падения на опоры. Если масса заготовки превышает 12 кг, следует предусмотреть свободную закладку и съем стропов, клещей и других захватных устройств грузоподъемных механизмов.
- 9.СП массой до 16 кг должны иметь конструктивные элементы для безопасной и удобной их установки и снятия вручную. СП массой более 16 кг должны иметь цапфы, рымболты, такие СП устанавливаются и снимаются грузоподъемными механизмами.

- 10. В СП с механизированными зажимными устройствами максимальный гарантированный зазор для установки заготовок не должен превышать 5 мм, чтобы исключить защемления рук рабочего.
- 11. В конструкции СП должна предусматриваться возможность периодического смазывания всех трущихся поверхностей с помощью смазочных каналов, отверстий, масленок и др. Масленки должны быть легкодоступными, надежно закрепленными и окрашенными в отличный от приспособления цвет (см. ГОСТ 12.4.026—2001). Указатели уровня и потока масла должны быть удобными для обозрения. Предельная высота от уровня пола (рабочей площадки) до места для ручной заливки масла не более 1800 мм для масленок и 1500 мм для резервуаров.
- 12. Не допускается уплотнение краской, лаком и подобными средствами устройств, которые периодически вскрываются при регулировке и наладке (крышки, лючки и др.).

6.7 Требования безопасности к зажимным механизмам приспособлений:

- 1. Усилия закрепления заготовок (если они не установлены стандартами) берутся с коэффициентом запаса K = 2,5. Усилия закрепления в тисках устанавливаются в зависимости от размеров губок по ГОСТ 16518 96..
- 2. Зажимные рукоятки не должны создавать опасности при работе станка, в противном случае они должны быть съемными или откидными. Перемещения рукояток немеханизированных зажимных механизмов не должны быть направлены в зону обработки.
- 3. В винтовых зажимных механизмах предпочтительны высокие гайки, как более удобные для захвата ключом, самоустанавливающиеся шайбы, предупреждающие изгиб болтов или шпилек.
- 4. Гайки в виде барашков н звездочек допускается применять при усилии закрепления до 100 Н. Самотормозящие, быстродействующие эксцентриковые зажимные механизмы допускается применять при усилии закрепления до 2200 Н.

6.8 Требования безопасности к органам: управления:

- 1. При использовании немеханизированного и механизированного приводов органы управления перемещающимися частями СП должны иметь блокирующее устройство для автоматического отключения немеханизированного привода при включении механизированного привода.
- 2. Высота от уровня пола (рабочей площадки) до органов управления СП должна быть 1000—1600 мм при обслуживании стоя и 600—1200 мм при обслуживании сидя.
- 3. К органам управления, использование которых недопустимо при работе оборудования, следует крепить указатели с предупредительными надписями, хорошо читаемыми на расстоянии не менее 500 мм.
- 4. Требования к контрольным и сигнальным устройствам, предупредительным надписям, таблицам и т. п. см. ГОСТ 12.4.026 2001; к направлению движения рукояток органов управления ГОСТ 9146—79; к формам и размерам органов управления, зажимным рукояткам, а также к усилиям, к ним прикладываемым, ГОСТ 21752 76, ГОСТ 21753-76,

6.9 Требования безопасности к пневмо и гидроприводам:

- 1. Пневматические и гидравлические системы зажимных механизмов СП должны обеспечивать надежное закрепление и раскрепление заготовок, а также их надежное удержание до полной остановки подвижных частей станка и приспособления при внезапном прекращении подачи сжатых воздуха или жидкости.
- 2. Пневмо и гидроприводы должны быть оборудованы устройствами для защиты рабочей среды от загрязнений; от возбуждения давления, превышающего максимально допустимое значение, и от падения давления в рабочей полости цилиндра при прекращении подачи или мгновенном падении давления рабочей среды.
- 3. Пневмо и гидроприводы должны быть оборудованы устройствами для контроля давления рабочей среды. Отбор воздуха или масла из трубопроводов к измерительном аппаратуре не допускается.
- 4. Следует предусматривать ограждения или теплоизоляцию устройств, нагревающихся в процессе эксплуатации свыше 45 °C.

- 5. После окончательной наладки СП следует опломбировать элементы пневмо и гидроприводов, разрегулирование которых ведет к аварийной ситуации.
 - 6. Головки выводных устройств, сливные пробки окрашивают в красный цвет.
- 7. Не допускается гибка трубопровода в зоне сварки. Минимальные допустимые радиусы по оси изгиба для стальных труб три, а для медных, алюминиевых и латунных два наружных диаметра трубы.
- 8. Не допускаются отброс на рабочего стружки и пыли струей отработанного воздуха, а также загрязнение рабочей зоны (пространство высотой до 2000 мм от уровня пола).
- 9. Испытания пневмо и гидроприводов и их устройств нужно проводить в отдельном помещении или в бронированном шкафу, строго соблюдая требования безопасности. Не допускается использование устройств и элементов, не имеющих сертификата на соответствие эксплуатационным требованиям
- 10. Для надежной защиты от стружки и брызг целесообразно предусматривать дополнительные щитки.
- 11. Уровень вибрации СП с силовым приводом к нему на рабочем месте см, ГОСТ 12.2.009—80. Шумовые характеристики СП должны соответствовать санитарным нормам. Установка СП не должна повышать октановых уровней звуковой мощности станка.

Подробно требования к пневмо- и гидроприводам изложены в следующих стандартах: Γ OCT 12.3.001 — 85, Γ OCT 17411 – 91, Γ OCT 17415 – 91.

Основные требования безопасности к транспортированию, сборке, ремонту, хранению:

- 1. Конструкция СП должна быть безопасной при складировании и транспортировке.
- 2. Не допускается выступание штифтов над поверхностью соединяемых деталей, а также концов винтов и шпилек над гайкой на размер, больший половины диаметра резьбы. Для предупреждения самоотвинчивания винтов и гаек должны использоваться контргайки, шплинты и др.
- 3. Не допускаются ремонт и техническое обслуживание СП во время работы станков. Приспособления должны храниться па стеллажах в шкафах, обеспечивающих соблюдем всех требований безопасности складирования и хранения грузов.

Контролю выполнения требований безопасности должны подвергать вновь изготовленные, модернизированные и прошедшие ремонт СП в ходе приемочных, приемосдаточных или периодических испытаний. Виды испытаний указываются в чертежах на станочное приспособление. Объем испытаний и контроля станочных приспособлений должен устанавливаться государственными стандартами н нормативно-техническими

документами на конкретное приспособление (подробнее см. ГОСТ 12.2.029 – 88).

Вопросы

- 1. Что включает в себя процесс подготовки производства, какова доля в нем проектирование технологической оснастки?
 - 2. Каковы способы сокращения сроков подготовки производства?
- 3. Какие параметры позволяют анализировать снижение удельной величины затрат труда и снижение трудоемкости?
 - 4. Каковы исходные данные и задачи конструирования приспособления?
- 5. Какие можно выделить типы приспособлений на примере обработки отверстий в корпусной детали?
 - 6. Какова последовательность проектирования специального приспособления?
- 7. Каковы особенности проектирования сменных элементов переналаживаемой оснастки?
 - 8. Каковы общие требования безопасности к станочным приспособлениям?
 - 9. Какие требования предъявляются к зажимным механизмам приспособлений?
- 10. Какие требования безопасности предъявляются к транспортированию, сборке, ремонту, хранению?
 - 11. Какие требования безопасности предъявляются к пневмо и гидроприводам?
- 12. Какие требования безопасности предъявляются к органам: управления станочных приспособлений?
- 13. Как осуществляется контроль выполнения требований безопасности, предъявляемых к технологической оснастке?

ГЛАВА 7 - ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

7.1 Приспособления для обработки заготовок типа валов и труб

При токарной обработке заготовке необходимо придать вращательное движение с возможностью точения при различных скоростях резания, обеспечив ее надежное закрепление на шпинделе станка. Технологическая оснастка для токарных станков и специальные приспособления позволяют выполнять токарную обработку с высокой производительностью и безопасностью, а в отдельных случаях предназначены для существенного расширения возможностей токарных станков, как, например, для несложных фрезерных операций или сверления отверстия, не совпадающего с осью вращения детали. Существуют различные виды и типоразмеры оснастки, которые можно разделить на группы.

К первой группе относятся приспособления для обработки заготовок типа валов и труб в центрах. Основными элементами приспособлений этой группы являются передний и задний центры, поводковые устройства, которыми деталь приводится во вращение в процессе обработки; люнеты, предохраняющие легко деформирующие детали от деформации и вибрации под действием сил резания, центровые и разжимные оправки и др.

Базой для установки деталей типа вала являются центровые отверстия, форма и размеры, которых установлены стандартом. Стандартными, универсальными установочными деталями в этом случае служат центры. Передний центр, установленный в шпинделе станка, вращается синхронно с деталью. Задние центры, установленные в пиноль задней бабки, неподвижны в процессе обработки и работают как подшипники скольжения с большими давлениями, подвергаясь сильному нагреву и износу. В сечениях заднего центра помимо напряжений изгиба, сжатия и среза возникают касательные напряжения кручения от момента трения. При этом изнашиваются и сам центр и центровое отверстие детали, что вызывает погрешности обрабатываемых поверхностей. При больших скоростях центр и деталь разогреваются, что приводит к еще большим погрешностям. К упорным центрам предъявляются высокие требования по твердости и износостойкости и поэтому они изготавливаются из стали марок У10 или 40X с последующей термообработкой или наплавляют твердый сплав на рабочие поверхности конуса.

Упорные центры бывают цельными и со вставками из твердых сплавов: BK6, BK8, BK15. BK20, T5K16 и T5K122B.

Упорный центр – вал, состоящий из двух частей. Передняя (рабочая) часть центра выполняется в виде конуса с углом при вершине 60, задняя – в виде конуса Морзе, соответствующего конусному отверстию в шпинделе станка. Задним конусным хвостовиком центр помещается непосредственно в конус шпинделя станка или через промежуточную втулку.

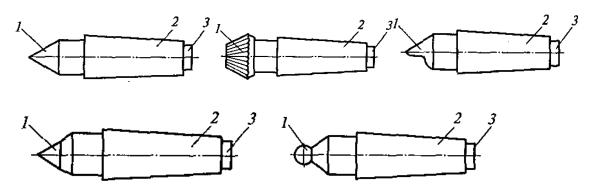


Рис. 7.1 – Упорные центры:

а) упорный центр, б) центр с рифленой рабочей поверхностью рабочей части; в) срезанный центр; г) центр с твердосплавной рабочей частью; д) центр со сферической рабочей частью

Угол при вершине рабочей части I центра обычно равен 60° (рис. 7.1, a). Диаметр опорной части 3 меньше меньшего диаметра хвостовой части 2 конуса. Это позволяет вынимать центр из гнезда без повреждения конической поверхности хвостовой части заготовки. Центр с рифленой рабочей поверхностью (рис. 7.1, δ) предназначен для обработки заготовок с большим центровым отверстием без поводкового патрона. Срезанный центр (рис. 7.1, δ) применяется для подрезания торца заготовки, который устанавливают только в пиноль задней бабки. Задний центр с твердосплавной рабочей частью (рис. 7.1, ϵ) изготовляют из углеродистой стали, для предотвращения изнашивания и предупреждения потери твердости. Центр со сферической рабочей частью (рис. 7.1, δ) используют в тех случаях, когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя станка.

Для уменьшения погрешностей обработки от нагрева и износа применяют вращающиеся центры. Они должны надежно воспринимать осевые и радиальные силы и иметь минимальный вылет, хорошую смазку, устойчивость против радиальных колебаний, возможность компенсации удлинения обрабатываемой детали от нагрева.

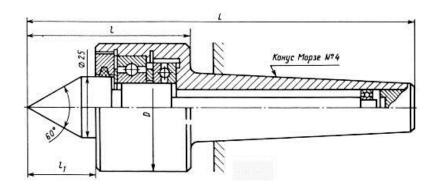


Рис. 7.2 Вращающийся центр для заготовок с центровым отверстием

Вращающиеся центры устанавливаемые в пиноль задней бабки, предназначены для обработки валов различной формы и размеров при повышенных режимах резания. Существуют различные типы вращающихся центров. Вращающиеся центры «Kosta» выпускаются в двух сериях N и S, угол при вершине 60. Максимальное осевое усилие до 1000 кгс, максимальная частота вращения - 5000 об/мин при минимальном осевом усилии -250 кгс (с увеличением числа оборотов уменьшается осевое усилие).

Типы: ND, NV, NR, NL, NRV - отличаются габаритными размерами, конусом Морзе, весом удерживаемой заготовки, типы: SD, SV, SR, SK, - более сложная конструкция. Все типы оснащены пакетом тарельчатых пружин, которые выполняют предохранительную функцию, когда длина заготовки меняется в результате колебаний температуры в процессе механической обработки.

При обработке торцовых поверхностей, канавок и др. элементов вала, находящихся на точном расстоянии от торца вала, этот торец следует использовать в качестве установочной базы. В этом случае применяют плавающие центры, выполняющие одновременно функции поводкового устройства, вращающего вал в процессе обработки.

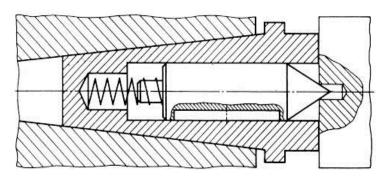


Рис. 7.3 Плавающий центр

Для передачи крутящего момента от шпинделя станка валу, установленному в центрах, применяются поводковые устройства. Простейшими поводковыми устройствами являются хомутики (рис. 7.4).

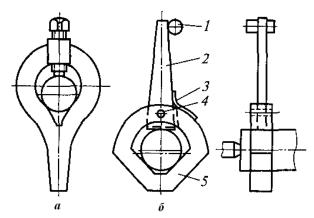


Рис. 7.4 – Обычный (а) и самозатягивающийся (б) токарные хомутики

Обычный хомутик надевают на заготовку и закрепляют винтом (рис. 7.4 *a*). Хвостовиком хомутик упирается в палец поводкового патрона.

Более удобен в работе самозатягивающийся хомутик (рис. $7.4 \, 6$), хвостовик 2 которого подвижно закреплен в корпусе 5 на оси 4. Нижняя часть хвостовика 2, обращенная к заготовке, выполнена эксцентрично по отношению к оси 4 и имеет насечку. Для установки хомутика на заготовку хвостовик наклоняют в сторону пружины 3, которая создает предварительную силу зажима. Окончательный зажим заготовки обеспечивает палец-поводок 1 патрона в процессе обработки.

Вместо хомутиков в серийном производстве применяют самозажимные поводковые патроны. В случае если торец заготовки не перпендикулярен оси, поводковые центры имеют возможность самоустанавливаться. Трех кулачковый самозахватывающий патрон с плавающим центром показан на рисунке 7.5. Он предназначен для черновой обработки валов с диаметром от 15 до 90 мм. Подлежащий обработке вал 1 устанавливается на центре и поджимается пинолью задней бабки с вращающимся центром. При этом передний центр 6 устанавливается в центровое отверстие вала, поджимается пружиной 4 и надежно закрепляется цангой 2. При включении станка получают вращение корпус патрона 5 и прикрепленное к нему винтами 3 кольцо 9, которое поворачивает пальцами 10 зажимные кулачки 12, вокруг осей 11. Происходит зажим заготовки под действием вертикальной составляющей силы резания P_z , так как кулачки доворачиваясь, врезаются своими рифленым рабочими криволинейными поверхностями в поверхность вала с силой, увеличивающейся по мере нарастания силы резания P_z .

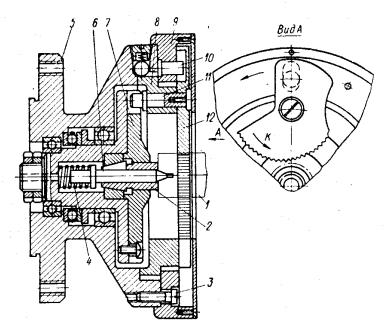


Рис. 7.4 – Поводковый патрон

При обработке длинных деталей в качестве дополнительных опор во избежание прогиба заготовок от сил резания и собственного веса и одновременно для разгрузки центров станка применяют люнеты. Люнеты устанавливают на каретке станка и перемещают вместе с ней вдоль станины, поддерживая обрабатываемую деталь, или неподвижно закрепляют на станине.

Примером неподвижного люнета может служить люнет, изображенный на рис. 7.5. В основании I люнета кулачки заменяют шарикоподшипниками 7, а гнездо под кулачек в крышке 2 растачивают и вставляют в него стержень 4 с пружиной 5, на котором закреплена серьга 6 с двумя шарикоподшипниками 7.

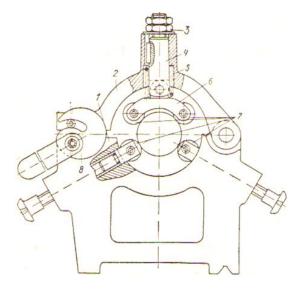


Рис. 7.5 – Люнет неподвижный

Шарикоподшипники основания люнета настраивают на диаметр по контрольному валику, установленному в центрах, или по самой обрабатываемой детали. Затем накрывают крышку 2 люнета и гайкой 3 регулируют положение стержня 4 с таким расчетом, чтобы зазор между основанием и крышкой составлял 3 – 5 мм; после этого эксцентриком 8 прижимают крышку. При этом пружина 5 сжимается и шарикоподшипники, установленные в серьге, с силой начинают принимать обрабатываемую деталь к шарикоподшипникам основания.

7.2 Универсальные и специальные патроны

Ко второй группе токарной оснастке относятся универсальные и специальные патроны и планшайбы, обеспечивающие надежную установку и закрепление обрабатываемых деталей на шпинделе станка.

Токарные патроны общего назначения относятся к универсальным приспособлениям. Они служат для закрепления относительно коротких деталей. Патроны различаются по типу привода. Они могут быть ручные и механизированные, а по числу кулачков — двух, трех и четырех кулачковые. Патроны могут быть самоцентрирующие (трехкулачковые) и с независимым перемещением кулачков (четырех кулачковые), универсальными и специальными.

.

Четырехкулачковые патроны применяют для установки заготовок с неравномерным припуском или по необработанной поверхности.

Технические требования на токарные патроны общего назначения регламентированы ГОСТ 1654 -71. Установлено 4 класса точности патронов: Н -нормальной, П - повышенной, В - высокой, А -особо - высокой. Радиальное биение контрольного пояска самоцентрирующих патронов диаметром до 63 мм не должно превышать 10 мкм для классов точности А и В и 20 мкм для классов точности Н и П.

Трехкулачковые самоцентрирующиеся патроны предназначены для установки заготовок типа тел вращения: фланцев, дисков, колец, втулок, стаканов, валов и др. По конструкции эти патроны подразделяются на спиральнореечные, клиновые, рычажные, комбинированные. Патроны обычно оснащаются двумя комплектами цельных кулачков – прямыми и обратными, а также комплектом сборных кулачков. Наладки сборных кулачков могут быть закаленными

или не подвергнутыми термообработке. Форму губок накладных сборных кулачков можно менять в зависимости от вида обработки и формы заготовки. Применение сырых кулачков позволяет расточку их для конкретной детали, таким образом повышать точность обработки.

Спирально - реечный патрон по ГОСТ 2675 – 80 (рис. 7.7) изготавливают трех типов в зависимости от способа крепления к станку и в двух исполнениях, т.е. с цельными и сборными кулачками десяти типоразмеров (80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630). К недостаткам патронов следует отнести значительное изнашивание поверхностей спирали и рейки, поэтому точность центрирования закрепляемой заготовки уменьшается.

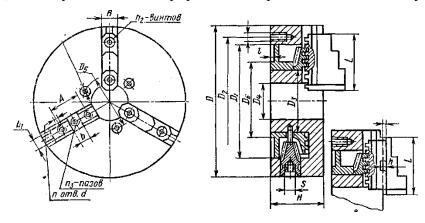


Рис. 7.7 – Самоцентрирующий спирально-реечный патрон

Патроны самоцентрирующие клиновые быстропереналаживаемые по ГОСТ 16886 – 71 (рис. 7.8) применяют в условиях мелко-серийного и серийного производства. Закрепление и раскрепление заготовок выполняется эксцентриковым устройством от механического привода. После установки сырого кулачка на требуемый размер их растачивают.

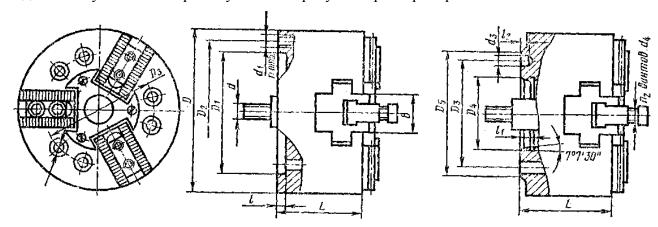


Рис. 7.8 – Самоцентрирующий клиновой патрон

Патроны самоцентрирующие двухкулачковые рычажно-клиновые по ГОСТ 16682 -71 (рис. 7.9) могут служить для установки небольших заготовок сложной формы (детали арматуры и др.).

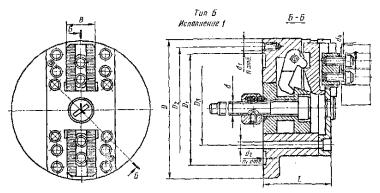


Рис. 7.9 — Самоцентрирующий двухкулачковые рычажно-клиновой патрон

В конструкциях двухкулачковых патронов для перемещения кулачков применяются клинорычажные устройства или винт с левой и правой резьбой.



Размеры обрабатываемых заготовок в патронах могут быть от 125 до 1250 мм. Для закрепления заготовок в патроне можно использовать как наружные, так и внутренние цилиндрические поверхности, так как кулачки можно легко перемещать и устанавливать на

нужный размер. Сменные сырые кулачки сопрягаются с основными шпоночными выступами и пазами (рис. 7.10).

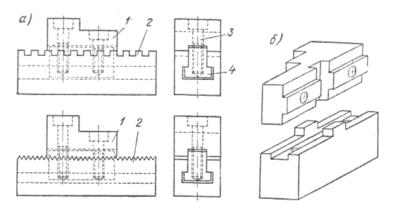


Рис. 7.10 – Разновидности сопряжений сменных кулачков с основными

Форма губок кулачков зависит от формы обрабатываемой заготовки и может быть самой разнообразной.

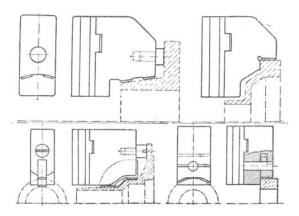


Рис. 7.11 – Примеры наладок трехкулачковых патронов

При закреплении тонкостенных и точных изделий в кулачках силы зажима вызывают их деформацию и приводят к неточности обработки, поэтому приходится изготовлять специальные патроны и оправки. Однако в ряде случаев, особенно при изготовлении единичных деталей или небольших партий, можно ограничиться применением соответствующих наладок на кулачковые патроны.

На рис. 7.12 представлены варианты наладок для закрепления тонкостенных деталей. В конструкции, показанной на рис. 7.12, a, кольцо центрируется кулачками 1 и зажимается тремя прихватами 2, расположенными на кулачках. При раскреплении прихваты отходят под действием пружин. После этого их повертывают в направлении, показанном стрелкой, и снимают изделие.

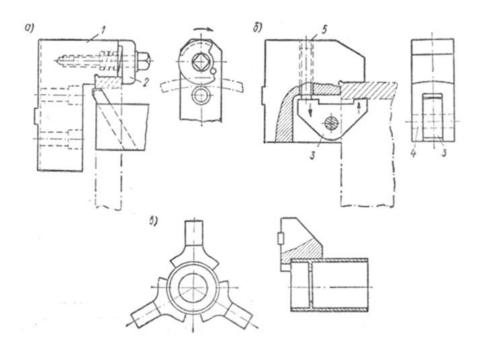


Рис. 7.12 – Наладки для обработки тонкостенных втулок

В конструкции, изображенной на рис. 7.12, δ , в пазах кулачков предусмотрены качающиеся губки 3, посаженные на осях 4. Установленное до упорных площадок и центрированное изделие зажимается губками с помощью винтов 5. В другой конструкции (рис. 7.12, ϵ) кулачки, охватывающие деталь почти по всей окружности, растачиваются в соответствии с наибольшим предельным диаметром заготовки.

Четырех кулачковые патроны обычно выполнены с независимым перемещением каждого из кулачков и применяются для обработки заготовок сложной конфигурации, несимметричных, эксцентричных, таких как отливки, поковки, арматура и тд.

7.3 Оснастка для обработки цилиндрических заготовок с конструктивными особенностями

К третьей группе токарной оснастки относятся специальные конструкции приспособлений, с помощью которых обрабатываются детали типа втулок, гильз, фланцев, колец и дисков с конструктивными особенностями и повышенной точности.

Как правило, к этим деталям предъявляются повышенные требования соосности наружных и внутренних поверхностей, или необходимо выполнение операций, требующих, например, одновременного продольного и поперечного движения инструмента для обработки конических, сферических и др. сложных поверхностей. При проектировании этой оснастки и

других вращающихся приспособлений необходимы сведения о конструкции и размерах шпинделя токарного станка, а также требования техники безопасности [1].

Приспособления, служащие для базирования заготовок по центральному отверстию называются оправками. Они выполняются цельными (жесткими) и разжимными, с ручным и механизированным приводом. Цельные жесткие оправки могут быть цилиндрическими с зазором и натягом или коническими (конусность 0,02). Базовое отверстие заготовки должно быть выполнено по 5 – 7 квалитету точности. На оправке для установки с зазором заготовка поджимается гайкой с быстросъемной шайбой. На конических оправках и оправках с натягом необходимо предусмотреть возможность установки и съема заготовки. Эти оправки обеспечивают точное центрирование и устанавливаются на центры токарных станков.

Для обработки толстостенных деталей типа втулки применяются кулачковые шпиндельные и фланцевые оправки, с точностью центрирования 0,05...0,10 мм. Шпиндельные оправки устанавливаются в конус Морзе станка (рис.7.13), а фланцевые (рис.7.14) – на короткий наружный конус шпинделя или промежуточный фланец.

Кулачковые шпиндельные оправки (ГОСТ 17528—72) могут быть выполнены цельными. Их конструкция представлена на рис. 7.13, a. При вращении гайка 5, навинченная на шпильку 6, сообщает осевое перемещение втулке 3. Ее наклонные грани находятся в контакте (с помощью пружинных колец 4) с тремя кулачками 2, расположенными в направляющих пазах (окнах) корпуса 1.

При перемещении втулки 3 кулачки 2 получают радиальное перемещение, центрируют и зажимают установленную деталь. Винт 8 стопорит шпильку 6, а направляющий винт 7 ограничивает осевое перемещение втулки в обе стороны и предотвращает ее вращение.

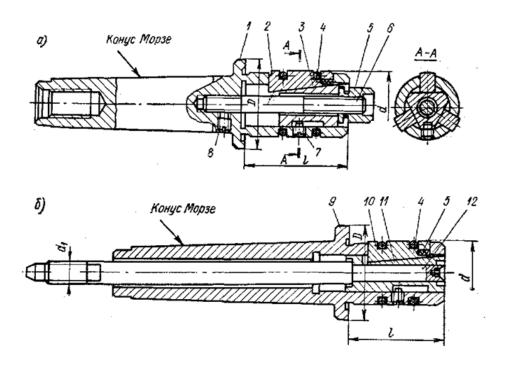


Рис. 7.13 – Шпиндельные кулачковые оправки: а) – цельные; б) – с пневматическим зажимом

Шпиндельные кулачковые оправки с пневматическим зажимом (рис. 7.14, δ) имеют центральное отверстие для размещения тяги 12 пневмопривода. При толкающем режиме работы пневмопривода тяга 12 смещает втулку 11 вправо и кулачки 10, установленные в пазах корпуса 9, получают радиальное перемещение, центрируя и зажимая заготовку.

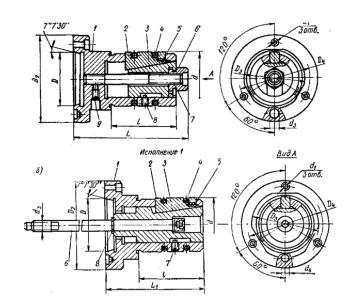


Рис. 7.14 – Фланцевые кулачковые оправки: а) – цельные; б) – с пневматическим зажимом

Принцип их работы фланцевых кулачковых оправок такой же, как и у шпиндельных кулачковых оправок. Их конструкция показана на рис. 7.14.

Все перечисленные оправки диаметром до 20 мм изготовляются из стали марки У8А по ГОСТ 1435—54, а свыше 20 мм из стали марки 20Х по ГОСТ 4543—71. Допускается замена на сталь других марок с механическими свойствами не ниже, чем у стали марок У8А и 20Х, HRC 56...62; оправки из стали марки 20Х цементировать h 1,2...1,5 мм.

Для обработки тонкостенных деталей типа втулки применяются цанговые патроны. В механизме цангового патрона наиболее ответственной и сложной деталью является цанга. Существуют цанги с прямым и обратным наружным и внутренним конусом. Эта особенность и определяет конструкцию цанговых патронов тянущего и толкающего типа для установки заготовок по наружному и внутреннему цилиндру. Размер установочной поверхности цанги определяется базой обрабатываемой заготовки. Чтобы увеличить диапазон обрабатываемых заготовок цанга должна быть сменной деталью патрона, что и предусматривается в его конструкции. Для закрепления и раскрепления заготовки достаточно создания тянущего либо толкающего усилия, для чего применяется механизмы с накидной гайкой или механизированные приводы.

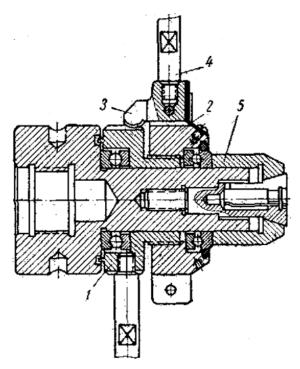


Рис. 7.15 Цанговый механизм с возможностью зажима и разжима заготовки на ходу

Производительность работы цанговых механизмов может быть увеличена в результате зажима и разжима цанги на ходу. Конструкция такого механизма показана на рис. 7.15.

Корпус цангового патрона навинчивается на шпиндель станка. Зажимная цанга не имеет сквозного отверстия и ввернута до упора своим резьбовым хвостовиком в корпус

е патрона При вращении шпинделя вместе с цангой и заготовкой резьбовая втулка 1 не вращается, так как этому препятствует ввернутая в нее рукоятка, опирающаяся на станину станка. Не вращается также и гайка 2, связанная защелкой 3 с втулкой. Для съема детали необходимо повернуть рукоятку 4, выведя защелку 3 из паза втулки 1 и повернуть гайку 2 по часовой стрелке, при этом втулка 5 позволяет цанге разжаться. Закрепляют заготовку поворотом гайки 2 против часовой стрелки.

Для центрирования и зажима втулок большого диаметра могут применяться конструкции, аналогичные изображенной на рис. 7.16.

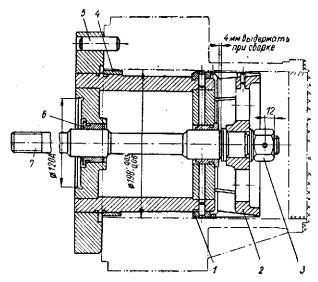


Рис. 7.16 – Цанговая оправка с пневмоприводом для обработки крупных втулок

Тяга 7, скользящая в двух направляющих втулках 6, соединяется со штоком пневмоцилиндра. При движении тяги влево гайка 3 заставляет двигаться конус 2, который производит разжим цанги 1. Вследствие большой длины детали и ее значительной массы предусмотрено направляющее кольцо 4, а для устранения возможного проворачивания предназначен палец 5, который входит в имеющийся в детали паз.

Помимо цанговых патронов для выполнения чистовых операций тонкостенных деталей типа втулки применяются центрирующие механизмы с мембранами.

Мембраны представляют собой гибкие металлические тонкие пластины или кольца с радиальными прорезями (тарельчатые пружины), силы упругости которых (при соответствующем направлении деформации) используются для надежного закрепления обрабатываемой детали. Использование их в зажимных устройствах обеспечивает центрирование высокой точности (0,003...0,005 мм).

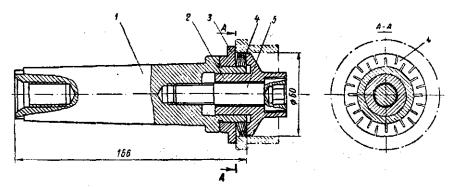


Рис. 7.17 – Консольная оправка с мембранами

На рис. 7.17 изображена консольная оправка с кольцевыми мембранами. Оправка состоит из корпуса *1*, упорного кольца *3*, пакета мембран *4*, нажимной втулки 2 и винта *5* с внутренним шестигранным отверстием под ключ. Пакет мембран имеет отверстие и цилиндрическую установочную поверхность с шероховатостью до 7...8-го классов; сопряжение пакета с корпусом оправки осуществляется по посадке с зазором по 6 - 7 квалитету точности. При вращении винта мембраны деформируются, их наружный диаметр увеличивается, а внутренний уменьшается, за счет чего происходит центрирование и зажим обрабатываемой детали. Одновременно деталь левым торцом плотно поджимается к упору *3*.

По такому же принципу работают и мембранные патроны и оправки с гофрированными центрирующими втулками.

На рис. 7.18 показана схема оправки с гофрированной втулкой в свободном состоянии (а) и после зажима (б). При сжатии втулки 1 гайкой 2 в осевом направлении происходит деформация ее наружных и внутренних поверхностей (наружный диаметр D увеличивается, а внутренний d уменьшается). При этом обеспечивается точное центрирование изделия. Изменения размеров при зажиме должны быть в пределах упругости, иначе неизбежно возникновение остаточных деформаций.

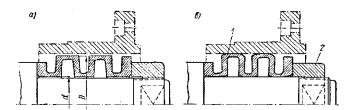


Рис. 7.18 — Схема оправки с гофрированной центрирующей втулкой: а — втулка в свободном состоянии; б —после зажима;

Гофрированные элементы рекомендуется изготовлять из легированных сталей марок 33XCA, 38XCA по ГОСТ 4543—71 и углеродистой стали марки У10A с термообработкой до HRC 46...50. Чтобы деформация не выходила за предел упругости, необходимо соблюдать условие

 $\Delta D \le 0,003D$, где:

D — диаметр установочной поверхности гофрированного элемента;

 ΔD — приращение диаметра.

Для соблюдения этого условия базовые отверстия обрабатываемых деталей должны иметь точность 6-7 квалитета.

В самозажимных оправках усилие зажима создается автоматически и увеличивается пропорционально крутящему моменту резания, что делает их весьма ценными при обтачивании с большими сечениями стружки, в частности на многорезцовых станках.

На рис. 7.19 показана однороликовая оправка, в которой ролик 1 установлен в обойме 2, предотвращающей его перекашивание и выпадание. При сборке ролик цапфами вставляется во внутренние глухие пазы обоймы, после чего она надевается на установочные штифты 4 и винтами 3 прикрепляется к корпусу оправки.

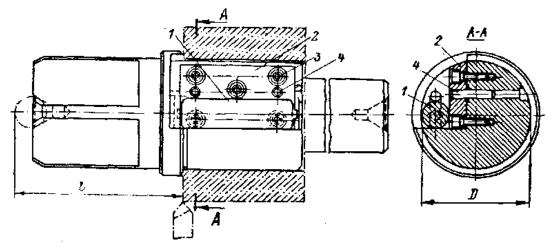


Рис. 7.19 – Однороликовая оправка

Чтобы поверхность ролика в его исходном положении лежала на окружности оправки, опорную плоскость обоймы, прилегающую к вертикальной стенке паза, или ролик шлифуют до тех пор, пока размер D собранной оправки не станет равным диаметру ее цилиндрической части.

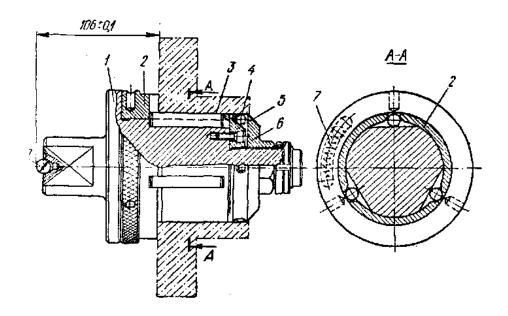


Рис. 7.20 – Трехроликовая самозажимная оправка

На рис. 7.20 показана трехроликовая оправка с зажимным профилем в виде трех плоскостей, расположенных под углом 120°.

На корпус *1* оправки установлен сепаратор 2 с окнами под закаленные и шлифованные ролики *3*. Перед установкой детали сепаратор поворачивают так, чтобы ролики заняли нижнее положение. После установки детали под действием пружины *7* сепаратор поворачивается в обратную сторону и происходит предварительное заклинивание роликов. Для того чтобы деталь плотно прижималась своим левым торцом к осевому упору, предусмотрен поджим ее шариками *4*, надвигаемыми на конус шайбы *5* вращением гайки *6*. С началом резания ролики заклиниваются окончательно и обеспечивают возможность обработки с большими сечениями стружки. Размер 106 мм определяет положение базового торца.

В ряде случаев втулки, крышки, имеющие фланцы, а также тонкостенные детали целесообразно устанавливать на жесткий центрирующий элемент (пальцы, расточки, выступы) и прихватами поджимать ее базовый фланец к торцу приспособления. В этом случае торец заготовки является установочной базой и лишает заготовку трех степеней свободы, цилиндрическая поверхность служит двойной опорной базой, лишая заготовку двух степеней свободы. В случае установки на два пальца — шести степеней свободы. Примером такого приспособления может служить патрон на рис. 7.21.

На рис. 7.21 показано токарное приспособление для обработки заготовки, которая центрируется базовым отверстием на установочной детали 5, а базовый торец ее прилегает к плоскости кольца 3.

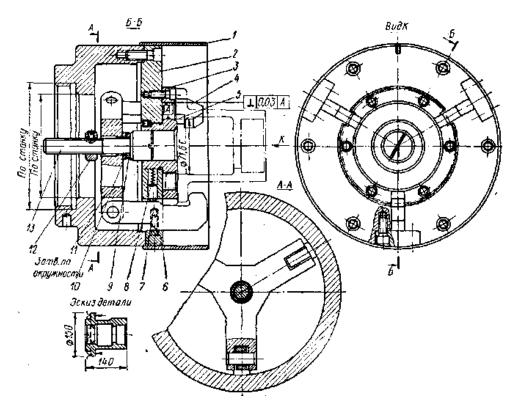


Рис. 7.21 – Патрон с жестким центрирующим элементом и тремя прихватами

Осевой зажим детали осуществляется тремя рычагами (прихватами) 4, приводимыми в действие пневмоцилиндром через тягу 13 и коромысло 11.

Для обеспечения равномерности зажима всеми рычагами предусмотрены самоустанавливающиеся сферические шайбы 9 и 10, позволяющие коромыслу покачиваться. При обратном ходе тяги 13 кольцо 12 давит на коромысло и перемещает его вправо. При этом рычаги 4 скользят по сухарям 6, помещенным в крышке 2, и в определенный момент под действием пружин 8 и плунжеров 7 раскрываются и освобождают обрабатываемую заготовку. По требованию техники безопасности в приспособлении предусмотрен кожух 1.

7.4 Приспособления для установки по резьбе

В случаях использования резьбы для установки обрабатываемых заготовок, необходимо учитывать, что допуски на средние диаметры резьбы значительно больше допусков на цилиндрические поверхности таких же диаметров и классов точности, поэтому резьбовая поверхность может служить как двойная опорная база, тогда установочной базой будет являться торец заготовки, чем исключается возможный перекос детали.

При конструировании приспособлений для установки по резьбе следует также учитывать, что во время обработки может произойти самозатягивание заготовки, что

затруднит ее свинчивание после обработки. Поэтому перед свинчиванием обработанной заготовки должна быть предусмотрена возможность отведения ее от упорного торца приспособления.

На рис. 7.22 показана быстродействующая резьбовая оправка с возможностью использования механизированного привода, состоящая из корпуса *1*, прикрепленного к промежуточному фланцу станка, и установочного пальца *2* с резьбой для присоединения к приводу.

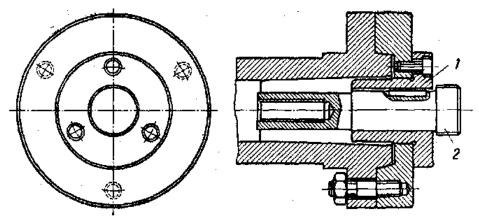


Рис. 7.22 – Оправка с механизированным приводом для установки по резьбе

Деталь навинчивают на резьбу до касания торца корпуса 1 без натяга. При включении привода осуществляется закрепление заготовки путем прижатия ее торца к приспособлению. После обработки палец 2 перемещают в обратном направлении и свинчивают деталь.

7.5 Приспособления для обработки эксцентриков, рычагов, арматуры, кронштейнов

Для обработки эксцентриков и других деталей со смещенными осями в мелкосерийном производстве применяются универсальные передвижные или поворотные патроны. Принцип работы такого приспособления можно проследить на примере приспособления с передвижным трехкулачковым патроном для обтачивания и растачивания деталей с точностью расстояния между осями (эксцентриситет) ± 0.02 мм, представленное на рис. 7.23.

Корпус 2 приспособления представляет собой диск, установленный на шпинделе токарного станка. В корпусе имеется продольный направляющий паз шириной 60A, по которому может перемещаться ползун 3, имеющий соответствующий выступ. Трехкулачковый патрон центрируется по выступу а ползуна и закрепляется на нем винтами. На корпусе 2 закреплена пластинка-ограничитель 4, а на ползуне — упор 5. В положении,

когда упор 5 находится в контакте с пластинкой 4, ось патрона должна точно совпадать с осью корпуса 2, т. е. с осью вращения

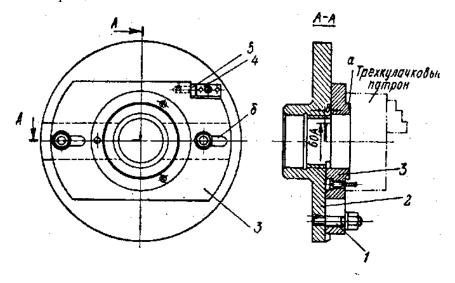


Рис. 7.23 – Приспособление с передвижным кулачковым патроном для обработки деталей (поверхностей) с параллельными осями

Для обеспечения соосности центрирующий выступ *а* окончательно обрабатывается непосредственно на токарном станке после закрепления ползуна на корпусе с помощью двух шпилек с гайками *1*. Для возможности перемещения ползуна влево на величину заданного эксцентриситета пазы б под шпильки имеют продолговатую форму.

Детали зажимаются в трехкулачковом патроне и устанавливаются в положение, которое показано на рисунке (упор 5 в контакте с пластинкой *4*), для обработки поверхностей, концентричных базовой поверхности. Затем при помощи мерных плиток, помещаемых между пластинкой *4* и упором 5, производится точное перемещение ползуна на величину заданного эксцентриситета и выполняется обработка поверхностей со смещенной осью. Недостатоком конструкции является отсутствие балансирующего груза.

В приспособлениях с поворотными патронами ось базовой поверхности детали, после обработки концентричных ей поверхностей, смещается на заданный эксцентриситет относительно оси вращения путем поворота патрона на соответствующий угол.

На рис. 7.24 показано приспособление с поворотным патроном для обработки эксцентриков. На планшайбу I со смещенным центрирующим участком D_1 (эксцентриситет e=5мм) установлена муфта I 2. На центрирующий выступ I 3 муфты, смещенный относительно оси ее отверстия (эксцентриситет I 5 мм), устанавливается и закрепляется обычный самоцентрирующий патрон (штрихпунктирная линия). Поворачивая муфту I 3 относительно планшайбы и закрепляя ее болтами I 3, можно менять эксцентриситет I 8 в

пределах от 0 до 10 мм. Для балансировки патрона в кольцевом пазу муфты 2 закреплен перемещаемый по окружности груз.

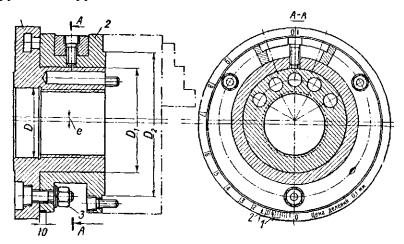


Рис. 7.24 – Приспособление с поворотным кулачковым патроном для обработки эксцентриков

При использовании подобных патронов необходимо производить расчет балансирующего груза. Для динамически уравновешенной системы справедливо условие:

$$m_1\omega^2 r_1 + m_2\omega^2 r_2 = 0$$

где:

 m_1 и m_2 — массы патрона с втулкой и уравновешивающего груза;

 ω — угловая скорость вращения;

 $r_{\!_{1}}$ и $r_{\!_{2}}$ — расстояния от центров тяжести патрона и груза до оси вращения.

Так как угловые скорости любой точки системы равны, то

$$m_1 r_1 + m_2 r_2 = 0$$

Балансирующий груз необходимо располагать на линии, проходящей через центр патрона и центр вращения.

Для обработки деталей арматуры, такие как тройники и др. Следует применять двухкулачковые переналаживаемые патроны. Переналадка производится путем замены кулачков. Изготовление кулачков производится по чертежу наладки, выполненному для данной партии деталей. Установочные поверхности губок сменных кулачков должны соответствовать форме обрабатываемой заготовки, что отражено в чертеже наладки.

Для обработки заготовок типа кронштейна или корпуса на токарном станке необходимо применять приспособления в виде планшайбы с угольником, на котором размещаются установочные и зажимные элементы.

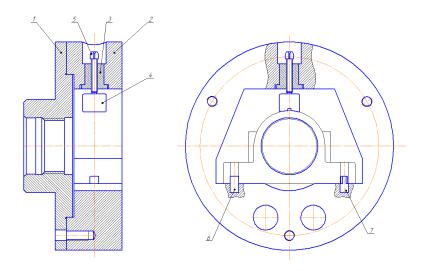


Рис. 7.25 – Приспособление для обработки корпуса на токарном станке

На рис. 7.25 показана конструкция токарного приспособления для растачивания отверстия кронштейна. Корпус приспособления 2 устанавливается цилиндрической расточкой на переходник 1. Установка обрабатываемой заготовки производится по плоскости во внутренней выборке корпуса 1 с базированием на установочные пальцы 6 и 7. Закрепление заготовки осуществляется пятой 4 подаваемой винтом 5, расположенном во втулке 3 путем прижатия ее к установочной плоскости. Для балансировки приспособления в корпусе выполнены два отверстия.

Вопросы

- 1. Какие стандартные установочные детали следует применить для установки заготовок типа валов?
- 2. Какие конструкции центров позволяют уменьшить погрешность обработки от нагрева и износа?
- 3. Какие конструкции позволяют передавать крутящий момент от шпинделя станка обрабатываемому валу?
 - 4. Какие конструкции предусмотрены для обработки длинных валов?
- 5. Какие универсальные приспособления используются на токарных станках, их типы и характеристики?
 - 6. Для каких заготовок следует применять специальные наладки на кулачки, примеры?
- 7. Какого типа оснастка необходима для обработки цилиндрических заготовок с конструктивными особенностями?
 - 8. В каких случаях необходимо применение цанговых патронов, мембранных механизмов?

- 9. В чем заключается особенность самозажимных оправок?
- 10. Что необходимо учитывать при установке заготовок по резьбовым отверстиям?
- 11. Как осуществить обработку эксцентричных поверхностей на токарном станке?
- 12. Какие следует отметить особенности обработки эксцентричных поверхностей на токарном станке?

ГЛАВА 8 ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Станки сверлильной группы предназначены для различной обработки сквозных и несквозных отверстий вращающимися инструментами (сверлами, зенкерами, развертками и т. п.) на сверлильном станке. Для того чтобы выполнить заданные на чертеже размеры, определяющие положения центров обрабатываемых отверстий, необходимо задать точное положение с инструмента в процессе обработки. Это требование обеспечивается специальным приспособлением, называемым кондуктором. При обработке отверстий режущий инструмент направляется по так называемым кондукторным втулкам, расположенным в кондукторной плите. Кондукторные втулки также могут служить упором при обработке глухих отверстий.

На рис. 8.1 показаны несколько типов стандартных кондукторных втулок. Они могут быть постоянными с буртом или без бурта (рис. 8.1, a, δ), установленные с натягом непосредственно в кондукторную плиту приспособления. Постоянные втулки следует применять в случае, если по технологическому процессу предполагается выполнении отверстий одним сверлом. Внутренний диаметр направляющей втулки соответствует

номинальному размеру сверла, допуск назначается с гарантированным зазором по 5-7 квалитету в зависимости от точности заданных размеров обрабатываемого отверстия.

В случае выполнения более точного отверстия, когда по технологическому процессу предполагается применение нескольких инструментов (сверл, зенкеров и метчиков с направлением), постоянные втулки служат направлением для сменных или быстросменных кондукторных втулок с головкой, на которой выполнено рифление (рис. 8.1, ϵ , r). От проворачивания и от подъема в процессе сверления эти втулки удерживаются винтами, для которых на буртике втулки создается необходимое углубление. Для смены втулки (рис. 129, ϵ) достаточно отвинтить этот винт. Конструкция бысторосменных втулок, позволяет легко их вынимать из гнезда после поворота на угол ϵ , соответствующий положению лысок. В этом случае внутренний диаметр постоянной направляющей втулки соответствует номинальному размеру быстросменной втулки, допуск назначается основной (H) по 5-7 квалитету в зависимости от точности заданных размеров обрабатываемого отверстия.

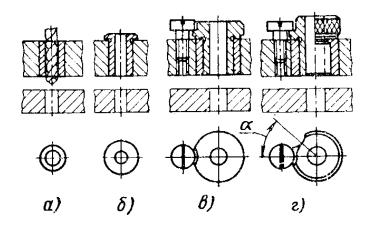


Рис. 8.1 – Кондукторные втулки: а) постоянные; б) постоянные с буртом; в) сменные; г) быстросменные

Кондукторные втулки следует изготавливать с точностью по 5 – 7 квалитету из инструментальной качественной стали марки У8А, У12А с последующей закалкой до твердости *HRC* 58...64, из углеродистой стали 20 с последующей цементацией на глубину 0,8 — 1,2 *мм* и закалкой до *HRC* 56...60 и из легированной стали типа ХГ с закалкой до *HRC* 56...60. Стандартом установлена высота кондукторной втулки до бурта и ее наружный диаметр. В случае невозможности применения стандартной кондукторной втулки необходимо проектирование специальных втулок. Причиной обычно бывает недостаток места для расположения втулки или особенности расположения обрабатываемого отверстия. Конструкция кондукторной плиты чаще всего зависит от формы обрабатываемой заготовки. Плиты могут быть съемными, откидными, постоянными, но в любом случае к ним

предъявляются повышенные требования жесткости, позволяющие обеспечивать заданную точность расположения отверстий. Допуск на расположение отверстий в кондукторной плите должен быть примерно в 3-5 раз точнее допуска на обрабатываемой заготовке.

Конструкции сверлильных приспособлений различаются не только устройством кондукторных плит. Существенным различием является также положение, занимаемое деталью в процессе всей операции. По этому признаку эти приспособления могут быть стационарные, и поворотные. Отдельные приспособления могут сочетать в себе несколько таких признаков.

На рис. 8.2 представлен поворотный кондуктор для сверления отверстий в детали типа угольник. Тонкими линиями изображена обрабатываемая заготовка.

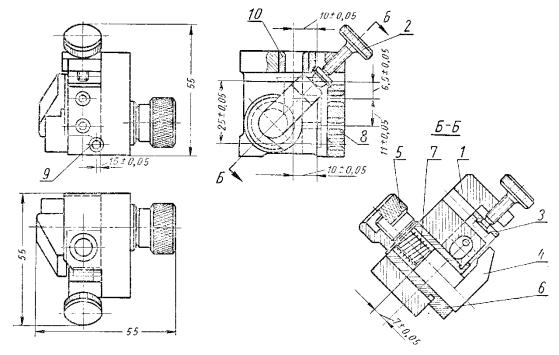


Рис. 8.2 Кондуктор с Г-образным прихватом

Обрабатываемую заготовку устанавливают в корпус 1 и предварительно поджимают винтом 2 с пятой 3 к базовым поверхностям. Окончательно закрепляют деталь прихватом 4, при завинчивании гайки 5. Поворот прихвата ограничен вырезом во втулке 6. Зажим является быстродействующим. В свободном состоянии прихват поднимается пружиной 7. При завинчивании гайки прихват за счет трения в резьбе повернется и займет рабочее положение. При отвинчивании гайки 5 прихват повернется и освободит деталь. Отверстия сверлят через кондукторные втулки 8, 9, 10, установленные с натягом в корпусе 1. Положение кондуктора, изображенное на рисунке (см. вид слева), предназначено для сверления отверстия через

втулку 10. Обработка отверстий через втулки 8 производится при повороте кондуктора на 90 градусов против часовой стрелки.

При сверлении диаметрально расположенных отверстий под углом применяется поворотное устройство и специальная угловая подставка (рис. 8.3).

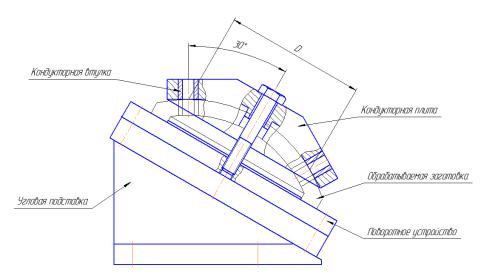


Рис. 8.3 – Сверление отверстий под углом

На сборочном чертеже кондуктора необходимо проставить выполняемые размеры, которые подвергаются периодическому контролю. К ним относятся размеры и требования точности, определяющие расположение обрабатываемых отверстий, и изношенные размеры направляющего диаметра втулок. Годность кондуктора к работе следует установить после контроля первой обработанной детали. По количеству обрабатываемых деталей определяется срок следующей проверки. Данные контроля и срок следующей проверки следует занести в сопроводительный паспорт или формуляр форма которых определяется ГОСТ 2.601-95.

Из стандартных и переналаживаемых приспособлений для сверлильных станков наиболее широко применяются скальчатые кондукторы консольного и портального типов, с ручным или пневматическим зажимом. В конструкцию любого скальчатого кондуктора входят постоянные и сменные узлы (наладки). Постоянная часть кондуктора состоит из корпуса, двух или трех расположенных в нем скалок, несущих кондукторную плиту, механизма для перемещения скалок и зажима обрабатываемых деталей.

Сменные наладки проектируются в соответствии с конфигурацией обрабатываемых деталей и состоят из установочно-зажимных узлов и сменной кондукторной плиты с комплектом кондукторных втулок. Для базирования и фиксации сменных наладок в корпусе и кондукторной плите предусматриваются установочные поверхности (центрирующие отверстия, установочные пальцы, Т-образные пазы и т. п.).

Существующие разновидности скальчатых кондукторов позволяют обрабатывать самые разнообразные по форме и размерам детали, начиная от валиков и кончая плоскостными деталями длиной до 1 м и более. Скальчатые кондукторы отличаются по конструкции механизма подъема и опускания скалок, который одновременно является и силовым механизмом, зажимающим обрабатываемые детали кондукторной плитой. Наиболее часто применяются с реечно-конусным (клиновым) механизмом, с пневматическим приводом и др.

На рис. 8.4 показана принципиальная конструкция стандартного консольного скальчатого кондуктора с ручным конусным зажимом.

В отверстиях корпуса *1* кондуктора скользят три скалки, на которых гайками закреплена кондукторная плита *2*. Средняя скалка-рейка с косыми зубцами связана с зубчатым валиком *5*. Правый конец этого валика имеет конусный участок, а на его левом конце, на шпонке смонтирована конусная втулка *5*. Оба конуса притерты в конических отверстиях крышек *4*. Опускание плиты *2* осуществляется рукояткой *7*. В момент контакта плиты с обрабатываемой деталью скалка-рейка останавливается. При дальнейшем нажиме на рукоятку горизонтальная составляющая реакции со стороны скалки-рейки на зубчатый валик *5* смещает его влево, затягивает правый конусный замок и стопорит механизм.

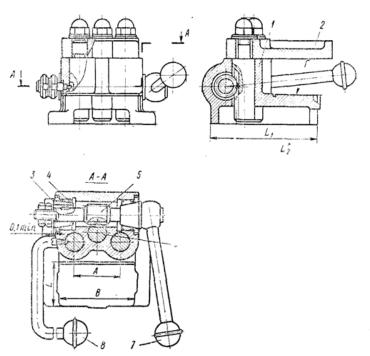


Рис. 8.4 Скальчатый кондуктор

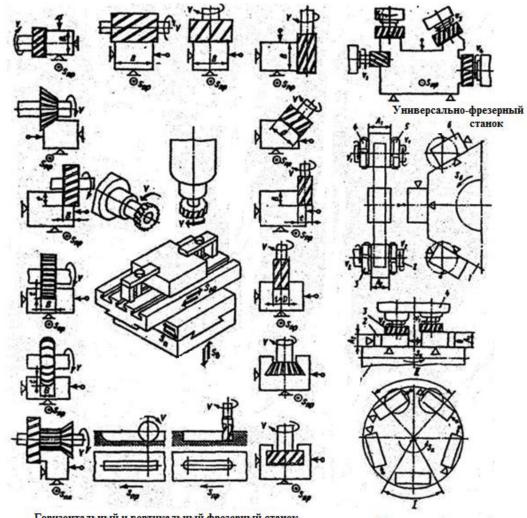
Имеющийся скальчатый кондуктор можно применять для группы типовых деталей, ограничиваясь проектированием наладки для соответствующей заготовки.

- 1. Какие требования чертежа обеспечиваются при выполнении при выполнении отверстий на сверлильном станке с помощью кондуктора?
 - 2. Какие детали служат в кондукторе для направления режущих инструментов?
 - 3. Где и как располагаются кондукторные втулки?
 - 4. От чего зависит форма кондукторных плит и их положение в процессе обработки?
 - 5. Как устанавливается годность кондуктора?
 - 6. Из чего состоит конструкция скальчатого кондуктора?

ГЛАВА 9 - ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

9.1 Классификация приспособлений

Типы и особенности фрезерных станков, многообразие режущего инструмента предполагают большое количество схем фрезерования поверхностей. На рис.9.1 показаны способы получения плоских поверхностей, расположенных горизонтально, вертикально и под разными углами, уступов, различные формы пазов, а также криволинейных поверхностей, по копирам и методом обкатки.



Горизонтальный и вертикальный фрезерный станок

Карусельно-фрезерный станок

Рис. 9.1 – Схемы фрезерования

Из этого следует, что на фрезерных станках возможно изготовление деталей самой разнообразной формы и взаимного расположения поверхностей., таких как, крестовины рычаги, стойки, кронштейны, картеры, корпусные детали и др.

Приспособления для фрезерных станков можно классифицировать по направлению подачи: прямолинейной, круговой и копировальной.

Наиболее часто применяются приспособления для фрезерования с прямолинейной подачей. Эти приспособления бывают тисочного типа, поворотные и специальные, одноместные и многоместные. Поворотные приспособления могут иметь горизонтальную и вертикальную ось вращения.

Основное время, затрачиваемое при обработке на фрезерных станках, составляет 50 - 80% штучного времени. Большие резервы для повышения производительности труда появляются при применении многоместных приспособлений с механизированным приводом для зажима и разжима заготовок.

Приспособления для фрезерных станков бывают универсальными, универсально-сборными, универсально-наладочными, групповыми и специальными.

Установка приспособлений на стол фрезерного станка осуществляется через шпонки, а для его закрепления следует предусмотреть проушины. Размеры шпонок и проушин определяются размерами Т-образного паза стола.

9.2 Машинные тиски

Машинные тиски являются универсальным приспособлением, их применяют для обработки заготовок различных по форме и размерам деталей. Тиски имеют постоянные детали — корпус, салазки, механизм зажима и сменные: губки, которые используют при обработке различных типоразмеров деталей. Тиски бывают с одной или с двумя подвижными губками, с плавающими губками. В тисках применяют ручные зажимы: винтовые, эксцентриковые, механизированные, пневматические, гидравлические, пневмогидравлические. В зависимости от направления силы зажима, действующей на подвижную губку, тиски бывают с тянущей или толкающей силой зажима. Применение сменных губок позволяет осуществлять переналадку тисков.

На рис. 9.2, а показаны универсальные самоцентрирующиеся, переналаживаемые тиски с двумя постоянными подвижными губками I и сменными губками 2 и 3. При вращении винта 4 с правой резьбой на одном конце и левой на другом, губки I тисков сдвигаются при зажиме заготовки и раздвигаются при разжиме заготовки. На рис. 9.2, б самоцентрирующие тиски собраны из деталей УСП. Губки тисков выполнены в виде призм и служат для установки заготовок типа вала.

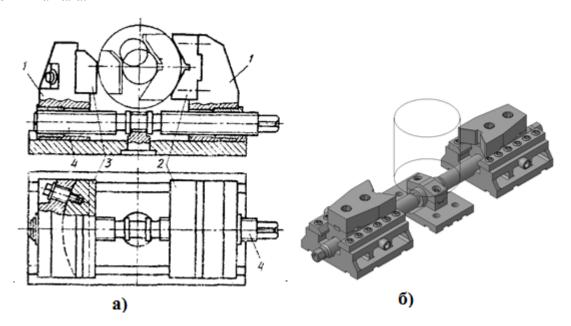


Рис. 9.2 – Универсальные самоцентрирующие тиски с двумя постоянными подвижными губками

Тиски, показанные на рис. 9.3 относятся к универсальной, механизированной переналаживаемой оснастке и предназначены для базирования и закрепления заготовок различных деталей при их обработке на фрезерных станках.

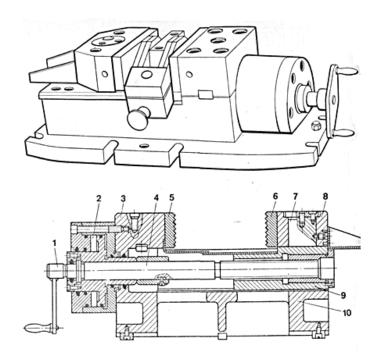


Рис. 9.3 Тиски универсальные наладочные гидравлические

Тиски состоят из корпуса 10 с неподвижной 3 и подвижной 9 губками. Обрабатываемые заготовки прижимаются κ 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. Тиски базируют на столе станка по продольному пазу шпонками.

Конструкции универсальных тисков позволяют использовать их в качестве базовых приспособлений для обработки различных по форме и размерам заготовок. К базовым можно отнести и другие конструкции приспособлений, предусматривающие применение сменных наладок. Как правило, для закрепления заготовок применяют пневмо и гидроприводы, что наиболее целесообразно в серийном производстве. Сменные наладки могут быть одно и многоместными. Примером специальных тисков с пневмоприводом может служить приспособление, изображенное на рис. 9. 4, а. Обрабатываемые заготовки (4 штуки) устанавливаются в сменной наладке соосно вдоль горизонтальной оси.

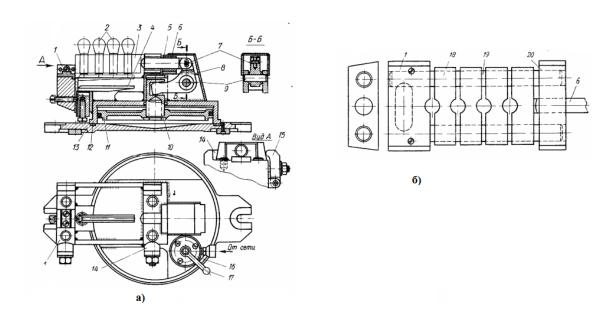


Рис. 9.4 Универсальнгое приспособление: а) общий вид приспособления, б) сменная наладка

На плите 13 смонтирован пневмоцилиндр 12 с поршнем 11, установленным на штоке 10. В стойку (разрез Б-Б) запрессована ось 9, на которой установлен поворотный рычаг 8. Нижнее плечо рычага входит в паз штока 10, а верхнее плечо осью 7 связано с пальцем 6, перемещающемся во втулке 5.

Сменная наладка 3 имеет скалки 19, на которых закреплены неподвижные губки 1 и 20 и перемещающиеся по скалкам сменные губки 18. При установке в приспособлении сменной наладки неподвижные губки 1 и 20 опираются на штыри, а губка 1 ориентируется также по прямоугольному выступу планки приспособления. Зажим наладки приспособления производится двумя прихватами 15, прижимающими ее к клиновидной направляющей 14.

Сжатый воздух из сети подается в распределительный кран 16, после поворота его рукоятки 12 и перемещает его со штоком 10 вниз. Нижнее плечо рычага 8 штоком 10 опускается, а верхнее его плечо через палец 6 перемещает подвижные губки18 по скалкам 19 до упора в губку 1. При этом обрабатываемые заготовки 2, установленные между губками 18,зажимаются. После обработки заготовок рукоятка 17 распределительного крана 16 поворачивается в другую сторону, и сжатый воздух подается в нижнюю полость пневмоцилиндра 12, перемещая поршень 11 со штоком 10 вверх. При этом шток поворачивает рычаг 8 на оси, верхнее его плечо отводит палец 6 вправо и обрабатываемые детали 2, установленные в подвижных губках 18, разжимаются. Для правильной установки заготовок по высоте применяется подвижный упор 4.

9.3 Универсальные поворотные, делительные и переналаживаемые столы

На фрезерных столах поворотные делительные столы применяют для позиционной обработки одной или нескольких заготовок фрезой или комплектом фрез. Изменение позиции заготовки осуществляется поворотом стола. Конструкции и размеры столов стандартизированы.

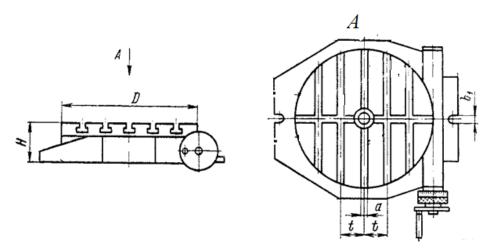


Рис. 9.4 Стандартный поворотный стол

Имеются столы нормальной и повышенной точности с ручным и механизированным приводом, с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Столы могут быть снабжены круговой шкалой или фиксатором. На поверхности стола имеются Т-образные пазы (рис. 9.4), что позволяет осуществить закрепление заготовки или специального приспособления с помощью прихватов.

Точное отверстие в центре стола позволяет совместить ось заготовки с осью вращения стола. Применение поворотного стола позволяет выполнить сложную поверхность методом обкатки, осуществляя подачу заготовки вращением стола.

Поворотный стол с горизонтальной осью вращения, предназначенный для фрезерования по радиусу фасок, байонетных пазов и других, приведен на рис. 9.5. Заготовку устанавливают на оправку или непосредственно на поворотную часть 1. Вращение при обработке осуществляют маховичком 3 через червячную пару. Для установки на заданный угол поворота служат два подвижных упора 2, переставляемые по кольцевому пазу крышки стола.

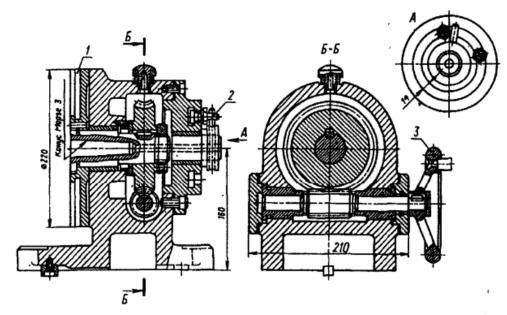


Рис. 9.5 Поворотный стол для фрезеровани по радиусу

Приспособления для непрерывного фрезерования подразделяют на две разновидности: круглые поворотные столы с вертикальной или горизонтальной осью и поворотные многоместные приспособления для непрерывного фрезерования деталей.

Обрабатываемые заготовки в наладках на поворотных столах можно закреплять вручную пли от механизированного привода.

В массовом и крупносерийном производствах непрерывное фрезерование плоских поверхностей заготовок различных типоразмеров производится на одно- и двухщпиндельных карусельно-фрезерных станках с круглым столом. На верхней поворотной части стола крепят сменные наладки или многоместные приспособления, в которых устанавливают и зажимают обрабатываемые заготовки. Непрерывное фрезерование плоскостей небольших заготовок можно производить на универсально-фрезерных станках, оснащенных круглым вращающимся столом, на котором закреплены приспособления или сменные наладки.

В круглых столах поворот верхней части стола, а также зажим и разжим обрабатываемых заготовок осуществляются пневматическими, гидравлическими или механическими приводами.

На рис. 9.6 приведено универсальное многоместное поворотное приспособление, которое применяют на карусельно-фрезерных станках для непрерывного фрезерования плоскостей на деталях типа колец, рычагов, небольших корпусов и т. д. Приспособление состоит из двух частей: нижней (неподвижной) и верхней (вращающейся). На вращающейся части поворотном столе 1 закреплен винтами 7 специальный узел, который состоит из круглых дисков 2 и 5, закрепленных винтами 9 на втулке 8. Для большей жесткости между дисками 2 и

5 установлены стойки 3 и 6. Вращающуюся часть приспособления центрируют на неподвижной оси 10. На верхней плоскости диска 5 закреплен сменный диск 4 со сменными наладочными втулками 14, на которых устанавливают и закрепляют обрабатываемые детали 17. В диске 5 имеется 12 отверстий, в которых установлены и закреплены винтами 20 фланцы 21 для крепления 12 гидроцилиндров 23. В неподвижной оси 10 имеется два вертикальных канала 25: один из них служит для подвода масла в полости гидроцилиндров, а другой - для отвода масла из полостей в гидроагрегат. Вертикальные каналы 25 в оси 10 через штуцеры 26 и резиновые шланги соединены с гидроагрегатом. Втулка 8 имеет два ряда радиально расположенных отверстий, в которые ввинчены штуцеры 11, 24 и трубопроводы 12 и 13 для подвода и отвода масла к полостям гидроцилиндров 23. Из гидроагрегата масло под давлением подается через штуцер 26 в один из вертикальных каналов 25 в оси 10.

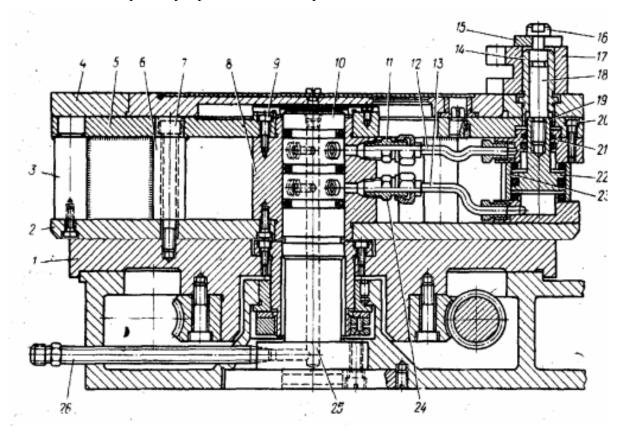


Рис. 9.6 Многоместное приспособление с гидроприводом для фрезерных станков с вращающимся столом

При вращении стола с обрабатываемыми деталями в направлении навстречу фрезе, верхнее горизонтальное отверстие в оси 10 соединяется с верхним отверстием во втулке 8, и масло через штуцер 11 по трубопроводу 12 поступает в верхнюю полость гидроцилиндра 23. Под давлением масла поршень 22 со штоком 19 и тягой 18 перемещается вниз и головкой 16 с быстросменной шайбой 15 зажимает обрабатываемую деталь 17.

Одновременно масло из нижней полости гидроцилиндра 23 вытесняется поршнем 22 и по трубопроводу 13, штуцеру 24 уходит в вертикальный канал 25 в оси 10. При непрерывном круговом вращении верхней части приспособления детали закреплены в сменных наладках. Пройдя зону обработки, они поступают в зону установки и снятия деталей. Во время прохождения каждой деталью этой зоны, нижнее, горизонтальное отверстие в оси 10 сопрягается с нижним отверстием во втулке 8 и масло через штуцер 24 и трубопровод 13 поступает в нижнюю полость гидроцилиндра 23. Масло поднимает поршень 22 со штоком 19 и тягой 18, и обрабатываемая деталь разжимается. Одновременно масло из верхней полости гидроцилиндра вытесняется и по каналу 12 и штуцеру 11 поступает во второй вертикальный канал 25 в оси 10. Следовательно, в данном приспособлении осуществляются автоматический зажим и разжим обрабатываемых заготовок, устанавливаемых рабочим вручную в сменных налалках.

Приспособление можно применять на различных фрезерных станках, используя для непрерывного фрезерования заготовок сменные наладки или приспособления, изготовляемые в соответствии с формой и размерами обрабатываемых деталей.

На рис. 9.7 показано переналаживаемое приспособление с ручной установкой и съемом, автоматическим зажимом и разжимом обрабатываемых заготовок. Его применяют для непрерывного фрезерования плоскостей различных заготовок на карусельно-фрезерном двухшпиндельном станке. От редуктора передается вращение червячному валу 2, который вращает червячное колесо 5 вместе с закрепленным на нем столом 1. В корпус 4 нижним концом запрессован шлицевой вал 5, на верхнем конце которого закреплен плоский кулачоккопир 6.

При обработке деталей стол 1 вращается, роликовый подшипник 7 катится по профилю копира 6 и передвигает плунжер 10, который сжимает тарельчатые пружины 9, перемещает ползун 11 с кулачком 8 к обрабатываемой заготовке, и она прижимается к опоре 12. После обработки заготовки выходят из зоны фрезерования, роликовый подшипник 7 начинает сходить с копира 6. Пружины 9 расслабляются, а ползун 11 с кулачком 8 стержнем 13 под действием упора 14 перемещается к центру, и обрабатываемая заготовка разжимается. Кулачок 8 можно переставлять на рифленой поверхности ползуна 11.

При замене кулачков 8 и стержней 13 можно устанавливать и зажимать заготовки различных типоразмеров. На рисунке внизу показаны секторы: І- установки и съема заготовок (90°); П-зажима заготовок (90°); Ш-обработки заготовок (135°); ІV-разжима заготовок (45°). В соответствии с углом поворота этих секторов профилируется кулачок-копир 6.

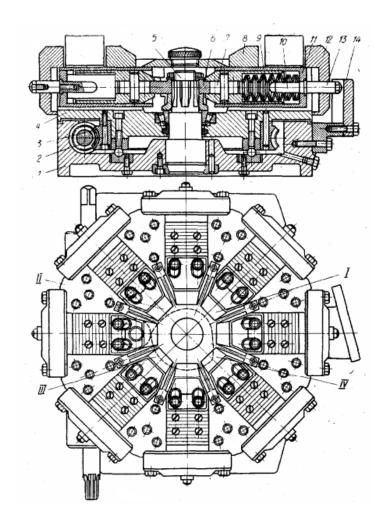


Рис. 9.7 Приспособление для непрерывного фрезерования

В случае невозможности использования универсально-наладочных приспособлений при выполнении фрезерных операций различных по форме и размерам деталей необходимо проектирование специальных приспособлений. Лучший метод изучения накопленного опыта конструирования станочных приспособлений это ознакомление с типовыми конструкциями, проверенными на практике. Чтобы облегчить проектирование и изготовление специального приспособления ИЛИ наладки онжом многократно использовать стандартные нормализованные детали и узлы при компоновке новых приспособлений. Современные программные средства позволяют создавать и постоянно пополнять базы данных типовых и стандартных деталей и узлов технологической оснастки, что способствует ускорению процесса проектирования приспособлений.

Вопросы

- 11 Какие могут быть схемы фрезерования поверхностей и положений режущего инструмента?
 - 12 Какие существуют типы фрезерных приспособлений и их классификация?
 - 13 Виды универсальных фрезерных приспособлений?
 - 14 Для чего необходимо применение поворотных и делительных приспособлений?
 - 15 Каковы особенности многоместных приспособлений?
 - 16 Каким образом можно осуществить непрерывное фрезерование?

ГЛАВА 10 - ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

10.1Требования, применяемые к приспособлениям

Для эффективного использования станков **с** ЧПУ к станочным приспособлениям предъявляется ряд специфических требований, обуславливаемых особенностью станков с ЧПУ. Несоблюдение этих требований значительно снижает преимущества, которые могут быть получены от применения станков с ЧПУ.

Станки с ЧПУ являются высокоточными станками. Следовательно, для обеспечения высокой точности обработки заготовок приспособления должны быть выполнены повышенной точности. Погрешности базирования и закрепления, возникающие при установке заготовок в приспособлениях, должны быть сведены к минимуму (по возможности, к нулю).

Станки с ЧПУ имеют повышенную жесткость и мощность. Следовательно, повышенные требования к жесткости следует применить к конструкциям приспособлений, чтобы использовать полную мощность станка на черновых операциях и обеспечить высокую точность на чистовых операциях.

Относительное перемещение заготовки и инструмента на станках с ЧПУ осуществляется автоматически в системе заранее заданных координат. Следовательно, приспособления должны обеспечивать полное базирование заготовок, т. е. лишение их всех шести степеней свободы. Необходимо строго определенное положение базирующих элементов приспособлений относительно начала координат станка (нулевой точки)

Для обеспечения автоматической ориентации базирующих элементов (опор) приспособления относительно начала координат станка необходимо полное базирование приспособлений на станке, обеспечивающее строго определенное положение приспособления относительно нулевой точки станка.

Станки с ЧПУ обеспечивают возможность обработки максимального числа поверхностей (до четырех-пяти) с одной установки заготовки на поворотном столе. Для этого приспособления должны обеспечивать полную инструментальную доступность, т. е. возможность подхода инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям.

Возможность обработки на станках с ЧПУ максимального числа поверхностей с одной установки заготовки резко увеличивает цикл обработки заготовки на одном станке, что

обусловливает возможность смены заготовки во втором приспособлении вне рабочей зоны станка или вне станка во время его работы.

Станки с ЧПУ выгодно отличаются от традиционных станков-автоматов своей гибкостью, т. е. возможностью быстрой переналадки, так как переналадка заключается лишь в смене программоносителя. Однако, наибольшая часть подготовительно-заключительного времени затрачивается не на переналадку станка, а на смену или переналадку оснастки приспособлений и инструмента. Поэтому для сокращения простоя станков приспособления должны обеспечивать возможность их быстрой переналадки или смены. На станках с ЧПУ эффективно применять системы переналаживаемых приспособлений, наиболее обеспечивающих возможность обработки широкой номенклатуры заготовок благодаря перекомпоновке, смене или регулированию установочных и зажимных элементов. Приспособления, применяемые в серийном производстве при обработке малогабаритных деталей, должны быть многоместными, так как при этом возможна обработка отверстий во всех заготовках последовательно одним и тем же инструментом. Производительность обработки увеличивается за счет сокращения времени, затрачиваемого на смену инструмента. Кроме того, многоместные приспособления обеспечивают возможность смены заготовок во время работы станка и многостаночное обслуживание.

10.2 Приспособления для токарных станков с ЧПУ и токарных многоцелевых станков

Для базирования и закрепления заготовок деталей типа тел вращения (фланцев, зубчатых колес, стаканов, коротких валиков и др.) на станках с ЧПУ применяют самоцентрирующие трехкулачковые патроны и оправки разжимные. Для базирования и закрепления заготовок деталей типа "вал" применяют поводковые патроны. Заготовку центрируют по центровым гнездам передним и задним центрами. Поводки патронов передают заготовке крутящий момент. для установки заготовок в центрах применяют передние плавающие центры, устанавливаемые в поводковых патронах.

Вращающиеся центры, устанавливаемые в пиноли задней бабки станка, используются для поджима заготовки к торцу поводковых зубчатых или штырьковых патронов.

Патроны для станков токарной группы должны обеспечивать сокращение времени, затрачиваемого на смену (установку и съем) заготовок, на переналадку или замену кулачков при переустановке заготовок или смене объекта обработки, на смену патронов, а также на переналадку станка с патронных на центровые работы. К патронам предъявляются требования

стабильной точности центрирования заготовок, а также жесткости узлов патронов, что позволяет обеспечить соосность оси заготовки относительно оси шпинделя станка в процессе обработки. В конструкции патронов предусматривается снижение или даже исключение влияния центробежных сил на силу зажима заготовок кулачками, так как современные станки имеют высокие частоты вращения шпинделя, что приводит к снижению силы зажима заготовки.

Динамическая сила зажима заготовки определяется по формуле (в Н):

$$Q_{\rm duh} = Q_{\rm cm} \pm F_{\rm c}$$

- знак минус относится к заготовке, зажимаемой по наружной поверхности,

- знак плюс — по внутренней поверхности;

где Q_{cm} — статическая сила зажима заготовки; F_{c} – центробежная сила, Н.

$$F_c = mR\omega^2 = \frac{GR\omega^2}{g} = 0.102GR \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2$$

Где: т — масса кулачков, кг;

R — радиус от оси вращения патрона до центра тяжести кулачка, м;

 ω — угловая скорость, рад/с;

G — вес кулачков, H;

g — ускорение свободного падения, м/сек².;

n – частота вращения шпинделя, c^{-1} , или

$$F_c = \frac{GRn^2}{1000} = \frac{mRn^2}{100};$$

тогда:

$$Q_{\partial un} = \frac{1,2KP_z d}{f d_1} \pm \frac{mRn^2}{1000},$$

где: 1,2— коэффициент, учитывающий влияние радиальной и осевой составляющих силы резания;

K — коэффициент надежности $\{K$ — 2,0...2,5);

Pz — главная составляющая силы резания;

d — диаметр обрабатываемой поверхности;

 d_1 — диаметр заготовки в месте зажима ее кулачками;

f — коэффициент трения.

Уменьшение влияния центробежных сил на силу зажима достигается снижением массы кулачков. Центробежную силу компенсируют встраиванием в корпус патронов противовесов, соединенных рычагом с кулачками. Патрон токарный, самоцентрирующий клиновой мод. ПКВ-250Ф8.95, (рис. 10.1) предназначен для центрирования и закрепления заготовок на токарных станках при больших частотах вращения шпинделя. Патрон имеет компенсацию центробежных сил кулачков.

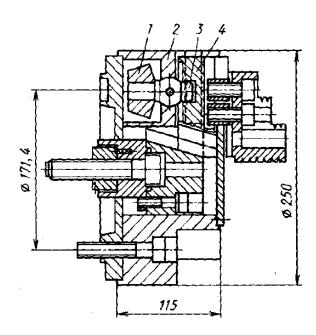


Рис. 10.1 – Патрон токарный с противовесом

Расположение грузов-компенсаторов 1, соединенных рычагом 3 с основными кулачками 4, в специальных углублениях корпуса 2 обеспечивает высокую жесткость патрона, что обусловливает повышение точности обработки. Техническая характеристика приведена в таблице 10.1.

Таблица 10.1. Технические характеристики токарного патрона

Наружный диаметр, мм	250
Диаметр зажимаемых заготовок, мм	15 - 240
Высота корпуса с фланцем, мм	132
Частота вращения, с ⁻¹ , не более	4000
Сила зажима, Н	6000
Масса, кг	40,2

В клинореечных патронах противовесы могут быть выполнены в виде подпружиненных рычагов I (рис. 10.2).

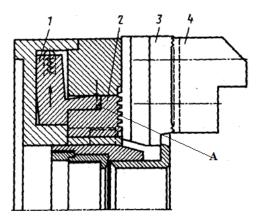


Рис. 10.2 Патрон с противовесами в виде рычагов

Под действием центробежных сил рычаг 1 поворачивается относительно точки A, передавая силу рейке 2, компенсируя центробежную силу, действующую на кулачки 3 и 4.

10.3 Системы приспособлений для станков фрезерной сверлильной и расточной групп

На станках с ЧПУ фрезерной, сверлильной и расточной групп применяются следующие системы переналаживаемых приспособлений: система универсальных безналадочных приспособлений (УБП); система универсально-наладочных приспособлений (УНП); система специализированных наладочных приспособлений (СНП); система универсально-сборных приспособлений (УСПМ); система сборно-разборных приспособлений (СРП); система переналаживаемых универсально-сборных приспособлений (ПУСП).

Универсальные безналадочные приспособления (УБП) предусматривает применение универсальных регулируемых приспособлений, не требующих применения сменных установочных и зажимных элементов; включают в себя комплексы универсальных приспособлений, входящих в комплект оснастки, поставляемым машиностроительным предприятиям в качестве принадлежности к станкам; рекомендуется для единичного мелкосерийного производства. К УБП относятся: токарные патроны, машинные тиски, поворотные столы, стойки и т. д.

Тиски предназначены для базирования и закрепления заготовок плоских деталей при обработке их на фрезерных и сверлильных станках с ЧПУ (рис. 10.3).

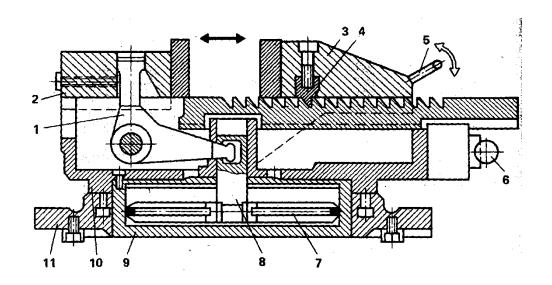


Рис. 10.3 Тиски пневмвтические быстропереналаживаемые

Тиски состоят из основания 11 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 чего поршень 7 со штоком 8 опускается вниз, поворачивая по часовой стрелке рычаг 1. Рычаг перемещает подвижную губку 2.

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

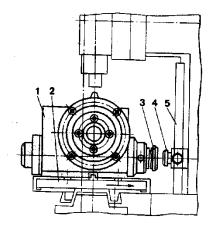


Рис. 10.4 Стойка поворотно-делительная 1 - приспособление, 2 - стол станка, 3 - шток, 4 - упор, 5 - стойка

На рисунке 10.4 показана установка стойки на вертикально-фрезерном станке.

Стойка предназначена для базирования, закрепления и автоматического поворота по программе заготовок типа тел вращения при их обработке на фрезерных станках с ЧПУ.

Приспособление *1* закрепляют на столе *2* станка. На вертикальной стойке 5 крепят упор *4*, который ограничивает перемещение штока *3*. Заготовку устанавливают в приспособлении. Стол перемещается по программе до совмещения осей штока и упора. Поворот шпинделя приспособления осуществляется автоматически согласно программе, благодаря устройству делительного диска приспособления. Шаг угла поворота шпинделя – 15°, наибольший угол поворота шпинделя за один ход штока – 180°.

Система универсально-наладочных приспособлений УНП - предусматривает разделение элементов приспособлений на 2 основных вида: базовые и сменные. Базовые элементы - постоянная многократно используемая часть приспособлений, изготавливаемая заранее по соответствующим стандартам. Сменные установочные и зажимные наладки могут быть универсальными и специальными, изготовленными по мере необходимости самим предприятием для конкретной заготовки.

К УНП относятся: тиски, гидравлические столы и т. д. Эта оснастка рекомендуется для серийного и мелкосерийного производства, особенно при групповой обработке заготовок.

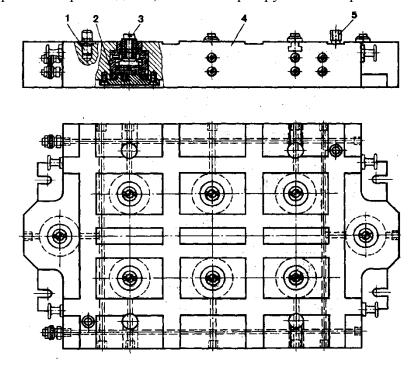


Рис. 10.5 Гидравлический стол — базовая часть приспособления гидравлического универсально-наладочного

1 – палец цилиндрический; 2 – гидроцилиндр; 3 – заглушка; 4 – корпус; 5 – палец ромбический;

Гидравлический стол (рис. 10.5) применяют в компоновках универсально-наладочных приспособлений как базовое основание.

Стол представляет собой неразборный узел со встроенными гидроцилиндрами, с помощью которых происходит закрепление заготовок и может быть использован с применением наладки для базирования и закрепления заготовок, например, при обработке отверстий на сверлильных станках с ЧПУ (рис. 10.5).

На рис. 10.6 показано приспособление для групповой обработки трех заготовок типа фланец, которое состоит из сменных установочных деталей *I*, размещенных на верхней плите 8. Плита 8 устанавливается на гидравлическом столе 9 с помощью цилиндрического 11 и ромбического 10 пальцев. Плиту закрепляют четырьмя болтами 7 и гайками 5. Заготовки 2, базирующиеся по плоскости и отверстию, устанавливают на сменные установочные детали *I*. Закрепление заготовок осуществляется быстросъемными шайбами 3 с помощью гаек 6 и шпилек 4, ввернутых в штоки поршней цилиндров гидравлического стола.

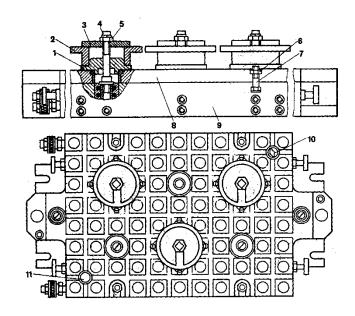


Рис. 10.6 Приспособление к столу гидравлическому

1 — фланец центрирующий; 2 — заготовка, 3 — шайба быстросъемная, 4 — шпилька, 5,6 — гайки, 7 — болт, 8 — плита, 9 — стол гидравлический, 10 — палац ромбический, 11 — палец цилиндрический

Специализированные наладочные приспособления СНП 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 агрегата и сменных наладок - универсальных или

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

Эффективной областью применения СНП является серийное производство обработки заготовок на станках с ЧПУ.

Приспособление (рис. 10.7) предназначено для базирования и закрепления деталей типа «фланец», «втулка», «стакан» при обработке радиальных отверстий на сверлильных станках с ЧПУ. Заготовки базируют по торцу, отверстию и шпоночному пазу. Заготовку 12 устанавливают на сменную наладку 7 и фиксируют по шпоночному пазу головкой винта 11

Заготовки закрепляют быстросъёмной шайбой 9 с помощью болта 8 ввернутого в шток 6 поршня 5 гидроцилиндра 4. Заготовки больших диаметров закрепляют поворотными прихватами 3, сила зажима которыми передается от гидроцилиндра 4 с помощью рычага 15, тяги 14 и гаек 13.

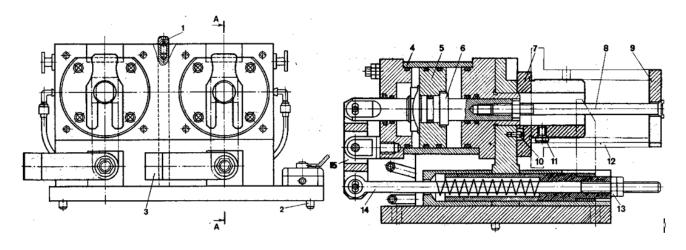


Рис. 10.7 Приспособление двухместное специализированное для установки заготовок типа фланец Система применяется также при групповой обработке заготовок.

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 установа 1.

Универсально-сборные приспособления (УСП) относятся к числу агрегатируемых приспособлений целевого назначения, собираемых по мере необходимости из заранее изготовленных стандартных деталей и сборочных единиц.

После обработки заданных партий деталей приспособления разбираются, а составляющие их детали и сборочные единицы используются для сборки новых конструкций приспособлений, предназначенных для обработки других деталей. Детали и сборочные единицы УСП постоянно находятся в обращении: сборка приспособлений — эксплуатация на станках — разборка — хранение деталей и сборочных единиц — сборка приспособлений новых конструкций и т. д. Сборка приспособлений осуществляется минуя стадии конструирования на бумаге.

Конструктивные элементы деталей и сборочных единиц

Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений по режимам обработки и габаритным размерам обрабатываемых изделий подразделяются на три серии, определяемые шириной Т-образных и П-образных пазов.

Детали и сборочные единицы УСП, объединенные в одну серию, имеют взаимную увязку типоразмеров по каждому виду деталей и единство установочных и присоединительных размеров поверхностей, обеспечивающих базирование и закрепление сменных элементов.

Функциональная взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц приспособлений осуществляется в пределах каждой серии на основе единства координатных размеров между элементами баз. Взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц смежных серий обеспечивается применением стандартных переходных элементов.

Отличительной особенностью конструкций деталей и сборочных единиц УСП является крестообразное взаимно-перпендикулярное расположение на сопрягаемых поверхностях Тобразных и шпоночных пазов

Основные детали и сборочные единицы

Основные детали и сборочные единицы, из которых компонуются различные приспособления, условно подразделяются на семь групп:

- 1. Базовые детали (плиты прямоугольные и круглые, угольники);
- 2. Корпусные детали (опоры, проставки, прокладки, призмы, угловые опоры и подкладки, , угольники и планки);
 - 3. Установочные детали (шпонки, штыри, пальцы диски и переходники);
 - 4. Прижимные детали (прихваты и планки);
 - 5. Крепежные детали (болты, шпильки, винты, гайки, в шайбы);
 - 6. Разные детали (ушки, вилки, хомутики, оси, опоры колпачковые, рукоятки и др.);
 - 7. Сборочные единицы (поворотные головки и кронштейны, центровые бабки,

подвижные призмы, кулачковые и тисковые зажимы и др.

Базовые детали являются основными элементами, на которые устанавливаются корпусные, установочные, крепежно-пржимные детали и сборочные единицы при компоновке приспособлений.

Корпусные детали предназначены для образования корпуса приспособления. Они могут выполнять также функции базовых деталей при создании малогабаритных приспособлений или применяться в качестве соединительных элементов при монтаже крупногабаритных приспособлений.

Опоры прямоугольные применяют как опорные детали для установки заготовок в необходимое положение, как промежуточные детали для установки элементов, ориентирующих направление режущего инструмента, для установки в необходимое положение прижимных деталей и др.

Опоры угловые применяют как опорные детали для установки заготовок имеющих поверхности, расположенные под углом. Они могут быть использованы для создания сборных призм при базировании на приспособлении заготовок типа вал и втулка, для установки в необходимое положение прижимных деталей, а также в качестве элементов обеспечения жесткости и др.

Призмы опорные (типы 1 и 2), опорные с цилиндрическим наконечником тип 3) и опорные подкладные применяют для установки на приспособлении заготовок с наружной цилиндрической поверхностью.

Планки соединительные с центральным Т-образным пазом (тип 1) со смещенным Т-образным пазом (тип 2) и с тремя-четырьмя Т-образными пазами (тип 3) применяют для создания сборных корпусов приспособлений, которые могут быть выполнены на сборных основаниях, представляющих собой конструкции каркасов. Они могут быть использованы как опорные детали для установки заготовки по плоскости, в качестве элементов жесткости и в других целях. Планки соединительные с установочным отверстием дополнительно могут быть использованы для направления режущего инструмента посредством установленной в отверстие кондукторной втулки и настройки режущего инструмента посредством центроискателя устанавливаемого в шпиндель станка.

Кондукторные планки с установочным отверстием применяются совместно с устанавливаемыми в отверстие кондукторными втулками, для фиксирования по отверстию в необходимое положение на приспособлении заготовки посредством валика и для других целей.

Прокладки прямоугольные и угловые применяются для получения необходимого размера по высоте, ширине или длине сборных элементов и получения необходимого угла их расположения в корпусе приспособления.

Установочные детали служат для фиксации корпусных элементов в приспособлениях или для установки обрабатываемых деталей. К ним относятся шпоноки призматические и Тобразные, пальцы ступенчатые, центры, штыри.

Прижимные детали служат для закрепления обрабатываемой детали в приспособлении.

Крепежные детали служат для соединения элементов приспособлений и для закрепления обрабатываемых деталей.

Сборочные единицы служат для ускорения сборки компоновок УСП. Они позволяют получать наиболее рациональные и компактные конструкции приспособлений. В эту группу входят устройства поворотные, бабки центровые, фиксаторы, зажимы эксцентриковые, зажимы кулачковые, призмы подвижные, планки шарнирные, головки самоцентрирующие со спирально-реечным механизмом и шариковые головки.

Нормы точности деталей и сборочных единиц УСП. Допуски и посадки для гладких элементов основных деталей и сборочных единиц УСП (цилиндрических или ограниченных параллельными плоскостями) 'выполняются по ГОСТ 25347—82, ГОСТ 25346—82.

Технологические возможности

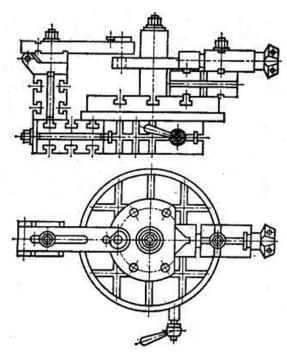


Рисунок 10.8 Кондуктор из деталей УСП

Из деталей и сборочных единиц УСП можно собирать методом агрегатирования различные по конструкции, габаритам и назначению приспособления для сверлильных, фрезерных, шлифовальных, токарных, расточных, контрольных и других работ. Пример конструкции приспособления приведен на рис.8.

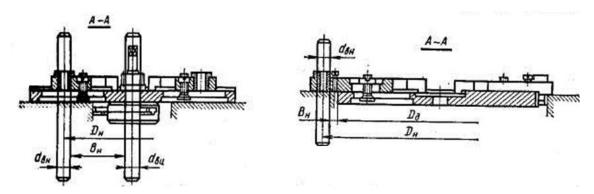


Рисунок 10.9 Настройка кондукторных планок

Настройка кондукторных планок в круглых накладных кондукторах на диаметр окружности расположения обрабатываемых отверстий в зоне делительного диска (рис. 10.9) производится по зазору между двумя контрольными валиками.

Необходимый зазор (мм) определяют по формуле:

$$B_{\scriptscriptstyle H} = \frac{D_{\scriptscriptstyle H} - \left(d_{\scriptscriptstyle \mathcal{B} \scriptscriptstyle H} + d_{\scriptscriptstyle \mathcal{B} \scriptscriptstyle H}\right)}{2}$$

где D_H — диаметр настройки расположения обрабатываемых поверхностей, мм; $d_{\text{вц}}$ — диаметр валика, вставляемого в центральное. отверстие делительного диска, мм; d_{BH} — диаметр валика, вставляемого в отверстие кондукторной планки, мм. В тех случаях, когда в центральном отверстии делительного диска установлена самоцентрирующая головка, необходимый зазор (мм) определяют по формуле:

$$B_{\scriptscriptstyle H} = \frac{D_{\scriptscriptstyle H} - \left(D_{\scriptscriptstyle r} + d_{\scriptscriptstyle GH}\right)}{2}$$

где D_r — наружный диаметр корпуса самоцентрирующей головки, мм. Настройка кондукторных планок для сверления отверстий вне зоны делительного диска (рис. 3, 6) производится по формуле:

$$B_{\scriptscriptstyle H} = \frac{D_{\scriptscriptstyle H} - \left(D_{\scriptscriptstyle \mathcal{I}} + d_{\scriptscriptstyle \mathit{GH}}\right)}{2}$$

Вопросы к теме УСП

- 1. К какому виду приспособлений относятся УСП
- 2. Каково обращение УСП?
- 3. На какие серии подразделяются УСП и по каким признакам?
- 4. Чем характеризуются детали и сборочные единицы УСП одной серии?
- 5. Что обеспечивает базирование и закрепление сменных элементов?
- 6. Каким образом осуществляется функциональная взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц приспособлений в пределах одной серии?
- 7. Каким образом осуществляется взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц смежных серий?
- 8. Какими отличительными особенностями характеризуются конструкции деталей и сборочных единиц УСП?

Система механизированных универсально-сборных приспособлений (УСПМ—ЧПУ) выпускается двух видов, отличающихся размером соединительных пазов 12 и 16 мм и соответственно размером крепежных болтов, и предназначена для компоновки приспособлений для станков с ЧПУ, работающих в условиях мелкосерийного и серийного производства. Элементы средств механизации обеспечивают полную взаимозаменяемость со стандартными деталями и сборочными единицами УСП соответствующего размера. С помощью переходных ступенчатых шпонок и шпилек в одной компоновке можно применять средства механизация с разными пазами.

При обработке на станке идентичных по способу закрепления заготовок, когда за станком закреплена определенная номенклатура деталей, из средств механизация и элементов УСП собирается групповое приспособление. При необходимости к нему изготовляют дополнительные элементы. При переналадке приспособление со станка не снимается. Таким образом, обеспечивается специализированное рабочее место для обработки определенных групп деталей (рис. 10.11).

Для обработки новой группы деталей приспособление заменяется.

В условиях частой смены обрабатываемых на данном станке деталей для каждой деталеоперации собирается компоновка, которая передается на станок либо с приводом, либо без него — в случае, когда привод постоянно закреплен и установлен на станке.

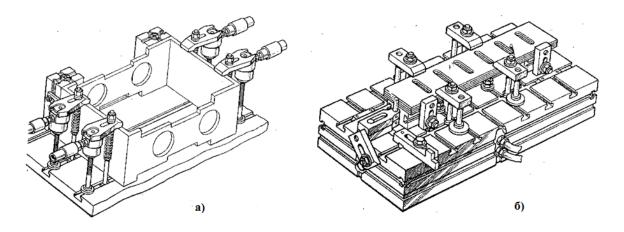


Рис. 10.11 Приспособления с применением УСПМ – ЧПУ: а) приспособление для фрезерования пазов в детали типа коробка; б) приспособление для фрезерования пазов в детали типа сепаратора

По конструктивным данным и назначению детали и сборочные единицы комплектов средств механизации делятся на шесть основных групп: базовые детали, гидравлические цилиндры, опорные прижимные и установочные элементы, гидропривод и арматура.

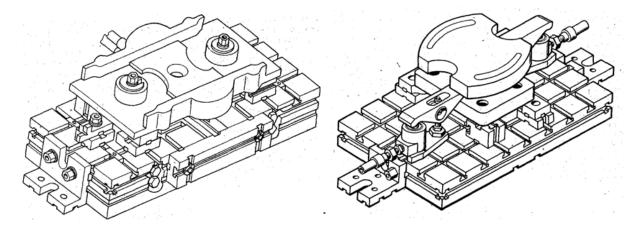


Рис. 10.12 - Приспособления, собранные из двух гидроблоков для обработки контура заготовки

Базовые детали и сборочные единицы (блоки гидравлические, губки — подвижная и неподвижная, прямоугольные плиты) предназначены для создания базовых оснований собираемых приспособлений.

Гидроцилиндры обеспечивают передачу силы зажима на прижимные элементы.

Опорные элементы (опоры прямоугольные, планки, корпуса, подкладки, опоры регулируемые) предназначены для установки и закрепления гидроцилиндров в собираемых приспособлениях в необходимом положении и для базирования обрабатываемых заготовок.

Прижимные детали и сборочные единицы обеспечивают зажим обрабатываемых заготовок в приспособлениях. К этой группе относятся прижимы гидравлические, прихваты самоустанавливающиеся, ступенчатые и вильчатые, прижимы клиновые и эксцентриковые.

Установочные детали и сборочные единицы (упоры регулируемые, угольники, установ, переходные шпонки, вкладыши) служат для базирования заготовок, а также для взаимной фиксации элементов приспособления.

Гидропривод и арматура обеспечивают рабочее давление в гидравлических устройствах собранных приспособлений. К этой группе относятся: пневмогидропреобразователь, гидроусилитель, резинометаллические рукава, штуцера, коллектор.

В качестве привода механизированных УСП может быть использован любой источник давления, обеспечивающий одновременную подачу масла не менее 500 см³ под давлением 10 МПа.

С деталями и сборочными единицами УСПМ в качестве гидропривода поставляются индивидуальные (для обслуживания одного станка) пневмогидропреобразователи, которые преобразуют низкое давление воздуха в высокое давление масла.

Технические характеристики УСПМ-12-ЧПУ (в скобках – УСПМ-16-ЧПУ):

- Число деталей и сборочных единиц в комплекте 331; (298);
- Число наименований элементов 39; (31);
- Номинальное рабочее давление в гидравлических зажимных устройствах, МПа –
 10;
- Сила зажима на штоках гидроцилиндров (в зависимости от типоразмера), Н 12600-38500; (14650-56000);
- Рабочий ход штоков гидравлических устройств, мм 8; 12;
- Среднее число сборок, собираемых из комплекта одновременно:
- одновременно 14; (10);
- в течение года 1000; (750);
- Среднее время сборки одного приспособления, ч -2;
- Точность обработки в приспособлениях, квалитет 6 8;
- Срок службы комплекта (при условии замены уплотнительных колец в гидравлических устройствах), год 10 12;

Максимальные габариты обрабатываемой детали, мм $-400 \times 400 \times 260$; (1000 x 600 x 400).

Система сборно-разборных приспособлений СРП-ЧПУ конструкции МГКТИ «Техоснастка» предназначена для установки различных по конфигурации заготовок при механической обработке на фрезерных и сверлильных станках с ЧПУ в серийном производстве. Детали и сборочные единицы системы СРП-ЧПУ представляют собой набор элементов, из которых можно компоновать различные специальные приспособления. Переналадка приспособлений обеспечивается перекомпоновкой, регулированием или сменой специальных наладок. Комплект состоит из элементов (деталей и сборочных единиц), предназначенных для агрегатирования разнообразных сборно-разборных приспособлений, используемых при обработке заготовок на станках с ЧПУ.

В комплект СРП-ЧПУ входят сборочные единицы и детали, которые в соответствии с назначением образуют три группы: базовые сборочные единицы, прижимы, установочно-опорные элементы и крепежные детали. В группу базовых элементов (рис. 10.10) включены прямоугольные и круглые плиты, угольники, делительные стойки, тисочные губки, регулируемые призмы, т. е. наиболее крупные элементы, которые служат основанием сборноразборного приспособления.

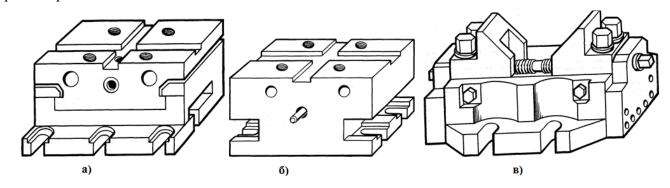


Рис. 10.13 Базовые элементы СРП-ЧПУ: а) губка подвижная; б) губка неподвижная; в) призма

К группе прижимов относятся прижимы с ручным и гидравлическим приводами, боковые зажимы (рис. 10.14).. В группу установочно-опорных элементов и крепежных деталей входят боковые опоры различных видов, подводимые опоры, крепежные детали (прихваты, болты, шпильки, гайки и др.).

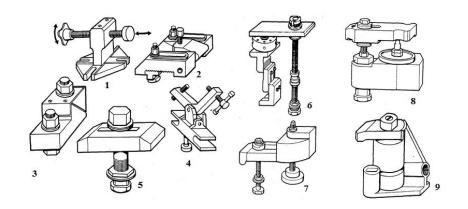


Рис. 10.14 Прижимные элементы СРП-ЧПУ:

1) прижим универсальный; 2) прижим рычажный; 3) прижим клиновой; 4) прижим угловой откидной; 5) прижим Т-образный; 6) прижим гидравлический отводимый; 7) прижим гидравлический Г-образный; 9) прижим гидравлический Г-образный; 9) прижим гидравлический передвижной;

Комплект элементов СРП-ЧПУ обеспечивает механизированное закрепление заготовок. Для этого служат входящие в состав комплекта прямоугольные и круглые плиты с встроенным гидравлическим приводом и гидравлические прижимы.

Возможны следующие варианты применения базовых плит или угольников:

- плита устанавливается постоянно на стол станка и используется как его стационарная принадлежность;
- на плите или угольнике компонуется специальное приспособление долговременного применения, при этом допускается дополнительная сборка деталей и сборочных единиц;
- плита или угольник с наладками снимаются со стола; на столе станка могут быть установлены одновременно две плиты, и станок может работать в «маятниковом» режиме; при этом обеспечивается смена заготовки в одном из приспособлений вне рабочей зоны станка во время обработки заготовки, установленной в другом приспособлении;
- базовая плита со скомпонованным на ней приспособлением снимается со стола станка для смены заготовки вне станка во время обработки заготовки в приспособлении-дублере.

Гидрофицированные зажимные элементы работают при давлении масла 10 МПа. В качестве элементов базирования системы СРП-ЧПУ принята сетка координатных отверстий, выполненных по 7-му квалитету. Жесткость базовых плит СРП-ЧПУ примерно в 2 раза выше

жесткости базовых плит УСП, что объясняется отсутствием поперечных Т-образных пазов и выборок с нижней стороны плиты.

Приспособления на станке имеют полное базирование относительно системы координат станка.

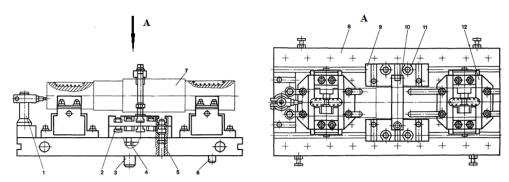


Рис.10.15 Приспособление для установки вала: I – опора; 2, 3 - пальцы базирующие; 4 - болт станочный, 5, 6 - пальцы базирующие; 7 - заготовка, 8 - плита, 9 - планка, 10 – прижим; 11 – гайка; 12 - призма

Для этой цели на столе станка с ЧПУ приспособления фиксируют по центральному отверстию посредством пальца и по центральному калиброванному пазу — шпонками (рис. 10.15, пальцы 3,6).

Элементы сборно-разборного приспособления соединяются между собой с помощью болтов, шпилек, винтов, гаек и фиксируются относительно друг друга системой палец — отверстие (в отличие от УСП, где фиксация элементов осуществляется системой шпонка — паз). Техническая характеристика приспособлений СРП-ЧПУ примерно аналогична УСПМ. Примерами применения приспособлений СРП служат приспособления на рис. 10.16 и 10.17.

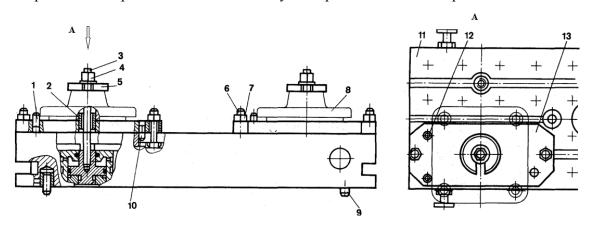


Рис. 10.16 Приспособление двухместное для установки фланца: 1, 9, 12 — пальцы установочные, цилиндрические; 2 — втулка; 3 — шпилька; 4, 7 — гайки; 5 — шайба быстросъемная; 6 — болт станочный; 8 — заготовка; 10 — палец срезанный; 11 — плита; 13 — планка

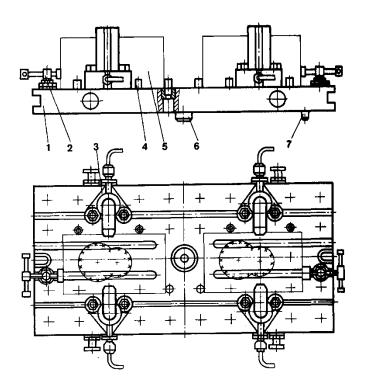


Рис. 10.17 Приспособление двухместное для установки крышки: 1- плита; 2- прижим универсальный; 3- прихват $\Gamma-$ образный; 4- палец цилиндрический; 5- заготовка; 6, 7- пальцы установочные

Система переналаживаемых универсально-сборных приспособлений (ПУСП) разработана МГКТИ «Техоснастка» и применяется на фрезерно-сверлильно-расточных станках. Основой комплекса являются детали и сборочные единицы различных конструкций, имеющие конкретное функциональное назначение, из которых методом агрегатирования можно компоновать без пригонки приспособления для выполнения любых операций.

По функциональному назначению элементы комплекса ПУСП подразделяются на следующие группы: базовые, корпусные, установочные, направляющие, зажимные, крепежные, средства механизации зажима заготовок, разные. Комплекс ПУСП подразделяется на две серии (3-ю и 4-ю), отличающиеся друг от друга диаметрами крепежных элементов, а также габаритными и установочными размерами.

Для сборки компоновок механизированных приспособлений служит гидроплита. На верхней плоскости плиты выполнена сетка координатно-фиксирующих и резьбовых отверстий, предназначенных для установки и закрепления сменных наладок или установочных и зажимных единиц комплекта ПУСП. В центре плиты выполнено отверстие, к которому привязана сетка координатно-фиксирующих отверстий. В корпус плиты встроены гидроцилиндры. Сетка расположения установочных отверстий диаметрами 10 и 12 мм и резьбовых отверстий М16 и М20 в сериях имеет соответственно шаг 30 и 40 мм. Расстояние

между установочными и резьбовыми отверстиями равно половине шага: 15 и 20 мм. Допуск на межцентровое расстояние любой пары установочных отверстий выполняется с точностью ± 0.02 мм, а любой пары резьбовых отверстий с точностью ± 0.2 мм.

В отличие от системы УСП в плитах отсутствуют Т-образные пазы, а вместо шпоночного соединения элементов приняты беззазорные (штифтовой или шариковый) способы базирования элементов. Зазоры в соединении выбираются в результате разжима разрезных втулок или сжатия разрезных шариков. При штифтовом способе два элемента, имеющих глухие цилиндрические отверстия, фиксируются на два сборных штифта (рис. 10.18).

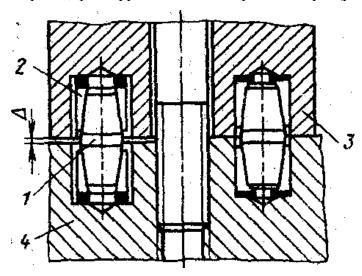


Рис. 10.18 Беззазорный штифтовой способ соединения элементов

Каждый штифт состоит из пальца I с двумя коническими поверхностями, двух разрезных втулок 2 и двух эластичных шайб. При сборке соединения под действием силы, создаваемой болтом или шпилькой, опора 3 прижимается к плите 4. При этом донышки отверстий давят через шайбы на втулки, которые, перемещаясь по пальцу, увеличиваются в диаметре, выбирая зазор Δ , и создают натяг в соединении. Вследствие отсутствия T-образных пазов, ослабляющих конструкции, высота базовых плит уменьшена. Повышение жесткости элементов за счет отсутствия пазов, ликвидация зазоров и увеличения диаметров крепежных болтов позволяет увеличить скорость резания в 1,7 раза по сравнению с УСП.

К группе базовых немеханизированных деталей комплекса относятся элементы, используемые в компоновках приспособлений в качестве их оснований, такие как опоры квадратного и прямоугольного сечения с отверстиями, проставки, установочные угольники, соединительные планки, опоры различных форм и т. д.

К базовым агрегатам относятся самоцентрирующие агрегаты тисочного типа, а также базовые механизированные сборочные единицы, предназначенные для сборки агрегатов,

например тисочные подвижные губки с боковым прижимом или с двумя боковыми прижимами.

Для создания основания приспособлений служат корпусные детали. Корпусные детали почти на всех своих плоскостях имеют установочные и крепежные отверстия, расположенные в соответствии со схемой, характерной для каждой серии элементов, Основой построения конструкций всех элементов относящихся к группам корпусных деталей является модуль, т. е. квадрат со сторонами в зависимости от серии. Для серий 10 и 12 сторона квадрата соответственно равна 45 и 60 мм. Четыре отверстия расположены в углах квадратов диаметром соответственно 18 и 22 мм с межцентровым расстоянием 30 и 40 мм и центральным отверстием.

Установочные детали используют в компоновках приспособлений в качестве баз для установки обрабатываемых заготовок: колпачковых опор, дисков, пальцев, упоров, штырей и т. д. Конструкции элементов этой группы аналогичны конструкциям таких же элементов системы УСП.

К направляющим деталям относятся шпонки, штифты, втулки, валики, колонки и другие детали, используемые при компоновке приспособлений для взаимной ориентации относительно друг друга, а также ориентации инструмента относительно базовых элементов приспособлений.

К зажимные деталям относятся прихваты различных конструкций, прижимы, зажимы, планки, качалки, быстросъемные шайбы и другие элементы, предназначенные для закрепления обрабатываемых заготовок.

Шпильки, винты, болты, гайки и другие относятся к крепежным деталям,

Немеханизированные сборочные единицы включают сборочные единицы, которые не разбираются на отдельные детали при разборке приспособлений: поворотные головки, наклонные кронштейны, тисочные кулачки, центровые бабки, подвижные призмы и др.

Конструкции перечисленных элементов можно рассмотреть на приспособлениях, изображенных на рис. 10.19, 10.20.

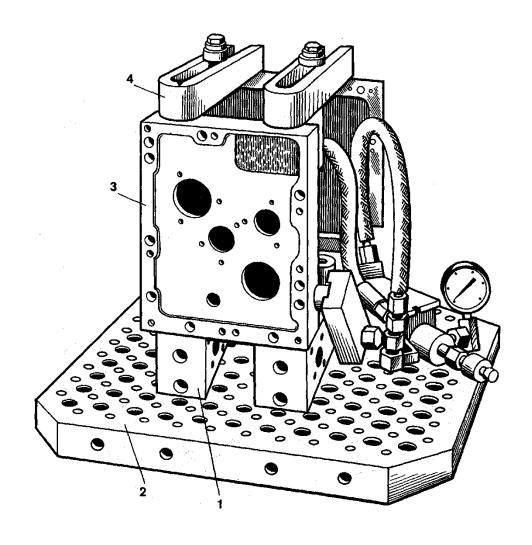


Рис. 10.19 Приспособление двухместное гидравлическое для корпусной детали: 1 - планка, 2 - плита, 3 - заготовка, 4 прихват

Приспособление на рис. 10.19 предназначено для базирования и закрепления двух заготовок корпусной детали при обработке на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях серийного производства.

Заготовки 3 устанавливают на планки 1, установленные на плите 2, и закрепляют прихватами 4, сила зажима которым передается от гидроцилиндров.

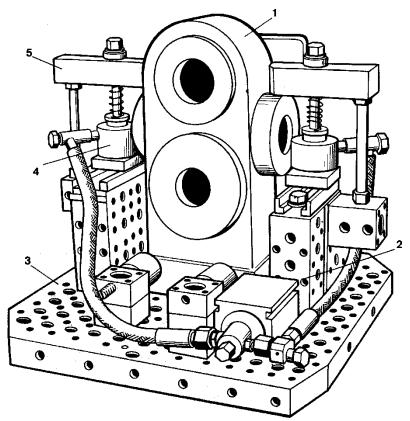


Рис.10. 20 Гидравлическое приспособление для установки корпусной детали: 1 - заготовка, 2 - планка, 3 - плита, 4 - гидроцилиндр, 5 - прихват

Приспособление на рис. 10.20 предназначено для базирования и закрепления заготовок корпусных деталей на многоцелевых станках с ЧПУ в условиях серийного производства. Заготовку 1 устанавливают на планки 2, закрепленные на плите 3 и закрепляют двумя прихватами 5 сила зажима которым передается от гидроцилиндров 4.

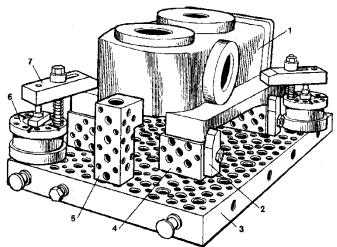


Рис. 10. 21 Приспособление для установки корпуса редуктора Приспособление на рис. 10.21 предназначено для базирования и закрепления заготовки корпуса редуктора при обработке на многоцелевых станках с ЧПУ.

Заготовку 1 базируют по трем плоскостям, устанавливают на планку 4 до упора в планки 2 и 5, установленные на корпусе 3. Заготовку закрепляют двумя прихватами 7, сила зажима которым передается от гидроцилиндров 6.

Вопросы

- 1. Особенности требований для приспособлений для станков с ЧПУ?
- 2. Каким образом в конструкциях токарных патронов учитывается влияние центробежной силы?
 - 3. На каких станках применяются системы УБП и УНП?
 - 4. Каким образом используется оснастка для многоместной обработки?
 - 5. Особенности базирования заготовок на станках с ЧПУ?
- 6. Для чего предназначена система наладочных приспособлений, как осуществляется компоновка элементов СНП?
 - 7. Какие выпускаются виды систем УСПМ-ЧПУ, их возможности компоновки?
 - 8. В чем заключается механизация приспособлений для станков с ЧПУ?
 - 9. Когда и как применяются системы УСП и СРП-ЧПУ?
 - 10. Что является основой компоновки системы ПУСП?
 - 11. Каковы конструктивные особенности гидроплиты системы ПУСП?
- 12. Какой способ соединения плит существует в систем ПУСП В отличие от Т-образных пазов?
- 13. Какие детали служат для создания основания приспособления, что является основой для построения конструкции корпусной детали?

ГЛАВА 11 - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Применение станочных приспособлений способствует решению двух основных задач:

- 1) обеспечению заданной точности обработки;
- 2) повышению производительности и облегчению труда рабочих.

Для выполнения операции технологического процесса могут быть использованы приспособления, равноценные по точности, но различные по их сложности, себестоимости и производительности.

Применение сложных специальных приспособлений, например, многоместных или автоматизированных с пневматическим или гидравлическим приводом, повышает производительность труда, но при малом годовом выпуске деталей такие приспособления могут оказаться неэкономичными: от их применения себестоимость операции не снижается, а наоборот повышается. Поэтому при оснащении операции приспособлением, при модернизации уже существующего приспособления или замене его новым более совершенным, необходимо производить экономические расчеты.

Расчет экономической эффективности применения приспособления основывается на сопоставлении затрат и экономии, возникающих при его использовании и относимых к годовому периоду. Затраты слагаются из расходов на амортизацию приспособления (амортизационные отчисления) и расходов на его содержание и эксплуатацию. Экономия достигается за счет снижения трудоемкости изготовления деталей, и, следовательно, за счет сокращения прямой штучной зарплаты. Приспособление считается рентабельным, если годовая экономия, получаемая от его применения, больше связанных с ним годовых затрат.

На практике обычно приходится сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для данной операции. Полагая, что расходы на амортизацию станка, режущий инструмент и электроэнергию при использовании различных вариантов остаются неизменными, определяют и сопоставляют лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления.

Элементы годовой технологической себестоимости выполнения операции, зависящие от конструкции приспособления, определяются по формуле для каждого из сравниваемых вариантов:

1. себестоимость при использовании варианта «а» приспособления;

$$C_{Ta} = C_{TMa} t_{IIITa} \Pi \left(1 + \frac{H}{100} \right) + C_{npa} \left(\frac{1}{A_a} + \frac{q}{100} \right)$$

2. себестоимость при использовании варианта «б» приспособления;

$$C_{T6} = C_{TM6} t_{IIIT6} \Pi \left(1 + \frac{H}{100} \right) + C_{np6} \left(\frac{1}{A_6} + \frac{q}{100} \right)$$

где:

 $C_{{\scriptscriptstyle TMa}}$.; $C_{{\scriptscriptstyle TM6}}$.; -тарифная минутная ставка рабочего в рублях;

 $t_{{\it HITa}}$; $t_{{\it HITb}}$; - норма времени на операцию, мин.;

П – размер годовой программы, шт;

Н – цеховые накладные расходы в процентах к заработной плате;

 C_{nna} ; C_{nna} – затраты на изготовление приспособлений в руб.;

А — срок амортизации приспособлений в годах;

q — расходы, связанные с эксплуатацией приспособлений (ремонт, регулировка, хранение), в процентах от их себестоимости.

Для установившегося периода производства расходы на проектирование и отладку приспособлений погашены, и их не учитывают.

В формуле члены $C_{Ta}t_{uma}$; $C_{To}t_{umo}$ выражают зарплату рабочего за выполнение детали операции, т.е. являются расценком.

Срок **A** амортизации приспособления в годах рекомендуется брать: для простых приспособлений $\mathbf{A}=1$ год; для приспособлений средней сложности $\mathbf{A}=2...3$ года; для сложных приспособлений $\mathbf{A}=4...5$ лет.

Если заранее известен срок в годах выпуска продукции, для которой проектируется приспособление, то величину **A** следует брать равной этому сроку.

Годовые расходы q, связанные с эксплуатацией приспособления, рекомендуется брать равными 20% от его себестоимости C.

Годовая стоимость приспособления с учетом расхода на эксплуатацию:

$$C_{np.cod} = C_{np} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right); \tag{6.3}$$

Себестоимость в большой степени зависит от годовой программы выпуска деталей. На рисунке 11.1 представлен график зависимости C_a и C_B от Π . Точка пересечения обеих кривых

соответствуют программе выпуска Π при которой оба сопоставляемых варианта экономически равноценны. Величину этой программы, следовательно, точку пересечения кривых можно найти, решая совместно уравнения относительно Π .

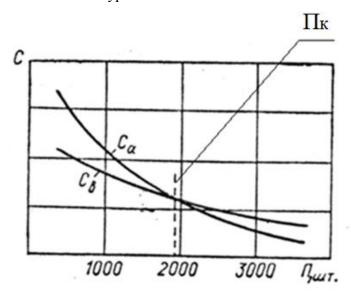


Рис. 11.1 Зависимость себестоимости продукции от годового выпуска

Из графика видно, что если заданная годовая программа $\Pi > \Pi_{\kappa}$, то выгоднее применять более сложное приспособление «**a**» и, наоборот, если $\Pi < \Pi_{\kappa}$, то выгоднее применять приспособление «**b**».

Размер критической годовой программы выпуска деталей Π_{K} :

$$\Pi_{\kappa} = \frac{C_{np\delta} \left(\frac{1}{A_{\delta}} + \frac{q}{100}\right) - C_{npa} \left(\frac{1}{A_{a}} + \frac{q}{100}\right)}{C_{Ta}t_{uma} - C_{T\delta}t_{um\delta}}$$

Входными параметрами, определяющими величину затрат на изготовление приспособления, являются число деталей, сложность и габаритные размеры приспособления.

Определить группу сложности приспособлений и их стоимость, руководствуясь числом входящих деталей и габаритными размерами, можно по таблице 6.1 и 6.2

Таблица 6.1 Классификация приспособлений по группам сложности

Группа сложности	1	2	3	4	5	6
Кол. наименований дет. в присп.	<5	3-5	10-25	20-40	35-55	>50
Стоимость приспособления.	<8,5	10-45	45-100	125-220	300-500	>620

Таблица 6.2 Определение стоимости приспособления

Группа сложности приспособл.	Стоимость, усл. руб.												
1,2,3	0	8,25	16,7	2,5	33,3	41,7	50	58,5	67	75	83,5	92	100
4	117	125	133	142	150	158	167	175	183	192	200	205	220
5	300	317	333	350	370	385	400	417	433	450	467	485	500
6	600	630	670	700	435	770	800	835	870	900	935	970	1000

Определить группу сложности приспособлений и их стоимость можно по формуле:

$$C = kg$$

где:

С — себестоимость изготовления приспособления в руб.;

k — средняя стоимость одной детали в условных руб;

(для простых приспособлений – k = 900 усл. руб; для сложных — k = 1250 усл. руб.);

g — количество деталей в приспособлении

На некоторых заводах разработаны ценники на специальные приспособления. При наличии ценника себестоимость изготовления приспособления определяется конструктором при проектировании оснастки. Установленная себестоимость заранее задается инструментальному цеху.

Срок окупаемости более дорогого приспособления:

$$T_{o\kappa} = \frac{(C_{np\delta} - C_{npa})}{(C_{Ta} - C_{T\delta})}$$

Срок окупаемости должен быть меньше, чем срок амортизации.

Срок **A** амортизации приспособления в годах рекомендуется брать: для простых приспособлений $\mathbf{A}=1$ год; для приспособлений средней сложности $\mathbf{A}=2...3$ года; для сложных приспособлений $\mathbf{A}=4...5$ лет.

Если заранее известен срок в годах выпуска продукции, для которой проектируется приспособление, то величину **A** берут равной этому сроку.

Годовые расходы q, связанные с эксплуатацией приспособления, берут равными 20% от его себестоимости С.

Применение приспособлений и их усовершенствование часто вызывают перестройку технологического процесса, в связи с тем, что исключаются или видоизменяются отдельные операции. Тогда сопоставляют себестоимость механической обработки детали, зависящей от оснастки, не по отдельным операциям, а по процессам:

$$C_1 = \sum 3_1 \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{\sum S_1}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

$$C_1 = \sum 3_2 \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{\sum S_2}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

Где индексы 1 и 2 относятся к сопоставляемым вариантам процессов.

Если в сопоставляемых вариантах применяется различное технологическое оборудование (например, горизонтально-расточной станок заменяется вертикально-сверлильным), то, учитывая дополнительную стоимость одной минуты работы станка $l_{\rm cr}$, получим:

$$C_{1} = t_{uum} 3_{M1} \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \sum_{m} t_{um} L_{cm1} + \frac{\sum_{m} S_{1}}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

$$C_{1} = t_{uum} 3_{M2} \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \sum_{m} t_{uum} L_{cm2} + \frac{\sum_{m} S_{2}}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

Для сопоставления рентабельности различных вариантов переналаживаемых приспособлений (примером которого может служить универсальное приспособление, оснащенное специальными деталями, образующими сменную наладку) пользуются формулой:

$$C = 3\left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_{y}}{\Pi}\left(\frac{1}{A_{y}} + \frac{q}{100}\right) + \frac{S_{n}}{\Pi}\left(\frac{1}{A_{n}} + \frac{q}{100}\right) + \frac{S'_{n}}{\Pi};$$

Где S_y — себестоимость универсального приспособления; S_H — себестоимость изготовления сменной наладки; S'_H , — расходы на проектирование и отладку сменной наладки (относят на первый год выпуска изделий); A_y - число лет амортизации универсального приспособления; A_H — число лет амортизации сменной наладки ($A_y > A_H$), Π — годовая программа выпуска деталей.

Расходы на проектирование универсального приспособления равны нулю, так как завод его не изготовляет.

Технико-экономический расчет переналаживаемых (универсальных и групповых) приспособлений и их эффективности в сравнении с заменяемыми ими специальными приспособлениями производится по особой методике, подробно рассматриваемой в специальной литературе [1].

Вопросы

- 1. Какие экономические задачи ставятся при проектировании приспособлений?
- 2. На чем основывается расчет экономической эффективности применения приспособления?
 - 3. Из чего слагаются затраты?
 - 4. За счет чего достигается экономия?
 - 5. Когда приспособление считается рентабельным?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Ред.совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. М.: Машиностроение, 1984. Т.1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592с.,ил.; Т2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 1984. 656 с., ил.
- 2. Орлов П.И. Основы конструирования / Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн.1 / Под ред. П.Н. Учаева – Изд. 3-е, испр. – Машиностроение, 1988. – 560с., ил.
- 3. Терушкина Н.П. Сборник примеров и задач / Методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ по дисциплине «Технологическая оснастка» СарФТИ НИЯУ МИФИ, 2014. 47 с., ил.
- 4. Технология машиностроения. В 2-х т. Т.1. Основы технологии машиностроения / Учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, О.М. Деев и др.; Под ред. Г.Н. Мельникова. Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1998. 564 с., ил.
- 5. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г Схиртладзе, В.П. Борискин – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – Т.1. – 548 с.
- 6. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г Схиртладзе, В.П. Борискин – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – Т.2. – 520 с.
- 7. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г Схиртладзе, В.П. Борискин – Старый Оскол: ТНТ, 2010.– Т.3. – 540 с.
- 8. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин Старый Оскол: ТНТ, 2012. Т.4. 392 с.
- 9. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – Т.5. – 540 с.
- 10. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин Старый Оскол: ТНТ, 2012. Т.6. 392 с.
- 11. Андреев Г.Н., Новиков В.Ю., Схиртладзе А.Г. «Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства» Φ ГУП «Высшая школа», 2001. 415 с., ил.
- 12. Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе «Технологическая оснастка: вопросы и ответы», «Машиностроение», 2007.304 с., ил.
- 13. В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов «Проектирование технологической оснастки» «Лань», 2011. 224 с., ил.
- 14. В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе «Проектирование и расчет приспособлений», «ТНТ», 2011. 304 с., ил.