

Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал БНТУ  
«Минский государственный политехнический колледж»

Электронное учебно-методическое  
Пособие по учебной дисциплине  
**«Проектирование технологической  
оснастки»**

для специальности 2-36 01 01 «Технология машиностроения  
(по направлениям)»

Минск 2020

**Автор:**

Дубатовка Е.А., преподаватель спец.дисциплин и охраны труда

**Рецензенты:**

Габец В.Л., доцент кафедры «Конструирование и производство приборов» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук

Надольская Н.Ф., преподаватель спец.дисциплин филиала БНТУ «МГПК»

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного и дистанционного изучения учебной дисциплины «Проектирование технологической оснастки» учащимися специальности 2-36 01 01- 01 «Технология машиностроения (производственная деятельность)». В учебно-методическом пособии представлен теоретический и практический материал, а также материал, обеспечивающий контроль знаний для проведения текущей и итоговой аттестации.

Белорусский национальный технический университет.  
Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”.  
пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42  
E-mail: mgpk@bntu.by  
<http://www.mgpk.bntu.by>

Регистрационный № БНТУ/МГПК – 10.2020

© БНТУ, 2020  
© Дубатовка Е.А., 2020

## Содержание

[Пояснительная записка](#)

[Выписка из учебного плана](#)

[Междисциплинарные связи](#)

[Типовая учебная программа](#)

[Примерный тематический план](#)

[Содержание программы](#)

[Перечень оснащения учебного кабинета](#)

[Критерии оценки результатов учебной деятельности](#)

[Технические нормативные правовые акты](#)

[Перечень существенных и несущественных ошибок](#)

[Разделы и темы учебной программы](#)

[Теоретический материал по темам учебной программы](#)

[Учебное занятие 1](#)

[Учебное занятие 2](#)

[Учебное занятие 3](#)

[Учебное занятие 4](#)

[Учебное занятие 5](#)

[Учебное занятие 7](#)

[Учебное занятие 11](#)

[Учебное занятие 12](#)

[Учебное занятие 13](#)

[Учебное занятие 18](#)

[Учебное занятие 19](#)

[Учебное занятие 23](#)

[Учебное занятие 24](#)

[Учебное занятие 25](#)

[Учебное занятие 27](#)

[Учебное занятие 28](#)

[Практический материал](#)

[Практическая работа 1](#)

[Практическая работа 2](#)

[Практическая работа 3](#)

[Практическая работа 4](#)

[Практическая работа 5](#)

[Итоговый тест](#)

[Примерный перечень вопросов к ОКР](#)

[Перечень учебных изданий, справочной, технической литературы](#)

**Пояснительная записка**  
**Электронного учебно-методического пособия по учебной дисциплине «Проектирование технологической оснастки»**

Электронное учебно-методическое пособие по учебной дисциплине «Проектирование технологической оснастки» может использоваться преподавателями, учащимися дневной и заочной формы получения образования для самостоятельного и дистанционного изучения материала учебной дисциплины «Проектирование технологической оснастки». В данном электронном учебно-методическом пособии используются теоретический материал, практический материал, вопросы для самоконтроля, вопросы к обязательной контрольной работе и анкетирование учащихся по разделам и темам.

Для работы с данным пособием рекомендуется посмотреть содержание. Через него можно просмотреть все пособие вместе с нормативной документацией.

Учебная дисциплина «Проектирование технологической оснастки» предусматривает изучение устройства и конструктивного исполнения станочных приспособлений для установки и закрепления заготовок, этапы и методику их проектирования, способы применения различных видов приспособлений для металлорежущих станков.

Содержание учебной дисциплины неразрывно связано с другими учебными дисциплинами специального и общетехнического цикла «Нормирование точности и технических измерений», «Нормативно-техническая документация», «Электротехнические измерения», «Инженерная графика», «Охрана труда».

Чем выше уровень специальных знаний по этим учебным дисциплинам, тем более высокий уровень знаний и умений впоследствии формируется при изучении учебной дисциплины «Проектирование технологической оснастки». В дальнейшем, учащиеся воспользуются данной учебной дисциплиной для проектирования раздела дипломного проекта. Таким образом, реализуются междисциплинарные связи, которые обеспечивают профессиональную направленность будущего специалиста.

В целях закрепления теоретических знаний учащихся и приобретения ими необходимых умений предусмотрено проведение практических занятий.

Для обеспечения контроля знаний учащихся предусмотрена обязательная контрольная работа, для закрепления теоретического материала - выполнение практических работ и курсового проекта.

В результате изучения учебной дисциплины учащиеся *должны:*  
*знать на уровне представления:*

– общие вопросы конструирования и обеспечения безопасной работы технологической оснастки;

*знать на уровне понимания:*

– этапы проектирования приспособлений для установки и закрепления заготовок,

– методику разработки теоретических схем базирования и схем установки заготовок;

– методику расчета приспособления на точность;

– принципы расчета усилий зажима, выбора основных параметров зажимных устройств приспособлений;

– принципы выбора и расчета приводов зажимных устройств;

– устройство и конструктивное исполнение приспособлений для установки и закрепления заготовок;

– способы применения различных видов приспособлений для металлорежущих станков;

*уметь:*

– разрабатывать теоретические схемы базирования и схемы установки заготовок;

– рассчитывать приспособление на точность;

– производить расчет усилия зажима, выбор основных параметров зажимных устройств приспособления;

– выбирать и рассчитывать приводы зажимных устройств;

– разрабатывать конструктивное исполнение приспособления.

## Выписка из учебного плана специальности

Специальность 2-36 01 01 «Технология машиностроения»  
Специализация 2-36 01 01 01-03 «Технология автоматизированного производства», утверждённого директором колледжа

Учебная дисциплина «Проектирование технологической оснастки» изучается на протяжении одного семестра 3 курса.

Виды работ	Количество часов
Всего часов на дисциплину	98
Из них: практических работ	18
курсовое проектирование	20
Количество обязательных контрольных работ	1

## **Междисциплинарные связи**

- «Нормирование точности и технических измерений»
- «Нормативно-техническая документация»
- «Электротехнические измерения»
- «Инженерная графика»
- «Охрана труда»
- «Технология машиностроения»,
- «Металлорежущие станки»
- «Обработка материалов и инструмент»
- «Автоматизация производственных процессов»
- «Информационные технологии»
- «Технология автоматизированного производства»
- «Технологическая оснастка»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УТВЕРЖДЕНО**  
Постановление  
Министерства обра-  
зования  
Республики Бела-  
русь  
28.04.2017 № 39

**ТИПОВАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
ОСНАСТКИ»**

профессионального компонента типовых учебных планов  
по специальности 2-36 01 01 «Технология машиностроения  
(по направлениям)» для реализации  
образовательной программы среднего специального образования,  
обеспечивающей получение квалификации специалиста  
со средним специальным образованием

Минск  
2017

*Рекомендовано к изданию экспертным советом  
Республиканского института профессионального образования*

Автор *Н.Ф. Надольская*, преподаватель филиала Белорусского национального технического университета «Минский государственный политехнический колледж».

Рецензенты: *В.А. Адаменко*, преподаватель филиала Белорусского национального технического университета «Борисовский государственный политехнический колледж»;

*Н.Н. Попок*, заведующий кафедрой технологии и оборудования машиностроительного производства учреждения образования «Полоцкий государственный университет», доктор технических наук, профессор.

Ответственный за выпуск *Ю.И. Минальд*, начальник отдела учреждения образования «Республиканский институт профессионального образования»

Типовая учебная программа обсуждена и одобрена на заседании бюро учебно-методического объединения в сфере среднего специального образования на республиканском уровне по специальностям в области машиностроительного оборудования и технологии, металлургии.

---

*Учебное издание*

Программное обеспечение, которое использовано для создания электронного издания: MS Word.

Редактор *Л.Э. Татьянак*  
Компьютерная верстка *О.С. Дубойская*

Дата размещения на сайте 03.05.2017. Объем издания 214 Кб.  
Уч.-изд. л. 0,89. Код 63/17.

Республиканский институт профессионального образования.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/245 от 27.03.2014.  
Ул. К. Либкнехта, 32, 220004, Минск. Тел.: 226 41 00, 200 43 88.

© Республиканский институт профессионального образования, 2017



## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	
Сформировать представление о целях и задачах учебной дисциплины.	Основные цели и задачи учебной дисциплины «Проектирование технологической оснастки», ее роль в системе профессиональной подготовке специалиста.	Называет основные цели и задачи учебной дисциплины.
<b>РАЗДЕЛ 1. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ УСТАНОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК</b>		
<b>Тема 1.1. Исходные данные и последовательность проектирования приспособлений</b>		
Сформировать понятие о системе приспособлений. Обучить выделению исходных данных и последовательности проектирования приспособлений.	Исходные данные для проектирования. Формулирование функций приспособления. Определение системы приспособления и разработка его принципиальной схемы. Выбор и назначение технических характеристик приспособления и технических требований к нему. Последовательность проектирования приспособлений. Стандартизация при проектировании.	Описывает систему приспособлений. Выделяет исходные данные и последовательность проектирования приспособлений.
<b>Тема 1.2. Установочные элементы станочных приспособлений</b>		
Сформировать понятие о схемах установки заготовки в приспособлении и выборе установочных элементов станочных приспособлений.	Типовые схемы установки заготовки в приспособлении. Классификация установочных элементов станочных приспособлений, их конструктивное исполнение (опоры, штыри, опорные пластины, установочные пальцы, призмы, конуса, оправки и т. д.), материал, термообработка, точностные и эксплуатационные характеристики, область применения. Унификация установочных элементов. Вспомогательные опоры, их конструктивное испол-	Описывает типовые схемы установки заготовки в приспособлении. Обосновывает выбор установочных элементов станочных приспособлений.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Дать понятие о расчете приспособления на точность, расчете погрешностей, возникающих при установке заготовок в приспособлениях.</p> <p>Научить разрабатывать теоретическую схему базирования, схему установки заготовки, рассчитывать приспособления на точность в соответствии с теоретической схемой базирования.</p>	<p>нение, служебное назначение и область применения.</p> <p><b>Тема 1.3. Расчет приспособления на точность</b></p> <p>Расчет приспособления на точность. Погрешности базирования заготовок. Расчет погрешностей, возникающих при установке заготовок в приспособлениях: погрешность базирования, погрешность закрепления, погрешность установки приспособления на станке, погрешность в результате износа установочных элементов. Экономическая точность обработки деталей.</p> <p><i>Практическая работа № 1 (4 ч)</i></p> <p>Расчет приспособления на точность в соответствии с теоретической схемой базирования.</p>	<p>Объясняет расчет приспособления на точность и расчет погрешностей, возникающих при установке заготовок в приспособлениях.</p> <p>Разрабатывает теоретическую схему базирования, схему установки заготовки, рассчитывает приспособление на точность в соответствии с теоретической схемой базирования.</p>
<p>Сформировать понятие о силах, действующих на заготовку в процессе обработки, и методике их расчета, назначении зажимных механизмов.</p>	<p><b>Тема 1.4. Расчет сил закрепления заготовок в приспособлении и зажимных механизмов</b></p> <p>Силы, действующие на заготовку или изделие в процессе обработки, сборки и контроля. Методика расчета сил закрепления. Типовые схемы расчета сил закрепления заготовки в приспособлении. Назначение зажимных устройств в приспособлении и требования, предъявляемые к ним. Виды зажимных устройств: винтовые, эксцентриковые, клиновые, рычажные, Г-образные прихваты.</p> <p>Условные обозначения зажимных элементов на</p>	<p>Описывает силы, действующие на заготовку в процессе обработки, излагает методику их расчета. Объясняет назначение зажимных механизмов.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Научить рассчитывать силу зажима для закрепления заготовки в приспособлении.</p>	<p>операционных эскизах. <i>Практическая работа № 2 (6 ч)</i> Расчет силы зажима заготовки в приспособлении.</p>	<p>Рассчитывает силу зажима для закрепления заготовки в приспособлении.</p>
<p><b>Тема 1.5. Механизированные приводы станочных приспособлений</b></p>		
<p>Сформировать понятие о выборе механизированных приводов в приспособлениях.</p>	<p>Зажимные устройства с пневматическим и гидравлическим силовыми узлами. Зажимные устройства, использующие энергию магнитных или электромагнитных полей. Зажимные устройства с упругими связями и деформируемыми элементами: цанговые, гидропластовые, мембранные. Область применения различных зажимных устройств. Явление самоторможения в зажимных устройствах. Передаточные механизмы, их назначение, преимущества и недостатки. Выбор вида передаточного механизма. Подбор и расчет основных параметров приводов зажимных устройств для обеспечения усилия зажима.</p>	<p>Объясняет выбор механизированных приводов в приспособлениях.</p>
<p>Научить выбирать и рассчитывать механизированный привод зажимного устройства заданного приспособления.</p>	<p><i>Практическая работа № 3 (4 ч)</i> Выбор и расчет механизированного привода зажимного устройства заданного приспособления.</p>	<p>Выбирает и рассчитывает механизированный привод зажимного устройства заданного приспособления.</p>
<p><b>Тема 1.6. Элементы приспособлений для направления и задания положения инструмента</b></p>		
<p>Сформировать понятие об элементах приспособлений для</p>	<p>Элементы приспособлений для настройки технологической системы на заданный размер. Установы</p>	<p>Описывает элементы приспособлений для направления и за-</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>направления и задания положения инструмента, области их применения и материалах для изготовления.</p>	<p>и щупы: материал, термообработка, область применения. Кондукторные втулки для стержневого режущего инструмента (постоянные, сменные, быстросменные). Кондукторные планки и плиты: материал, термообработка и область применения. Копиры: назначение, материалы и термообработка.</p> <p>Стандарты на элементы приспособлений для направления и задания положения инструмента.</p>	<p>дания положения инструмента, область их применения и материалы для изготовления.</p>
<p>Сформировать понятие о делительных и поворотных устройствах, об их назначении и области применения.</p>	<p><b>Тема 1.7. Делительные и поворотные устройства</b></p> <p>Выбор конструкции делительных и поворотных устройств. Виды фиксаторов, область их применения, технические требования на установку их в поворотную часть приспособления. Виды управления устройствами поворота и деления (кнопочные, механические, педальные, пневматические, гидравлические, пневмогидравлические). Механические механизмы управления (мальтийские, кулачковые, червячные, реечные).</p> <p>Устройства для поворота и деления на большой угол, делительные столы, область их применения.</p>	<p>Описывает делительные и поворотные устройства, объясняет их назначение и область применения.</p>
<p>Сформировать понятие о видах корпусов приспособлений и вспомогательных элементов, материалах и способах изготовления корпусов.</p>	<p><b>Тема 1.8. Корпуса приспособлений и вспомогательные устройства</b></p> <p>Виды корпусов приспособлений и вспомогательных элементов. Назначение, материалы и способы изготовления корпусов, их достоинства и недостатки. Технические требования на изготовление корпусов. Нормализованные и стандартизованные элементы корпусов.</p> <p>Конструктивное исполнение основных элементов корпусов. Конструктивное оформление базирующих</p>	<p>Описывает виды корпусов приспособлений и вспомогательных элементов, материалы и способы изготовления корпусов.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Сформировать понятие о способах установки и закрепления приспособлений на станках.</p> <p>Сформировать понятие об этапах разработки конструктивного исполнения технологической оснастки.</p> <p>Сформировать понятие о последовательности проектирования приспособлений с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) технологической оснастки.</p>	<p>элементов корпусных деталей приспособлений.</p>	
	<p><b>Тема 1.9. Установка приспособлений на станках</b></p>	
	<p>Способы установки и закрепления приспособлений на станках и других видах автоматизированного оборудования. Конструктивное оформление базирующих элементов корпусных деталей приспособлений.</p>	<p>Описывает способы установки и закрепления приспособлений на станках.</p>
	<p><b>Тема 1.10. Разработка конструктивного исполнения технологической оснастки</b></p>	
	<p>Приспособление как сложная механическая система, состоящая из базовых, корпусных, установочных, зажимных, делительных, поворотных, направляющих, настроечных, крепежных элементов, средств механизации и автоматизации.</p> <p>Этапы разработки конструктивного исполнения технологической оснастки.</p>	<p>Излагает этапы разработки конструктивного исполнения технологической оснастки.</p>
	<p><i>Обязательная контрольная работа</i></p>	
	<p><b>Тема 1.11. Автоматизированное проектирование приспособлений</b></p>	
	<p>Назначение информационно-поисковых систем (ИПС). Кодирование информации на информационно-поисковом языке (ИПЯ). Создание архива ИПС приспособлений. Последовательность проектирования приспособлений с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) технологической оснастки.</p>	<p>Объясняет последовательность проектирования приспособлений с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) технологической оснастки.</p>
	<p><b>РАЗДЕЛ 2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ</b></p>	
	<p><b>Тема 2.1. Приспособления для станков токарной и шлифовальной группы</b></p>	
<p>Сформировать понятие о ви-</p>	<p>Виды приспособлений для станков токарной и</p>	<p>Описывает виды приспособ-</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>дах и назначении приспособлений для станков токарной и шлифовальной группы.</p>	<p>шлифовальной группы, их назначение. Центры (неподвижные, вращающиеся, плавающие, рифленные, срезанные). Поводковые приспособления, самозажимные поводковые патроны. Оправки (жесткие с зазором, жесткие с натягом, конусные оправки, разжимные цанговые, клонные, с тарельчатыми пружинами, самозажимные, с центрирующей упругой втулкой). Люнеты. Патроны.</p>	<p>лений для станков токарной и шлифовальной группы и объясняет их назначение.</p>
<p><b>Тема 2.2. Приспособления для станков сверлильно-расточной группы</b></p>		
<p>Сформировать понятие о видах и назначении приспособлений для станков сверлильно-расточной группы.</p>	<p>Виды приспособлений для станков сверлильно-расточной группы, их назначение, применение в различных видах производств.</p> <p>Кондукторы (накладные, стационарные, передвижные, поворотные), их конструкции и назначение. Скальчатые кондукторы, их устройство и типы.</p> <p>Столы и стойки (одно- и двухопорные).</p> <p>Универсальные и специальные многошпиндельные сверлильные головки.</p> <p>Многошпиндельные револьверные головки.</p>	<p>Описывает виды приспособлений для станков сверлильно-расточной группы и объясняет их назначение.</p>
<p><b>Тема 2.3. Приспособления для станков фрезерной группы</b></p>		
<p>Сформировать понятие о видах и назначении приспособлений для станков фрезерной группы.</p>	<p>Виды приспособлений для станков фрезерной группы, их назначение и применение в различных видах производств.</p> <p>Приспособления к станкам с прямолинейной, круговой и сложной копирной подачей.</p> <p>Машинные тиски с ручным, пневматическим, гидравлическим приводом. Поворотные и синусные тиски.</p> <p>Универсальные делительные переналаживаемые</p>	<p>Описывает виды приспособлений для станков фрезерной группы и объясняет их назначение.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Научить анализировать конструкцию, принцип действия и назначение элементов заданного приспособления, составлять спецификацию.</p>	<p>столы.            Универсальные и специальные делительные головки.            Столы с вертикальной и горизонтальной осью вращения.            Приспособления для непрерывного фрезерования.  <i>Практическая работа № 4</i>            Изучение конструктивных особенностей, принципа действия заданного приспособления, составление спецификации.</p>	<p>Анализирует конструкцию, принцип действия и назначение элементов заданного приспособления, составляет спецификацию.</p>
<p><b>РАЗДЕЛ 3. СИСТЕМЫ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ</b></p>		
<p><b>Тема 3.1. Универсальные приспособления</b></p>		
<p>Сформировать понятие об области применения и видах универсально-наладочных и универсально-безналадочных приспособлений.</p>	<p>Виды универсально-безналадочных (УБП) и универсально-наладочных (УНП) приспособлений, область их применения. Основные конструктивные признаки, особенности применения. Составные части УНП: базовый блок и набор сменных наладок. Применение УНП на станках с ЧПУ и в ГПС.            Требования, предъявляемые к УБП и УГП.</p>	<p>Объясняет область применения и описывает виды универсально-безналадочных и универсально-наладочных приспособлений.</p>
<p><b>Тема 3.2. Специализированные приспособления</b></p>		
<p>Сформировать понятие об области применения и видах специализированных наладочных и безналадочных приспособлений.</p>	<p>Виды специализированных безналадочных (СБП) и специализированных наладочных (СНП) приспособлений, область их применения. Основные конструктивные признаки, особенности применения. Составные части СНП: базовый агрегат и набор специальных сменных наладок. Применение СНП на станках с ЧПУ и в ГПС.</p>	<p>Объясняет область применения и описывает виды специализированных наладочных и безналадочных приспособлений.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Сформировать понятие об области применения и видах специальных приспособлений.</p> <p>Научить разрабатывать схему установки для обработки заготовки на станке с ЧПУ и на ее основе схему компоновки приспособления из элементов УСП.</p>	<p>Требования, предъявляемые к СБП и СНП.</p> <p><b>Тема 3.3. Специальные приспособления</b></p> <p>Виды универсально-сборных (УСП), сборно-разборных (СРП) и неразборных специальных приспособлений (НСП), область их применения.</p> <p>Основные конструктивные признаки. Технические требования к деталям и сборочным единицам.</p> <p>Технические возможности УСП. Механизированные сборочные единицы системы УСП. Типовые комплекты деталей из УСП. Применение УСП на станках с ЧПУ и в ГПС.</p> <p>Детали и немеханизированные сборочные единицы СРП. Механизированные сборочные единицы СРП. Типовые комплекты деталей из СРП. Применение СРП на станках с ЧПУ и в ГПС. Технико-экономические предпосылки применения СРП.</p> <p><i>Практическая работа № 5</i></p> <p>Проектирование конструкции приспособления из элементов УСП.</p> <p><b>Курсовое проектирование</b></p>	<p>Объясняет область применения и описывает виды специальных приспособлений.</p> <p>Разрабатывает схему установки заготовки для обработки на станке с ЧПУ и на ее основе схему компоновки приспособления из элементов УСП</p>

## КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование – самостоятельная комплексная творческая работа, выполняемая учащимся на заключительном этапе изучения учебной дисциплины с целью систематизации и углубления полученных теоретических знаний, а также развития умения работать со специальной и справочной литературой, нормативными документами.

Курсовой проект является конструкторско-технической задачей, которая решается учащимися самостоятельно с использованием конкретного производственного материала. При выполнении курсового проекта учащиеся должны пользоваться справочной литературой, стандартами, ЕСКД, нормами, паспортами оборудования.

Темы курсовых проектов включают разработку и расчет одного из изученных приспособлений. Выполняется курсовой проект в соответствии с полученным заданием, подписанным преподавателем-консультантом и председателем цикловой комиссии. В задании указываются тема курсового проекта, его объем и содержание.

*Примерная тематика курсовых проектов:*

Проектирование кондуктора для обработки отверстия в детали \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ станке модели \_\_\_\_\_  
(наименование и обозначение) (универсальном) (модель)

Проектирование фрезерного приспособления для обработки паза в детали \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ станке модели \_\_\_\_\_  
(наименование и обозначение) (универсальном) (модель)

Проектирование патрона кулачкового для обработки наружной поверхности в детали \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ станке с числовым программным управлением (ЧПУ) модели \_\_\_\_\_  
(наименование и обозначение) (наименование) (модель)

Курсовой проект состоит из пояснительной записки (15–25 листов формата А4) и графической части (2–3 листа формата А1). Пояснительная записка и графическая часть должны быть оформлены с соблюдением требований ЕСКД.

Пояснительная записка включает описание обрабатываемой детали, назначение, устройство и принцип работы проектируемого приспособления, установку заготовки, расчеты приспособления на точность, усилия зажима, основных параметров зажимного механизма и экономической эффективности приспособления.

Графическая часть проекта должна содержать сборочный чертеж проектируемого приспособления, чертеж обрабатываемой детали, эскиз операционный, чертежи одной-двух нестандартных деталей приспособления.

## Перечень оснащения учебного кабинета

Наименование
<b>Технические средства обучения</b>
Технические устройства <sup>1</sup>
Компьютер
Мультимедийный проектор
Дидактическое обеспечение
Слайды электронные по темам
Видеофильмы по темам
<b>Печатные средства обучения</b>
Плакаты
Делительные устройства станочных приспособлений
Классификация установочных элементов
Кондукторы
Конструкции СБП
Конструкции СНП
Конструкции УБП
Конструкции УНП
Конструкция зажимных элементов приспособлений
Кулачковые патроны
Машинные тиски
Оправки
Призмы, пальцы
Штыри и пластины
<b>Объемные средства обучения</b>
Натуральные образцы
Вспомогательный инструмент для закрепления инструмента
Приспособления для закрепления заготовок
<b>Средства защиты</b>
Аптечка медицинская
Огнетушитель
<b>Оборудование помещения</b>
Доска классная
Плакатница
Стеллаж
Стенд
Стол аудиторный
Стол для преподавателя
Стул
Шкаф
Экран проекционный

<sup>1</sup> При отсутствии использовать специализированную аудиторию технических средств обучения.

## Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Отметка в баллах	Показатели оценки
1 (один)	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (фактов, терминов, понятий в области проектирования технологической оснастки, приспособлений для металлорежущих станков и т. д.)
2 (два)	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (основных элементов станочного приспособления, механизмов зажима, приводов, приспособлений для металлорежущих станков и т. д.); осуществление соответствующих практических действий
3 (три)	Воспроизведение части программного учебного материала (фрагментарный пересказ и перечисление основных элементов станочных приспособлений, приспособлений для металлорежущих станков, проведение выбора установочных и зажимных элементов приспособлений для типовых схем установки заготовок); осуществление умственных и практических действий по образцу
4(четыре)	Воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с элементами объяснения станочных приспособлений, приспособлений для металлорежущих станков этапов проектирования станочных приспособлений, составление схемы зажима заготовки, выполнение расчета основных параметров механизированного привода и т. д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу; наличие единичных существенных ошибок
5 (пять)	Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание основных элементов приспособлений, приспособлений для металлорежущих станков, этапов проектирования станочных приспособлений с объяснениями их назначения и области применения и т. д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу; наличие несущественных ошибок
6 (шесть)	Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение конструкции основных элементов станочных приспособлений, этапов их проектирования, порядка расчета точности и силового расчета приспособлений и т. д.); наличие несущественных ошибок (на основе предписаний по расчету приспособления на точность, силовому расчету приспособления и т. д.)
7 (семь)	Полное, прочное знание и воспроизведение программного

Отметка в баллах	Показатели оценки
	учебного материала; владение программным учебным материалам в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение назначения и области применения основных элементов приспособления, порядка их выбора, расчета точности и силового расчета приспособления, этапов проектирования станочных приспособлений и т. д.; недостаточно самостоятельное выполнение заданий по расчету приспособления на точность, силовому расчету приспособления, выбору и расчету зажимных элементов приспособления, проектированию приспособления и т. д.); наличие единичных несущественных ошибок
8(восемь)	Полное, прочное глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение назначения и области применения основных элементов приспособления, порядка их выбора, расчета точности и силового расчета приспособления, этапов проектирования станочных приспособлений и т. д.; раскрытие сущности процесса проектирования, обоснование устройства зажимных элементов, формирование выводов и т. д.; самостоятельное выполнение заданий по расчету приспособления на точность, силовому расчету приспособления, выбору и расчету зажимных элементов приспособления, проектированию приспособления и т. д.); наличие единичных несущественных ошибок
9(девять)	Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение знаний при изучении приспособлений для различных типов производства, для различных систем станочных приспособлений, обоснование и расчет зажимных элементов, расчет приспособления на точность; выдвижение вариантов схем установки заготовки и выбор оптимального; наличие действий и операций творческого характера по проектированию приспособлений и т. д.), прочное владение навыками самостоятельной работы с учебно-методическими и справочными материалами
10(десять)	Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельные действия по описанию станочных приспособлений для деталей сложной конфигурации, умение вносить необходимые изменения в конструкцию станочного приспособления, выполнение творческих работ и заданий по проектированию сложных станочных приспособлений и т. д.), прочное владение навыками самостоятельной работы с учебно-методическими и справочными материалами

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

- 1 ГОСТ 1654-86. Патроны токарные общего назначения. Общие технические условия.
- 2 ГОСТ 2301-81. Оформление графических документов.
- ГОСТ 2306-89. Виды, разрезы, сечения.
- 3 ГОСТ 2576-79. Полуцентры упорные: Конструкция.
- 4 ГОСТ 4084-68. Опоры регулируемые для станочных приспособлений. Конструкция.
- 5 ГОСТ 4085-68. Опоры регулируемые с шестигранной головкой для станочных приспособлений. Конструкция.
- 6 ГОСТ 4743-68. Пластины опорные для станочных приспособлений: Конструкция.
- 7 ГОСТ 8742-75. Центры станочные вращающиеся: Типы и основные размеры.
- 8 ГОСТ 12197-66. Приспособления станочные: Призмы с боковым креплением: Конструкция.
- 9 ГОСТ 12209-66. Приспособления станочные. Пальцы установочные цилиндрические постоянные: Конструкция.
- 10 ГОСТ 13159-67. Опоры самоустанавливающиеся для станочных приспособлений. Конструкция.
- 11 ГОСТ 13440-68. Опоры постоянные с плоской головкой для станочных приспособлений. Конструкция.
- 12 ГОСТ 13442-68. Опоры постоянные с насечной головкой для станочных приспособлений. Конструкция.
- 13 ГОСТ 18460-91. Пневмоприводы: Общие технические требования.
- 14 ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
- 15 ГОСТ 24351-80. Патроны токарные самоцентрирующие трех- и двухкулачковые клиновые и рычажно-клиновые. Основные размеры.
- 16 ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы.
- 17 ГОСТ 3.1107-81. ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические изображения.
- 18 ГОСТ 12.2.029-88. ССБТ. Приспособления станочные. Требования безопасности.
- 19 ГОСТ 31.0151.01-90. Приспособления универсальные наладочные и специализированные наладочные. Общие технические условия,
- 20 ГОСТ 31.111.41-93. Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы точности.

**Перечень существенных и несущественных ошибок**  
по учебной дисциплине «Проектирование технологической оснастки» для  
специальности 2-36 0101 «Технология машиностроения»

*Существенными (грубыми) ошибками считаются:*

- ошибки в единицах измерения показателей или отсутствие единицы измерения;
- ошибки в описании или формулировке, которые привели к искажению определений и фактов;
- искажение сути базовых понятий, категорий;
- незнание основных определений, понятий, категорий, процессов;
- неумение применять теоретические знания для объяснения процессов, явлений и при решении задач.

*Несущественными (негрубыми) ошибками считаются:*

- описки в словах или определениях, которые не повлияли на итоговый результат;
- нарушение логической последовательности изложения поставленного вопроса;
- неточности формулировки понятий, определений (неполный охват основных признаков понятия или замена одного или нескольких из основных признаков второстепенными).

## Разделы и темы учебной программы

№№ вучэбн занят.	Назва раздзелаў, назвы тэм па вучэбнай праграме, назвы тэм асобных вучэбных заняткаў	Колькасць вучэбных гадзін	Вучэбна-метадычныя матэрыялы, сродкі навучання	Заданне для навучэнцаў на дом
1	2	3	5	6
1	Введение	2		[ 7 ] с.3-5
	Цели и задачи дисциплины			
	<b>Раздел 1. Этапы проектирования станочных приспособлений для установки и закрепления заготовок</b>	<b>61</b>		
	<b>Тема 1.1 Исходные данные и последовательность проектирования приспособлений</b>	<b>2</b>		
2	Методика проектирования приспособлений	2		[ 7 ] с. 5-16 [ 4 ] с. 6-11 [ 7 ] с. 6-9
	<b>Тема 1.2 Установочные элементы станочных приспособлений</b>	<b>8</b>		
3	Классификация установочных элементов приспособлений	2	Плакат “ Классификация установочных элементов ”	[ 1 ] с. 179-190 [ 4 ] с. 12-13 ГОСТ2.1495-76
4	Штыри, пластины, призмы	2	Плакат “ Штыри и пластины”	[ 2 ] с. 143-149
5	Оправки, пальцы	2	Плакат “ Оправки”	
6	<b>КП №1 Выдача задания.</b> Назначение и конструкция детали	2	Методические указания	[ 9 ] с. 15-17
	<b>Тема 1.3 Расчет приспособления на точность</b>	<b>8</b>		
7	Расчет приспособления на точность	2	Раздаточный материал	[ 3 ] с. 51-157 [ 4 ] с. 13-18

8,9	<b>Практическая работа № 1</b> Расчёт приспособле-	4	Методическая и справочная	[ 3 ] с. 51-157
	ния на точность в соответствии с теоретической		литература	[ 4 ] с. 13-18
	схемой базирования			
10	<b>КП №2 Проверка раздела 1</b>	2	Методические указания	[ 9 ] с. 17-30
	Назначение, устройство и принцип работы проектируемого приспособления			[14] с. 24-35
	<b>Тема 1.4 Расчет сил закрепления заготовок в приспособлении и</b>	<b>14</b>		
	<b>зажимных механизмов</b>			
11	Виды зажимных механизмов и их назначение	2	Плакат “ Конструкция зажимных элементов”	[ 1 ] с. 30-58 [ 7 ] с. 233-238
12	Правила направления и приложения сил зажима в приспособлении	2	Раздаточный материал	[ 1 ] с. 30-58 [ 7 ] с. 233-238
13	Расчёт сил закрепления заготовок в приспособлении	2	Плакат “ Конструкция зажимных элементов”	[ 1 ] с. 31-53 [ 4 ] с. 36-52
4,15,16	<b>Практическая работа № 2</b> Расчёт силы зажима заготовки в приспособлении	6	Методическая и справочная литература	[ 1 ] с. 30-58 [ 7 ] с. 233-238
17	<b>КП №3 Проверка раздела 2</b>	2	Методические указания	[ 1 ] с. 17-29
	Установка заготовки			
	<b>Тема 1.5 Механизированные приводы станочных приспособлений</b>	<b>10</b>		
18	Выбор механизированных приводов станочных приспособлений, меры безопасности	2	Плакат	[ 1 ] с. 54-93 [ 4 ] с. 171-173
19	Расчет приводов зажимных устройств	2	Раздаточный материал	[ 1 ] с. 94-107 [ 4 ] с. 32-72
20,21	<b>Практическая работа № 3.</b> Выбор и расчет механизированного привода зажимного устройства заданного приспособления	4	Методическая и справочная литература	[ 1 ] с. 54-107 [ 4 ] с. 171-173

22	<b>КП №4 Проверка раздела 3</b>	2	Методические указания	[ 3 ] с. 151-197
	Расчёт приспособления на точность			
	<b>Тема 1.6 Элементы приспособлений для направления и задания положения инструмента</b>	<b>4</b>		
23	Виды направляющих элементов приспособлений.	2	Плакат “Направляющие элементы”	[ 1 ] с. 108-126
	Область их применения			[ 4 ] с. 171-173
24	Виды настроечных элементов приспособлений.	2	Плакат “Настроечные элементы”	[ 7 ] с. 19-25
	Область их применения			
	<b>Тема 1.7 Делительные и поворотные устройства</b>	<b>4</b>		
25	Виды делительных и поворотных устройств, область их применения, назначения	2	Плакат “Делительные элементы”	[ 7 ] с. 19-25
26	<b>КП №5 Расчёт усилия зажима заготовки в приспособлении. Расчёт основных параметров зажимного механизма.</b>	1	Методические указания	[ 3 ] с. 198-259
				[ 3 ] с. 259-375
	<b>Контроль объёма выполненной работы по КП</b>	1		
	<b>Тема 1.8 Корпуса приспособлений и вспомогательные устройства</b>	<b>2</b>		
27	Виды корпусов приспособлений и вспомогательных элементов	2	Плакат “Конструкция корпусов”	[ 1 ] с. 127-133
				[ 7 ] с. 25-33
	<b>Тема 1.9 Установка приспособлений на станках</b>	<b>4</b>		
28	Способы установки и закрепления приспособлений на станках	2	Плакат “Установка СП на станках”	[ 7 ] с. 27-30
29	<b>КП №6 Проверка разделов 5,6</b>	2	Методические указания	[ 7 ] с. 297-301
	Прочностные расчёты. Анализ проектируемого приспособления с целью уменьшения его металлоёмкости			[ 7 ] с. 6-9
	<b>Тема 1.10 Разработка конструктивного исполнения технологической оснастки</b>	<b>2</b>		
30	Этапы разработки конструктивного исполнения технологической оснастки	2		[ 1 ] с. 344-358

				[ 1 ] с. 231
	<b>Тема 1.11 Автоматизированное проектирование приспособлений</b>	<b>3</b>		
31	Последовательность проектирования приспособлений с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) технологической оснастки	2		[ 1 ] с. 344-358
	Подготовка к ОКР№1			
32	<b>Обязательная контрольная работа №1</b>	1	Карточки - задания	
	<b>Раздел 2. Приспособления для металлорежущих станков</b>	<b>21</b>		
	<b>Тема 2.1 Приспособления для станков токарной и шлифовальной группы</b>	<b>7</b>		
32	Виды приспособлений для станков токарной группы,	3	Плакат	[ 7 ] с. 198-200
33	меры безопасности			
34	Особенности приспособлений для станков шлифовальной группы.	2	Плакат	[ 7 ] с. 198-200
	Анализ ОКР			
35	<b>КП №7 Проверка раздела 7,8</b>	2	Методические указания	[14] с. 5-10
	Выводы. Литература. Перечень ТНПА Оформление пояснительной записки			[14] с. 206-212
	<b>Тема 2.2 Приспособления для станков сверлильно –расточной группы</b>	<b>6</b>		
36	Назначение и виды приспособлений для станков сверлильно-расточной группы	2	Плакат “Кондуктор” Макет	[ 7 ] с. 134-153
37	Особенности приспособлений для станков сверлильно-расточной группы	2	Макет	[ 7 ] с. 134-153
38	<b>КП №8</b>	2	Методические указания	[14] с. 5-10

	Оформление пояснительной записки. Чертёж обрабатываемой детали.			[14] с. 206-212
	Эскиз операционный			
	<b>Тема 2.3 Приспособления для станков фрезерной группы</b>	<b>8</b>		
39	Назначение и виды приспособлений для станков фрезерной группы	2	Плакат “Машинные тиски”	[ 7 ] с. 120-134
			Плакат “Поворотные столы”	
40	Особенности приспособлений для станков фрезерной группы	2	Плакат “Машинные тиски”	[ 7 ] с. 120-134
			Плакат “Поворотные столы”	
41	<b>КП №9</b>	2	ЕСКД	
	Сборочный чертёж приспособления.			
	Чертёж нестандартной детали приспособления			
42	<b>Практическая работа № 4</b> Изучение конструктивных особенностей, принципа действия заданного приспособления, выполнение спецификации	2	Методическая и справочная литература	[ 14 ] с. 5-10
	<b>Раздел 3. Системы станочных приспособлений</b>	<b>14</b>		
	<b>Тема 3.1 Универсальные приспособления</b>	<b>6</b>		
43	<b>КП №10</b>	2	ГОСТ 2.105-95, СТП 7-02	[14] с. 5-10
	Оформление пояснительной записки			[14] с. 206-212
44	Виды и область применения универсально – безналадочных приспособлений (УБП)	2	Презентация	[ 6 ] с. 119-156 [ 7 ] с. 33-37
45	Виды и область применения универсально – наладочных приспособлений (УНП)	2	Презентация	[ 6 ] с. 156-304 [ 7 ] с. 37-49
	<b>Тема 3.2 Специализированные приспособления</b>	<b>4</b>		
46	Виды и область применения специализированных безналадочных	2	Раздаточный материал	[ 6 ] с. 378-486

	приспособлений (СБП)		Презентация	[ 7 ] с. 49-54
				[ 11] с. 227-238
47	Виды и область применения специализированных наладочных приспособлений (СНП)	2	Раздаточный материал	[ 6 ] с. 378-486
			Презентация	[ 7 ] с. 49-54
				[ 11] с. 227-238
	<b>Тема 3.3 Специальные приспособления</b>	<b>4</b>		
48	Виды универсально- сборных (УСП), сборно-разборных (СРП) и неразборных специальных приспособлений (НСП)	2	Раздаточный материал	[ 6 ] с. 305-343
				[ 7 ] с. 54-60
49	<b>Практическая работа №5</b> Проектирование конструкции приспособления из элементов УСП	2	Методическая и справочная литература	[ 6 ] с. 305-343
				[ 7 ] с. 54-60

## Учебное занятие 1

### Введение

#### Цели и задачи учебной дисциплины

**Целью** учебной дисциплины “Проектирование технологической оснастки” является формирование у будущего специалиста системы знаний и практических навыков по выбору, конструированию, расчету и технико-экономическому обоснованию применения технологической оснастки для конкретных условий машиностроительного производства.

**Задачи** учебной дисциплины: ознакомление учащихся с существующей классификацией приспособлений, общими требованиями к ним; принципами установки и закрепления заготовок во время механической обработки для обеспечения необходимого качества обработки (сборки, контроля); ознакомление с основными элементами приспособлений, требованиями к ним; ознакомление с конструкцией приспособлений для разных групп станков; ознакомления с основными положениями выбора, конструирования, расчетов и технико-экономического обоснования применения приспособлений разных систем и вариантов.

В результате изучения учебной дисциплины учащийся должен **ЗНАТЬ:**

-проблемы развития машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности;

-роль технологического оснащения в достижении необходимого качества продукции, повышения производительности труда и снижению себестоимости обработки деталей;

-назначения, классификацию и общие требования к приспособлениям;

-принципы установки и закрепления заготовок во время обработки (сборки, контроля);

-основные элементы приспособлений и требования к ним;

-вспомогательный рабочий инструмент;

-структуры приспособлений для разных видов обработки, сборки и контроля;

4

-основные положения по выбору, конструированию и расчету приспособления;

**УМЕТЬ:**

-анализировать технологические операции, для которых проектируется (выбирается) приспособление;

-проводить оценку и выбор оптимальных систем технологической оснастки;

-разрабатывать принципиальную схему и компоновку приспособления;

-определять способы отладки устройств и вспомогательного инструмента;

-проводить расчеты устройств;

-проектировать специальное станочное приспособление;

-выполнять экономическую оценку применения приспособлений разных систем и вариантов;

-пользоваться специальной литературой, государственными стандартами и стандартами ИСО.

Под **технологической оснасткой** (ГОСТ 3.1109—82) понимают средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование, для выполнения определенной части технологического процесса. Примерами технологической оснастки являются режущий инструмент, штампы, приспособления, мерительные инструменты пресс-формы, модели, литейные формы и т. д.

Приспособление - это составная часть технологической оснастки, которая может быть самостоятельным элементом в контрольно-измерительных и некоторых сборочных операциях.

Если приспособление входит в состав обрабатывающей технологической системы, его называют станочным приспособлением, если оно входит в состав сборочной технологической системы, то его принято называть сборочным приспособлением.

Приспособления предназначены, главным образом, для установки объекта, в качестве которого выступает заготовка, деталь или сборочная единица. Установка включает в себя базирование объекта и его закрепление. Поэтому основными частями приспособления являются корпус, базирующие (установочные) и зажимные элементы.

Дополнительно приспособления могут выполнять следующие функции:

-обеспечивать направление режущего инструмента;

-служить базой для установки контрольно-измерительных приборов;

-осуществлять механический или автоматический зажим объекта в приспособлении;

-увеличивать жесткость при установке базируемого объекта;

-изменять положение детали вместе с приспособлением.

Использование приспособлений способствует повышению точности и производительности обработки, контролю деталей и сборки изделий, обеспечивает механизацию и автоматизацию технологических процессов, снижение квалификации работ, расширение технологических возможностей оборудования и повышение безопасности работ. Современное механосборочное производство располагает большим парком приспособлений, значительную часть которых составляют станочные приспособления.

Станочные приспособления применяют для установки заготовок и инструмента на металлорежущие станки. Приспособления, связывающие со станком обрабатываемую заготовку, относят к приспособлениям для изготовления детали, а приспособления, связывающие со станком режущий инструмент, — к приспособлениям для инструмента.

**Раздел 1. Этапы проектирования станочных приспособлений для установки и закрепления заготовок**

**Тема 1. Исходные данные и последовательность проектирования приспособлений**

**Методика проектирования приспособлений**

**(1). Исходные данные:**

- чертёж изделия и чертёж детали;
- программа выпуска;
- требования на точность выполнения размеров, поверхностную твёрдость и материал;
- производственные условия, в которых будет протекать процесс обработки;
- справочники и альбомы типовых конструкций, освоенных данным производством по оснастке;
- альбом стандартов на элементы приспособлений (гос. и стандарты предприятия); - режимы обработки, станочное оборудование и инструмент, установленные технологом на данной операции (ОК и эскиз).

**(2). Основные расчёты, выполняемые при проектировании:**

- определение погрешности установки;
- расчёт сил резания и потребных сил закрепления;
- определение основных параметров и силовых характеристик в механизмах зажима;
- расчёт приводов, определение их основных характеристик;
- экономическое обоснование целесообразности выбранной конструкции приспособления.

**(3). Последовательность выполнения этапов проектирования при составлении сборочного чертежа.**

1. На листе А1 вычерчивается заготовка в 3-х проекциях таким образом, чтобы была возможность выполнять элементы, конструкции приспособления относительно той или иной проекции. Основой для проектирования является определенный эскиз:

При выполнении проекции, как правило, наносится упрощенный контур заготовки без детализации элементов, но чётко выделяются поверхности обработки. Заготовка обозначается тонкой линией (в некоторых случаях цветной или штрих-пунктиром).

Предполагается, что заготовка прозрачна и не затемняет элементы приспособления.

2. Наносятся установочные элементы (установочные планки и пальцы).

3. Установочные прихваты.

4. Прорисовываются передаточные элементы (рычаги, клинья и т.п.) для связи с приводом приспособления.

5. Все элементы приспособления объединяются в единую конструкцию корпусом.

При проектировании приспособления и при их изготовлении обеспечивают их высокую надёжность по показателям безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Приспособления должны быть эргономичными, их обслуживание должно быть удобным и лёгким.

Общие виды приспособления вычерчивают в масштабе 1:1 (исключение – приспособления для особо крупных или мелких деталей). На общем виде указывают габаритные размеры приспособления и размеры, которые нужно выдержать при его сборке и отладке, дается нумерация деталей и их спецификация с указанием использованных стандартов. На общем виде приспособления приводят технические условия на его сборку.

Далее производят деталировку. Рабочие чертежи выполняют только на специальные детали.

**На первом этапе** конструирования получают и анализируют исходные данные, определяют условия использования приспособления. Исходные данные:

1. Чертежи заготовки и детали;
2. Операционный чертёж на предшествующую и выполняемые операции;
3. Операционные карты технологического процесса обработки детали.

**На втором этапе** уточняют схему установки. Зная принятую в тех. процессе схему базирования заготовки, точность и шероховатость поверхностей базы, определяют тип и размер установочных элементов, их число и взаимное положение.

**На третьем этапе**, зная величины сил резания, устанавливают место приложения сил закрепления и определяют их величину. Исходя из регламентированного времени на закрепление и открепление заготовки, типа приспособления (одно- или многоместное), конфигурации заготовки, силы закрепления, выбирают тип зажимного устройства и определяют его основные размеры.

**На четвёртом этапе** устанавливают тип и размер детали для направления и контроля положения режущего инструмента.

**На пятом этапе** выявляют необходимые вспомогательные устройства, выбирают их конструкции и размеры. При выборе конструкции и размеров элементов максимально используют имеющиеся стандарты.

При конструировании и изготовлении приспособлений необходимо обеспечивать их безотказность, долговечность, ремонтпригодность. Приспособления должны быть эргономичными, их обслуживание должно быть удобным и лёгким.

### **Классификация установочных элементов приспособлений**

Установочными элементами (опорами) называют детали и механизмы приспособлений, обеспечивающие правильное и однообразное расположение обрабатываемых деталей относительно инструмента.

Установочные элементы приспособлений (опоры) служат для установки на них базовыми поверхностями заготовок при обработке.

Опоры разделяют на основные и вспомогательные.

Основные опоры жёстко закреплены в корпусе приспособления и определяют положение обрабатываемой детали в рабочей зоне станка относительно режущего инструмента (лишающие заготовку при установке всех или нескольких степеней свободы)

Вспомогательные опоры применяют не для базирования, а для повышения устойчивости и жёсткости обрабатываемой детали в приспособлении при обработке. Их индивидуально устанавливают по поверхности заготовки и фиксируют только после базирования заготовки на основных опорах. Вспомогательные опоры бывают:

- регулируемыми;
- самоустанавливающимися.

Рассмотрим пример установки заготовки (рис.1.1) на основные и вспомогательные опоры.

Опорные точки базирования 1, 2, 3 (рис.1.1.а) лишают деталь трех степеней свободы и обеспечивают перпендикулярность оси обрабатываемого отверстия к плоскости основания заготовки; опорные точки базирования 4, 5 и 6 лишают заготовку остальных трех степеней свободы и обеспечивают положение отверстия относительно боковых поверхностей (по размерам а и b).

В приспособлении опорные точки материализуют при помощи шести основных опор (рис.1.1, б). Заготовка лишается всех степеней свободы и перед обработкой занимает требуемое положение относительно режущего инструмента. Однако в процессе обработки отверстия под действием осевой составляющей силы резания заготовка деформируется, в результате требование по расположению оси отверстия не будет выполнено. Для устранения этого недостатка установки вводят вспомогательную опору (рис.1.1, в), которая не участвует в базировании заготовки, но воспринимает осевую составляющую силы резания при сверлении и предотвращает деформацию заготовки.

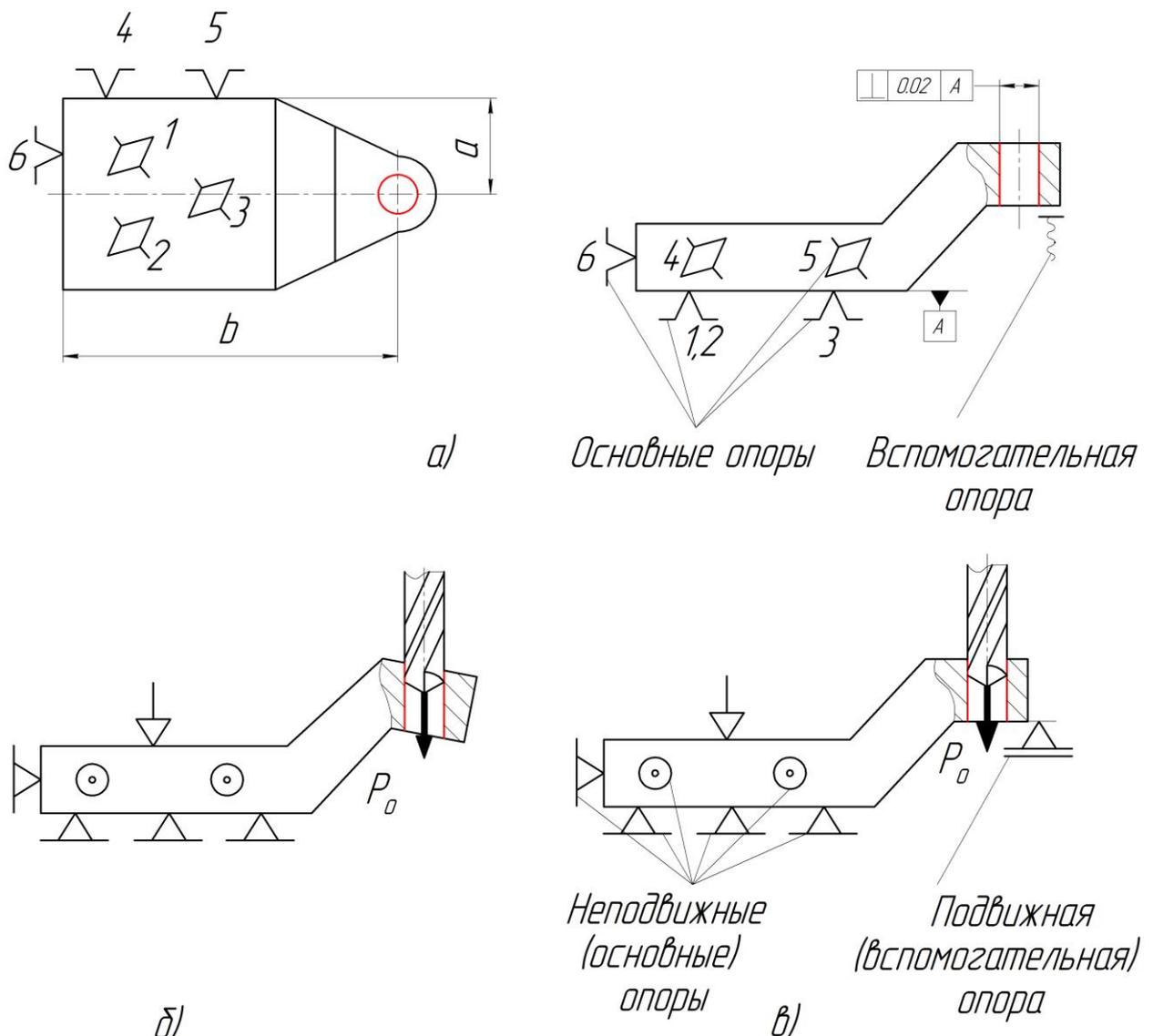


Рис.1.1. Схемы установки заготовки на операции сверления отверстия:  
 а – схема базирования заготовки; б – схема расположения опор;  
 в - схема расположения опор, обеспечивающая жесткость заготовки

↳

Неподвижные опоры - это только основные опоры.

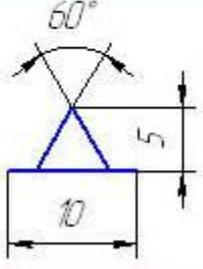
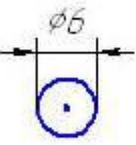
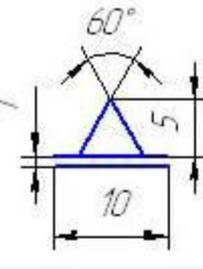
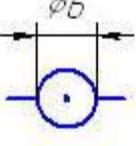
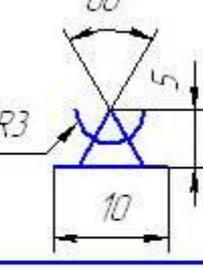
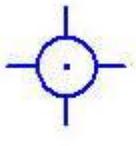
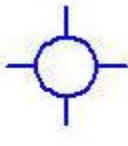
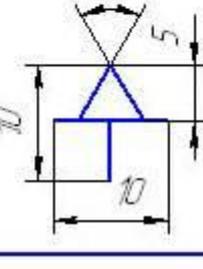
Основные и вспомогательные опоры могут быть подвижными, плавающими, регулируемыми.

Подвижные опоры могут перемещаться по базе в процессе обработки заготовок, убираться при установке её в приспособление или при необходимости обработки базовых поверхностей. Например, подвижные люнеты.

Плавающие опоры используются для обеспечения контакта нескольких баз заготовок одновременно с несколькими установочными элементами. Например, плавающие конические пальцы, плавающие центры и т. д.

Регулируемые опоры используются в качестве дополнительных опор для повышения жёсткости нежёстких заготовок, а также для компенсации износа по высоте или переналадки приспособления. Подразделяются на подводимые и самоустанавливающиеся.

Таблица 1 Условные обозначения опор.

Опора	Обозначение опоры на видах		
	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			

2

К установочным элементам предъявляют следующие основные требования:

1. Количество и расположение установочных элементов должны обеспечивать правильное и однообразное расположение заготовок относительно инструмента.

2. Рабочие поверхности установочных элементов должны быть небольших размеров.

3. Установочные элементы не должны портить базовые поверхности заготовок (особенно это относится при установке заготовки по обработанным поверхностям).

4. Установочные элементы должны быть жесткими. Для этого необходимо повышать качество сопряжения поверхностей опоры и корпуса приспособления, применяя шабрение, притирку и т.д.

5. Рабочие поверхности установочных элементов должны обладать повышенной износостойкостью. Для этого опоры должны обладать твердостью НРСэ 56...61. Опоры небольших габаритных размеров до 16 мм изготавливают из углеродистых сталей У7А, У8А, У10А. Опоры габаритных размеров свыше 16 мм изготавливают из сталей 20, 45, 20Х, 40Х с цементацией рабочих поверхностей на глубину 0,8 – 1,2 мм. В некоторых, особенно ответственных случаях на рабочие поверхности опор наплавляют твердый сплав. Также установочные элементы могут изготавливаться с поверхностным покрытием из твердых сплавов марок ВК6, ВК8 или другими твердыми и износостойкими материалами.

6. Конструкция опор должна обеспечивать их быструю замену при износе или повреждении.

7 Установочные элементы должны обладать повышенной износостойкостью, длительно сохранять свои размеры и относительное положение.

8 Точность изготовления рабочих поверхностей установочных элементов должна быть не ниже шестого квалитета и шероховатость  $Ra = 2,5 \dots 0,2$  мкм.

9 Материал установочных элементов выбирается в зависимости от размеров заготовок. Если заготовка небольшого или среднего размера, то сталь выбирается инструментальная или среднеуглеродистая (например, У7, 45, 40Х). Если заготовка больших размеров – то низколегированная сталь (например, 20Х). *Сказать: потому что у деталей из низкоуглеродистых сталей сердцевина мягкая, пластичная, легко воспринимающая ударные нагрузки, а поверхность твёрдая, износостойкая. Детали из инструментальных сталей имеют одинаковую твердость по всему объёму и при ударе могут треснуть.*

## Штыри, пластины, призмы

### 1 Штыри и пластины

Штыри и пластины используются при базировании заготовок по плоским поверхностям. Это основные опоры.

Штыри применяются с плоской, сферической и насеченной головкой.

На схемах установки обозначаются соответственно: 

Штыри с плоской головкой рис. 2а предназначены для установки заготовок обработанными плоскостями. Заготовки с необработанными базовыми поверхностями устанавливаются на штыри со сферической или насеченной головкой рис 2б, 2в.

Штыри со сферической головкой, как более изнашивающиеся, применяют в случаях особой необходимости, например при установке заготовок узких деталей необработанной поверхностью для получения максимального расстояния между опорными точками. Штыри с насеченной головкой обеспечивают более устойчивое положение заготовки.

Штыри обычно устанавливают с посадкой с натягом  $\frac{H7}{p6}$  в отверстия в корпусе приспособления. В крупносерийном и массовом производствах в отверстия корпуса запрессовывают переходные закалённые втулки, в которые штыри входят с посадкой с небольшим зазором  $\frac{H7}{h6}$  рис 2г. Применение переходных втулок обеспечивает быструю замену износившихся штырей без обработки отверстий корпуса под новый штырь.

Детали небольших и средних размеров устанавливают на штыри, больших размеров – пластины.

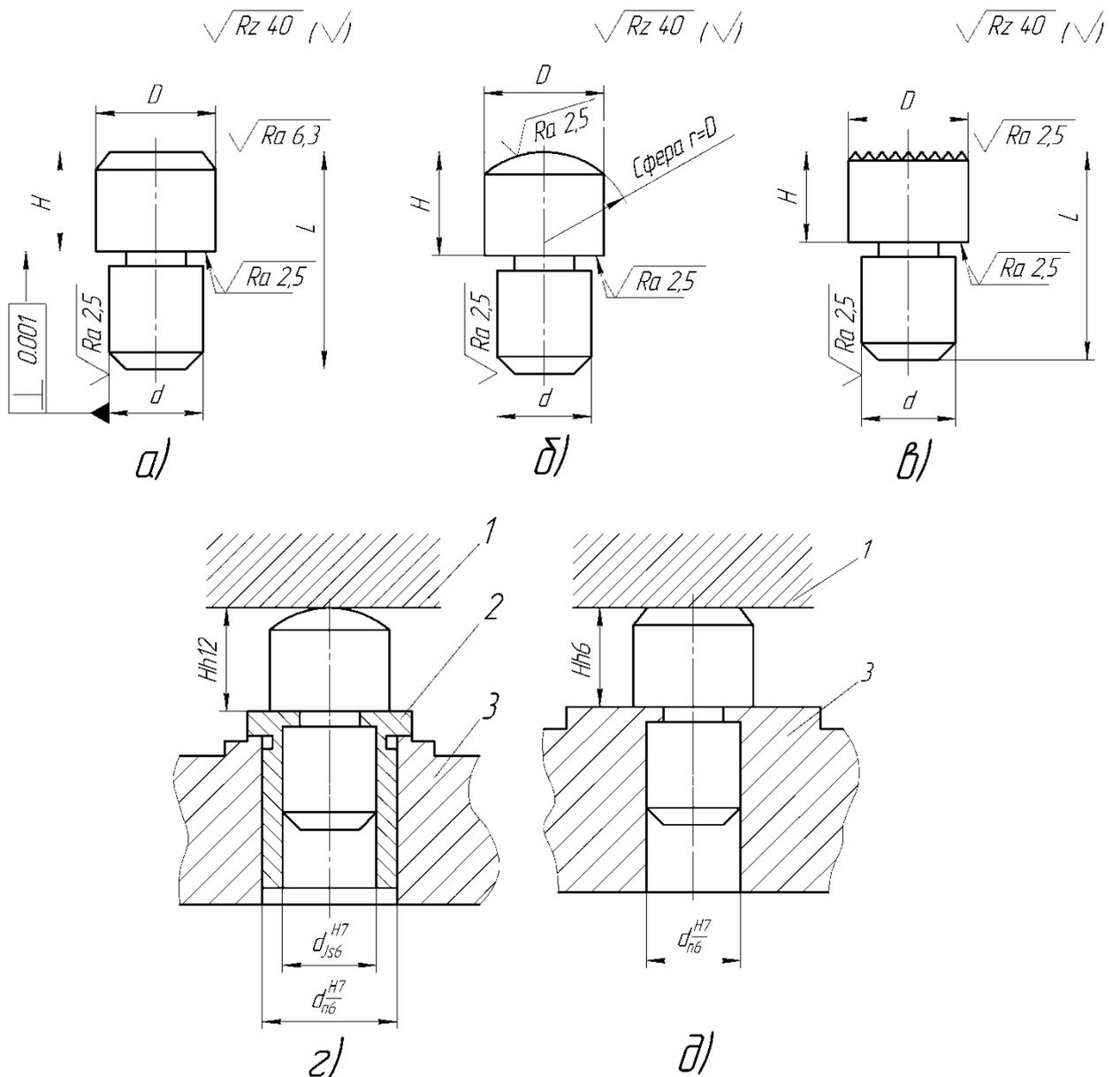


Рисунок 2 - Конструкции опорных штырей:

1 – заготовка; 2 – втулка; 3 – корпус приспособления

3

Опорные пластины применяют двух типов: плоские и с наклонными пазами рис 3. Наклонные пазы позволяют легче перемещать заготовку по пластинам и очищать их от стружки. Плоские пластины обычно устанавливаются на вертикальные плоскости приспособления.

Количество опор их расположение зависят от габаритных размеров и формы обрабатываемых деталей, величины сил резания и точек их приложения.

Высоту пластины размер  $H$  выполняют с отклонениями по  $h6$  или с припуском на шлифование  $+0,2...+0,3$  мм для дальнейшей доработки. Косые пазы на рабочей поверхности пластины обеспечивают удобство их очистки от стружки.

Устанавливают пластины на корпус приспособления с помощью двух или трёх винтов (в зависимости от размеров пластины). Рекомендуется

опорные пластины со сплошной рабочей поверхностью закреплять на вертикальных стенках корпуса приспособления, а опорные пластины с рабочей поверхностью с косыми пазами на горизонтальных поверхностях приспособления.

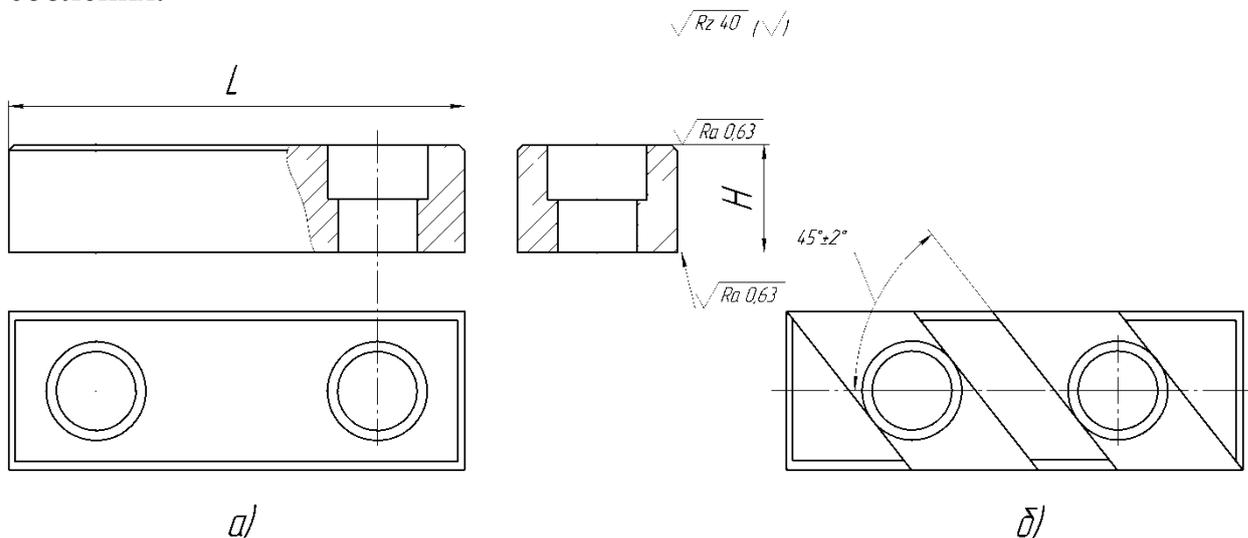


Рисунок 3 - Конструкции опорных пластин

**Опорные шайбы** (ГОСТ 17778-72) используют аналогично опорным пластинам. Высоту шайбы размер Н выполняют с отклонениями по h6 или с припуском на шлифование +0,2...+0,3 мм для дальнейшей доработки.

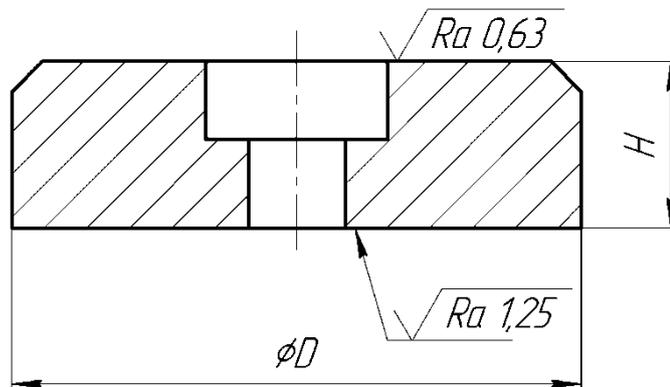


Рисунок 4 - Конструкция опорной шайбы

## 2 Призмы

Для базирования по наружной поверхности применяют установочные элементы в виде призм.

Призмой называется установочный элемент с рабочей поверхностью в виде паза, образованного двумя плоскостями, наклоненными друг к другу под углом равным 600, 900 или 1200. Чаще 900. Призмы для установки коротких заготовок (рис.3.1, а) стандартизированы по ГОСТ 12195-66. Способ базирования на призме отличается простотой и универсальностью. Призма определяет положение вертикальной оси заготовки перпендикулярной основанию призмы, поэтому необходимо обеспечить строгую симметрию рабочих плоскостей призмы относительно оси Y углового паза. Так же она опре-

деляет положение продольной оси заготовки X, поэтому для точной ее фиксации используют два контрольных штифта.

При большой длине базовой поверхности заготовки её устанавливают на две стандартные призмы, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Иногда применяют одну длинную призму с двумя призматическими участками и выемкой между ними (рис.5, в).

Для базирования заготовок необработанной базой применяют призмы с узкими участками установочных поверхностей или в рабочие поверхности призмы запрессовывают штыри (рис.5, б).

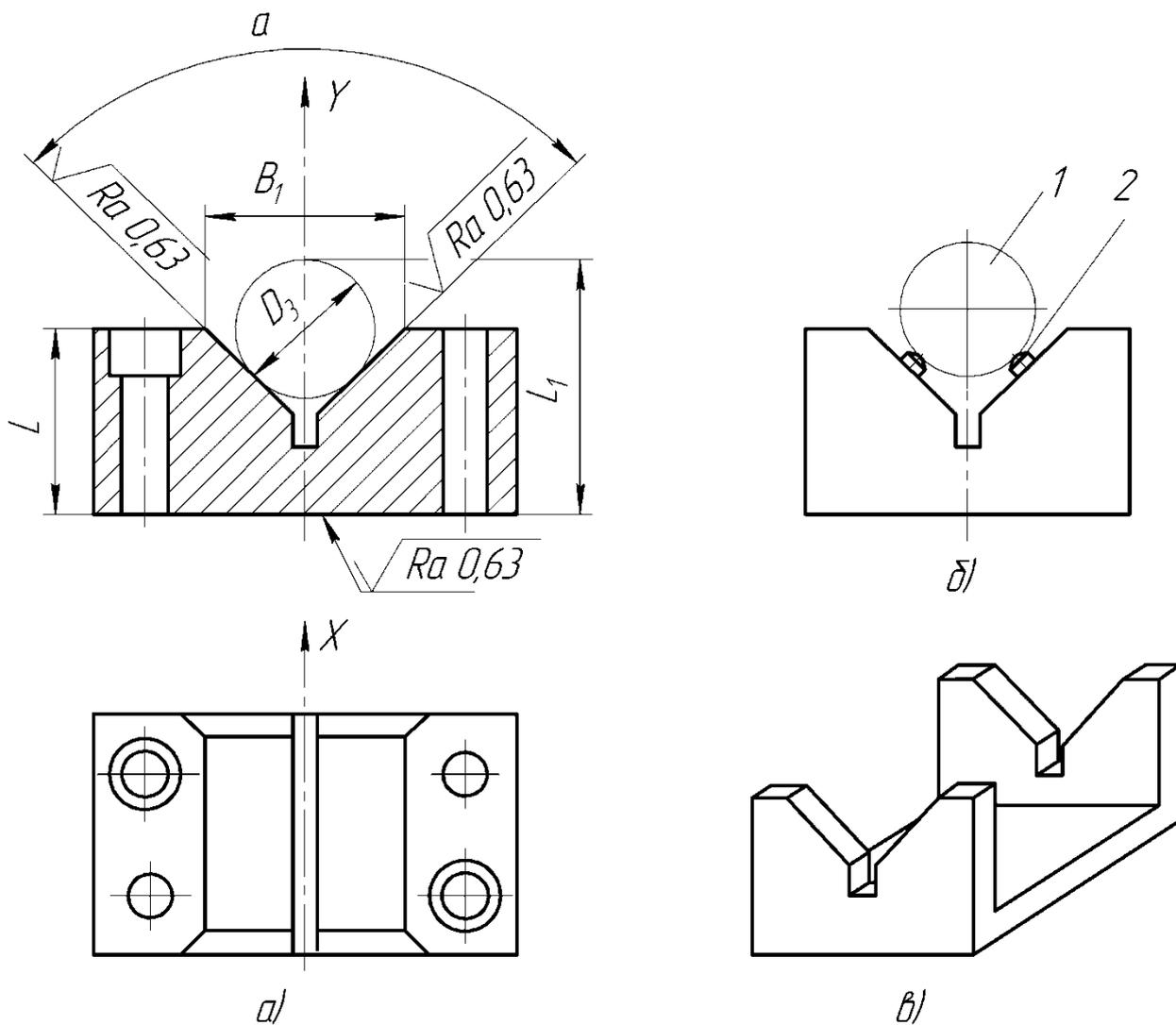


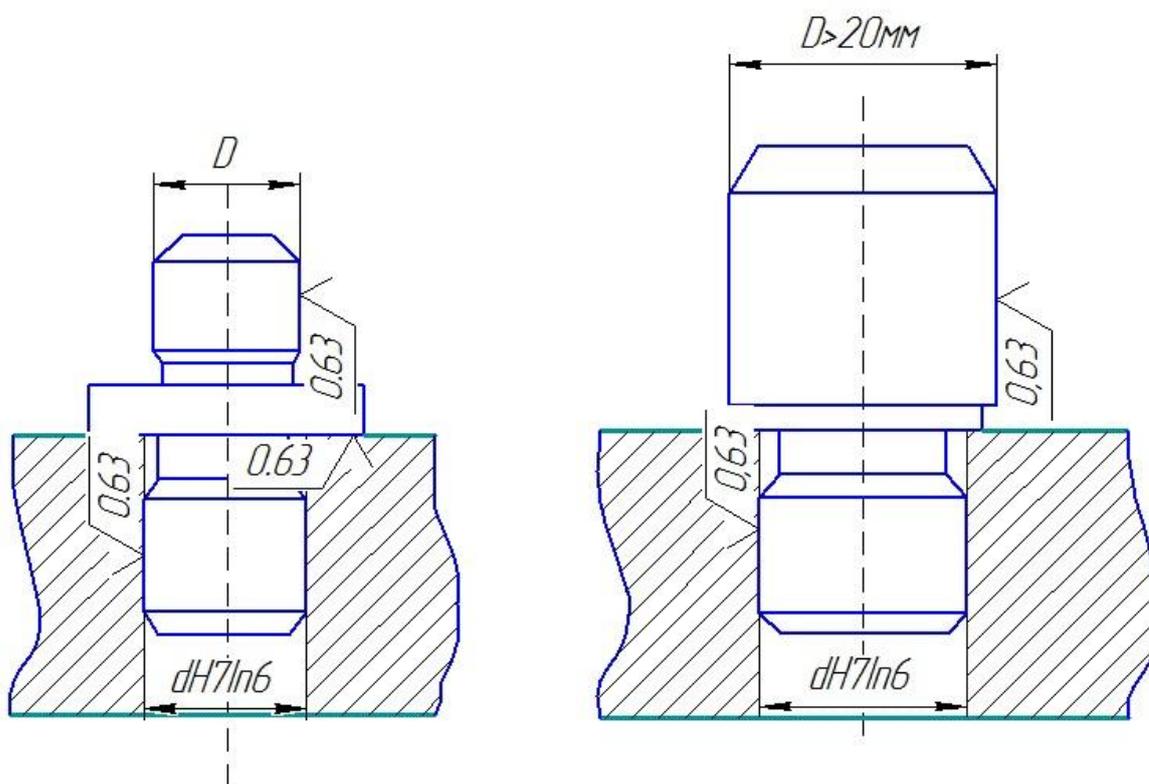
Рисунок 5 - Призмы:

а – стандартная опорная (ГОСТ 12195 – 66); б – с запрессованными штырями 2 для установки заготовок 1 необработанной базой; в – с выемкой для установки длинных заготовок

Учебное занятие 5  
Оправки, пальцы

1 Пальцы

При базировании заготовки по цилиндрическому отверстию с соотношением длины базового отверстия к диаметру  $l/d < 1$  используют пальцы. Конструкции пальцев стандартизированы ГОСТами 12209-66, 12210-66, 12211-66, 12212-66. Пальцы могут быть постоянные или сменные (рис.3.2). Для облегчения одевания заготовок пальцы выполняются с заходными фасками. Пальцы диаметром более 16 мм изготавливают из стали 20Х с цементацией на глубину 0,8 – 1,2 мм и закалкой до твердости НРСэ 56...61. Исполнительный диаметр  $D$  пальцев обрабатывают по посадкам g6, g8, f6, f8.



3

Рисунок 6 - Пальцы установочные цилиндрические постоянные (ГОСТ 12209-66)

При установке детали на два пальца, один из них, как правило, подвергается двухстороннему срезу (рис.6). Срезанный палец применяют для уменьшения влияния колебаний размера между осями отверстий обрабатываемых деталей на точность их установки в приспособлении. Конструктивные элементы срезанного пальца (кроме исполнительного диаметра  $D$ ) должны быть выполнены по ГОСТ 12210-66.

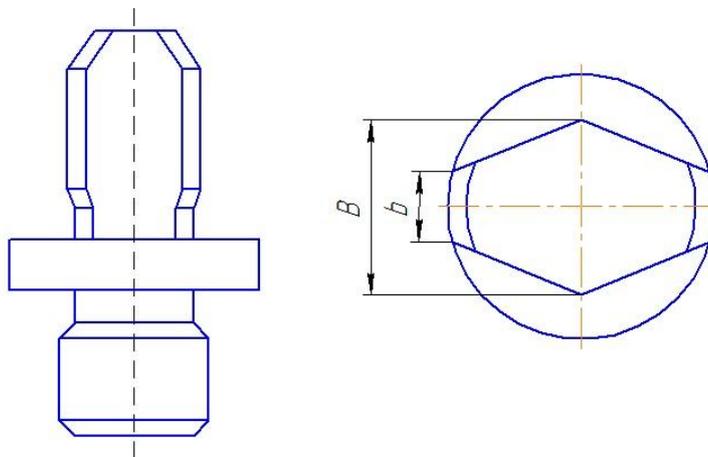


Рисунок 7 - Пальцы установочные срезанные постоянные (ГОСТ 12210-66)

При установке срезанного пальца его большую ось располагают перпендикулярно линии соединяющей центры двух установочных пальцев (рис.8)

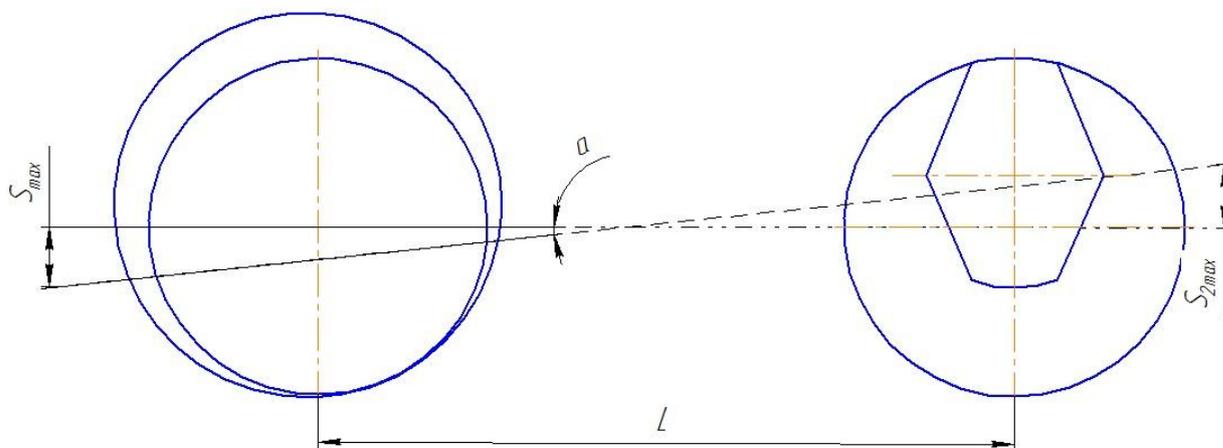


Рисунок 8 - Схема перекоса заготовки, установленной на два пальца

## 2 Оправки

С развитием точности и быстроходности машин повышаются требования к концентричности поверхностей деталей. Во многих случаях допустимая несоосность поверхностей менее 0,01 мм. Эта точность достигается применением центрирующих устройств приспособлений.

Рассмотрим некоторые из них так называемые **жёсткие оправки**.

**Конические оправки** - применяются для получения высокой концентричности обрабатываемых поверхностей при выполнении отделочных операций.

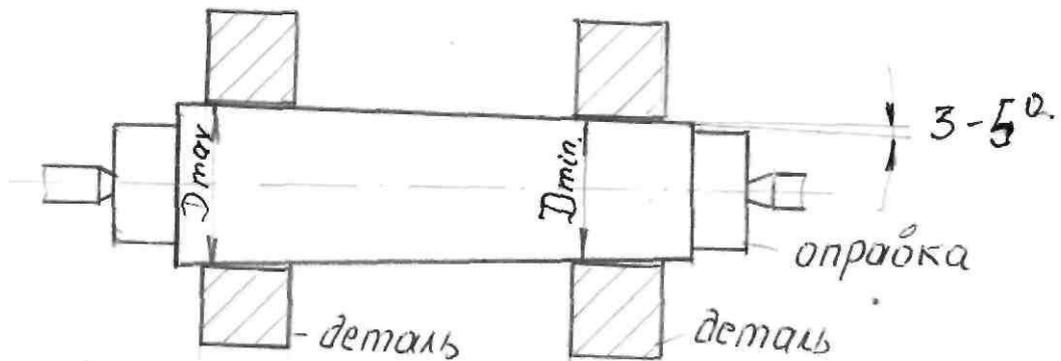


Рисунок 9- Коническая оправка

Деталь закрепляется лёгкими ударами торца о деревянную подкладку. Отверстие в заготовке выполняется по качеству H6 - H7. Вследствие расклинивающего действия заготовка прочно удерживается от проворота при обработке; точность центрирования 0,005 - 0,01 мм.

К недостаткам оправки относится неопределённость положения заготовки, что исключает возможность работы по настройке.

Рабочая поверхность оправки выполняется по качеству Is6. Оправки этого типа применяются в условиях единичного и мелкосерийного производства.

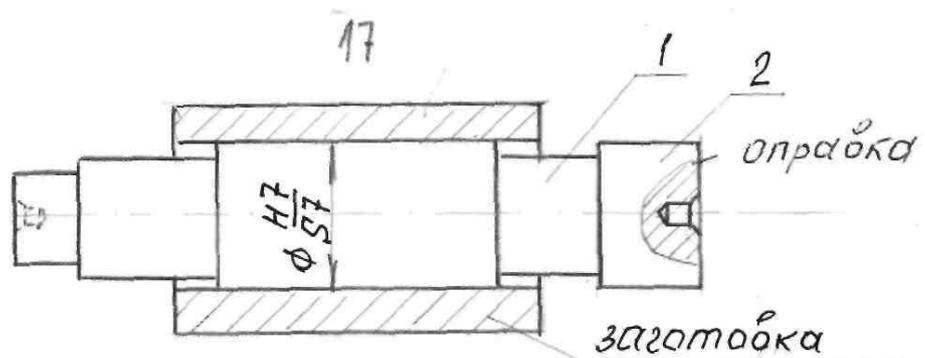


Рисунок 10- Оправка с натягом

Здесь представлена оправка, на которую обрабатываемая заготовка насаживается с натягом. Используя упорные подкладные кольца при запрессовке, заготовку точно ориентируют по длине оправки. Если на оправке сделать кольцевую выточку поз.1, то можно подрезать оба торца заготовки. Шейка поз.2 направляющая она служит для свободной посадки заготовки от руки, точность центрирования на такой оправке 0,005 - 0,01 мм.

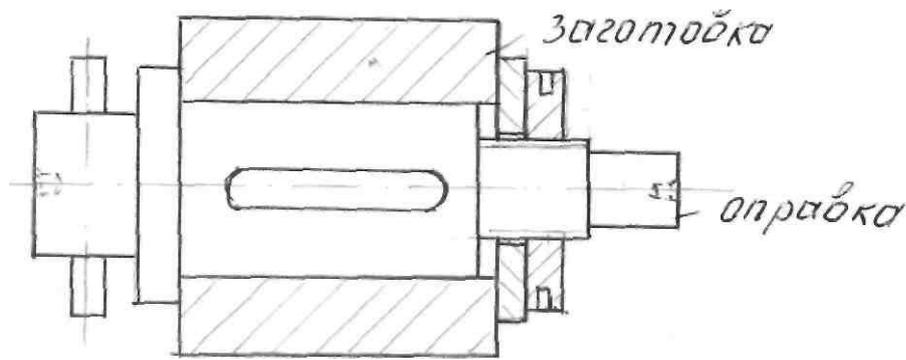


Рисунок 10- Оправка с зазором

На такую оправку заготовку сажают с зазором. Положение заготовки по длине определяется буртиком оправки её провёртывание предупреждается затяжкой гайки или шпонкой (при наличии на заготовки шпоночной канавки).

Для этих оправок базовые поверхности заготовки рекомендуется обрабатывать по качеству H7. Точность центрирования зависит от зазора и обычно не превышает 0,02—0,03 мм.

Материал оправок сталь 20X, с цементацией на глубину 1,2—1,5мм и Закалкой HRC 55—60 един.

Рабочая поверхность шеек шлифуется до Ra 0,65 чистоты. На центральных гнёздах предусматриваются фаски или подвнутрение для защиты от случайных повреждений.

Для передачи момента на конце оправки предусматривается квадрат, лыски или поводковый палец. Оправки диаметром свыше 80 мм делают для облегчения полыми.

### Расчет приспособления на точность

При обработке деталей на металлорежущих станках должен выдерживаться технологический допуск на выполняемый размер. Величина этого допуска обусловлена погрешностями

$$\delta = \varphi \left( \sum \Delta_i \right) = \sqrt{(\Delta_y)^2 + (\Delta_H)^2 + \varepsilon_{\text{доп.}}^2 + 3(\Delta_H)^2 + 3(\Delta_T)^2 + \sum \Delta_\phi} \quad (1)$$

где  $\Delta_y$  – погрешности обработки вследствие деформаций технологической системы под действием сил резания;

$\Delta_H$  – погрешность настройки режущего инструмента на размер;

$\varepsilon_{\text{доп.}}$  – погрешность положения заготовки относительно настроенного на размер инструмента, включает  $\varepsilon_6, \varepsilon_3, \varepsilon_{\text{пр}}$ .

$\Delta_H$  – погрешность от размерного износа инструмента;

$\Delta_T$  – погрешность вследствие температурной деформации технологической системы.

$\sum \Delta_\phi$  – суммарная погрешность формы обрабатываемой поверхности в результате геометрических погрешностей станка и деформации жестких заготовок.

Пояснение к формуле (1) :

Величины  $\Delta_y, \Delta_H, \dots, \Delta_T$  – представляют собой поле рассеяния случайных величин.

$\sum \Delta_\phi$  – постоянная величина для всей партии обрабатываемых деталей

Суммирование случайных величин производится по теоретико-вероятностному методу.

Начальная формула:

$$\delta = t \sqrt{\lambda_1 (\Delta_y)^2 + \lambda_1 (\Delta_H)^2 + \lambda_1 (\varepsilon_{\text{доп.}})^2 + \lambda_2 (\Delta_H)^2 + \lambda_2 (\Delta_T)^2 + \sum \Delta_\phi}$$

$t = 3$  – коэффициент, определяющий долю возможного брака (~ 0.27%). Зависит от числа деталей в партии и вероятности  $P (0.9; 0.95; 0.99)$ .

$\lambda_1$  и  $\lambda_2$  – коэффициенты, зависящие от закона распределения случайных величин.

$\lambda_1 = \frac{1}{9}$  – для закона нормального распределения (закон Гаусса);

$\lambda_2 = \frac{1}{3}$  – для закона равной вероятности.

Технологический допуск  $\delta$  – это конструкторский допуск (табличный) минус погрешность измерения (или калибра).

Из формулы (1)  $\varepsilon_{\text{доп}}$  равно:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \sqrt{(\delta - \sum \Delta_{\phi})^2 - (\Delta_{\nu})^2 - (\Delta_{\text{И}})^2 - 3(\Delta_{\text{И}})^2 - 3(\Delta_{\text{T}})^2} \quad (2)$$

Величина  $\varepsilon_{\text{доп}}$  – характеризует ДОПУСТИМУЮ точность положения заготовки относительно настроенного на размер инструмента и необходимую для обеспечения допуска  $\delta$ .

$\varepsilon_{\text{доп}}$  – включает в себя погрешность базирования, погрешность закрепления и погрешность самого приспособления.

Составляющие формулы (2) находятся по справочной литературе по технологии машиностроения.

Величина допустимой погрешности положения заготовки при приближенном расчете может находиться по формуле:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = T - \omega \quad (2a)$$

где  $T$  – величина конструкторского (табличного) допуска на выдерживаемый размер;

$\omega$  – табличное значение средней экономической точности. Находится по таблицам справочников по технологии машиностроения.

Для годного приспособления должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{\text{доп}} \geq \varepsilon_{\text{факт}} \quad (3)$$

где  $\varepsilon_{\text{факт}}$  – фактическая погрешность положения заготовки.

Величина  $\varepsilon_{\text{факт}}$  подсчитывается до изготовления и установки на станке приспособления (на стадии проектирования) – при выборе схемы базирования, способа закрепления, выбора установочных элементов.

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} \quad (\text{при } t = 3, \lambda = \frac{1}{9}) \quad (4)$$

где  $\varepsilon_{\text{б}}$  – погрешность базирования;

$\varepsilon_{\text{з}}$  – погрешность закрепления;

$\varepsilon_{пр}$  – погрешность приспособления, обусловленная неточностью изготовления приспособления, неточностью установки его на станке и износом его установочных элементов.

$$T - \omega \geq \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

Если выполняется следующее условие, то приспособление пригодно для выполнения данной операции.

Если условие  $\varepsilon_{доп} \geq \varepsilon_{факт}$  не выполняется при проектировании приспособления, то нужно искать способы уменьшения  $\varepsilon_{факт}$ , а именно:

- 1)  $\varepsilon_6$  , или 2)  $\varepsilon_3$  , или 3) или всех трех составляющих вместе.
- Погрешности  $\varepsilon_6$  и  $\varepsilon_3$  рассматривались в лекциях 3 и 4.

ПОГРЕШНОСТЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ –  $\varepsilon_{пр}$ .

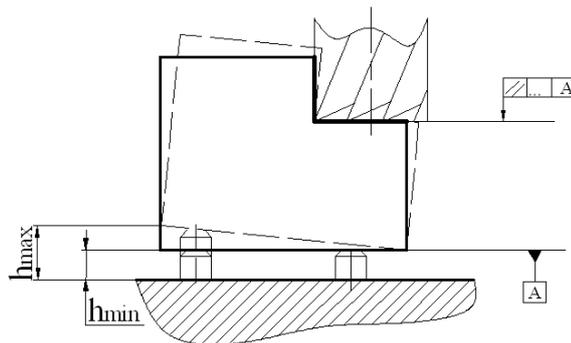
$$\varepsilon_{пр} = f(\varepsilon_{изг.}, \varepsilon_u, \varepsilon_{ст.}),$$

где  $\varepsilon_{изг.}$  – погрешности изготовления и сборки установочных элементов приспособления;

$\varepsilon_u$  – погрешности, вызванные износом установочных элементов;

$\varepsilon_{ст.}$  – погрешности вследствие неточности установки приспособлений на станке.

Составляющая  $\varepsilon_{изг.}$  – характеризует неточность положения установочных элементов приспособления относительно станка или режущего инструмента.



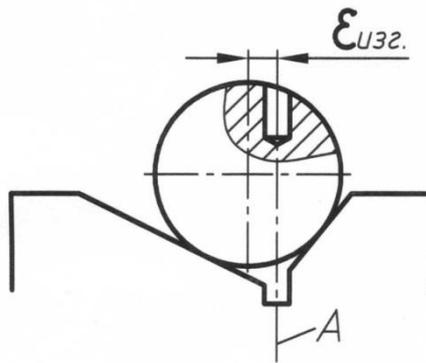


Рисунок 11 – Пример погрешностей, возникающих при изготовлении приспособления

При использовании одного приспособления это – систематическая погрешность, которая может устраняться поднастройкой станка.

При использовании нескольких одинаковых приспособлений (приспособления дублиеры, приспособления спутники) эта величина не компенсируется настройкой станка и полностью входит в состав  $\epsilon_{пр}$ . Например: несколько одинаковых приспособлений на многопозиционном или многошпиндельном станке.

Технологические возможности изготовления приспособлений позволяют обеспечить  $\epsilon_{изг.}$  в пределах до 15 мкм, а для прецизионных приспособлений до 10 мкм.

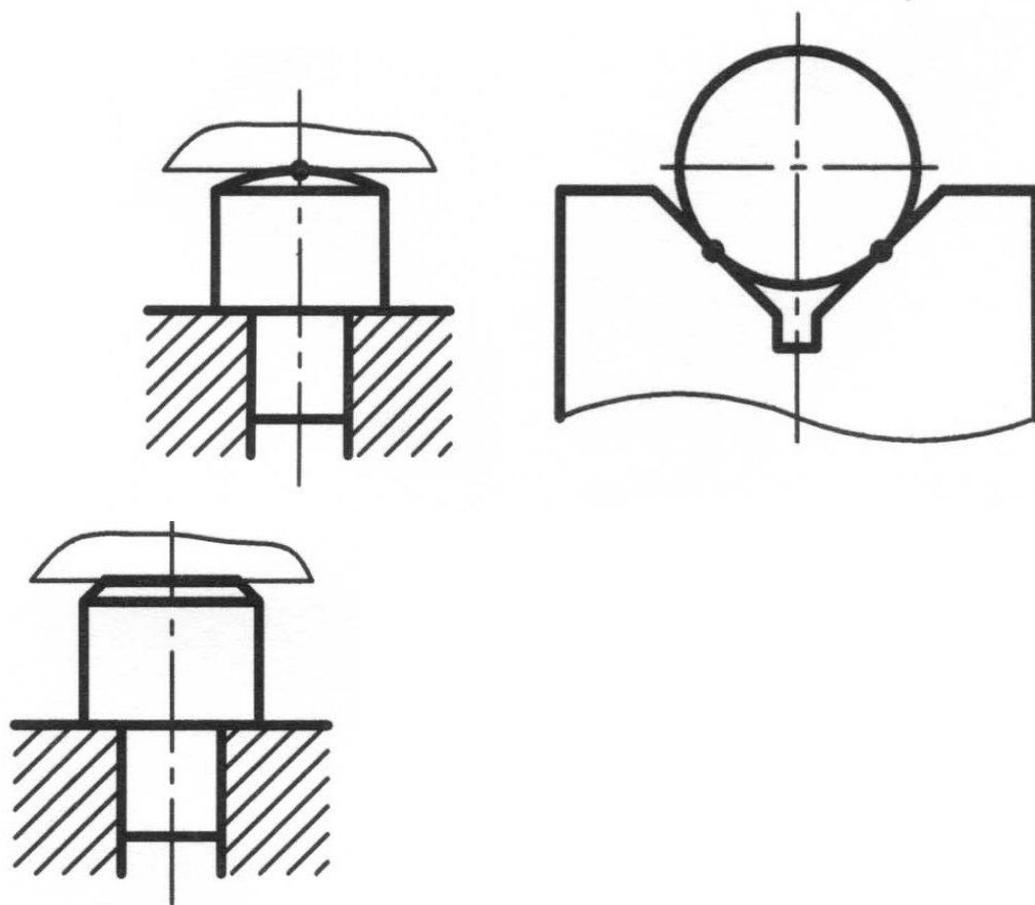
$\epsilon_{изг.}$  – определяется исходя из назначенных конструктором допусков.

2) Составляющая  $\epsilon_u$  – характеризует износ установочных элементов приспособления.

Величина износа установочных элементов зависит от программы выпуска изделий, т.е. времени работы приспособления, их конструкции и размеров, материала и массы заготовки, состояния ее баз, условий установки заготовки в приспособление.

Больше всего изнашиваются установочные элементы, имеющие малую площадь контакта с заготовкой: постоянные и регулируемые опоры, призмы.

Менее интенсивно изнашиваются опорные пластины и круглые пальцы.



а) б) в)

Рисунок 12 – Износ опор приспособления: наибольший – опорных штырей со сферической головкой (а) и призм (б); опорных штырей с плоской головкой

Поверхности заготовок со следами окалины или формовочного песка сильнее изнашивают установочные элементы, чем обработанные поверхности.

Сильнее изнашиваются опоры из конструкционных и легированных сталей (20, 20Х, 45).

Углеродистые инструментальные стали (У8А) снижают износ на 10-15%.

Хромирование установочных элементов снижает износ в 2 – 3 раза.

Оснащение твердым сплавом в 7 – 10 раз.

Величину износа контролируют и по достижении допустимой величины опоры меняют.

$\epsilon_{изг.}$  – это случайная, закономерно изменяющаяся величина (закон равной вероятности).

Значения  $\epsilon_u$  находятся расчетом по справочной литературе.

3) Составляющая  $\epsilon_{ст.}$  – выражает погрешность установки приспособления на станке.

Например: несовпадение оси приспособления и оси стола фрезерного станка, что приводит к перекосу обрабатываемого шпоночного паза на валу.

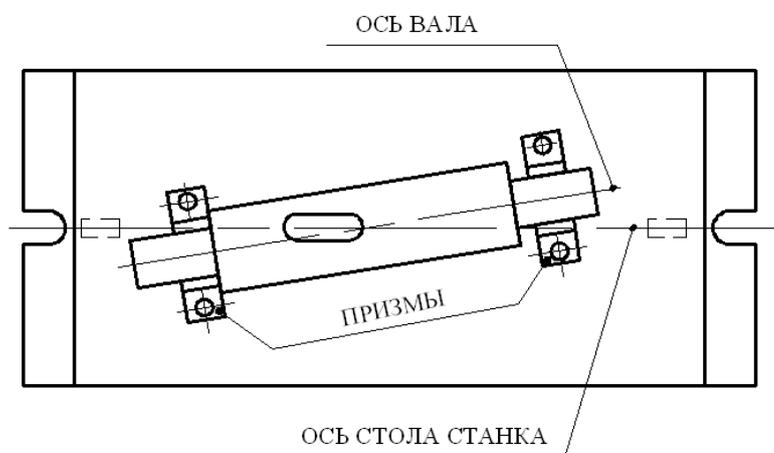


Рисунок 13 – Возникновение погрешности установки приспособления на станке

При нескольких приспособлениях на агрегатных станках смещение приспособлений от требуемого положения приводит к рассеянию размеров.

В массовом производстве, при неизменном закреплении приспособления на станке, величина  $\varepsilon_{ст.}$  доводится выверкой до определенного допустимого значения и является постоянной величиной. Может компенсироваться настройкой станка.

При использовании нескольких приспособлений – компенсировать невозможно (приспособления - спутники, многопозиционные приспособления).

В серийном производстве приспособления периодически меняют при переходе на обработку новой партии деталей. Величина  $\varepsilon_{ст.}$  в этом случае становится некомпенсируемой, т.е. случайной, т.к. каждый раз приспособления не выверяют, а ставят по посадочным местам на пальцы, шпонки и т.д.

При частой смене приспособлений происходит износ посадочных мест.

Величина  $\varepsilon_{ст.}$  составляет в среднем 10 – 20 мкм.

$\varepsilon_{ст.}$  определяются исходя из назначенных допусков на соединительные размеры.

Суммирование величин

Серийное производство: одно приспособление, но частая переналадка:

$$\varepsilon_{пр.} = t\sqrt{\lambda_1 \cdot \varepsilon_{ст.}^2 + \lambda_2 \cdot \varepsilon_u^2} + \varepsilon_{изг.} = \sqrt{3\varepsilon_{ст.}^2 + \varepsilon_u^2} + \varepsilon_{изг.}$$

$t = 3$  – коэффициент, определяющий долю возможного брака;

$\lambda_1 = 1/9$  – коэффициент для кривой Гаусса.

$\lambda_2 = 1/3$  – коэффициент для кривой равной вероятности;

$\varepsilon_{изг.}$  – постоянная величина, учитываемая при настройке станка.

Массовое производство:

а) одно приспособление на каждом станке:

$$\varepsilon_{пр.} = \varepsilon_u,$$

т.к.  $\varepsilon_{изг.}$  и  $\varepsilon_{ст.}$  компенсируются настройкой станка и выверкой приспособления.

б) многоступенчатое приспособление на станке:

$$\varepsilon_{пр.} = \sqrt{\varepsilon_{изг.}^2 + 3\varepsilon_u^2}$$

в) приспособления спутники на автоматических линиях или несколько одинаковых приспособлений на станке:

$$\varepsilon_{пр.} = \sqrt{\varepsilon_{изг.}^2 + 3\varepsilon_u^2 + \varepsilon_{ст.}^2}$$

Пути уменьшения погрешностей  $\varepsilon_{изг.}$ ,  $\varepsilon_u$ ,  $\varepsilon_{ст.}$

$\varepsilon_{изг.}$

– погрешности изготовления и сборки установочных элементов приспособления:

– ужесточение допусков на изготовление и сборку установочных элементов;

→ – обработка установочных элементов (опорных площадок) в сборе с корпусом приспособления.

$\varepsilon_u$

– погрешности, вызванные износом установочных элементов:

– применение более износостойких материалов для опор;

– предварительная обработка заготовок (дробеструйная, механическая обработка).

– применение правильной конструкции опор; контроль износа.

$\varepsilon_{ст.}$

– погрешности вследствие неточности установки приспособлений на станке:

– компенсация настройкой станка (серийное производство);

– ужесточение допусков на соединительные размеры (массовое производство, спутники и многопозиционные приспособления);

– односторонний выбор зазоров при установке приспособления на станок.

Конечной целью расчета приспособления на точность является определение величины  $\varepsilon_{пр.}$ , а именно  $\varepsilon_{изг.}$ . Это можно сделать используя неравенство (3), т.е.  $\varepsilon_{доп} \geq \varepsilon_{факт}$  и уравнение (2) или (  $2^a$  ) и уравнение (4).

Предварительно подсчитывают  $\varepsilon_{б}, \varepsilon_{з}$  в уравнении (4).

Зная,  $\varepsilon_{изг.}$  назначают допуски на изготовление деталей приспособления, влияющих на точность обработки заданной заготовки (детали).

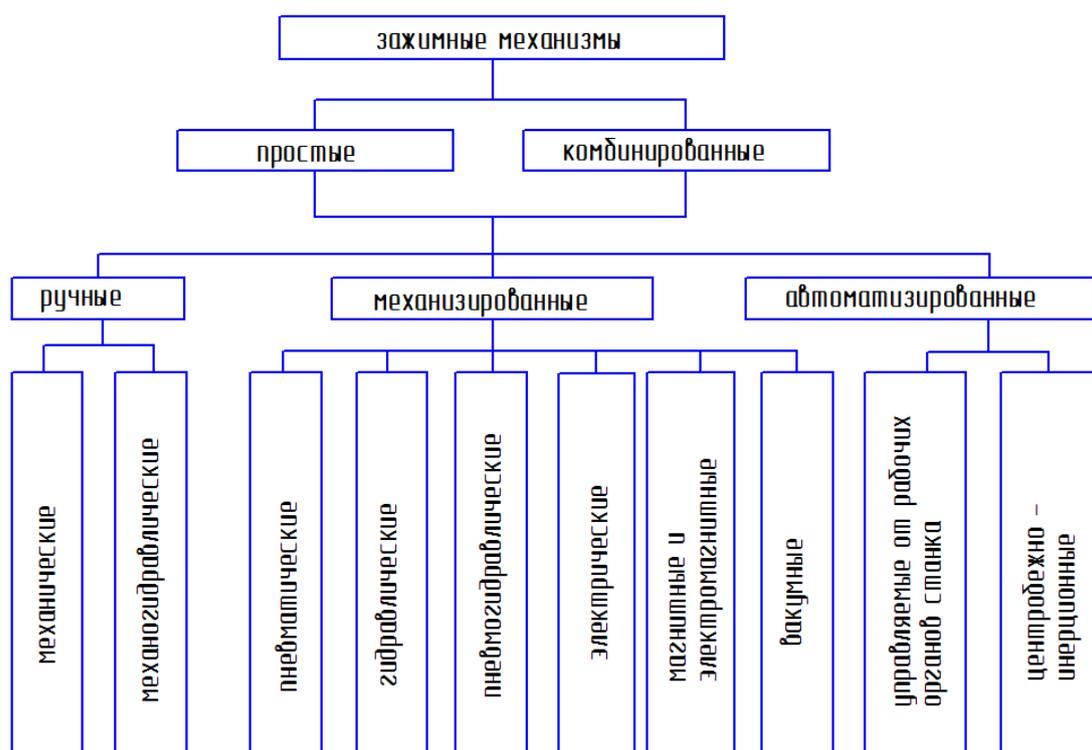
**Виды зажимных механизмов и их назначение**

Рисунок 19 – Классификация зажимных механизмов

Зажимные механизмы приспособлений делят на простые (элементарные) и комбинированные механизмы. К простым механизмам относят: винтовые, клиновые и клиноплунжерные, эксцентриковые, рычажные, шарнирно-рычажные, пружинные. Комбинированные механизмы состоят из нескольких заблокированных последовательно простых механизмов.

В зависимости от источника исходной силы и способа управления зажимные механизмы делят на ручные, механизированные и автоматизированные механизмы.

4 Ручные зажимные устройства – механизмы, требующие для работы применения мускульной силы рабочего. Рекомендуемая область их применения единичное и мелкосерийное производство.

Механизированные зажимные устройства – механизмы, работающие от силового привода. В функцию рабочего входит управление силовым приводом. Механизированные зажимные устройства рекомендуется применять в серийном и массовом производствах.

Автоматизированные зажимные устройства – механизмы, работающие в автоматическом режиме от силового привода, от перемещающихся частей станков, от сил резания или центробежных сил вращающихся масс. Зажим и раскрепление заготовки осуществляется без участия рабочего. Автоматизированные зажимные устройства применяют в крупносерийном и массовом производствах.

## Винтовые зажимы

Винтовые зажимы - широко используются в приспособлениях с ручным закреплением заготовок. Они отличаются простотой конструкции, низкой стоимостью, высокой надежностью. Используются для непосредственного зажима, а также в сочетании с другими механизмами. Непосредственный зажим заготовки 1 осуществляется либо винтом 3, при неподвижной резьбовой втулке 2 (рис.20), либо зажим заготовки 4 гайкой 6, при неподвижной шпильке 5 (рис.20).

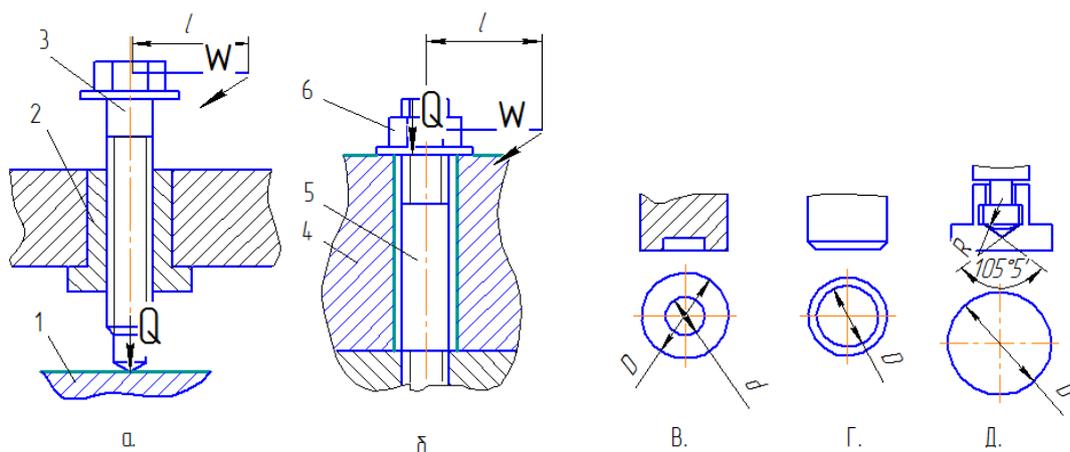


рис. 5.1

Рисунок - 20 Конструкции винтовых зажимов

Опорные торцы зажимных винтов могут иметь конструкцию сферической пяты (рис.5.1, а), кольцевой пяты (рис.5.1, в), плоской пяты (рис.5.1, г) или неподвижной пяты (рис.5.1, д). Исходную силу  $W$  на рукоятке, необходимую для создания силы зажима  $Q$  можно рассчитать по формуле: ,

$$WL = QR_{cp}tg(\alpha + \varphi) + M_{тр}$$

где  $W$ - исходная сила на рукоятке, Н;  
 $l$ — расстояние от оси вращения до места приложения исходной силы, мм;

$R_{cp}$  - средний радиус резьбы, мм;

$\alpha$  - угол подъёма резьбы, град;

$\varphi$  - угол трения в резьбовой паре, град;

$M_{тр}$  - момент трения на опорном торце, мм.

Величина  $M_{тр}$  зависит от конструкции пяты зажимного винта:

для сферической:

$$M_{тр} = 0,$$

$$M_{тр} = \frac{1}{3} Qf \left( \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)$$

для кольцевой пяты и гайки:

для винтов с плоской пятой:  $M_{тр} \frac{1}{3} QfD$

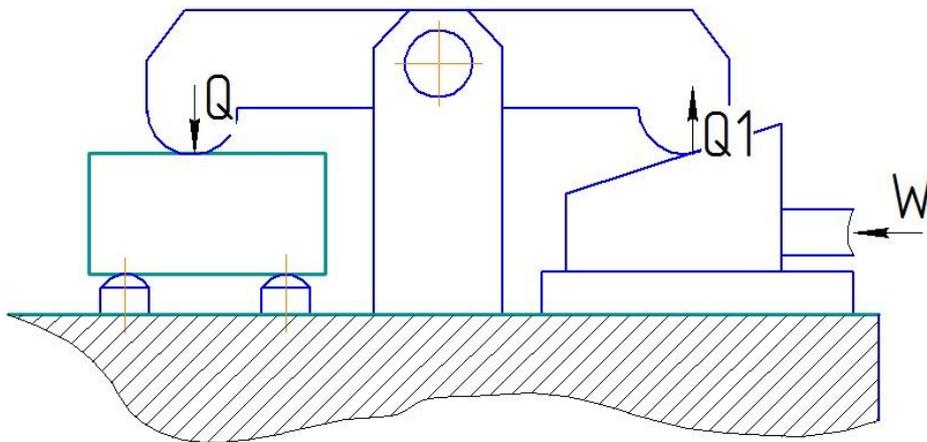
для неподвижной:  $M_{тр} \frac{1}{3} Qf \cdot ctg \frac{\beta}{2}$

В формулах  $f$  - коэффициент трения пяты винта по поверхности заготовки.

### Клиновые

Широкое распространение в зажимных приспособлениях получил клин, это объясняется его простотой, компактностью, надежностью. Применение в зажимном механизме клина обеспечивает: увеличение исходной силы привода, перемену направления исходной силы, самоторможение механизма.

Обычный плоский клин в качестве самостоятельного ручного зажима применяют редко. Чаще такие клинья используются в качестве усиления зажима в комбинации с винтовым механизмом или механизированными приводами (рис.21)



4

Рис.21

Зажим клином можно осуществлять по схеме непосредственного контакта (рис.22) или по схеме передачи силы зажима через плунжер (рис.23).

Первая схема (рис.22) применима в том случае, если поверхность детали достаточно ровная и чистая, и, если она удобна, доступна для рабочей части клина. Для зажима заготовки по грубо обработанной поверхности для уменьшения плоскости контакта предусматривается промежуточная деталь в виде плунжер (рис.23). В силовом отношении разница между схемами незначительная, если не считать, что во второй схеме часть усилия расходуется на преодоление силы трения плунжер.

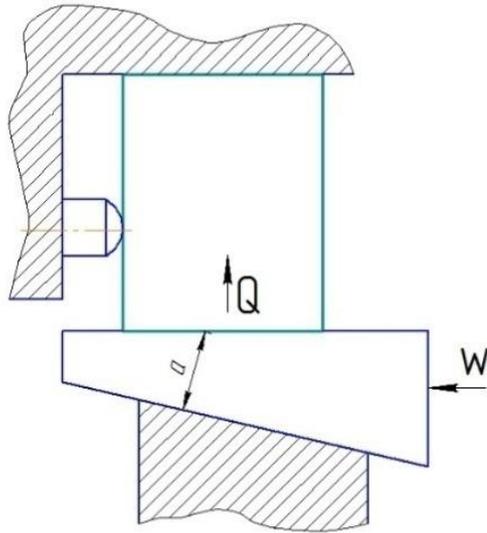


рис. 22

Рисунок 22

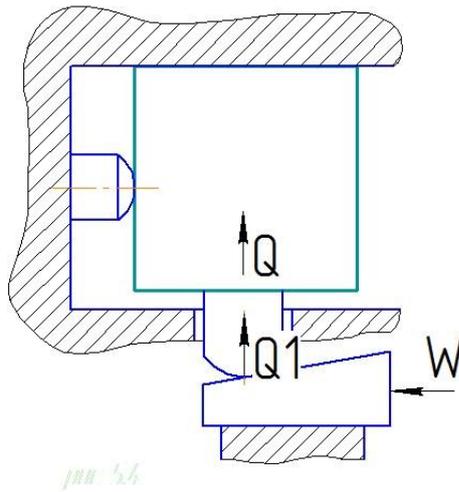


рис. 23

Рисунок 23

Задачу нахождения усилия при заданном усилии можно решить исходя из условия равновесия клина (рис.24).

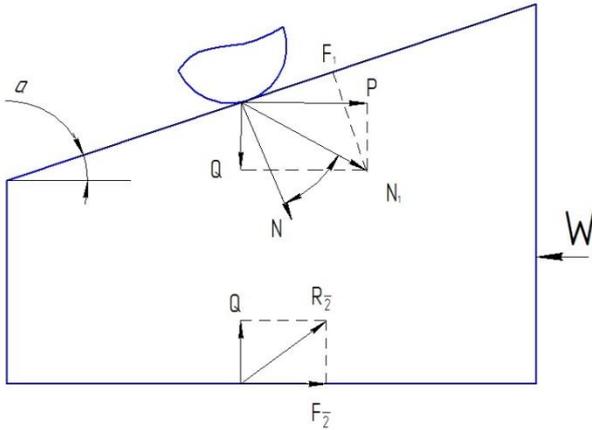


Рисунок 24

Конечной формулой для расчета силы развиваемой клином будет:

$$W = Q[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1],$$

где  $\varphi$  - угол трения между наклонной поверхностью клина и звеном,  
 $\varphi_1$  - угол трения между клином и опорой.

Недостаток рассматриваемого механизма - большие потери на трение. С установкой роликов (рис.5.6) эти потери снижаются, а сила зажима возрастает приблизительно на 30...50%).

При использовании роликовых опор углы трения в формуле необходимо заменить приведенными

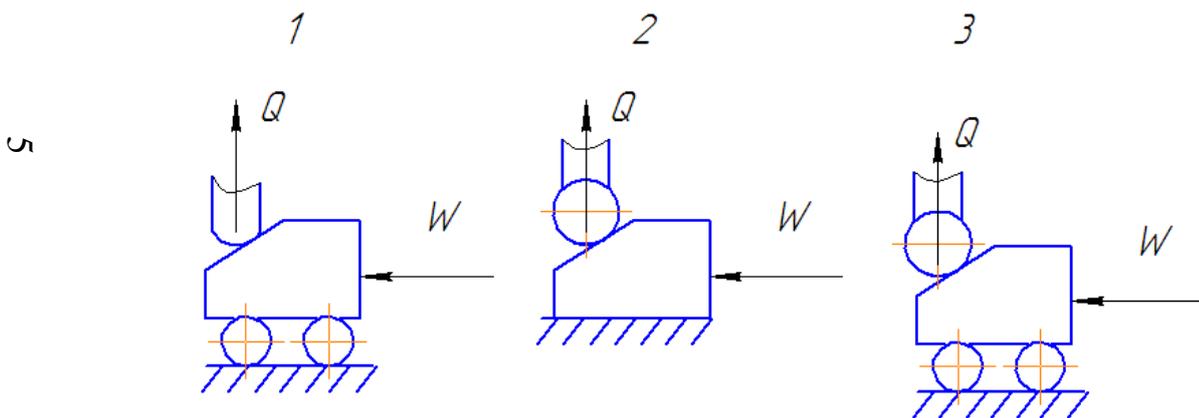


Рисунок 25

1.

$$W = Q[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_{1\text{пр}}],$$

2.

$$W = Q [tg(\alpha + \varphi_{пр}) + tg\varphi_1],$$

3.

$$W = Q [tg(\alpha + \varphi_{пр}) + tg\varphi_{1пр}],$$

$\alpha$

В зависимости от угла  $\alpha$  клин может работать как усилитель если  $\alpha=20\dots100$  или использоваться для изменения направления действия силы  $\alpha=200\dots450$

### Клиноплунжерные

В зажимных механизмах приспособлений клин, как правило, работает совместно с плунжером. Рассмотрим две схемы одноплунжерных механизмов усилителей: с консольным (рис.26) и с двухпорным плунжером (рис.27)

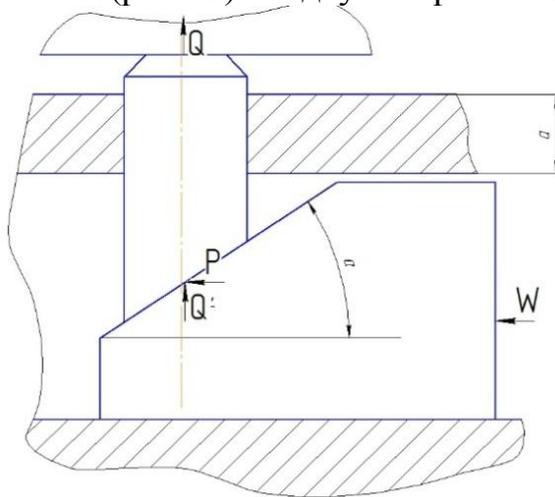


Рисунок 26

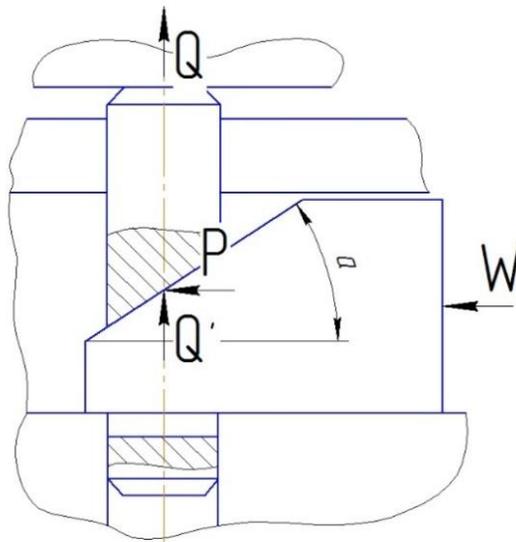


Рисунок 27

Консольный плунжер под действием силы  $P$  перекашивается в пределах зазора направляющих (Рис. 28). Давление плунжера на направляющие распределяется по закону треугольника. Равнодействующие этих давлений удалены на  $1/3$  катета  $a/2$  от вершины прямого угла, т.е. расстояние между силами  $N$  равно  $2/3a$ . При условии равновесия плунжера сумма моментов сил  $P$  и  $N$  относительно точки  $O$  равна

$$Pl - N \frac{2}{3} a = 0$$

Движению плунжера вверх препятствуют силы трения

Сумма проекций всех сил на вертикальную ось плунжера равна

$$F = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_3$$

откуда

$$Q' = \frac{Q}{1 - \frac{2l}{a} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \operatorname{tg} \varphi_3}$$

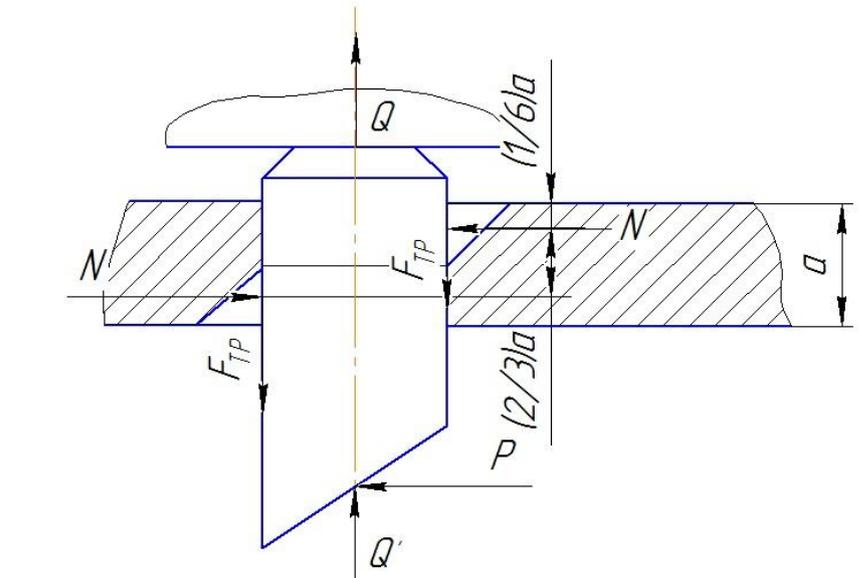


Рисунок 28

### Рычажные

Рычажные зажимы используют в виде двухплечного рычага в сочетании с различными силовыми источниками.

Конструктивные разновидности рычагов многообразны, однако все они сводятся к трем силовым схемам (рис.29)

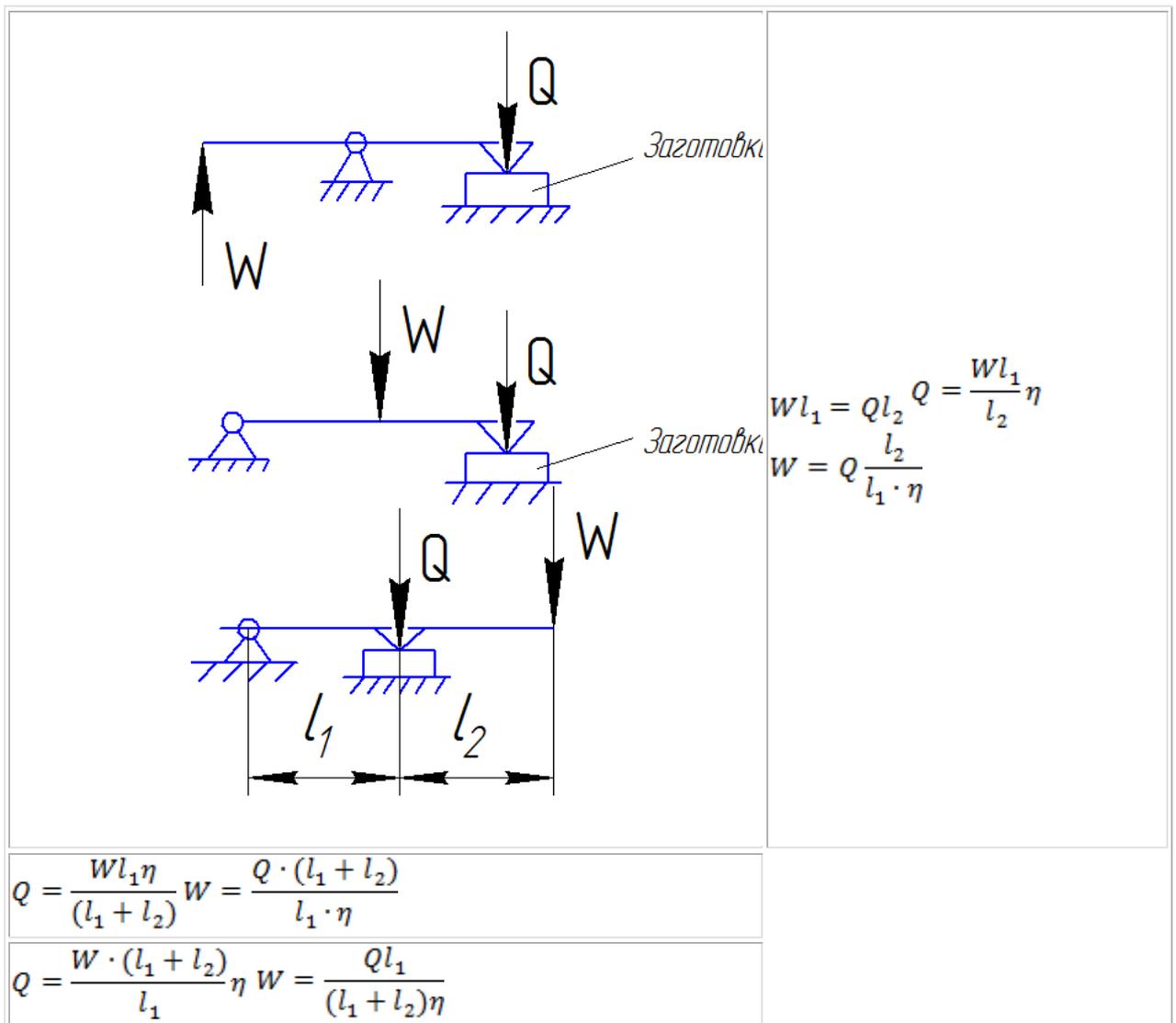


Рисунок 29

1) Первый механизм обладает наибольшей универсальностью. Работает как усилитель и изменяет направление исходной силы.

2) Второй механизм всегда работает с потерей исходной силы. Обеспечивает наибольшую компактность приспособления.

3) Третий механизм имеет лучшие силовые характеристики.  $Q > W$ , но закрывает часть поверхности заготовки, делая их недоступными для обработки. Увеличиваются габаритные размеры приспособления, что ведет к повышению стоимости и использованию станков с нерационально большой рабочей зоной. Применяют редко.

Учебное занятие 12  
**Правила направления и приложения сил зажима в приспособлении**

Требования, предъявляемые к зажимным механизмам.

1. Зажим не должен вызывать смещение заготовки, нарушая её положение, достигнутое базированием.

2. Зажим не должен деформировать заготовку, портить её поверхности.

3. Закрепление и открепление заготовок должно производиться с минимальной затратой сил и времени. При использовании ручных зажимных устройств усилие руки не должно превышать 150Н.

4. Зажимные устройства по возможности не должны воспринимать силы резания.

5. Зажимные устройства должны быть надежными в работе, простыми по конструкции и удобны в обслуживании.

Выполнение данных требований связано с правильным определением величины, направления и места положения сил зажима.

При выборе направления действия силы необходимо учитывать следующие правила:

1. Для обеспечения контакта заготовки с опорным элементом и устранения возможного ее сдвига зажимное усилие следует направлять перпендикулярно к поверхности опорного элемента.

2. При базировании по нескольким базовым поверхностям сила зажима должна быть направлена на тот установочный элемент, с которым заготовка имеет наибольшую площадь контакта;

3. Направление силы зажима должно совпадать с направлением веса заготовки и с направлением силы резания (рис.14).

5

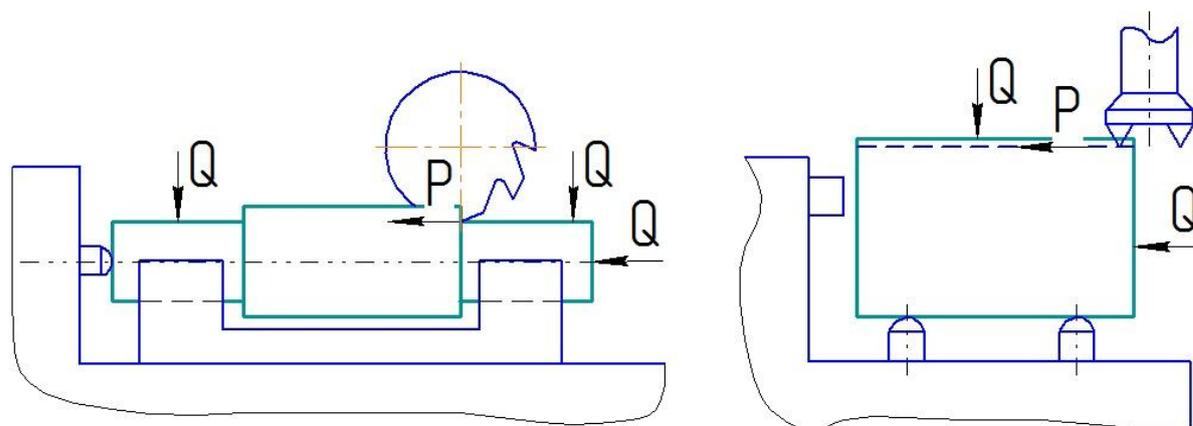


Рисунок 14

При выборе места приложения силы зажима необходимо учитывать следующие правила:

1. Для того, чтобы сила зажима не сдвигала и не опрокидывала заготовку необходимо, чтобы точка приложения силы проектировалась на установочный элемент или в многоугольник, образованный линиями, соединяющими установочные элементы (рис.15) – лежала на участке поверхности заготовки, параллельной поверхности установочного элемента воспринимавшего нагрузку (рис.16).

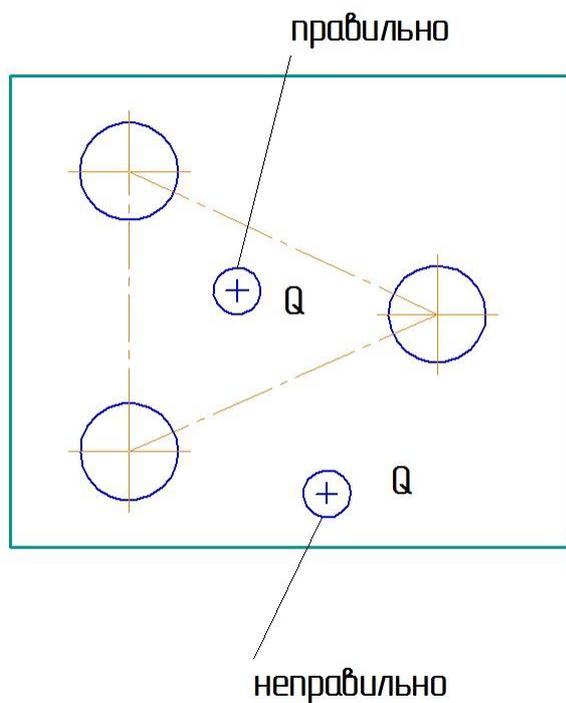


Рисунок 15

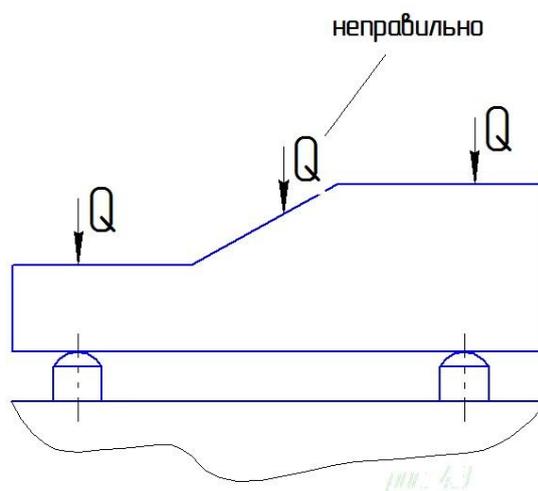


Рисунок 16

2. Сила зажима с реакциями опор не должна создавать изгибающих моментов, деформирующих заготовку (рис.17).

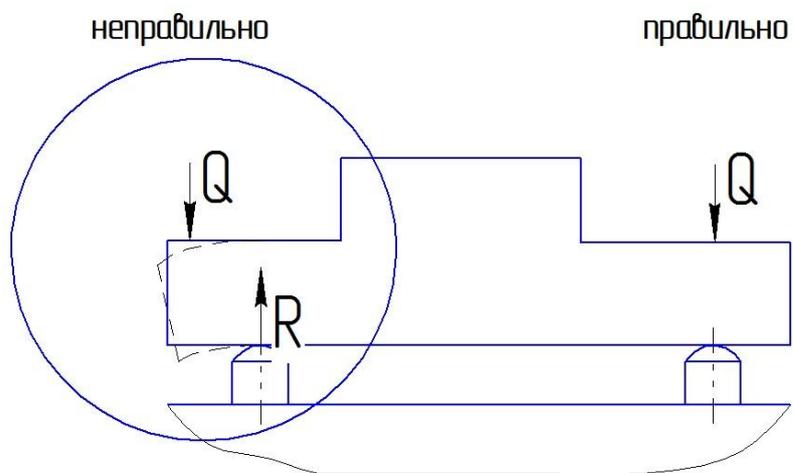


Рисунок 17

3. Точка приложения силы зажима должна находиться по возможности ближе к месту обработки.

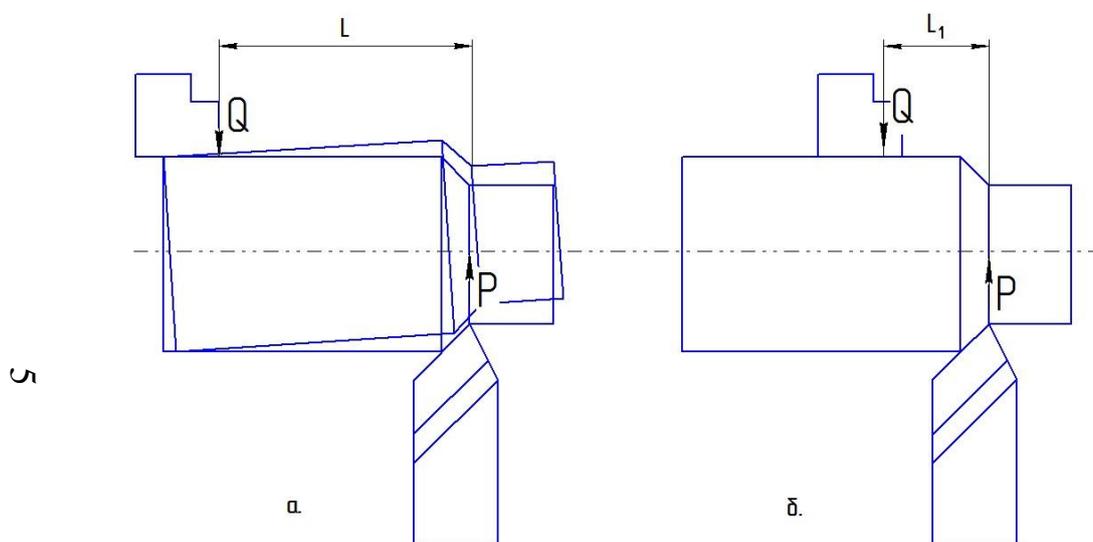


Рисунок 18

## Расчёт сил закрепления заготовок в приспособлении

Силы  $P$ , необходимые для закрепления заготовки, должны предотвратить возможный отрыв заготовки от установочных элементов приспособления, сдвиг или поворот ее под действием сил  $R$  резания и обеспечить надежное закрепление в процессе обработки. Силы резания и их моменты ( $M$ ) определяют по формулам теории резания или по данным нормативных справочников. Сила резания зависит от твердости обрабатываемого материала, режимов резания, инструментов и других факторов. Силы закрепления должны быть достаточными с некоторым коэффициентом запаса  $K$ , который рассчитывают как произведение коэффициентов, учитывающих условия обработки.

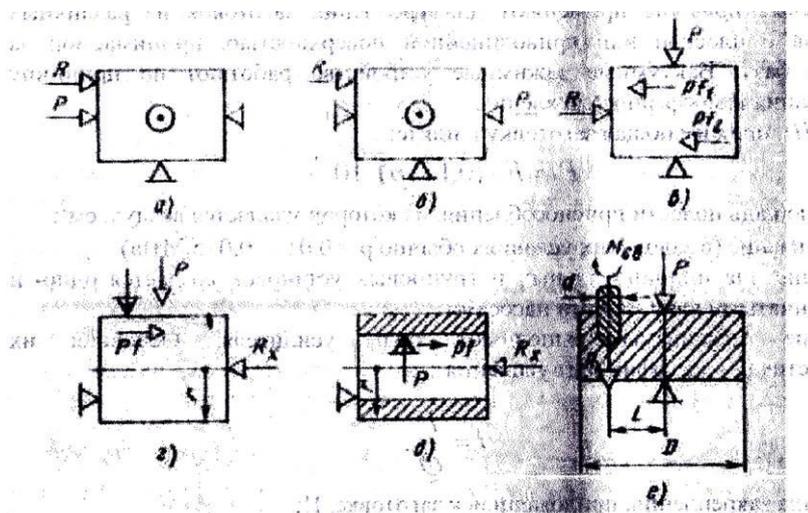


Рисунок 30- Схемы приложения сил зажима

При конструировании приспособлений необходим расчет сил зажима. Расчетные силы являются исходными данными для проведения расчетов на прочность элементов зажимных устройств и силовых приводов.

Требуемые силы зажима определяются исходя из анализа взаимодействия сил резания, закрепления и их моментов.

На рис. 30а силы закрепления  $P$  и резания  $R$  имеют одинаковое направление и действуют на опору (опорная база). В этом случае  $P$  будет минимальна. Она не должна превышать  $R$ .

На рис. 30б силы имеют противоположное направление, тогда  $P = K \cdot R$ , где  $K$  — коэффициент запаса;  $R$  — сила резания,  $H$ .

На рис. 30 в силы направлены взаимно перпендикулярно, и силе резания противодействуют силы трения на опорах  $Pf_2$ , а в точке закрепления —  $Pf_1$ . В этом случае  $Pf_1 + Pf_2 = K \cdot R$ , откуда  $P = KR / (f_1 + f_2)$ , где  $f_1$  и  $f_2$  — коэффициенты трения.

На рис. 30г показана заготовка, закрепленная в трехкулачковом самоцентрирующем патроне и находящаяся под действием момента резания  $M$  и осевой составляющей сил резания  $R_x$ . Момент  $M$  стремится повернуть заготовку вокруг оси, а осевая сила  $R_x$  — сдвинуть ее вдоль оси. Силу закрепле-

ния  $P$  рассчитывают по формуле  $P = KM/(3fr)$ , где  $K$  — коэффициент запаса;  $M$  — момент силы резания, Н\*мм;  $f$  — коэффициент трения;  $r$  — радиус заготовки, мм.

После расчета силы  $P$  проверяют, возможен ли осевой сдвиг заготовки.

На рис. 30 д заготовка закреплена на цанговой оправке, сила закрепления  $P = KM/(f, r)$ .

На рис. 6, е заготовка закреплена на кольцевой опоре, и просверливаемое отверстие имеет диаметр  $d$ . Сила закрепления  $P = K2M_{св} r/(dfL)$ . Здесь  $M_{св}$  — момент сверления, Н-мм;  $r$  — радиус, мм (в данном случае  $r = D/2$ , где  $D$  — диаметр заготовки);  $d$  — диаметр сверла;  $f$  — коэффициент трения;  $L$  — плечо, мм.

При установке заготовки на предварительно обработанную поверхность  $f$  принимают равным 0,1 - 0,15, на необработанную поверхность - 0,2 - 0,3, а при установке на штыри с рифленой поверхностью 0,5 - 0,7.

Учебное занятие 18  
Выбор механизированных приводов станочных приспособлений,  
меры безопасности

Учебное занятие 11  
Расчет приводов зажимных устройств

1 Вакуумные приводы

Принцип действия вакуумного привода основан на непосредственной передаче атмосферного давления закрепляемой заготовке (рис.31). Для создания избыточного атмосферного давления под опорной поверхностью заготовки 1 в приспособлении 3 предусматривают камеру Б с вакуумом. Вакуум создают насосом. Например, поршневой одноступенчатый насос может создать вакуум 0,005 МПа. Для герметизации соединения заготовки с приспособлением применяют резиновые уплотнения 2. Эти уплотнения позволяют получить в полости Б вакуум порядка 0,01...0,015 МПа.

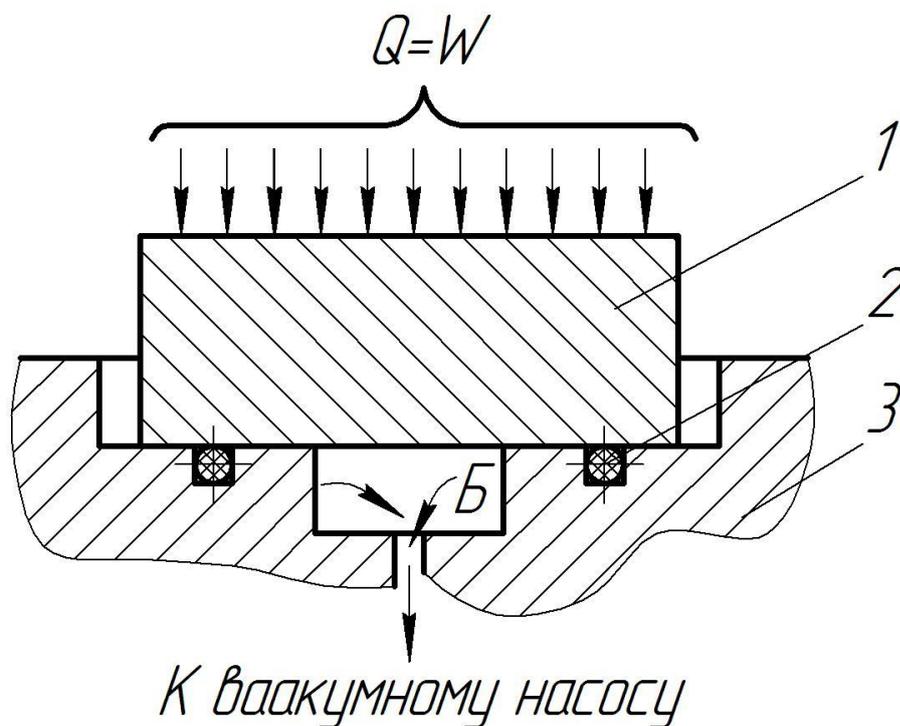


Рисунок 31 - Схема вакуумного привода

Величину силы зажима  $Q$  (по величине  $Q=W$ ), развиваемого вакуумным приводом, определяют по формуле:

$$Q=W=F_n \cdot P_u \cdot \lambda$$

где  $F_n$  - полезная площадь (ограниченная уплотнениями);

$P_u$  - избыточное давление (разница атмосферного и остаточного);

$\lambda$  - коэффициент герметичности = 0,8...0,85

Вакуумные приводы весьма эффективны для крепления заготовок типа пластин на операциях шлифования.

## 2 Электромагнитные и магнитные приводы.

Электромагнитные и магнитные зажимные устройства выполняют преимущественно в виде плит и планшайб для закрепления стальных и чугунных заготовок с плоской базой. На рис.32 показана схема плиты, в корпусе 1 которой заключены электромагниты 6. Заготовку 5 устанавливают на крышку 2. В крышке выполнены полюсы 3, округленные изоляцией 4 из немагнитного материала (латунь, нержавеющая сталь, эпоксипласт). Толщина изоляции обычно не превышает 5мм. Магнитный поток замыкается через заготовку, проходя через корпус и крышку плиты. Удерживающая сила возникает в местах контакта заготовки с полюсами и крышкой плиты.

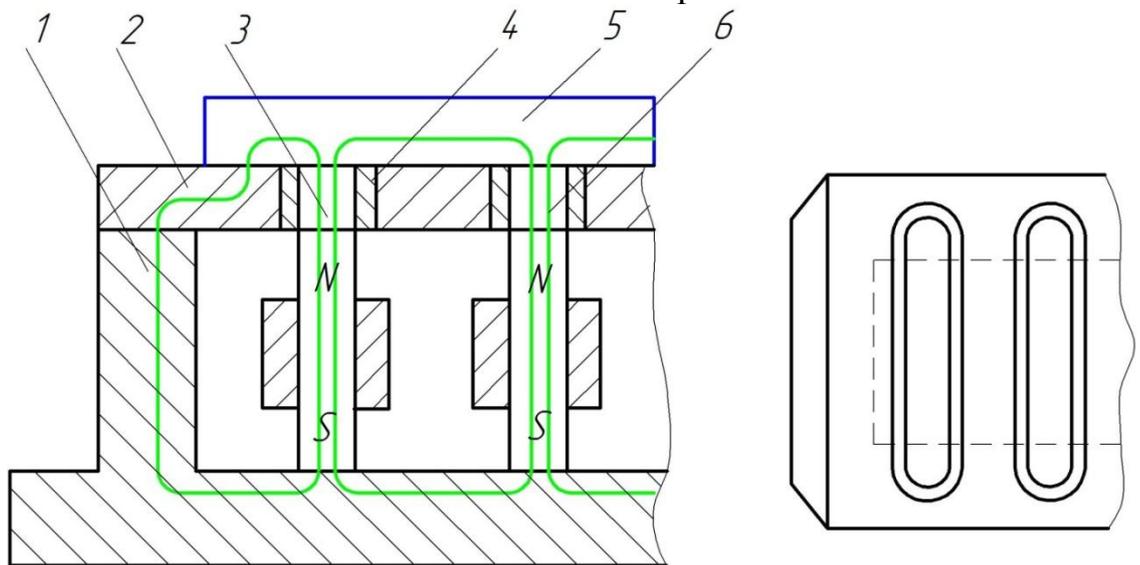


Рисунок 32 Электромагнитная плита.

Сердечники электромагнитов и полюса крышки изготовляют из стали 10, а остальные детали плит - из сталей 10 и 15 или из чугуна СЧ12. Рабочая поверхность плиты шлифуется до  $Ra=0,63-0,32\text{мкм}$ ; отклонение от прямолинейности не должно превышать 0,02мм на длине 300мм. Питание электромагнитных плит производится постоянным током (номинальное напряжение 24, 48, 110 и 220 В) от моторгенераторов, меднозакисных (корпусных) или селеновых выпрямителей.

На рис.33 показана магнитная призма для закрепления цилиндрических заготовок. При горизонтальном положении поворотного постоянного магнита 4 магнитный поток проходит через обе щеки призмы 3, разделенные немагнитной пластиной 2, и через заготовку 1. При вертикальном положении магнита поток замыкается в корпусе призмы и заготовку можно снимать.

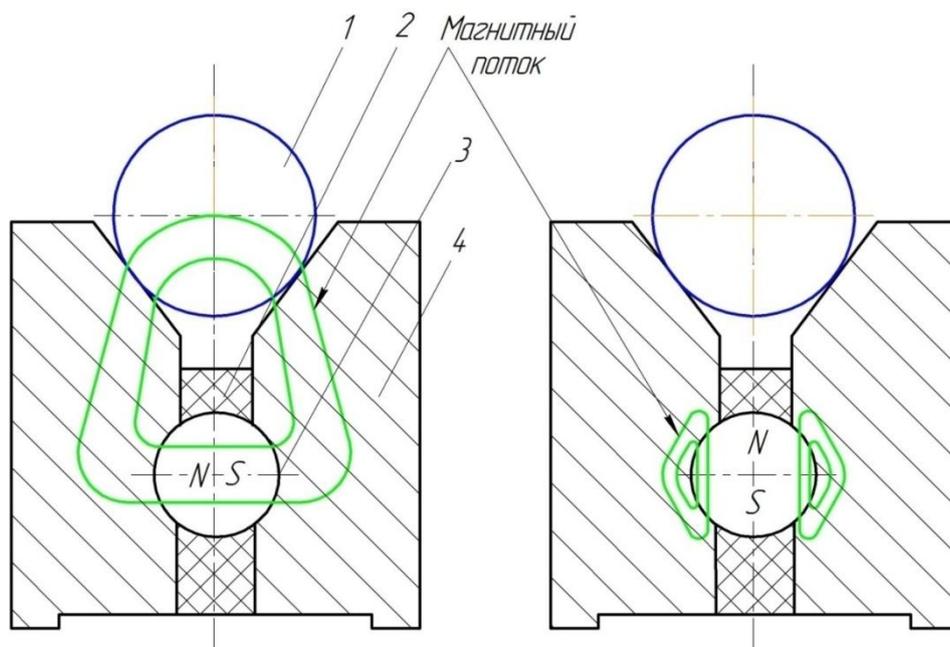


Рисунок 33. Призма с постоянным магнитом

Магнитные и электромагнитные зажимные устройства повышают производительность труда (иногда в 10-15 раз) за счет снижения вспомогательного и основного времени (при многоместной обработке). Они могут многократно использоваться, что сокращает номенклатуру приспособлений и повышает коэффициент оснащенности операций.

Удерживающая удельная сила, развиваемая как электромагнитом, так и магнитными приспособлениями, достигает 1,0 МПа.

Расчет исходного усилия  $W$  привода, равного зажимному усилию  $Q$ , можно производить по формуле:

$$Q=W=Fn \cdot P_m \cdot \lambda,$$

где  $F$  - полезная площадь соприкосновения заготовки с поверхностью приспособлений, мм<sup>2</sup>;

$n$  - удельная сила, развиваемая эл.магнитным или магнитным приводом,  $P_m=0,35$ МПа;

$\lambda$  - коэффициент, учитывающий потери из-за неплотности прилегания заготовки к приспособлению,  $\lambda=0,9$ .

### Электромеханический привод.

Электромеханический привод позволяет получать значительные и стабильные силы закрепления, отличается быстродействием, хорошо поддается автоматизации. Он находит широкое применение в агрегатных станках и автоматических линиях. Структурная схема такого привода приведена на рис.34. В общем случае он состоит из источника питания (цеховая электросеть со стабилизатором напряжения); электродвигателя 1 от вала которого через редуктор 2 и муфту 3 передается вращение на винт 4, перемещающий связанную со штоком зажимного устройства гайку 5. При достижении тре-

буемой силы затяжки муфта срабатывает и двигатель отключается. Пружина б служит для регулирования крутящего момента.

Открепление заготовки производится реверсированием двигателя (как правило, используют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором мощностью от 0.18 до 7.5 кВт). Зная передаваемый крутящий момент  $M$ , можно определить силу предварительной затяжки пружины

$$P_n = \frac{M}{r_{cp}} \operatorname{tg}(\alpha - \varphi),$$

где  $r_{cp}$  - средний радиус расположения кулачков муфты;

$\alpha = 30^\circ - 45^\circ$  - угол скоса зубьев муфты;

$\varphi$  - угол трения на поверхностях контакта зубьев.

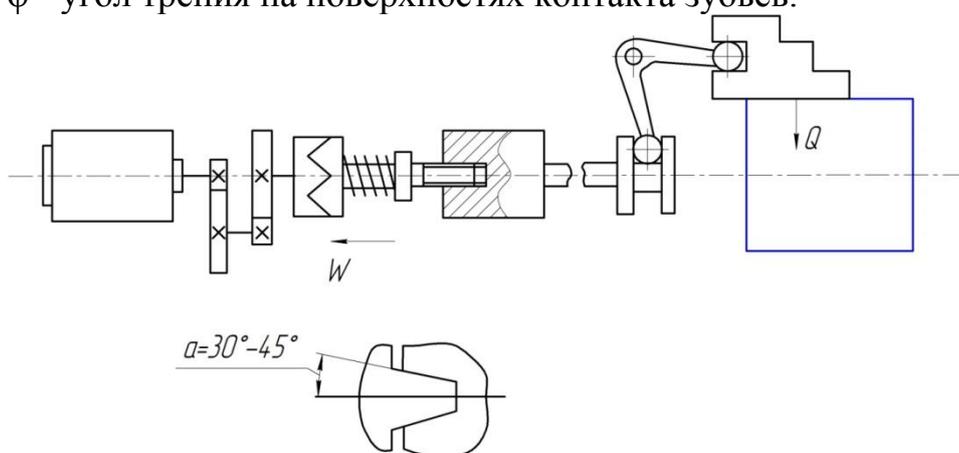


Рисунок 34 Схема электромеханического привода

## Учебное занятие 19

### Расчет приводов зажимных устройств

Пневматические приводы.

Силовые пневматические приводы состоят из пневмодвигателей, пневматической аппаратуры и воздухопроводов.

Пневматические силовые приводы разделяют по виду пневмодвигателя на пневматические цилиндры с поршнем и пневматические камеры с диафрагмами.

По способу компоновки с приспособлениями поршневые и диафрагменные пневмоприводы разделяют на встроенные, прикрепляемые и универсальные. Встроенные пневмоприводы размещают в корпусе приспособления и составляют с ним одно целое. Прикрепляемые пневмоприводы устанавливают на корпусе приспособления, соединяют с зажимными устройствами, их можно отсоединять от него и применять на других приспособлениях. Универсальный (приставной) пневмопривод - это специальный пневмоагрегат, применяемый для перемещения зажимных устройств в различных станочных приспособлениях.

Пневматические поршневые и диафрагменные пневмодвигатели бывают одно- и двустороннего действия. Пневмоприводы одностороннего действия применяют в тех случаях, когда при зажиме заготовки требуется сила, большая, чем при разжиме; пневмоприводы двустороннего действия - когда при зажиме и разжиме требуется большая сила, например в приспособлениях с самотормозящимися зажимными устройствами.

Пневмоприводы по виду установки делятся на не вращающиеся и вращающиеся. Не вращающиеся пневмоприводы применяют в стационарных приспособлениях, устанавливаемых на столах сверлильных и фрезерных станков, вращающиеся пневмоприводы - для перемещения зажимных устройств вращающихся приспособлений (патроны токарных станков). Пневмоприводы применяются также для зажимных устройств приспособлений, устанавливаемых на непрерывно или периодически вращающихся столах станков.

Преимущества:

1. Значительное сокращение времени на зажим и разжим (в 4-8 раз) вследствие быстроты действия (0,5- 1,2 с) пневмопривода;
2. Постоянство силы зажима заготовки в приспособлении;
3. Возможность регулирования силы зажима детали;
4. Простота управления зажимными устройствами приспособлений;
5. Бесперебойность работы пневмопривода при изменениях температуры воздуха в окружающей среде.

Недостатки пневматического привода:

Недостаточная плавность перемещения рабочих элементов, особенно при переменной нагрузке;

Небольшое давление сжатого воздуха в полостях пневмоцилиндра и пневмокамеры (0,39-0,49 МН/м (4-5 кгс/см));

Относительно большие размеры пневмоприводов для получения значительных сил на штоке пневмопривода.

Исходными данными для расчета зажимных устройств с пневматическими силовыми узлами являются: сила закрепления заготовки  $W$ , давление сжатого воздуха  $p$ , ход зажимного элемента  $L$  и время срабатывания  $t$ .

Пневматические поршневые приводы. В поршневых пневмоприводах одностороннего действия сжатый воздух подается только в полость А пневмоцилиндра и перемещает поршень 1 со штоком 3 вправо при зажиме заготовки. При разжиме детали поршень 1 со штоком 3 отводится влево пружиной 2, установленной на штоке, а воздух через золотник 4 крана 5 уходит в атмосферу. В поршневых пневмоприводах двустороннего действия сжатый воздух поочередно подается в обе полости А и Б пневмоцилиндра и перемещает поршень 1 со штоком 2 при зажиме и разжиме. Золотник распределительного крана 4 при повороте рукоятки производит последовательную подачу сжатого воздуха в полость А или Б пневмоцилиндра и выпуск воздуха из полостей в атмосферу

При расчете пневмоприводов определяют осевую силу на штоке поршня, зависящую от диаметра пневмоцилиндра и давления сжатого воздуха в его полостях. По заданной силе на штоке поршня и давлению сжатого воздуха определяют диаметр пневмоцилиндра. Расчет осевой силы на штоке поршневого привода производится по следующим формулам:

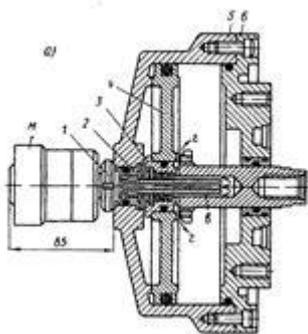
$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1 \quad \text{- для пневмоцилиндров одностороннего действия}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} \quad \text{- для пневмоцилиндров двустороннего действия при давлении сжатого воздуха на поршень в безштоковой полости:}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} \quad \text{- в штоковой полости:}$$

где  $D$  - диаметр пневмоцилиндра (поршня), см;  $d$  - диаметр штока поршня, см;  $p$  - давление сжатого воздуха  $p=0,39$  МПа;  $\eta=0,85-0,9$  - к.п.д., учитывающий потери в пневмоцилиндре;  $Q_1$  - сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня, Н.

Возвратная пружина на штоке при ее определенном сжатии (в конце рабочего хода поршня) должна оказывать сопротивление от 5 при больших до 20% при малых диаметрах пневмоцилиндра от силы на штоке пневмоцилиндра в момент зажима детали в приспособлении.



Найденный размер диаметра пневмоцилиндра округляют по нормали и по принятому диаметру определяют действительную осевую силу на штоке.

Пневмоцилиндры вращающиеся. Пневмоцилиндры с помощью воздухоподводящих муфт соединяются с сетью подачи сжатого воздуха. Вращающийся нормализованный пневмо-

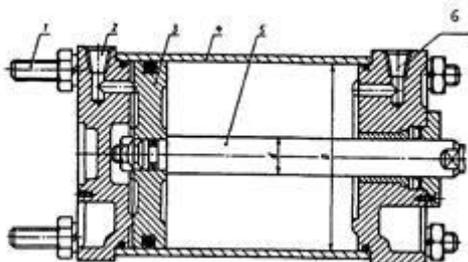
цилиндр и воздухоподводящая муфта М.

Пневмоцилиндр установлен на заднем конце шпинделя станка и вращается вместе с ним. На корпусе 5 пневмоцилиндра винтами закреплена крышка 6. Внутри корпуса 5 размещен поршень 4 со штоком 3. В корпусе установлен валик 2, закрепленный гайкой 1, на котором смонтирована воздухоподводящая муфта.

На поршне устанавливают уплотнения из маслостойкой резины. Утечке сжатого воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу препятствуют установленные в корпусе 5 и крышке 6 резиновые уплотнения и прокладки между корпусом и крышкой, а утечке воздуха из воздухоприемной муфты М - уплотняющие манжеты 11.

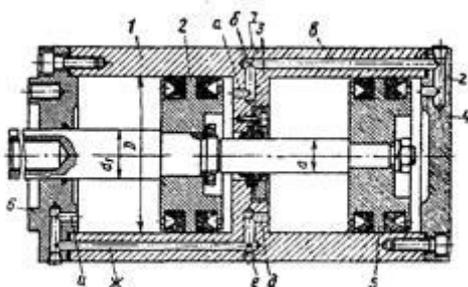
Стационарные пневмоцилиндры. Стационарными называют пневмоцилиндры, корпус которых жестко закреплен на приспособлении. Они предназначены для механизации и автоматизации станочных приспособлений. Стационарные пневмоцилиндры двустороннего действия стандартизованы.

По способу крепления к приспособлениям пневмоцилиндры подразделяют на четыре типа: с удлиненными стяжками; с фланцевым креплением; с лапками; с шарнирным креплением.



Стационарный пневмоцилиндр, который крепится к корпусу приспособления удлиненными стяжками. Уплотнения применяют в месте сопряжения поршня с корпусом цилиндра и на штоке; они осуществляются резиновыми уплотнениями У-образного сечения, кольцами круглого сечения и угловыми воротниковыми манжетами. Сжатый воздух подается в полости цилиндра через штуцеры, которые завинчены в резьбовые конические отверстия 2 и 6.

Сжатый воздух подается в полости цилиндра через штуцеры, которые завинчены в резьбовые конические отверстия 2 и 6.



Сдвоенный стационарный пневмоцилиндр с двумя поршнями на одном штоке. Такой пневмоцилиндр при рабочем ходе поршней создает осевую силу на штоке в 2 раза больше по сравнению с пневмоцилиндром с одним поршнем такого же размера. Корпус 1 пневмоцилиндра разделен перегородкой 3 на две части. На корпусе винтами закреплены крышки 4, 6. При подаче через штуцер в отверстии 7 сжатый воздух расходится по каналам а, в, г корпуса и поступал в правые полости цилиндра, давит на поршни 2 и 5 и перемещает их влево. В случае подачи через штуцер в отверстии е сжатый воздух расходится по каналам д, ж, и корпуса и, поступал в левые полости цилиндра перемещает поршни вправо.

При подаче через штуцер в отверстии 7 сжатый воздух расходится по каналам а, в, г корпуса и поступал в правые полости цилиндра, давит на поршни 2 и 5 и перемещает их влево. В случае подачи через штуцер в отверстии е сжатый воздух расходится по каналам д, ж, и корпуса и, поступал в левые полости цилиндра перемещает поршни вправо.

Цилиндры с двумя и тремя поршнями на одном штоке применяют в качестве пневмоприводов для стационарных и вращающихся приспособлений, когда требуется при небольшом диаметре цилиндра получить большую

силу на штоке, а конструкция станка или приспособлении не позволяет применить пневмоцилиндр большого диаметра.

$$Q = \frac{\pi \cdot (2D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}$$

- сила на штоке пневмоцилиндра с двумя поршнями при толкающем движении поршней со штоком

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{2}$$

-при тянущем движении поршней со штоком вправо с одинаковым диаметром штока

$$Q = \frac{\pi \cdot (2D^2 - d^2 - d_1^2) \cdot p \cdot \eta}{4}$$

- с разными диаметрами штоков

где D - диаметр поршня пневмоцилиндра; d1 и d - диаметры штока в полостях цилиндра; p - давление сжатого воздуха p=0,39 МПа; η=0,85-0,9 - к.п.д. пневмоцилиндра.

Уплотнения пневмоцилиндров. Основным условием работы пневмоцилиндра является его полная герметичность. Для герметизации пневмоцилиндров применяют уплотнения кольцевых зазоров в сопряжениях поршней с цилиндрами, штоков с отверстиями.

В пневмоцилиндрах применяют три типа уплотнителей:

- манжеты У-образного сечения из маслостойкой резины для уплотнения поршней и штоков;
- кольца круглого сечения из маслостойкой для уплотнения поршней и штоков;
- уголково-воротниковые манжеты из маслостойкой резины.

К пневматическим цилиндрам предъявляют следующие технические требования, они должны быть:

- герметичны и не допускать утечки сжатого воздуха при давлении воздуха p=0,58 МПа;
- проверены на прочность при давлении сжатого воздуха p=0,9 МПа;
- проверены на работоспособность; перемещение поршня со штоком из одного крайнего положения в другое в диапазоне рабочих давлений p=0,195-0,58 МПа должно происходить плавно, без рывков;

обеспечивать осевую силу, развиваемую поршнем со штоком цилиндра при его перемещении с давлением сжатого воздуха p=0,58 МПа, не менее 85% от расчетной силы

обеспечивать герметичность:

для цилиндров с уплотнением поршня манжетами не менее 400000 двойных ходов при длине хода, равной двум диаметрам цилиндра;

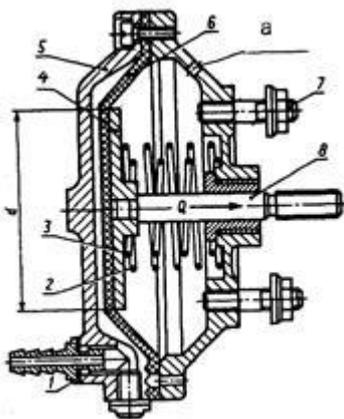
для цилиндров с уплотнением поршня кольцами круглого сечения не менее 150000 двойных ходов.

При применении У-образных манжет сопряжение поршня с цилиндром производится с посадкой H11/d11 с шероховатостью поверхности цилиндра Ra= 1,25 мкм. В случае использования колец круглого сечения осуществляют посадку с шероховатостью цилиндра Ra=0,32 мкм.

Диафрагменные пневмоприводы (пневмокамеры). Пневмокамеры с упругими диафрагмами бывают одно и двустороннего действия. В зависимости от способа компоновки с приспособлениями пневмокамеры подразделяют на универсальные, встраиваемые и прикрепляемые.

Нормализованная пневмокамера одностороннего действия с тарельчатой (выпуклой) диафрагмой, служащая для перемещения зажимных устройств при закреплении и раскреплении в стационарных приспособлениях. Пневмокамера состоит из корпуса 5 и крышки; между ними винтами зажата тарельчатая резиноканевая диафрагма 6, жестко прикрепленная к стальному диску 4, установленному на штоке 8. От распределительного крана сжатый воздух через штуцер 1 поступает в бесштоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 6 с диском и штоком вправо. Во время перемещения диафрагмы вправо воздух из штоковой полости через отверстие "а" уходит в атмосферу.

После обработки сжатый воздух из бесштоковой полости через распределительный кран выпускается в атмосферу. Пружины 2 и 3 отводят диафрагму с диском и штоком влево.

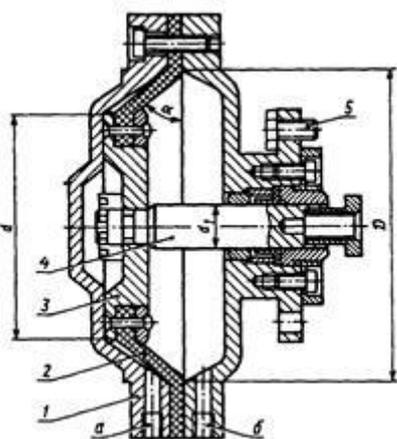


Пневмокамера крепится к корпусу приспособления шпильками 7.

Нормализованная пневмокамера двустороннего действия, применяемая для перемещения зажимных элементов приспособления в стационарных условиях. Корпус пневмокамеры состоит из двух крышек 1, между которыми винтами зажата тарельчатая резиноканевая диафрагма 2, жестко закрепленная кольцом с заклепками на стальном диске 3, который сидит на шейке штока и закреплен корончатой гайкой. Сжатый воздух через штуцер в отверстия "а" подается в бесштоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 2 с диском 3 и штоком 4 вправо. При этом шток через промежуточные звенья перемещает зажимные устройства приспособления и заготовка зажимается.

После обработки сжатый воздух через штуцер в отверстия "б" поступает в штоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 2 со штоком 4 в исходное положение. При этом шток через промежуточные звенья раздвигает зажимные элементы приспособления и деталь освобождается. В это время воздух из бесштоковой полости через штуцер в отверстия "а" поступает в распределительный кран и уходит в атмосферу. Пневмокамера

крепится к корпусу приспособления шпильками 5.



Корпус и крышку камеры одностороннего действия изготавливают из серого чугуна, алюминиевого сплава или штампуют из стали.

Тарельчатые диафрагмы изготавливают в пресс-формах из четырехслойной ткани бель-

тинг, с обеих сторон покрытой маслостойкой резиной. Плоские диафрагмы изготавливают из листовой технической резины.

Расчетные диаметры  $D$  диафрагм выбирают из ряда: 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм. Толщину диафрагмы  $h$  выбирают в зависимости от ее диаметра  $D$ :  $h=4-8$  мм.

Диаметр  $d$  опорных дисков принимают для резинотканевых диафрагм  $d=0.7D$  мм; для резиновых диафрагм  $d=D-2h-(2..4)$  мм.

Основными величинами, определяющими работу пневмокамеры, является сила  $Q$  на штоке и длина рабочего хода штока.

В пневмокамерах усилие на штоке меняется при перемещении штока от исходного положения в конечное. Оптимальная длина хода штока пневмокамеры, при котором сила  $Q$  изменяется незначительно, зависит от расчетного диаметра  $D$  диафрагмы, ее толщины  $h$ , материала, формы и диаметра  $d$  опорного диска диафрагмы.

Если перемещать шток пневмокамеры на всю длину рабочего хода, то в конце хода штока вся энергия сжатого воздуха будет расходоваться на упругую деформацию диафрагмы, и полезное усилие на штоке снизится до нуля. Поэтому используют не всю длину рабочего хода штока диафрагмы, а только ее часть, чтобы сила на штоке в конце хода составляла 80-85% силы при исходном положении штока.

Приблизительно сила на штоке пневмокамер одностороннего действия для тарельчатых (выпуклых) и плоских диафрагм из прорезиненной ткани:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D+d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1 \quad \text{- в исходном положении штока}$$

$$Q = \frac{0.75\pi \cdot (D+d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1 \quad \text{- после перемещения штока на длину } 0,3D$$

для тарельчатых и  $0,07D$  для плоских диафрагм

Сила  $Q$  на штоке пневмокамеры для плоских резиновых диафрагм при подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p}{4} - Q_1 \quad \text{- начальном положении штока}$$

$$Q = \frac{0.9\pi \cdot D^2 \cdot p}{4} - Q_1 \quad \text{- положении штока после перемещения на длину } 0,22D$$

0,22D

Оптимальная длина хода штока пневмокамеры одностороннего действия от исходного до конечного положения штока:

Для тарельчатой резинотканевой диафрагмы  
 $L=(0.25-0.35)D$

Для плоской резинотканевой диафрагмы  
 $L=(0.18-0.22)D$

Сила  $Q$  на штоке диафрагменной пневмокамеры двустороннего действия для тарельчатых и плоских резинотканевых диафрагм при подаче воздуха в бесштоковую полость:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} \quad - \text{ в исходном положении штока}$$

$$Q = \frac{0,75\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} \quad - \text{ после перемещения штока на длину } 0,3D \text{ для тарельчатых и } 0,07D \text{ для плоских диафрагм}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot [(D + d)^2 - d_1^2] \cdot p \cdot \eta}{16} \quad - \text{ сила } Q \text{ на штоке диафрагменной пневмокамеры двустороннего действия при подаче воздуха в штоковую полость:}$$

$$Q = \frac{0,75\pi \cdot [(D + d)^2 - d_1^2] \cdot p \cdot \eta}{16} \quad - \text{ после перемещения штока на длину } 0,3D \text{ для тарельчатых и } 0,07D \text{ для плоских резинотканевых диафрагм}$$

где  $D$  - диаметр диафрагмы внутри пневмокамеры, см;  $d$  - диаметр опорного диска диафрагмы,  $p$  - давление сжатого воздуха, МПа,  $Q_1$  - сопротивление возвратной пружины при конечном рабочем положении штока, Н;  $d_1$  - диаметр штока, см.

Пневмокамеры по сравнению с пневмоцилиндрами имеют ряд преимуществ:

1. Более просты по конструкции и стоят дешевле;
2. Требуют меньшей точности изготовления и чистоты обработанной поверхности;
3. При нормальных условиях эксплуатации диафрагменные пневмокамеры выдерживают до износа 500000 включений, а уплотнения деталей пневмоцилиндра - значительно меньше.
4. у пневмокамер одностороннего действия отсутствует утечка воздуха, а у пневмокамер двустороннего действия уплотнения применяют только на штоке.

Недостатками пневмокамер являются небольшая величина перемещения диафрагмы со штоком и уменьшение усилия на штоке пневмокамеры при его перемещении из исходного в конечное положение. Пневмокамеры применяют в тех случаях, когда требуется небольшой ход штока и меньшая осевая сила на штоке пневмокамеры.

## Виды направляющих элементов приспособлений. Область их применения

### Шаблоны, установовы и кондукторные втулки.

#### Шаблоны и установовы

При наладке и подналадке установка инструментов на рабочий наладочный размер с помощью пробных проходов и промеров занимает много времени. Для ускорения наладки станков и повышения ее точности в конструкцию приспособления вводят специальные элементы, определяющие положение инструментов, соответствующее рабочему наладочному размеру. Такими элементами являются **шаблоны** и **установовы**. Применение шаблонов типично для токарных работ, а **установов** - для фрезерных. Повышение производительности труда достигается в этом случае за счет сокращения времени на техническое обслуживание в норму времени на операцию.

Широкое распространение в конструкциях фрезерных приспособлений получили **установовы** для наладки на размер фрез. **Установовы** помещаются на приспособлении так, чтобы они не мешали при установке и обработке детали, но в тоже время, чтобы к ним был свободный допуск инструмента.

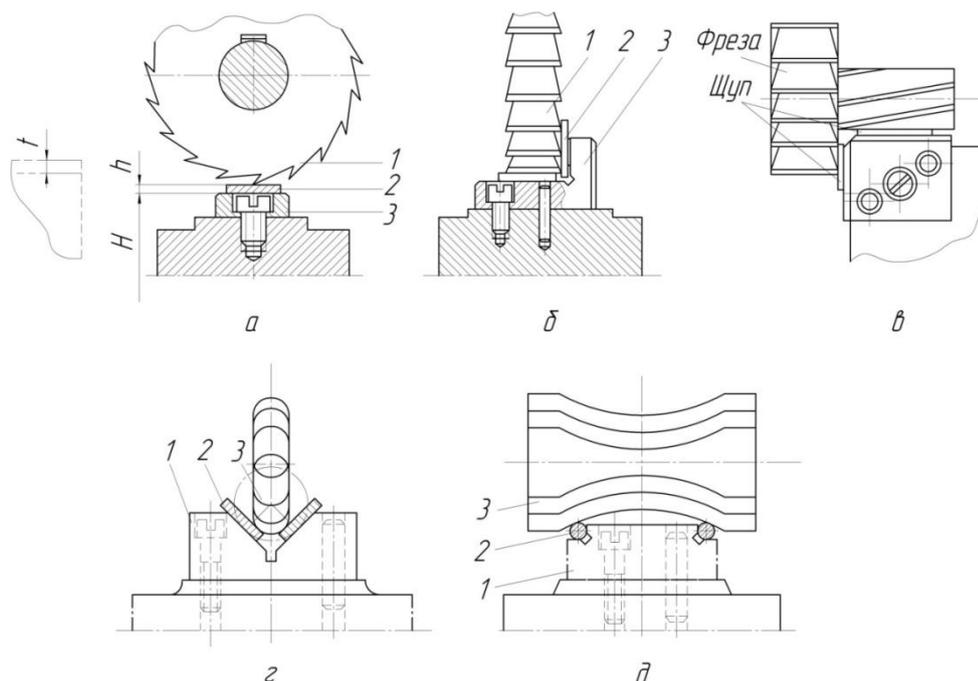


Рисунок 35

На рис.35а показана конструкция установова для установки фрезы в одном направлении, при фрезеровании верхней плоскости заготовки. На рис.35б,в показаны схемы установки фрезы в двух направлениях (например, при фрезеровании шпоночного паза нужно выставить инструмент на размер по глубине паза и соосно с заготовкой). На рис.35г,д показаны конструкции установов для настройки положения фасонных фрез.

В процессе наладки станка между установом и фрезой помещают щупы, который должен плотно, но без зацемяления входить в зазор. Непосредственное соприкосновение фрезы с установом недопустимо во избежании его повреждениа как в момент наладки, так и при обработке заготовки.

Изготавливают шаблоны и установки из сталей У7А или 20Х, цементируют на глубину 0,8...1,2 мм и закаливают до твердости НРС 55...60. Толщину щупа принимают 2...3мм, погрешность настройки 0,02...0,003мм.

### Кондукторные втулки

Кондукторные втулки применяют для определения положения и направления разнообразных осевых инструментов при обработке отверстий: сверл, зенкоров, разверток и т.д. Они определяют положение оси инструмента относительно установочных элементов приспособления и повышают его радиальную жесткость. При этом отпадает необходимость в разметке, за счет чего повышается точность расположения отверстий и производительность труда. Повышение жесткости инструмента позволяет повысить точность диаметра отверстия, уменьшить его увод, позволяет работать на более высоких режимах резания.

Различают втулки постоянные с буртиком (рис.36б) и без буртика (рис.36а), сменные (рис.37а,б,в) и быстросменные (рис.37г,д).

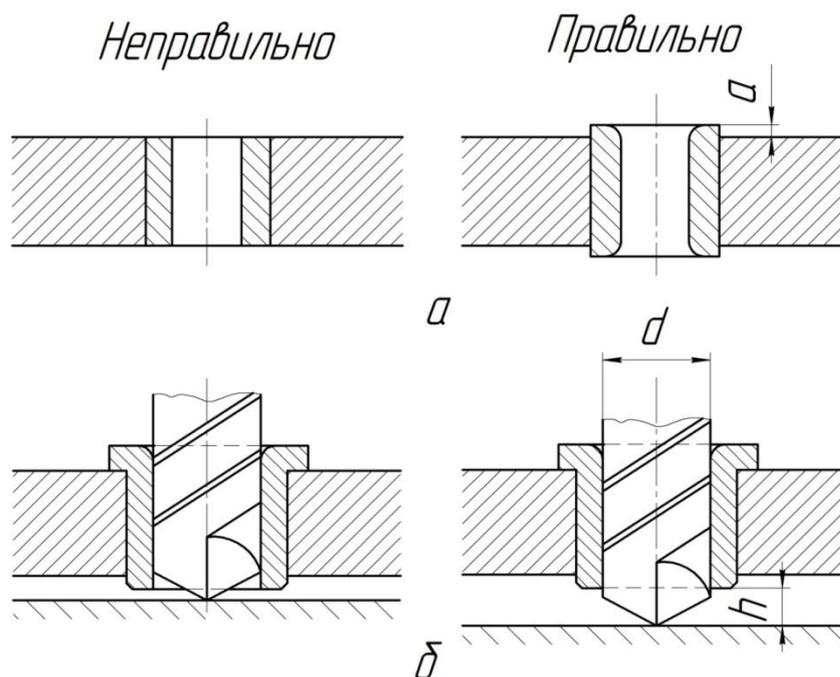


Рисунок 36

Постоянные втулки используют в приспособлениях при мелкосерийном производстве, для обработки отверстия одним инструментом, когда за время работы приспособления нет необходимости в смене втулки в связи с ее износом.

Ориентировочно принимают допустимое число сверлений 10000...15000.

В приспособлениях крупносерийного производства и массового для ускорения замены при износе применяют сменные втулки. В приспособле-

ниях серийного производства, для обработки отверстия последовательно несколькими инструментами применяют быстросменные втулки.

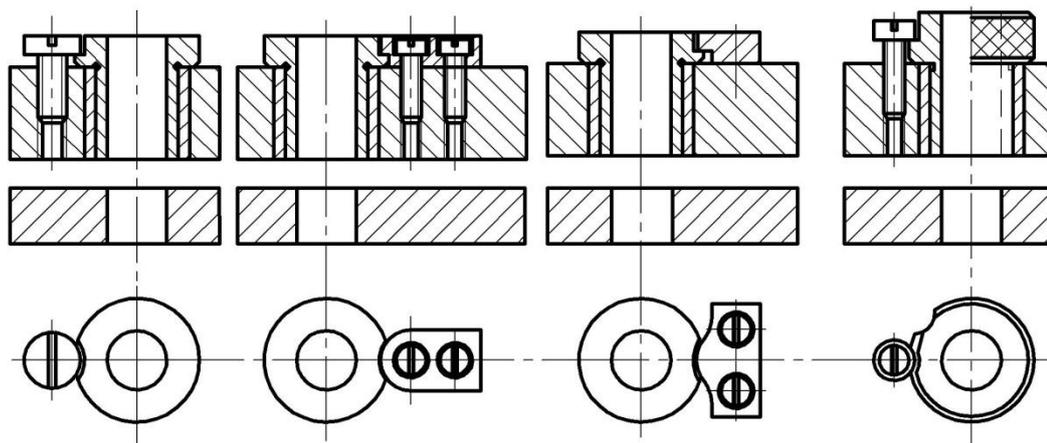


Рисунок 37

Допуски на диаметр отверстия в кондукторных втулках для прохода сверл и зенкеров устанавливаются по посадке, а для разверток в системе вала. При точности отверстия по 6-7 квалитету и выше допуски на диаметр отверстия для прохода сверл назначаются по посадке, а чистого развертывания.

При расположении направляющих втулок нужно предусмотреть зазор  $e$ , тогда стружка не проходит через втулку, а сбрасывается в сторону. При сверлении чугуна  $e = (0,3...0,5)$ ; при сверлении стали и других вязких материалов  $e =$ , в случае зенкирования  $e 0,3$ .

Для изготовления втулок при сверлении отверстий диаметром до 25мм используют сталь У10А, У12А или 9ХС с закалкой НРС 62...65, при сверлении отверстий диаметром более 25мм - сталь 20 или 20Х с цементацией на глубину 0,8...1,2мм с закалкой НРС 62...65.

## Виды настроечных элементов приспособлений. Область их применения

**Вспомогательные устройства** и элементы служат для расширения технологических возможностей, повышения быстродействия приспособлений, удобства управления ими и их обслуживания. К вспомогательным относятся поворотные и делительные устройства с дисками и фиксаторами; различные выталкивающие устройства (выталкиватели); быстродействующие защелки и откидные винты для крепления откидных элементов приспособлений (например, шарнирно установленных кондукторных плит); подъемные механизмы станочных приспособлений, обеспечивающие выполнение специальных приемов; тормозные и прижимные устройства; рукоятки; сухари; шпильки; маховички; крепежные и другие детали.

С помощью поворотных, делительных и подъемных устройств, применяемых в многопозиционных приспособлениях, обрабатываемой заготовке придаются различные положения относительно станка. Делительные устройства состоят из дисков, закрепляемых на поворотных частях приспособлений, и фиксаторов (рис, 38).

Наиболее просты в изготовлении, но наименее точны в работе шариковые фиксаторы. Однако недостатком этих фиксаторов является то, что они малоустойчивы к воздействию внешней нагрузки. Фиксаторы кнопочного типа с цилиндрическими пальцами (выполняются по ГОСТ

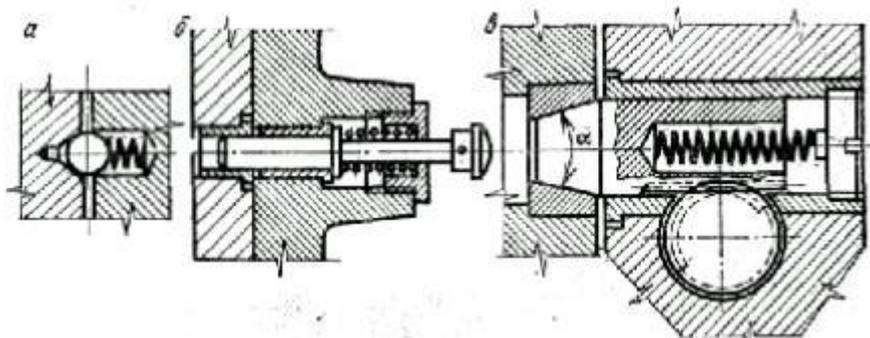


Рисунок 38 – Фиксаторы (а – шариковый; б) цилиндрический; в) конический реечного типа)

13160-67) могут воспринимать усилия от сил резания. Наиболее точными являются фиксаторы с коническими пальцами реечного типа (регламентируются ГОСТ13162—67). Для повышения износостойкости стальные пальцы и втулки (ГОСТ12214-66, ГОСТ12215—66) фиксаторов выполняют с закалкой или цементацией и закалкой до твердости HRC 56...61.

На рис. 39 показана специализированная наладочная делительная головка.

Головка обеспечивает поворот шпинделя б и имеет делительное устройство, состоящее из диска 8, подпружиненного фиксатора 5 в виде защелки и эксцентрикового устройства 4 вывода фиксатора из паза делительного диска. Поворот шпинделя б во втулке 7 контролируется по лимбу 1. Кроме того, для разгрузки делительного механизма от крутящего мо-

мента и исключения вибрации при обработке заготовок предусмотрено. прижимное устройство в виде гайки<sup>3</sup> с рукоятками<sup>2</sup> и резьбового пояса шпинделя<sup>6</sup>. После поворота на необходимый угол и фиксации шпинделя вращением гайки<sup>3</sup> торцы делительного диска<sup>8</sup>, закрепленного на фланце шпинделя, и лимба<sup>1</sup> плотно прижимаются к поверхностям корпуса<sup>9</sup>.

Приспособление используют для фрезерования деталей типа втулок и круглых гаек на горизонтально-фрезерном станке. Оправки с заготовками устанавливают одним концом в конусное гнездо шпинделя делительной головки и поджимают подвижными центрами задней бабки. Заготовки обрабатывают набором фрез. Сменные делительные диски обеспечивают деление окружности на заданное число частей в зависимости от количества шлицев (пазов, лысок) на деталях. Оправки поворачивают рукояткой, вставляемой в радиальные отверстия фланца шпинделя<sup>6</sup>, при отжатой гайке<sup>3</sup> и выведенном из паза делительного диска фиксаторе<sup>5</sup>.

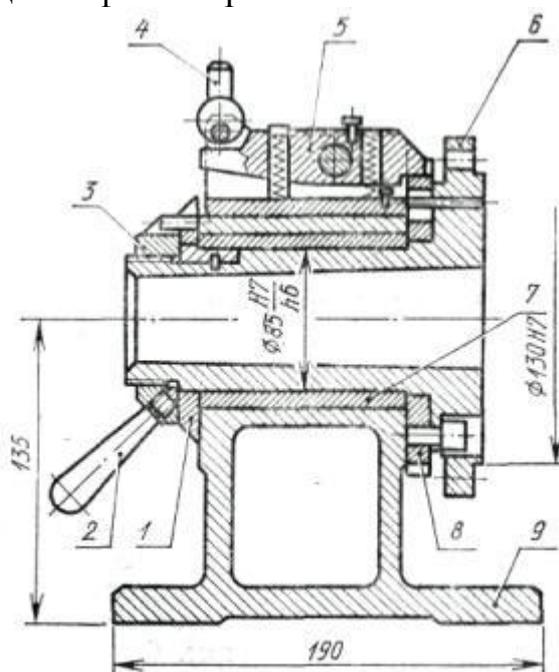


Рисунок 39 – Специализированная делительная головка

Выталкиватели (рис. 40) используют для ускорения снятия небольших деталей с приспособления.

Примером подъемных механизмов может служить подъемное устройство расточных приспособлений. В случае, когда нужно одновременно расточить в заготовке несколько последовательно расположенных отверстий одинакового диаметра одной борштангой, предусматривается подъемное устройство, на котором устанавливается обрабатываемая заготовка. В результате подъема и, следовательно, смещения оси необработанных отверстий заготовки относительно оси борштанги обеспечивается проход расточной скалки в кондуктор и заготовку с установкой резцов в исходное положение перед растачиваемыми на данной операции отверстиями. После этого

подъемная часть с заготовкой опускается и крепится к неподвижному основанию приспособления.

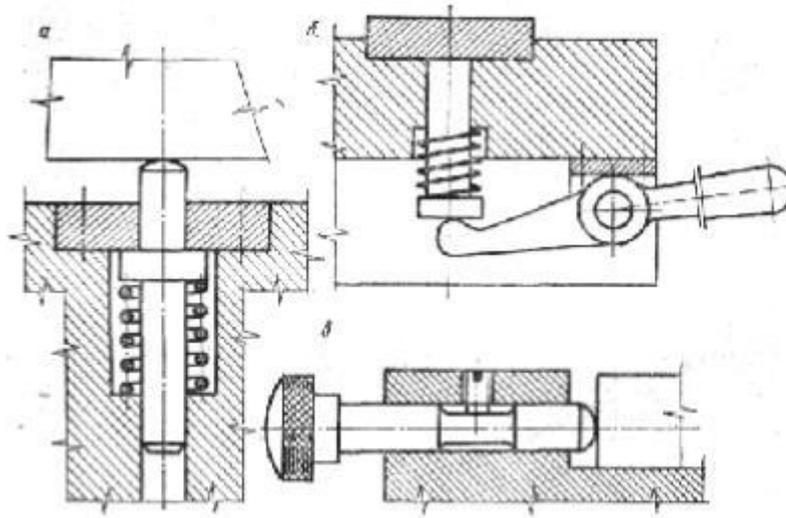


Рисунок 40 – Выталкиватели ( а – пружинный; б – рычажный; в- кнопочный)

## Виды делительных и поворотных устройств, область их применения,

Делительные и поворотные устройства в многопозиционных приспособлениях служат для изменения положения обрабатываемой заготовки относительно рабочего инструмента.

Простейшее делительное устройство состоит из диска, закрепленного на поворотной части приспособления, неподвижной части (корпуса) и фиксатора. Фиксаторы обычно представляют собой стержни различной формы, которые монтируются на корпусе приспособления. В процессе обработки стержень находится в одном из отверстий, предусмотренных поворотной частью и жестко фиксируют её относительно корпуса. Перед делениями фиксатор выводится из отверстия, поворотная часть переводится в другое положение, после чего осуществляется последующая фиксация. Количество делений или позиций определяется количеством отверстий подвижной части приспособления. Управление фиксаторами осуществляется в ручную или автоматически. Фиксаторы выполняются с цилиндрической, призматической или конической рабочей частью, кроме того, используются и шариковые фиксаторы, однако, они не обеспечивают точного деления и не воспринимают моментов сил резания.

Фиксаторы выполняются с цилиндрической, конической и призматической частью. Материал – сталь 45 с твердостью HRC 40...45 и сталь 20X с твердостью HRC 55...60.

Применяют различные схемы фиксации (рисунок 41).

Особенности схемы с радиальным фиксатором:

- малые осевые габариты, но большие радиальные;
- очень удобное расположение фиксатора;
- повышенная точность деления;
- менее технологично.

Особенности схемы с осевым фиксатором:

- малые радиальные и большие осевые габариты;
- точность деления меньше, чем радиальной схемы;
- высокая технологичность.

Эта схема наиболее широко применяется

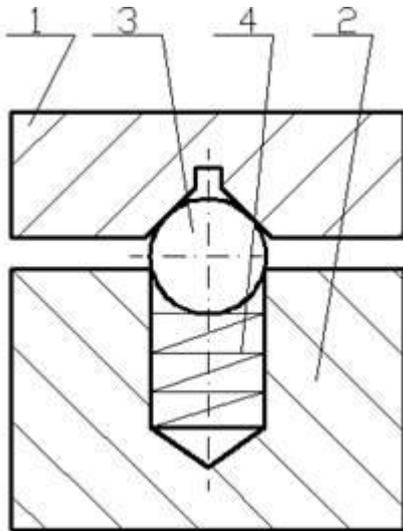
Способы повышения точности делительных устройств:

- повышение точности изготовления отдельных узлов делительного устройства;
- увеличение диаметра диска;
- замена цилиндрического фиксатора коническим;
- уменьшение диаметра фиксатора;
- фиксаторы не должны воспринимать внешних усилий, следовательно, после совершения деления поворотная часть должна быть зафиксирована.

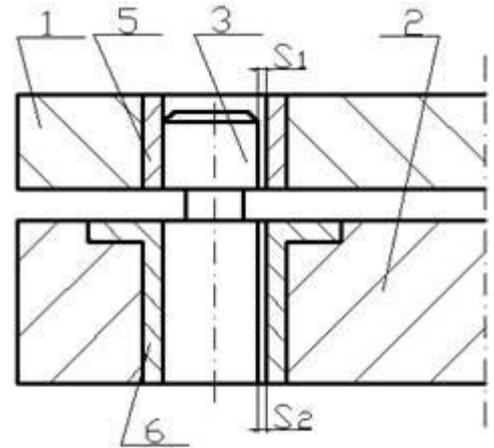
Базовые отверстия изготавливаются по 6 – 5 качеству точности.

Нормы точности:

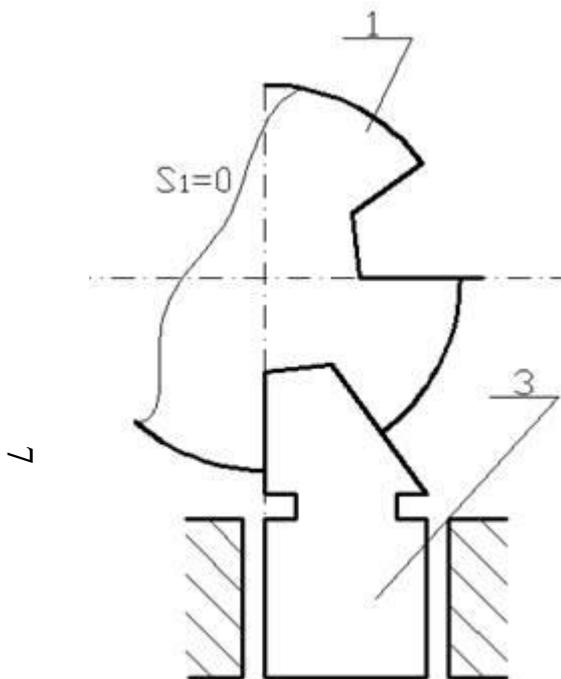
- допуск перпендикулярности оси фиксатора и рабочей поверхности диска 0,01 мм;
- скрещивание оси фиксатора и оси отверстия диска 0,01 мм;
- допуск соосности центрирующего и базового отверстия 0,01 мм.



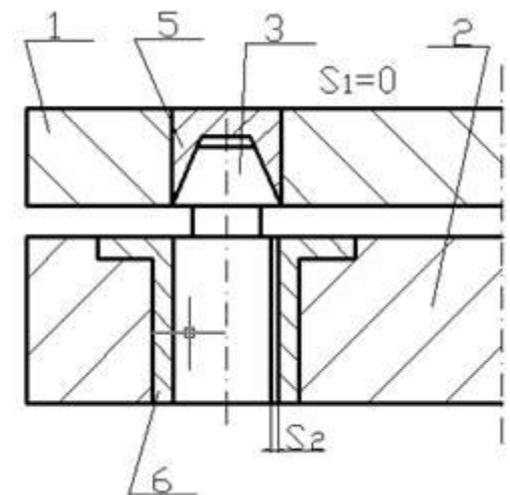
а)



б)



в)



г)

а) – с шариковым фиксатором; б), г) – с осевым фиксатором; в) с радиальным фиксатором 1 – подвижная поворотная часть; 2 – корпус (неподвижная); 3 – фиксатор; 4 – пружина; 5, 6 – втулки. Рисунок 1 – Схемы фиксации делительных устройств

Управление фиксаторами простейших приспособлений осуществляется вытяжной кнопкой, рукояткой с использованием зубчатой передачи или посредством педали.

Кроме простых фиксаторов используются относительно сложные делительные механизмы, типа делительных головок с механизмом мальтийского креста, с использованием храповых, кулачковых, червячных и реечных механизмов. Они имеют механический, гидравлический или пневматический привод. В точных делительных устройствах фиксаторы разгружают, что повышает их срок службы и подвижную поворотную часть приспособления прижимают к неподвижной специальными устройствами повышая тем самым жесткость системы, особенно это важно для фрезерных приспособлений, испытывающих большие нагрузки. Для этой цели используют эксцентриковые валики, применяют установку фиксирующего и зажимного механизма или фиксирующего и подъемного механизма. Блокирующие механизмы приводят в действие одной рукояткой. В приспособлении для обработки тяжелых заготовок поворотная часть вращается с помощью различных приводов: электро-, пневмо-, гидродвигателей. Поэтому для гашения больших инерционных моментов в конце деления такие делительные устройства снабжены тормозными устройствами, заблокированными системой привода и фиксатора.

**Виды корпусов приспособлений и вспомогательных элементов**

Все элементы и узлы приспособления размещаются и закрепляются на корпусе, который объединяет их в единую конструкцию. На корпусе предусматриваются поверхности, которыми приспособление устанавливается на станке, а также поверхности, на которые размещаются установочные элементы и элементы для направления инструмента. От точности расположения перечисленных поверхностей (комплекта базовых поверхностей) зависит, в основном, точность обработки деталей.

Корпус воспринимает все силы, действующие на заготовку в процессе закрепления ее и обработки, и поэтому должен обладать достаточной прочностью, жесткостью и виброустойчивостью.

Важным вопросом при конструировании корпуса являются:

- обеспечение свободной установки и снятия заготовки;
- обеспечение удобной очистки от стружки и СОЖ.

Для этого необходимо оставлять достаточные зазоры между станками корпуса и устанавливаемой заготовкой, избегать углублений и труднодоступных мест, а также предусматривать специальные наклонные плоскости.

Важнейшим требованием к корпусу является простота и возможно более низкая стоимость его изготовления. Конструктивные формы корпусов многообразны. Корпусы могут быть выполнены в виде прямоугольной плиты, планшайбы, угольника и др.

Заготовки для корпусов можно получать литьем, сваркой, ковкой, резкой из сортового металла, а также сборкой из отдельных элементов.

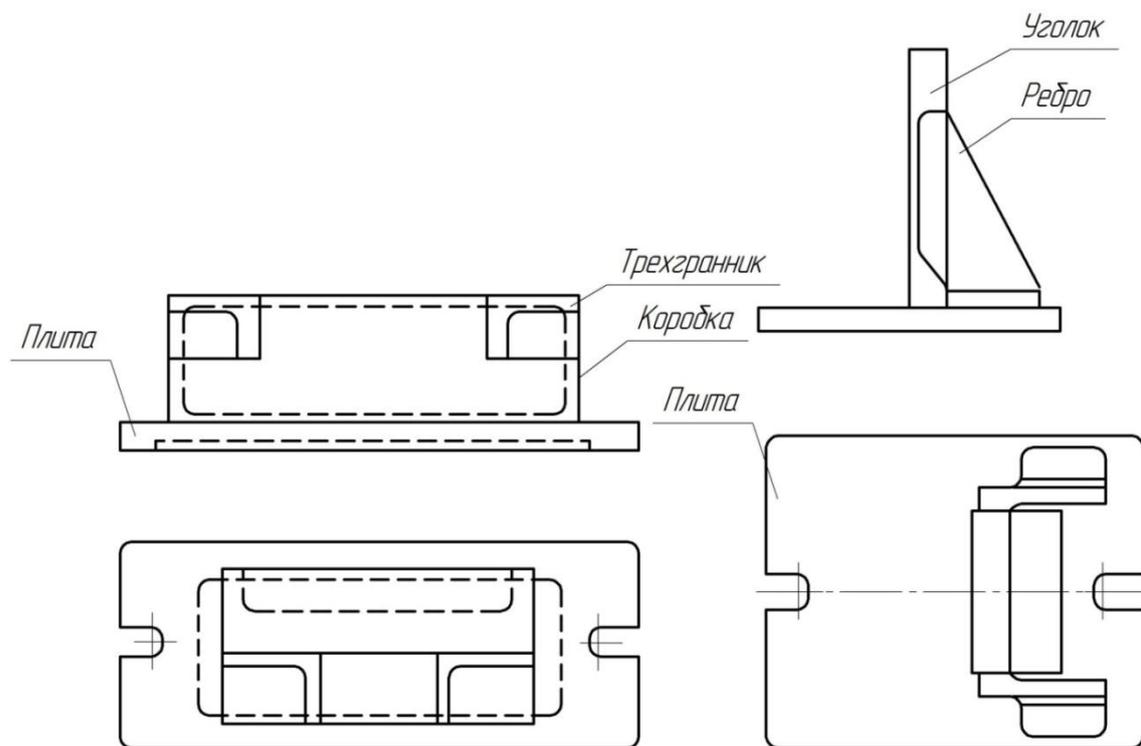


Рисунок 42

На рис. 42 приведен вариант конструктивного оформления корпуса приспособления.

Литьем, как правило, изготавливают корпуса крупных размеров и сложной конструкции, при этом можно получить заготовки минимальной массы, но с большей жесткостью, и требующие минимальной механической обработки. Однако сроки их изготовления больше. Литые заготовки изготавливают из чугуна СЧ12-28, СЧ15-32. Сваркой также можно получить заготовки сложной конфигурации. Они могут быть изготовлены быстрее и дешевле. Для сварных конструкций используют хорошо свариваемые стали Ст.3, сталь 20. Ковкой и резкой сортового материала получают корпуса небольших размеров и простой конфигурации. Сборные корпуса позволяют использовать заготовки простейших форм, но при этом возрастает объем механической обработки и снижается жесткость (за счет дополнительных стыков).

Большое значение для снижения стоимости изготовления приспособления и сокращения сроков его изготовления имеет стандартизация корпусов и их заготовок.

Таким образом, при проектировании корпус приспособления для достижения наименьшей его стоимости должен вписываться в стандартную заготовку или должна обеспечиваться возможность его сборки из стандартных элементов.

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

Для изготовления корпусов обычно применяют серый чугун СЧ 12 и сталь Ст3, в отдельных случаях (для корпусов поворотных приспособлений) — легкие сплавы на алюминиевой основе, а также магниевые сплавы, имеющие малую плотность (~1,8), что облегчает перемещение тяжелых или поворотных приспособлений.

Корпусы приспособлений изготавливают литьем, сваркой, ковкой, резкой, используя сортовой материал (прокат), а также сборкой из элементов на винтах или с гарантированным натягом. Литьем выполняют преимущественно корпуса сложной конфигурации; сроки их изготовления довольно длительны. Сваркой также можно получать корпуса сложных конфигураций; сроки и стоимость их изготовления могут быть значительно снижены. Применяя усиливающие ребра, уголки, косынки, можно получать вполне жесткие корпуса. Стоимость сварных корпусов может быть вдвое ниже стоимости литых, а масса их уменьшена до 40 %. Элементы сварного корпуса размечают и вырезают из сортового материала газовым резаком. Кромки под сварку обрабатывают на стайках или газовым резаком. Литье корпусов может оказаться выгодным при изготовлении нескольких одинаковых корпусов. Для сокращения сроков и снижения стоимости подготовки производства

следует расширять применение сварных корпусов, особенно корпусов крупных размеров.

Ковкой, и резкой сортового материала получают корпуса простых конфигураций и небольших размеров. Лишние объемы металла (напуски) снимают при последующей механической обработке заготовки. Для корпусов сложных конфигураций эти методы могут оказаться нерентабельными, а вынужденное упрощение конструкции приводит к утолщению стенок и увеличению массы детали.

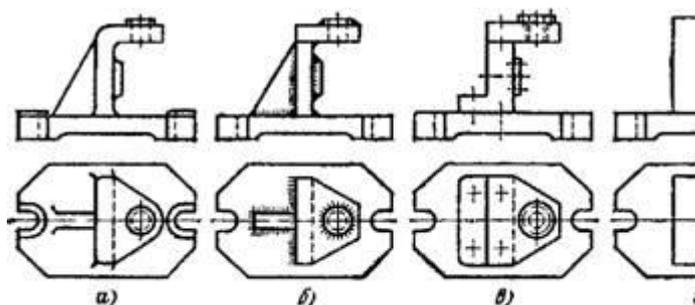


Рисунок 43. Технологические варианты корпуса:

а литого; б — сварного; в сборного; г —

кованого

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

На рис. 44 показаны варианты (литого, сварного сборного и кованого) получения заготовки корпуса одной конструкции. Конфигурация сварного корпуса почти такая же, как и литого (рис. 43, а и б). Конфигурация заготовки сборного и особенно кованого корпуса упрощается.

Значительное снижение расходов и сокращение сроков изготовления приспособления обеспечивает стандартизация корпусов и их заготовок. На рис. 116 показаны примеры заготовок корпусов и стоек станочных приспособлений, получаемых литьем из чугуна СЧ 18 (допускается замена сталью 35Л1). Размеры литых заготовок регламентированы ГОСТ 12947—67—ГОСТ 12954—67. Имея запас стандартных заготовок различного типоразмера, можно быстро получить желаемую конструкцию корпуса путем снятия лишнего металла.

Корпусы станочных приспособлений для работ с небольшими силами резания можно выполнять из эпоксидных смол литьем в разовые формы из гипса, картона или пластилина. После 10—12-часовой выдержки при комнатной температуре процесс отверждения эпоксидного компаунда заканчивается. Время отверждения может быть доведено до 4—6 ч при нагреве отливки до 100—120 °С. Прочность корпуса повышают введением в смолу наполнителя (стекловолокна, железного порошка) или металлической арматуры. Предел прочности эпоксидных компаундов на растяжение (без арматуры) 60 МПа и на сжатие — до 150 МПа. Эпоксидные компаунды имеют хорошую адгезию к металлам, однако заливаемые элементы должны быть

хорошо обезжирены промывкой в ацетоне, щелочных ваннах или прожиганием на газовом пламени. Отдельные детали (втулки, планки, шпильки) могут быть установлены в литейную форму и залиты в корпус при его изготовлении. Корпусы из эпоксидных компаундов легки, прочны, износостойки, 176

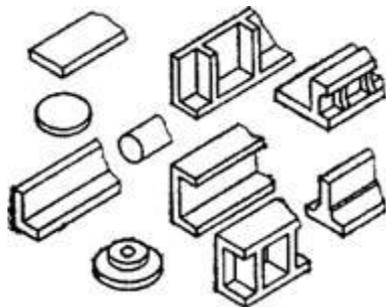
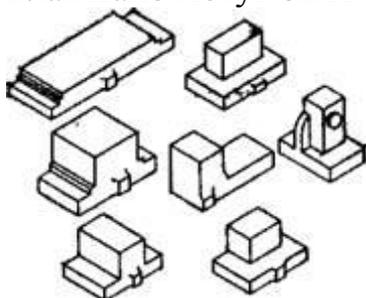


Рисунок 44. Литые заготовки для корпусов приспособлений

Хорошо гасят вибрации. Их изготавливают с минимальной механической обработкой. Корпусы длительное время сохраняют свои размеры, так как усадка эпоксидных компаундов мала (0,05— 0,1 %). В отдельных случаях небольшие корпуса в виде прямоугольных либо квадратных плит или планшайб могут быть изготовлены из текстолита. Они легки и износостойки.



Корпусы приспособлений простейших конструкций выполняют в виде единой базовой детали различной конфигурации. Корпусы сложных приспособлений представляют собой сборную конструкцию. Ее элементы могут быть выполнены литьем, сваркой или из сортового проката. Выбор варианта определяется условиями эксплуатации приспособления, сроками, себестоимостью и технологией его изготовления.

## Способы установки и закрепления приспособлений на станках

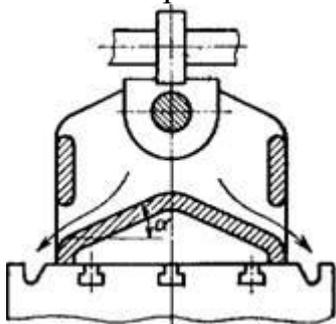
Корпус является базовой деталью, объединяющей элементы приспособления; на корпусе монтируют установочные элементы, зажимные устройства, детали для направления инструмента, а также вспомогательные детали и механизмы. Корпус воспринимает силы обработки и закрепления заготовки. Корпус приспособления должен быть жестким и прочным при минимальной массе, удобным для очистки от стружки и отвода охлаждающей жидкости; обеспечивать быструю и удобную установку и съем заготовок; обеспечивать установку и закрепление приспособления на станке без выверки (для этого предусматривают направляющие элементы — пазовые шпонки и центрирующие бурты). Корпус должен быть прост в изготовлении, обеспечивать безопасность работы (недопустимы острые углы и малые просветы между рукоятками и корпусом, могущие вызвать защемление рук рабочего).

Корпусы передвижных или кантуемых приспособлений для сверления должны быть устойчивыми при разных положениях на столе станка: на всех позициях обработки центр тяжести приспособления не должен выходить за пределы опорных элементов корпуса.

Передвижные и кантуемые корпуса выполняют с литыми или вставными ножками, ограничивающими контакт со столом станка. Размеры и конфигурация ножек в плане должны быть такими, чтобы при любом положении корпуса они перекрывали Т-образные пазы стола. Для лучшего отвода охлаждающей жидкости и удаления стружки необходимо предусматривать наклонные поверхности (рис. 111) и избегать углублений и труднодоступных мест. Угол  $\alpha$  наклона этих поверхностей рекомендуется принимать равным для мелкой сухой стружки  $40^\circ$  (литые поверхности корпуса) и  $35^\circ$  (обработанные поверхности). При крупной сухой стружке угол  $\alpha$  можно уменьшить на  $5^\circ$ . При обработке со смазочно-охлаждающей жидкостью минимальные углы наклона поверхностей корпуса приспособления следует брать большими: для мелкой стружки  $50^\circ$ , для крупной  $45^\circ$ . При наличии вибраций углы  $\alpha$  можно уменьшить на  $5\text{—}10^\circ$ , а при обильном охлаждении — на  $15\text{—}20^\circ$ .

Значительное осложнение в работе приспособления может вызывать попадание в него стружки. На рис. 112, а и б вверху показаны примеры нерационального оформления деталей; на тех же рисунках внизу даны лучшие

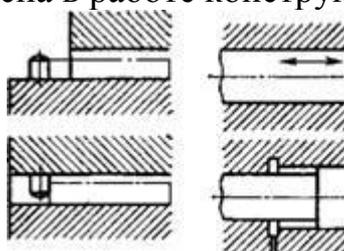
Варианты. Рис 113 обеспечи-



Корпус на столе станка крепят с помощью отводящий охлаждающей жидкости и стружки. Мощью болтов, заводимых в Т-образные пазы стола. В серийном производстве, когда на одном и том же станке периодически выполняют различные операции, крепление корпуса должно быть удобным и быстроедейственным. На рис. 113, а и б показаны вари-

анты крепления. В первом варианте на корпусе предусматривают полочки, и его крепят прихватами (рис. 113, а). Второй вариант крепления (рис. 113, б) более удобен, но при этом корпус должен иметь литые уши для крепежных болтов. Быстрая и точная установка приспособления на стол станка без выверки обеспечивается направляющими шпонками, вводимыми в Т-образный паз стола (рис. 113, в). Шпонки выполняют в виде коротких сухарей, повернутых к нижней плоскости корпуса; для уменьшения влияния зазоров на перекосы приспособления расстояние между шпонками назначают возможно большим.

На рис. 114 показаны примеры центрирования и крепления корпусов приспособлений на шпинделях станков токарной группы. На рис. 114, а и б даны схемы установки для случая, когда передний конец шпинделя оформлен по ГОСТ 16868—71. Применяют также установку приспособлений на конический центрирующий пояс (рис. 114, в). Для быстроходных станков, снабженных тормозами для быстрой остановки шпинделя, удобна и безопасна в работе конструкция крепления, показанная на рис. 114, г.



А) б)

Рис. 112. Упоры, защищенные (внизу) и незащищенные (вверху) от стружки

Корпусы тяжелых приспособлений для удобства захвата при установке и снятии со станка снабжают рым-болтами. Конструктивные формы корпусов весьма многообразны. В простейшем

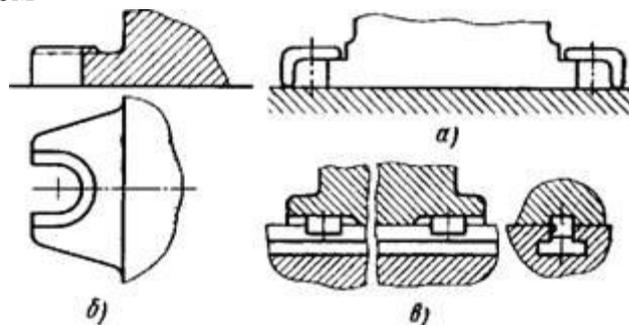


Рис. 113. Варианты фиксации и крепления корпуса на столе станка

Стж б) В) г)

Рис. 114. Способы центрирования и крепления корпусов на шпинделе станка

Министерство образования Республики Беларусь  
Филиал БНТУ  
«Минский государственный политехнический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТ-  
КИ»**

Специальность:  
2-36 01 01 «Технология машиностроения (по направлениям)»

∞

Минск  
2017

## Содержание

Наименование работы	Количество часов	Номер страницы
<b>Практическая работа № 1</b> Расчёт приспособления на точность в соответствии с теоретической схемой базирования	4	3
<b>Практическая работа № 2</b> Расчёт силы зажима заготовки в приспособлении	6	7
<b>Практическая работа № 3.</b> Выбор и расчет механизированного привода зажимного устройства заданного приспособления	4	10
<b>Практическая работа № 4</b> Изучение конструктивных особенностей, принципа действия заданного приспособления, выполнение спецификации	2	17
<b>Практическая работа №5</b> Проектирование конструкции приспособления из элементов УСП	2	20
Всего	18	

## Практическая работа №1

### Расчёт приспособления на точность в соответствии с теоретической схемой базирования

**Цель работы:** Изучить основные способы базирования и установки заготовок в приспособлении. Приобрести навыки разработки теоретической схемы базирования, схемы установки заготовки и аксонометрии. Освоение методики расчетно-экспериментального определения точности приспособлений, освоение практики их применения.

#### **Оснащение рабочего места:**

- чертёж детали (программа выпуска деталей 5000 шт. в год) в соответствии с вариантом задания (таблица 1) и Приложением А;
- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- конспект лекций;
- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- справочная литература.

#### **1 Краткие теоретические сведения**

Суммарная погрешность обработки заготовки по координирующему размеру с использованием приспособления не должна превышать  $(0,2...0,3)T$  допуска  $T$  на него, указанный в чертеже. Приведенное условие можно записать в следующем виде:

$$\sum E_i \leq (0,2...0,3) T, \quad (1)$$

где  $E_i$  - статические погрешности, связанные с приспособлением, а также погрешности, в явном виде влияющие на точность изготовления приспособления

При расчете точности приспособления необходимо определить допускаемую величину погрешности  $\varepsilon_{пр}$ , для чего необходимо первоначально определить все исходные составляющие погрешности. Значения погрешностей можно определить расчетным способом и по табличным данным, например, паспортным данным геометрической точности станков, опытными данными точности настройки станков на обрабатываемый размер заготовки, данным, разработанным по результатам эксплуатации приспособлений.

Если принять условие, что в работе одновременно находится несколько приспособлений одной конструкции, используются однотипные станки на одной операции, то погрешности, входящие в уравнение (1), можно представить как поля рассеивания случайных величин, подчиняющихся закону нормального распределения. В общем случае для расчета приспособления на точность можно воспользоваться уравнением:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{nu}^2 + K_{T2} \cdot \omega^2}, \quad (2)$$

где  $T$  – допуск выполняемого размера;

$\varepsilon_{\delta}$  – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_y$  – погрешность установки приспособления на станке, мм;

$\varepsilon_u$  – погрешность положения детали из-за износа установочных элементов приспособления и от перекоса инструмента, мм;

$\varepsilon_{nu}$  – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega$  – экономическая точность приспособления;

$K_T, K_{T1}, K_{T2}$  – коэффициенты, учитывающие отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления соответственно.

## 2 Порядок выполнения работы

2.1 Ознакомиться с вариантом полученного задания (таблица 1, Приложение А).

2.2 Проанализировать чертеж детали, выявить требования к точности обработки заданной поверхности, определить технологические базы и их состояние после выполнения предыдущих операций технологического процесса.

2.3 Вычертить эскиз заготовки в рабочем положении для выполнения указанной операции.

2.4 Определить на заготовке базовые поверхности, пронумеровать их римскими цифрами, указать на каждой базе опорные точки с нумерацией на всех проекциях эскиза. Разработку теоретической схемы базирования выполнить по ГОСТ 21495-76.

2.5 Вычертить эскиз заготовки, изобразить на нём установочные и зажимные элементы. Схему установки заготовки выполнить, используя символы по ГОСТ 3.1107-81.

2.6 Вычертить аксонометрию детали и расставить опорные точки.

2.7 Для разработанных схемы базирования заготовки в приспособлении и схемы приспособления рассчитать допусковую погрешность изготовления приспособления  $\varepsilon_{пр}$  по зависимости (2).

2.7 Проверить условие соблюдения точности выполняемого размера при обработке заданной партии заготовок по зависимости (1).

2.8 Оформить отчёт.

## 3 Содержание отчёта

### 3.1 Тема

- 3.2 Цель работы
- 3.3 Эскиз заготовки
- 3.4 Теоретическая схема базирования
- 3.5 Схема установки заготовки
- 3.6 Аксонометрия
- 3.7 Расчёт погрешностей при установке заготовок в приспособлении
- 3.8 Выводы о проделанной работе.

#### 4 Контрольные вопросы

- 4.1 Назовите, какие существуют разновидности баз по лишаемым степеням свободы.
- 4.2 Назовите, скольких степеней свободы каждая база лишает заготовку.
- 4.3 Что отражает теоретическая схема базирования?
- 4.4 Что означают символы на схеме установки в приспособлении?
- 4.5 Назовите, какой параметр обрабатываемой поверхности принят в качестве регламентирующего при определении точности приспособления и почему.
- 4.6 Дайте определения технологической базы.
- 4.7 Дайте определения измерительной базы.
- 4.8 Дайте определения конструкторской базы.

#### Литература

1 Антонюк, В.Е. Технологическая оснастка: учебное пособие для студентов вузов по машиностроительным специальностям, В.Е. Антонюк, Э.М. Дечко, Ж.,А. Мрочек, А.С. Скороходов – Мн.: Беларусь, Издательство Гревцова, 2011. – 373.: ил.

2 Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие, В.Е.Антонюк – Мн.: Беларусь, 1991. – 400.:ил.

3 Станочные приспособления: Справочник в 2-х т. Т1/ Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А.Шатилова, 1984.- 592с.: ил.

#### Нормативная документация

ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.

ГОСТ 3.1107-81 Графические обозначения опор и зажимов.

Таблица 1 Варианты заданий

№ варианта	№ рисунка	Поверхности (размеры), подлежащие обработке	Операция, вид обработки	Тип привода приспособления	Количество одновременно обрабатываемых заготовок
1	А 1	3 отв. Ø10.5	Сверлильная	Пневматический	1
2	А 1	Ø 58Н9	Рас- точная	Пневматический	1
3	А 1	Ø 72F7	Рас- точная	Пневматический	1

Продолжение таблицы 1

№ варианта	№ рисунка	Поверхности (размеры), подлежащие обработке	Операция, вид обработки	Тип привода приспособления	Количество одновременно обрабатываемых заготовок
4	1	A То- рец К, 50±0.5	То- карная	Ручной	1
5	1	A По- дошва В 60±0, 1	Фре- зерная	Пневма- тический	1
6	2	A Паз 8 <sup>+0.07</sup>	Фре- зерная	Пневма- тический	2
7	2	A Вы- ступ 30±0.1, 20	Фре- зерная	Пневма- тический	3
8	2	A Отв. Ø 15H8	Свер- лильная	Ручной	1
9	2	A 2 отв. Ø 6H8	Свер- лильная	Ручной	1
0	3	A То- рец К 1,5; Ø31H9	То- карная	Пневма- тический	1
1	3	A Вы- ступ 12 h11	Фре- зерная	Пневма- тический	2
2	3	A Ø 31H9	То- карная	Пневма- тический	1
3	4	A По- дошва Б; 14±0,5	Фре- зерная	Пневма- тический	1
4	4	A Пов. 14±0,5	Фре- зерная	Гидрав- лический	2
5	4	A 2 отв. Ø12 <sup>+0.043</sup>	Свер- лильная	Ручной	1
6	4	A 6 отв. М6-7H	Свер- лильная	Ручной	1
7	4	A Ø 60 <sup>+0.054</sup>	Рас- точная	Пневма- тический	1
8	5	A Паз 15 <sup>+0.043</sup>	Фре- зерная	Пневма- тический	1
1		A Отв.	Свер-	Ручной	1

9	5		$\varnothing 15^{+0.043}$	литьная		
0	2 5	A	То- рец 10, вы- точка $\varnothing 70^{+0.03}$	Рас- точная	Пневма- тический	1
1	2 5	A	$\varnothing 55^{+0.03}$	Шли- фовальная	Ручной	1
2	2 5	A	$\varnothing 75_{-0.03}$	Шли- фовальная	Ручной	1
3	2 6	A	4 отв. $\varnothing 6$	Свер- литьная	Пневма- тический	1
4	2 6	A	То- рец Б, 37h10	То- карная	Пневма- тический	1
5	2 6	A	$\varnothing$ $134^{+0.16}$	То- карная	Пневма- тический	1
6	2 6	A	Z=69, m=2	Зубо- долбежная	Пневма- тический	1
7	2 7	A	$\varnothing$ 40F9	То- карная	Пневма- тический	1
8	2 7	A	3 отв. $\varnothing 18$	Свер- литьная	Пневма- тический	1
9	2 7	A	То- рец Б; 12; $\varnothing 200$	То- карная	Пневма- тический	1
0	3 7	A	Вы- точка 5мм	То- карная	Ручной	1
1	3 8	A	Отв. $\varnothing 12h10$	Свер- литьная	Ручной	1
2	3 8	A	Отв. $\varnothing 26H8,$ $\varnothing 20H$ 8	Свер- литьная	Пневма- тический	1

## Практическая работа №2 Расчёт силы зажима заготовки в приспособлении

**Цель работы:** Приобрести навыки разработки схемы действия сил на заготовку в процессе выполнения операции, практическое освоение методики расчета сил зажима, необходимых при механической обработке заготовок в приспособлении; закрепление знаний, полученных при изучении теоретического курса.

### Оснащение рабочего места:

- чертёж детали (программа выпуска деталей 5000 шт. в год) в соответствии с вариантом задания (таблица 1) и Приложением А;
- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- конспект лекций;
- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- справочная литература.

### 1 Краткие теоретические сведения

Расчет сил закрепления сводится к решению задачи статики на равновесие твердого тела (заготовки) под действием системы внешних сил.

На обрабатываемую заготовку действуют следующие силы: резания (или моменты резания), закрепления, реакции опор, трения, тяжести. Силы закрепления должны быть достаточными, чтобы исключить смещение заготовки, установленной в приспособление, под действием сил (моментов) резания и силы тяжести (при отсутствии опоры, воспринимающей ее действие).

Для определения силы  $W$  закрепления необходимо решить уравнения равновесия:

$$W - k \Sigma P = 0 \quad (3)$$

$$Wl - kM = 0, \quad (4)$$

где  $P, (M)$  – внешние силы (моменты), действующие на заготовку в процессе обработки;

$W, (Wl)$  – силы (моменты), возникающие под действием сил закрепления;

$l$  – величина плеча приложения силы закрепления относительно оси поворота заготовки в приспособлении.

Для обеспечения надежности зажима силы (моменты) обработки принимаются с учетом коэффициента запаса  $k$ , являющегося произведением первичных коэффициентов:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (5)$$

где  $k_0$  – гарантированный коэффициент запаса принимается равным **1,5**

$k_1$  – коэффициент, учитывающий возрастание сил обработки при затуплении инструмента, принимается по данным таблицы в зависимости от условий обработки;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий неравномерность сил резания из-за непостоянства толщины, снимаемого при обработке припуска (при чистовой обработке равен 1,0, при черновой принимается равным 1,2);

$k_3$  – коэффициент, учитывающий изменение сил резания при прерывистой обработке, принимается равным 1,2 при прерывистом точении и торцевом фрезеровании;

$k_4$  – коэффициент, учитывающий непостоянство развиваемых приводами сил зажима (для ручных зажимов принимается равным 1,3, пневматических, гидравлических и других механизированных зажимов прямого действия – равным 1,0, для пневмокамер, мембранных патронов и других устройств, развиваемые силы которых зависят от допусков размеров заготовки в направлении зажима, – равным 1,2);

$k_5$  – коэффициент, учитывающий непостоянство развиваемых сил зажимных устройств с ручным приводом (при удобном расположении рукоятки и угле ее отклонения при зажиме до 90° принимается равным 1,0, в остальных случаях – 1,2);

$k_6$  – коэффициент, учитывающий неопределенность положения мест контакта заготовки с установочными элементами и изменение в связи с этим моментов трения, противодействующих повороту заготовки на базовой плоскости (при установке заготовки на опоры с точечным контактом принимается равным 1,0, на опорные пластины – 1,5).

Если в результате расчета значение коэффициента запаса окажется меньше 2,5, его принимают равным этой величине.

## **2 Порядок выполнения работы**

2.1 Вычертить эскиз заготовки в рабочем положении для выполнения указанной операции.

2.2 Изобразить на эскизе направление действия силы резания и её составляющих.

2.3 Определить группу сил, стремящихся повернуть заготовку относительно опор, и вторую группу, препятствующую этому. Записать для каждой группы сумму моментов. Составить уравнение на основе равенства этих сумм моментов.

2.4 Полученное уравнение преобразовать относительно неизвестной величины силы зажима по правилам математики.

2.5 Выполнить расчёт силы резания и её составляющих.

2.6 Определить коэффициент запаса.

2.7 Рассчитать силу зажима

2.8 Изобразить схему зажимного механизма.

2.9 Определить основные параметры зажимного механизма.

## **3 Содержание отчёта**

3.1 Тема

- 3.2 Цель работы
- 3.3 Эскизы заготовки
- 3.4 Расчёт силы резания
- 3.5 Расчёт силы зажима
- 3.6 Схема зажимного механизма
- 3.7 Расчёт основных параметров зажимного механизма
- 3.8 Выводы о проделанной работе

#### **4 Контрольные вопросы**

- 4.1 Назовите, какие силы действуют на заготовку в процессе обработки.
- 4.2 Расскажите как определить силу зажима заготовки.
- 4.3 Расскажите зачем учитывается коэффициент запаса.
- 4.4 Расскажите почему направление действия силы зажима заготовки выбирают определённым образом, какие факторы учитывают.
- 4.5 Расскажите, какие силы помимо сил резания и зажима заготовки учитывают при составлении схемы действия сил.
- 4.6 Расскажите как составить уравнение равенства моментов сил, действующих на заготовку.

#### **Литература**

- 1 Антонюк, В.Е. Технологическая оснастка: учебное пособие для студентов вузов по машиностроительным специальностям, В.Е. Антонюк, Э.М. Дечко, Ж.,А. Мрочек, А.С. Скороходов – Мн.: Беларусь, Издательство Гревцова, 2011. – 373.: ил.
- 2 Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие, В.Е.Антонюк – Мн.: Беларусь, 1991. – 400.:ил.
- 3 Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т.: Т.2/ Под ред. А.Г.Косиловой. – М.: Машиностроение, 1985г.
- 4 Барановский, Ю.В. Режимы резания: справочник / Ю.В. Барановский. – Москва: НИИТ автопром, 1995.

6

#### **Нормативная документация**

- 1 ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
- 2 ГОСТ 3.1107-81 Графические обозначения опор и зажимов.

## Практическая работа № 3. Выбор и расчет механизированного привода зажимного устройства заданного приспособления

**Цель работы:** изучить конструкцию и принцип работы приводов приспособлений; практически освоить методики расчета приводов приспособлений.

### Оснащение рабочего места:

эскиз схемы зажимного механизма в соответствии с вариантом задания (таблица 2) и Приложением Б;

- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- конспект лекций;
- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- справочная литература.

### 1 Краткие теоретические сведения

Основным назначением привода приспособления является создание исходной силы  $Q$ , необходимой для зажима заготовки силой  $W$ . Расчет привода приспособления заключается в определении его конструктивных параметров по развиваемой силе  $Q$ .

Наибольшее применение в приспособлениях получили следующие виды приводов:

- 1) пневматические поршневые и диафрагменные приводы (определяется диаметр и длина хода поршня или диафрагмы);
- 2) поршневые гидравлические приводы (определяется диаметр и длина хода поршня);
- 3) магнитные с постоянными магнитами и электромагнитные с намагничивающими катушками приводы (определяется сила закрепления и проверяется на достаточность).

Пневматические поршневые приводы (пневмоцилиндры) и пневматические диафрагменные приводы (пневмокамеры) по схеме действия, влияющей на расчет усилия на штоке, подразделяются на односторонние (с возвратной пружиной) и двусторонние (рисунок 1).

Наиболее часто применяются пневмоцилиндры с сочетанием диаметров  $D$  ( $d$ ) цилиндра (штока): 50 (16), 60 (16), 75 (20), 100 (25), 125 (30), 150 (30), 200 (40), 250 (50), 300 (55) мм.

Наиболее часто применяемые диафрагменные приводы (пневмокамеры, рисунок 1, б) имеют следующие сочетания диаметров  $D$  ( $D_1$ ) диафрагмы (опорной шайбы): 125 (88), 160 (115), 200 (140), 250 (175), 320 (225), 400 (280) мм.

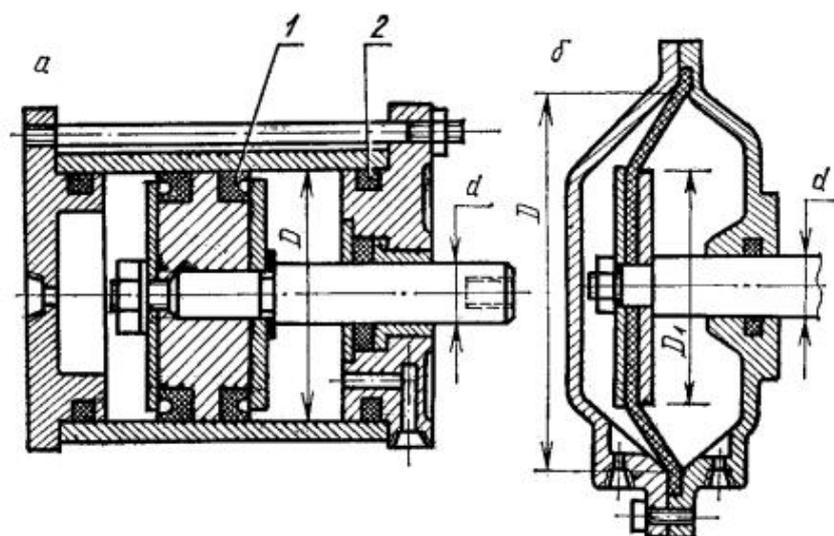


Рисунок 1 – Схема пневмоприводов двухстороннего действия:  
 а – пневмоцилиндр, б – пневмокамера с тарельчатой диафрагмой

При расчете пневмоцилиндров (пневмокамер) чаще решается задача, в которой по заданной силе на штоке  $Q_{ш}$  и известному давлению в сети сжатого воздуха выявляется требуемый диаметр цилиндра (камеры), осуществляется его выбор или конструирование.

Силы на штоке поршневых пневмоприводов определяются по формулам:  
 - для привода одностороннего действия:

$$Q_{ш} = \pi D^2 p \eta / 4 - Q_{п}; \quad (6)$$

- для привода двустороннего действия:

а) толкающая сила:

$$Q_{ш} = \pi D^2 p \eta / 4 \quad (7)$$

б) тянущая сила:

$$Q'_{ш} = \pi (D^2 - d^2) p \eta / 4 \quad (8)$$

Здесь  $D$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;  $p = 0,4 \dots 0,6$  МПа – давление в сети сжатого воздуха;  $Q_{п}$  – сила сопротивления возвратной пружины при крайнем рабочем положении поршня, Н;  $d$  – диаметр штока, мм;  $\eta = 0,85 \dots 0,95$  – КПД (чем больше диаметр цилиндра, тем выше КПД).

При расчете  $D$  по требуемому тянущему усилию диаметр  $d$  штока выражают через  $D$ , принимая  $d = (0,325 \dots 0,545)D$ . Чем больше диаметр цилиндра, тем больше соотношение  $d/D$ .

Для диафрагменных приводов рациональные длины  $L$  ходов штока принимаются в следующих пределах:

- для тарельчатых (выпуклых) резиноканевых диафрагм:

$$L = (0,25 \dots 0,35)D \quad (9)$$

- для плоских резиноканевых диафрагм:

$$L = (0,18 \dots 0,22)D \quad (10)$$

(от 0,12D до 0,15D в сторону от штока и от 0,06D до 0,07D в сторону штока);

- для плоских резиновых диафрагм:

$$L = (0,35 \dots 0,45)D. \quad (11)$$

Следует иметь в виду, что чем больше ход штока, тем меньше развиваемая на нем сила.

Формулы приближенного расчета сил Q на штоке резиноканевых диафрагм одностороннего действия (с возвратной пружиной):

- в исходном положении штока:

$$Q = \pi(D + D1)^2 p / 16 - Q_p \quad (12)$$

- после перемещения штока на длину 0,3D для тарельчатых и 0,07D для плоских диафрагм:

$$Q = 0,75\pi(D + D1)^2 p / 16 - Q_p. \quad (13)$$

Формулы приближенного расчета сил Q на штоке резиноканевых диафрагм двустороннего действия при подаче воздуха в бесштоковую область:

- в исходном положении штока:

$$Q = \pi(D + D1)^2 p / 16 \quad (14)$$

- после перемещения штока на длину 0,3D для тарельчатых и 0,07D для плоских диафрагм:

$$Q = 0,75\pi(D + D1)^2 p / 16 \quad (15)$$

Соответствующие расчетные формулы при подаче воздуха в штоковую область пневмокамеры:

- в исходном положении штока:

$$Q = \pi[(D + D1)^2 - d_2^2] p / 16 \quad (16)$$

- после перемещения штока на длину 0,3D для тарельчатых и 0,07D для плоских диафрагм:

$$Q = 0,75\pi[(D + D1)^2 - d_2] p/16 \quad (17)$$

Дополнительные сведения по расчету и выбору пневмоприводов можно выбрать из источников.

Гидравлические приводы представляют собой поршневые устройства, приводимые в действие от отдельного (реже группового) насоса. Рабочей жидкостью служит минеральное масло "Индустриальное" И-20А или И-40А. По сравнению с пневматическими гидравлические узлы более компактны из-за высокого давления масла (до 10 МПа и выше). Гидроцилиндры (рисунок 2) могут быть одностороннего (с возвратной пружиной) и двустороннего действия.

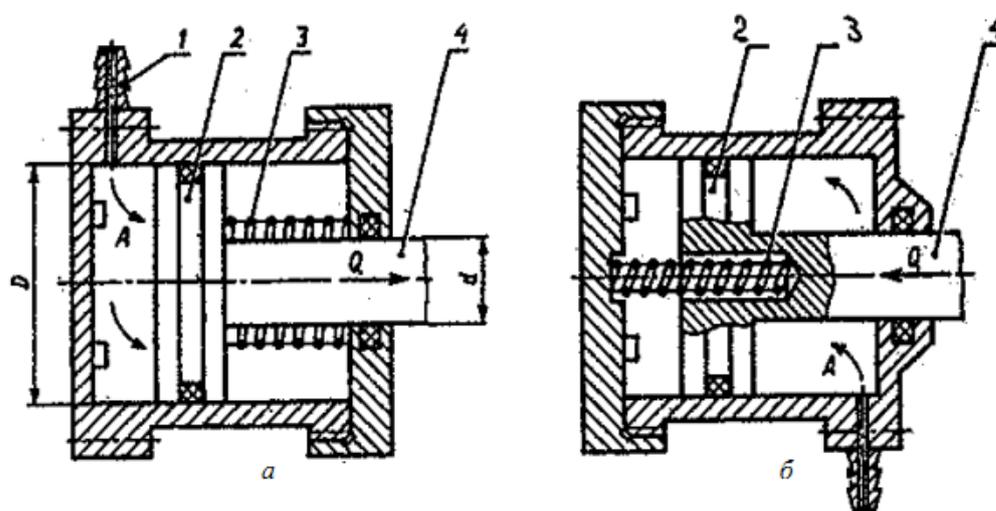


Рисунок 2 –Гидроцилиндры одностороннего действия:  
а) встраиваемые, б) агрегатированные

Исходными данными для расчета гидравлических приводов являются: требуемая сила на штоке  $Q_{ш}$ , ход поршня  $L$ , давление жидкости (масла)  $p_{ж}$ .

Широко применяются нормализованные встраиваемые гидроцилиндры двустороннего и одностороннего действия с внутренним диаметром цилиндров 32, 40, 50, 60, 80, 100, 125 мм. Чаще всего гидроцилиндры закрепляются на корпусах приспособлений с помощью резьбовой шейки. Гидроцилиндры бывают толкающими (рисунок 2, а) и тянущими (рисунок 2, б).

Диаметр  $D$  цилиндров двустороннего действия определяется из зависимостей для расчета сил на штоке:

- для толкающей силы:

$$Q = p_{ж}\eta(\pi D^2/4) \quad (18)$$

- для тянущей силы:

$$Q = \pi(D^2 - d^2)/4 p_{ж}\eta \quad (19)$$

Соответственно для цилиндров одностороннего действия:

- для толкающей силы цилиндров:

$$Q = p_{ж}\eta(\pi D^2/4) - Q_1 \quad (20)$$

- для тянущей силы

$$Q = \pi(D^2 - d^2)/4 p_{ж}\eta - Q_1. \quad (21)$$

Здесь  $D$  и  $d$  – диаметры цилиндра и штока, мм;  $\eta = 0,9 \dots 0,97$  – КПД.;  $Q_1$  – сила сопротивления возвратной пружины при крайнем рабочем положении поршня;  $p_{ж}$  – давление жидкости в гидроцилиндре.

Исходя из данных зависимостей, можно определить диаметр цилиндра  $D$ , мм, по следующим формулам:

- для цилиндров двустороннего действия:

- для толкающей силы:

$$D = 2[Q/(\pi p_{ж}\eta)]^{0,5} \quad (22)$$

- для тянущей силы при принятом соотношении  $d/D = 0,5$ ):

$$D = 2[Q/(0,75\pi p_{ж}\eta)]^{0,5} \quad (23)$$

- для цилиндров одностороннего действия:

- для толкающей силы:

$$D = 2[(Q + Q_1)/(\pi p_{ж}\eta)]^{0,5} \quad (24)$$

- для тянущей силы при принятом соотношении  $d/D = 0,5$ ):

$$D = 2[(Q + Q_1)/(0,75\pi p_{ж}\eta)]^{0,5} \quad (25)$$

Магнитные и электромагнитные приводы используются для закрепления плоских заготовок из углеродистой стали и чугуна. Схема элементарной магнитной системы приспособления показана на рисунке 3. Зажим заготовки на установочной поверхности приспособления производит проходящий через нее рабочий магнитный поток, являющийся частью полного магнитного потока, образуемого постоянными магнитами (или электромагнитными катушками).

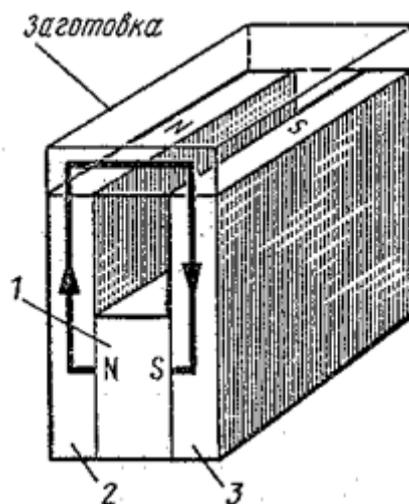


Рисунок 3 – Схема элементарной магнитной системы:

1 – постоянный магнит; 2,3 - магнитопроводы

Сила  $Q$  притяжения рабочей поверхности магнитного приспособления может быть рассчитана по формуле:

$$Q = 10^{-6} P_{уд} S_0, \quad (26)$$

где  $P_{уд}$  – удельная сила притяжения, МПа;

$S_0$  – активная площадь поверхности заготовки, мм<sup>2</sup>, находящаяся под действием магнитного потока.

В зависимости от класса точности для приспособлений с постоянными магнитами  $P_{уд} = 0,4 \dots 0,7$  МПа, для электромагнитных приспособлений  $P_{уд} = 0,16 \dots 0,25$  МПа

Дополнительные сведения по расчету и выбору механизированных приводов приспособлений размещены в материалах источников

## 2 Порядок выполнения работы

—

- 2.1. Для силового механизма выбрать тип силового привода.
- 2.2. Рассчитать параметры силового привода.
- 2.3. Составить эскиз привода, на эскизе указать рассчитанные параметры.
- 2.4. Описать принцип работы привода.

## 3 Содержание отчёта

- 3.1 Тема
- 3.2 Цель работы
- 3.3 Эскиз привода
- 3.4 Расчёт параметров силового привода
- 3.5 Описание принципа работы привода
- 3.6 Выводы о проделанной работе

#### 4 Контрольные вопросы

- 4.1 Назовите, какие силы действуют на заготовку в процессе обработки.  
4.2 Расскажите как определить силу зажима заготовки.  
4.3 Перечислите виды приводов.

#### Литература

1 Антонюк, В.Е. Технологическая оснастка: учебное пособие для студентов вузов по машиностроительным специальностям, В.Е. Антонюк, Э.М. Дечко, Ж.,А. Мрочек, А.С. Скороходов – Мн.: Беларусь, Издательство Гривцова, 2011. – 373.: ил.

2 Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие, В.Е.Антонюк – Мн.: Беларусь, 1991. – 400.:ил.

Таблица 2 – Исходные данные

Вариант	№ схемы	Вид привода
1	1	пневмопривод
2	2	пневмопривод
3	3	пневмопривод
4	4	гидропривод
5	5	пневмопривод
6	11	пневмопривод
7	12	пневмопривод
8	13	пневмопривод
9	14	пневмопривод
10	15	пневмопривод
11	21	пневмопривод
12	25	пневмопривод
13	22	гидропривод
14	23	пневмопривод
15	24	гидропривод
16	10	пневмопривод
17	9	пневмопривод
18	8	пневмопривод
19	7	гидропривод
20	20	пневмопривод
21	19	пневмопривод
22	18	пневмопривод
23	17	гидропривод
24	16	пневмопривод
25	30	пневмопривод
26	26	пневмопривод
27	29	пневмопривод
28	28	гидропривод
29	27	пневмопривод
30	6	гидропривод

## **Практическая работа № 4 Изучение конструктивных особенностей, принципа действия заданного приспособления, выполнение спецификации**

**Цель работы:** Изучить конструкцию, принцип действия и назначение элементов заданного приспособления. Научиться составлять спецификацию

### **Оснащение рабочего места:**

- чертёж детали;
- чертеж приспособления;
- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- конспект лекций;
- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- справочная литература.

### **1 Краткие теоретические сведения**

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата выполняется спецификация. Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 - 68. Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 - 68) Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);
2. Сборочные единицы (если они есть);
3. Детали;
4. Стандартные изделия;
5. Материалы (если они есть).

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

В раздел "Документация" вносят конструкторские документы на сборочную единицу.

В разделы "Сборочные единицы" и "Детали" вносят те составные части сборочной единицы, или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности,

указанным в ГОСТ 2.108 - 68. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределах каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе "Формат" указывают обозначения формата. В графе "Поз." указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе "Документация" графу "Поз." не заполняют.

В графе "Обозначение" указывают обозначение составной части сборочной единицы. В разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу "Обозначение" не заполняют. В графе "Наименование" указывают наименование составной части сборочной единицы. Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. В графе "Кол." указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе "Материалы" - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

В раздел "Стандартные изделия" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым

## **2 Порядок выполнения работы**

2.1 Проанализировать конструкцию приспособления по чертежу

2.2 Оформить спецификацию на бланке.

### **3 Содержание отчёта**

3.1 Тема.

3.2 Цель работы

3.3 Описание функционального назначения установочных элементов.

3.4 Спецификация на бланке.

## **4 Контрольные вопросы**

4.1 Каково назначение спецификации, состав и порядок составления?

4.2 Назовите, какие разделы предусмотрены стандартом при заполнении спецификации?

4.3 Назовите, что определяет присвоение номера позиции детали?

## **Литература**

1 Антонюк, В.Е. Технологическая оснастка: учебное пособие для студентов вузов по машиностроительным специальностям, В.Е. Антонюк, Э.М. Дечко, Ж.,А. Мрочек, А.С. Скороходов – Мн.: Беларусь, Издательство Гревцова, 2011. – 373.: ил.

2 Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие, В.Е.Антонюк – Мн.: Беларусь, 1991. – 400.:ил

3 Станочные приспособления: Справочник в 2-х т. Т1, Т2/ Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А.Шатилова, 1984.- 592с.: ил.

4 Машиностроительное черчение. Учеб. для машиностр. спец.техн.2е доп. и перераб. / сост. С.К. Боголюбов, А.В. Воинов – М.: Высшая школа, 1974. – 318 с.

5 Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение/ В.С. Левицкий. М., 2014. 383 с.

### **Нормативная документация**

1 ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.

2 ГОСТ 3.1107-81 Графические обозначения опор и зажимов.

3 ГОСТ 2.108-68 Единая система конструкторской документации. Спецификация

4 ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации Текстовые документы

## Практическая работа №5 Проектирование конструкции приспособления из элементов УСП

**Цель работы:** Изучить комплект деталей УСП по каталогам и стандартам. Разработать схемы базирования и закрепления заготовки в приспособлении для заданного вида обработки. Выбрать из комплекта УСП детали, необходимые для сборки приспособления по разработанным схемам. Собрать приспособление из элементов УСП.

### Оснащение рабочего места:

- детали;
- набор деталей УСП;
- чертёжные принадлежности;
- конспект лекций;
- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- справочная литература.

### 1 Краткие теоретические сведения

Современное машиностроительное производство характеризуется высоким уровнем автоматизации и гибкости, за счет использования станков с ЧПУ и систем автоматизированного проектирования на различных этапах производства изделий. Для сокращения затрат на подготовку производства новых деталей в единичном и мелкосерийном производстве используют переналаживаемые станочные приспособления многократного применения. К этой группе приспособлений относятся универсально-сборные приспособления (УСП) (рисунок 4).



Рисунок 4 - Набор деталей и сборочных единиц УСП

УСП являются общемашиностроительным видом оснастки, на детали и сборочные единицы которой разработаны и утверждены государственные стандарты (ГОСТ 31.111.41–93, ГОСТ 31.111.42–93 и др.).

Элементы УСП изготавливаются централизованно и применяются во всех отраслях машиностроения и приборостроения.

Особенностью технологической подготовки производства с применением УСП заключается в том, что на предприятии, на котором используется этот вид приспособлений, из универсального набора деталей и сборочных единиц собирается приспособление для выполнения конкретной операции. После обработки заданной партии заготовок приспособление разбирают, а составляющие его элементы могут быть использованы для сборки новых приспособлений, предназначенных для обработки других заготовок. При этом отпадает необходимость в выполнении всего комплекса работ, относящихся к проектированию и изготовлению специальных приспособлений.

Элементы приспособлений УСП соединяются между собой по схеме «шпонка–шпоночный паз» и фиксируются болтами, шпильками, винтами и гайками. Шпоночные пазы на элементах УСП выполняются Т и П-образными. В зависимости от ширины Т-образного шпоночного паза выделяют три серии таких приспособлений: УСП–8, УСП–12, УСП–16.

Универсально-сборные приспособления с шириной Т-образного шпоночного паза 8 мм (УСП–8) предназначены для обработки заготовок массой до 5 кг и максимальными габаритными размерами 480×180×240 мм. Применяются преимущественно в приборостроительной и электронной промышленности.

Универсально-сборные приспособления с шириной Т-образного шпоночного паза 12 мм (УСП–12) предназначены для обработки заготовок массой до 60 кг и максимальными габаритными размерами 1440×300×720 мм. Применяются на машиностроительных предприятиях, как в основном, так и в инструментальном и в ремонтном производстве.

Универсально-сборные приспособления с шириной Т-образного шпоночного паза 16 мм (УСП–16) предназначены для обработки заготовок массой до 3000 кг и максимальными габаритными размерами 2400×2400×960 мм. Применяются в основном на предприятиях тяжелого машиностроения.

Все элементы УСП, входящие в комплект делятся по функциональному признаку на восемь групп: базовые, корпусные, установочные, направляющие, прижимные, крепежные, разные детали и сборочные единицы.

**Базовые детали.** К этой группе относятся квадратные, прямоугольные, круглые и облегченные плиты и т.п., т.е. все детали, которые обычно служат основаниями универсально-сборных приспособлений (рисунок 5). Конструктивной особенностью базовых деталей является наличие на их рабочих поверхностях сетки Т-образных и П-образных шпоночных пазов с шагом, кратным 30 мм.

На пересечении осей Т-образных и П-образных шпоночных пазов расположены резьбовые отверстия.

На нижних плоскостях плит различного исполнения находятся пазы для точной ориентации УСП относительно Т-образных пазов стола станка. Ориентация круглых плит относительно поворотных головок, делительных дисков и т.п.

осуществляется кольцевой выточкой и шпоночным пазом, расположенным на нижней плоскости таких плит.

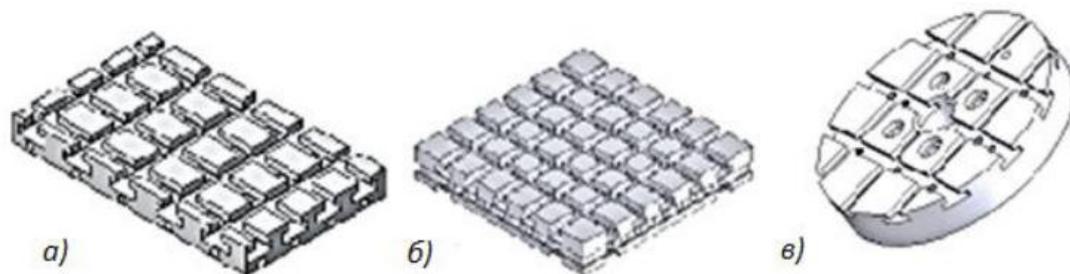


Рисунок 5 – Базовые плиты:

а) прямоугольная, б) квадратная, в) круглая

**Корпусные детали.** К этой группе относятся опоры, косынки, так называемые прокладки (прямоугольные, квадратные, Т-образные, круглые), подкладки, клинья, угольники, планки, вилки, кулачки и т.п. (рисунок 6).

Детали этой группы предназначены для образования корпуса приспособления. Кроме того, они могут выполнять функции базовых деталей при создании малогабаритных приспособлений или могут использоваться в качестве соединительных элементов при монтаже крупногабаритных приспособлений. В основном детали этой группы взаимозаменяемы. При отсутствии на участке сборки УСП той или иной корпусной детали ее заменяют другой деталью или блоком деталей этой же группы.

Конструктивной особенностью деталей данной группы является наличие Т-образных и П-образных шпоночных пазов на их рабочих поверхностях.

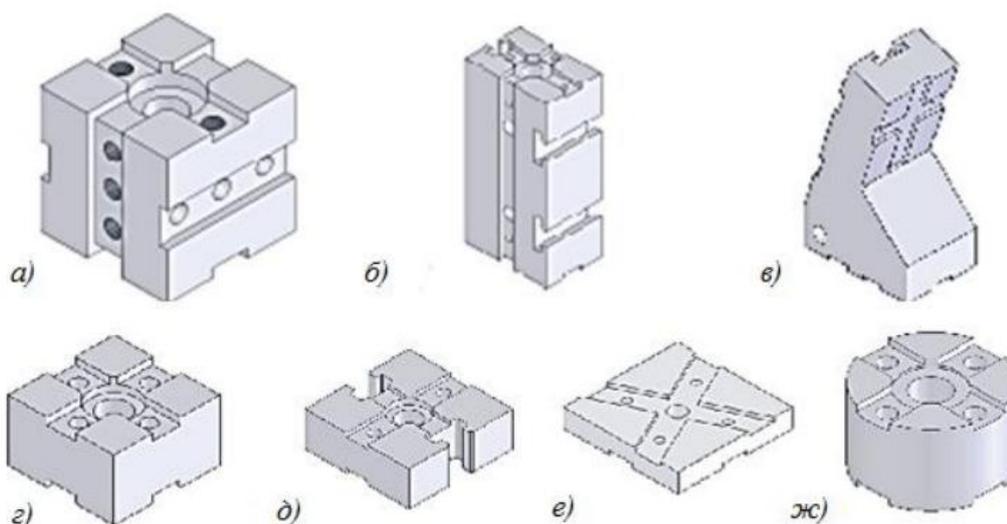


Рисунок 6 – Корпусные детали: а) опора квадратная, б) опора прямоугольная,

в) опора угловая, г), д), е) прокладки прямоугольные, ж) прокладка круглая

**Установочные детали** предназначены для установки корпусных элементов относительно базовых деталей и относительно друг друга, а также для установки заготовок в приспособлениях (рисунок 7).

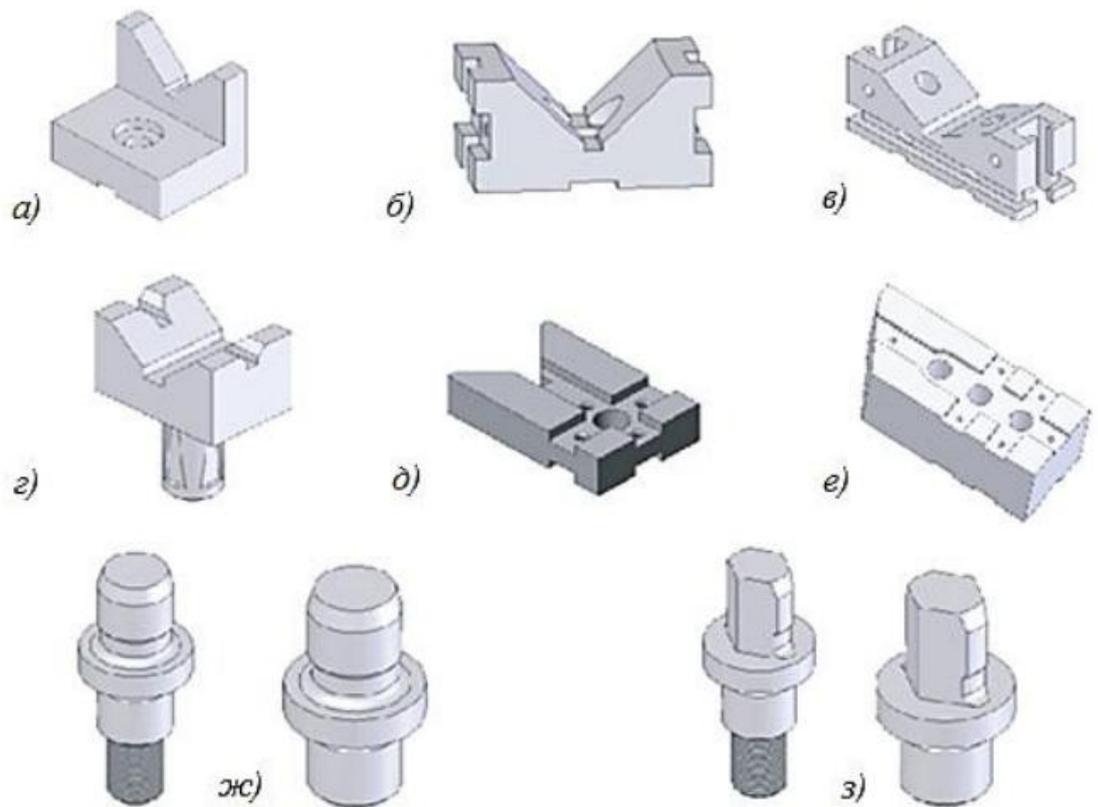


Рисунок 7 – Установочные детали:  
а), б), в), г), д), е) призмы, ж), з) пальцы

К этой группе относятся прямоугольные, Т-образные и переходные шпонки, установочные штыри и диски, установочные и переходные пальцы, цилиндрические, грибовые, упорные центры, призмы.

**Направляющие детали.** К этой группе относятся переходные и кондукторные втулки (рисунок 8), валики и колонки. Они служат для направления режущего инструмента и для настройки размеров приспособления.

Г

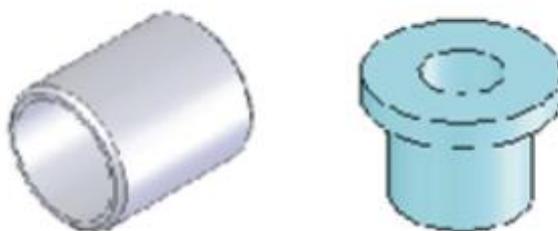


Рисунок 8 – Направляющие детали. Кондукторные втулки.

**Прижимные детали** предназначены для закрепления заготовок в приспособлениях. К этой группе относятся различные прихваты (рисунок 9) и планки.

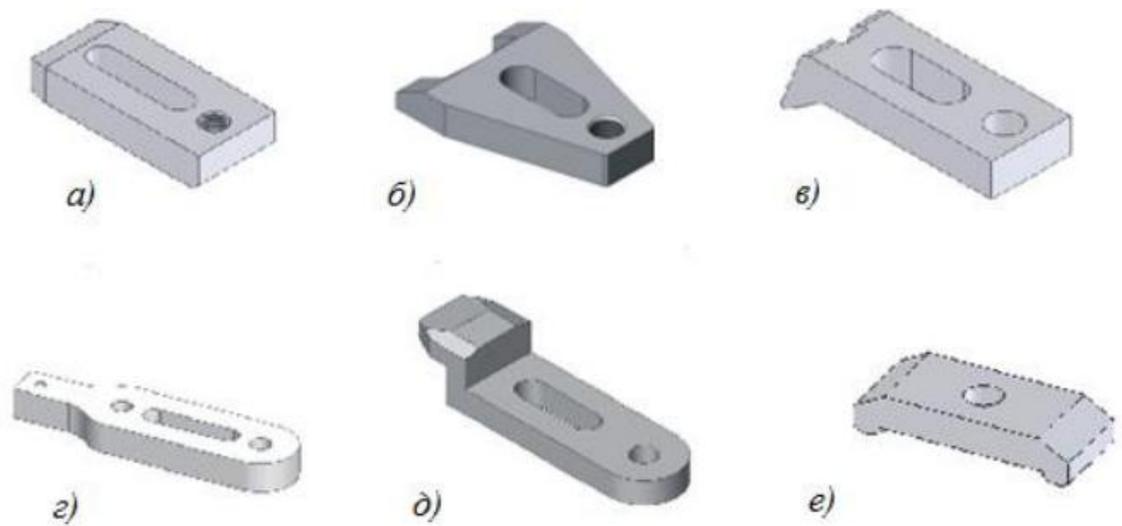


Рисунок 9 – Прижимные детали, прихваты:

а) передвигной, б) передвигной вильчатый, в) передвигной с выступом, г) передвигной удлиненный, д) передвигной изогнутый, е) двухсторонний

**Крепежные детали.** Ряд деталей этой группы имеет узкое специальное назначение и ограниченную область применения, но монтаж приспособлений без них затруднителен. В эту группу включены болты, винты, шпильки, гайки, шайбы. Они служат для соединения между собой элементов приспособления и для закрепления обрабатываемой детали (рисунок 10).

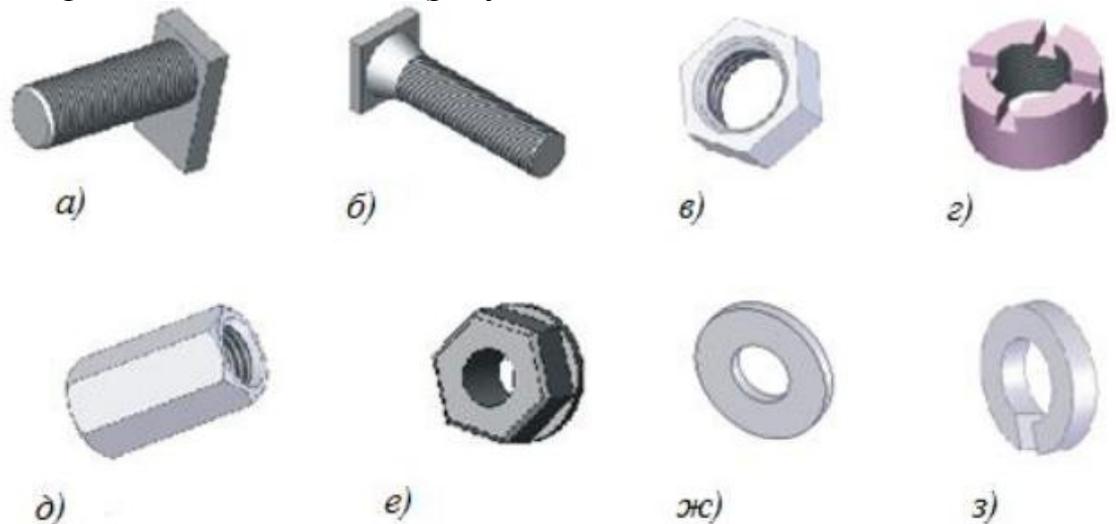


Рисунок 10 – а), б) болты пазовые, в) гайка шестигранная низкая, г) гайка круглая, д) гайка шестигранная высокая, е) гайка шестигранная с буртиком, ж) шайба плоская, з) шайба пружинная

**Разные детали.** К этой группе относятся ушки, вилки, хомутики, оси, наконечники, шайбы стопорные, кольца, рукоятки, пружины и др. Они имеют самое различное назначение (рисунок 11).

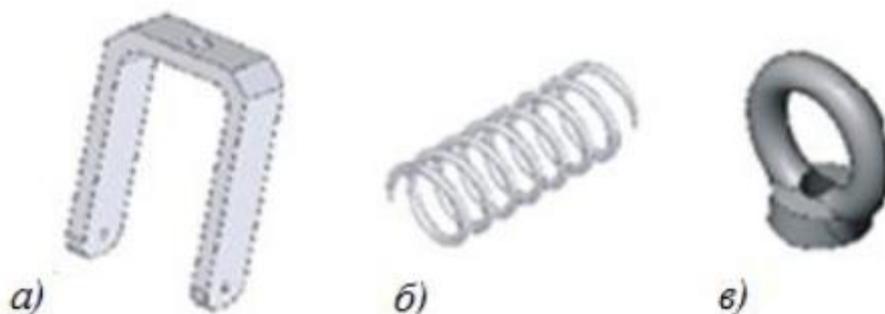


Рисунок 11 – Разные детали:  
а) хомут, б) пружина, в) гайка грузовая

**Сборочные единицы.** Применение сборочных единиц открывает возможность для монтажа более рациональных и компактных УСП с минимальным числом входящих в них корпусных, крепежно-прижимных и других деталей, ускоряет процесс сборки приспособлений и создает удобства в их эксплуатации.

В эту группу входят поворотные головки, фиксаторы, центровые бабки, подвижные призмы (рисунок 12), складывающиеся и откидные планки, делительные диски, эксцентриковые, кулачковые, клиновые, винтовые и тисочные зажимы, роликовый люнет, державки, шарнирные прихваты с призмой и т.п.

Сборочные единицы подобно базовым и корпусным деталям имеют на своих поверхностях Т-образные и П-образные шпоночные пазы, которые позволяют соединять их как между собой, так и с элементами других групп.

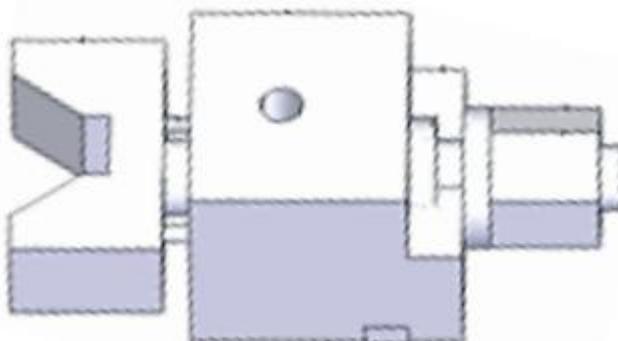


Рисунок 12 – Сборочная единица. Подвижная призма.

Процесс конструирования УСП заключается в основном в подборе необходимых деталей и сборочных единиц, а также рациональном их сочетании в общей компоновке приспособления.

Исходными данными для сборки компоновки являются метод обработки (фрезерование, точение, сверление и др.), чертеж детали, схема базирования, тип станка и число деталей, обрабатываемых в приспособлении. Сборка компоновки УСП значительно упрощается, если кроме чертежа и технологического процесса имеется в наличии и заготовка детали.

## Конструирование УСП

Конструирование УСП целесообразно начинать с уточнения общей схемы приспособления. Разрабатывается несколько вариантов схем приспособления, затем проводят их сравнительную оценку с точки зрения надежности, безопасности в работе, габаритных размеров и массы, удобства обслуживания, возможности наладки и регулировки. После выбора окончательного варианта схемы по размерам заготовки подбирают элементы УСП.

Процесс сборки универсально-сборных приспособлений начинается с выбора базовой плиты, тип и размер которой определяется в зависимости от принятой схемы приспособления. Размеры базовой плиты должны обеспечить установку на ее рабочей поверхности деталей и сборочных единиц, воспринимающих основную нагрузку от сил резания. Общую компоновку УСП начинают с установки на базовой плите элементов базирования и крепления заготовки, затем устанавливают другие элементы, например прямоугольные опоры, на которых закрепляют направляющие планки с кондукторными втулками и др. Положение одного элемента относительно другого элемента определяется несколькими шпонками, которые с помощью винтов фиксируются в соответствующих пазах. Затем элемент УСП со шпонками устанавливают в пазы другого элемента приспособления и производят затяжку стыков болтами. Предварительное положение деталей определяют линейкой или штангенциркулем, а окончательный контроль размеров – набором концевых мер длины и микрометрами.

Часто в компоновках УСП корпуса, на которых монтируют другие элементы, представляют собой сборные конструкции. В зависимости от габаритных размеров и массы обрабатываемых деталей корпуса собирают из нескольких базовых плит и объединяют в каркас при помощи угольников и планок. Для финишных операций, с небольшими усилиями на заготовку при обработке, корпуса УСП могут быть собраны из отдельных корпусных деталей (прямоугольных планок, угольников и прямоугольных опор).

Не всегда из имеющихся в комплекте элементов УСП можно собрать необходимую компоновку приспособления. В некоторых случаях она получается громоздкой и неудобной в работе. Тогда рекомендуется вводить в компоновку одну или несколько специальных деталей, которые упрощают конструкцию и повышают эксплуатационные свойства приспособления.

С целью повышения безопасности работ на станках с УСП плотности соединения стыков приспособлений уделяется особое внимание. Поэтому на участке сборки рекомендуется использовать динамометрические ключи для контроля затяжки резьбовых соединений.

Пример компоновки приспособления из элементов УСП для фрезерной операции представлен на рисунке 13.

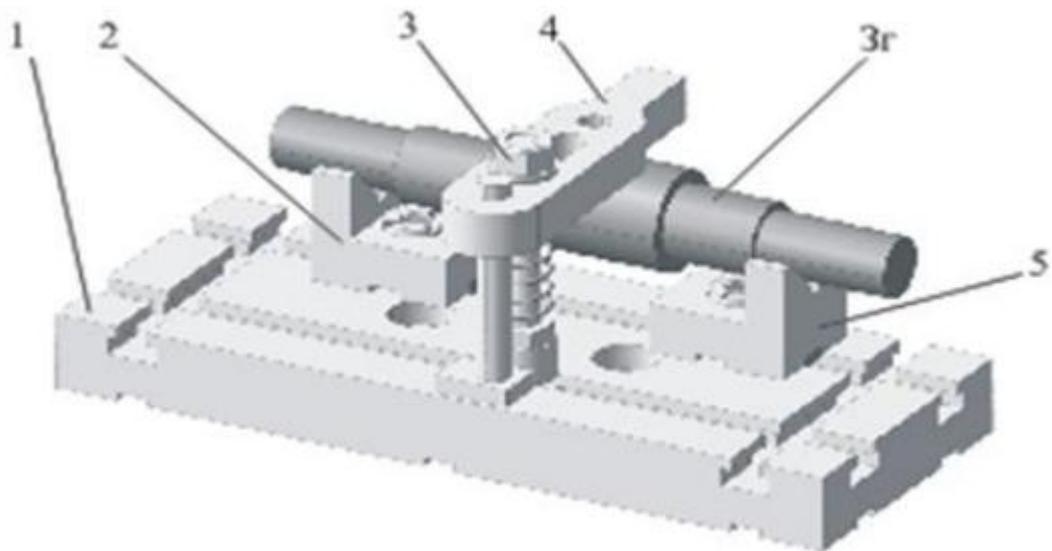


Рисунок 13 – Приспособление для фрезерования пазов на валу:  
1)плита, 2), 5) призмы, 3) винтовой зажим, 4) прихват

## 2 Порядок выполнения работы

- 2.1 Изучить комплект деталей УСП;
- 2.2 Разработать схему базирования и закрепления заготовки в приспособлении для заданного вида обработки;
- 2.3 Выбрать из комплекта УСП детали, необходимые для сборки приспособления по разработанным схемам;
- 2.4 Собрать приспособление из элементов УСП
- 2.2 Оформить спецификацию на бланке.

## 3 Содержание отчёта

- 3.1 Тема.
- 3.2 Цель работы
- 3.3 Эскиз заготовки
- 3.4 Схема базирования и установки
- 3.5. 3D модель или фотография приспособления с указанием всех элементов УСП.
- 3.6. Описание порядка сборки приспособления.

## 4 Контрольные вопросы

- 4.1 Расскажите, для какого типа производства целесообразно применять УСП?
- 4.2 Назовите, какие достоинства и недостатки имеют УСП?
- 4.3 Назовите, какие группы деталей входят в комплект УСП?
- 4.4 Существует ли возможность сборки приспособления из элементов разных серий?
- 4.5 Назовите с какой точностью изготавливаются элементы УСП?
- 4.6 Назовите для каких видов работ используются УСП?

4.7 Расскажите каким образом получают корпуса для обработки крупногабаритных деталей?

4.8 Назовите в каком порядке собирают приспособление из элементов УСП?

4.9 Назовите, какие элементы УСП используются для поворота детали на определенный угол?

4.10 Назовите, какие элементы УСП используются для получения поверхностей, расположенных под некоторым углом к горизонтальной или вертикальной плоскости?

### **Литература**

1 Антонюк, В.Е. Технологическая оснастка: учебное пособие для студентов вузов по машиностроительным специальностям, В.Е. Антонюк, Э.М. Дечко, Ж.,А. Мрочек, А.С. Скороходов – Мн.: Беларусь, Издательство Гревцова, 2011. – 373.: ил.

2 Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие, В.Е.Антонюк – Мн.: Беларусь, 1991. – 400.:ил

3 Станочные приспособления: Справочник в 2-х т. Т1, Т2/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова, 1984.- 592с.: ил.

4 Гжиров, Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. Р.И.Гжиров, П.П.Серебренецкий – Л.: Машиностроение, 1990. – 588с.

5 Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений УСП-12. – М.: НИИМАШ, 1975. – 72с.

6 Технологическая оснастка многократного применения/ В.Д. Бирюков, В.М. Дьяконов, А.И. Егоров и др.: Под.ред. Д.И. Полякова. – М.: Машиностроение, 1981. – 404с.

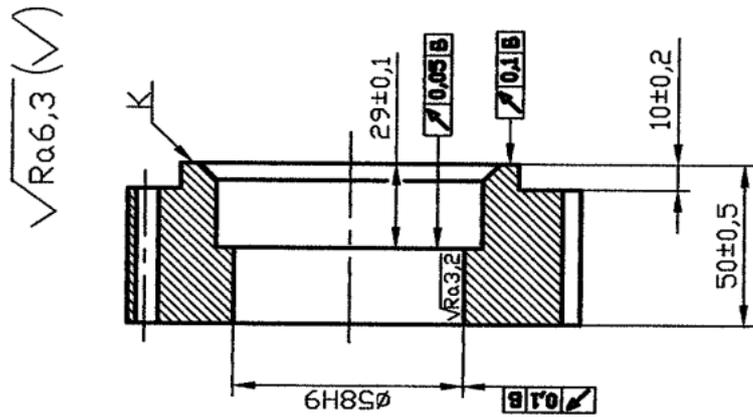
### **Нормативная документация**

1 ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.

2 ГОСТ 3.1107-81 Графические обозначения опор и зажимов.

3 ОСТ 31.111.41-93 Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы точности

Приложение А  
(обязательное)  
Варианты заданий



Общие допуски по ГОСТ 30893.1 :  
H14, h14,  $\pm$  IT14/2  
Сталь 45 ГОСТ 1050-80

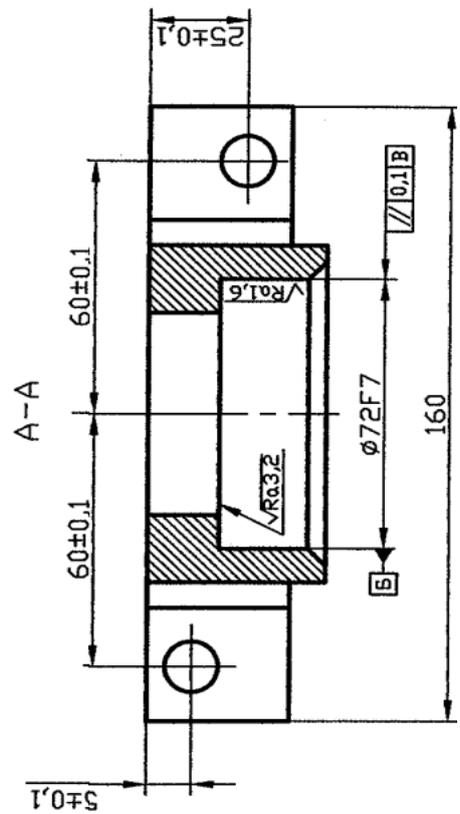
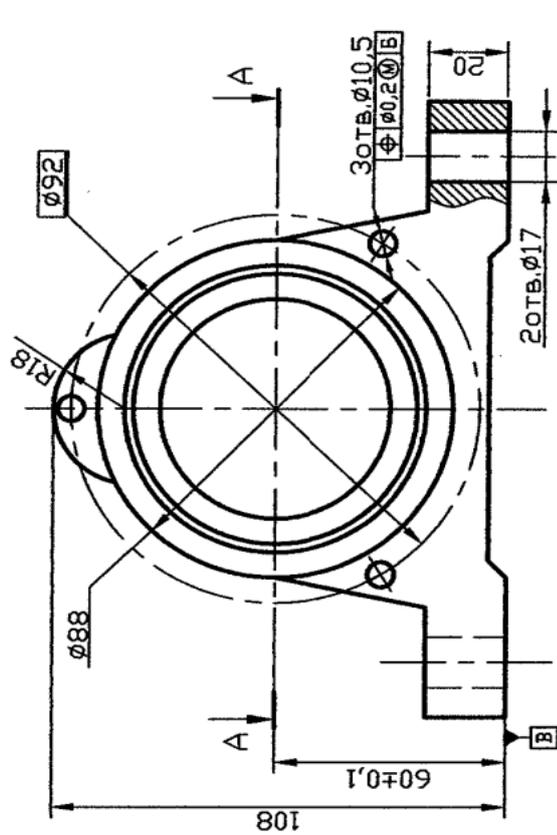


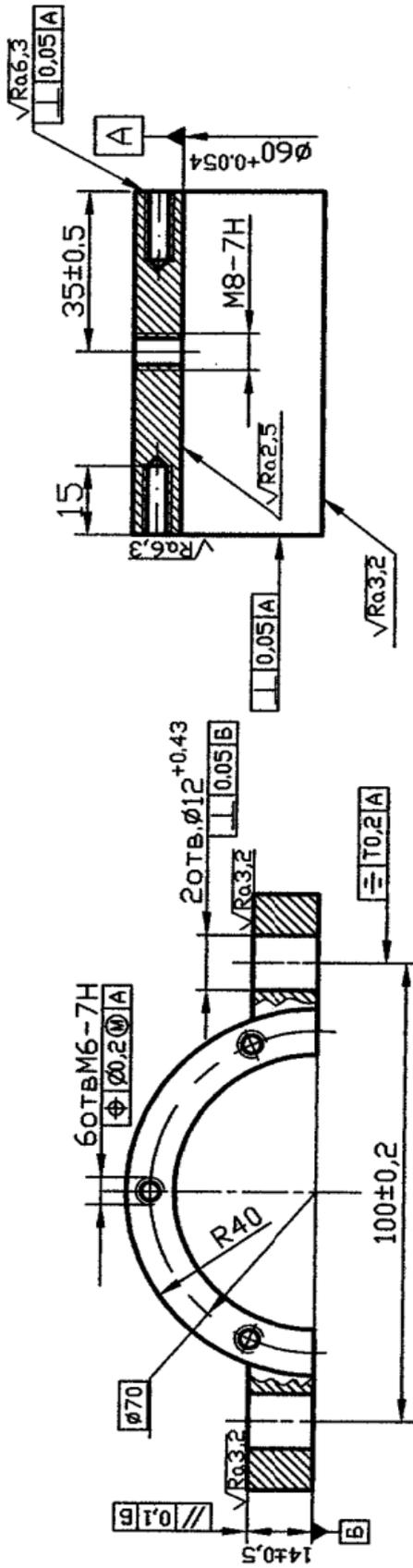
Рисунок А1 - Корпус подшипника



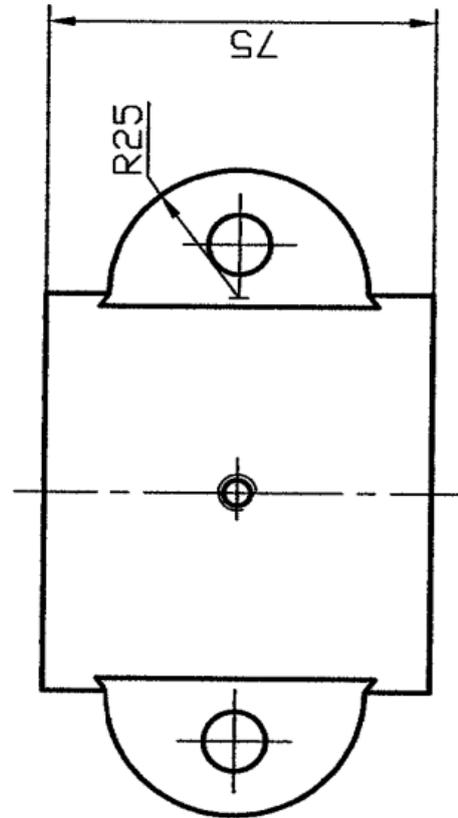


I

✓(✓)

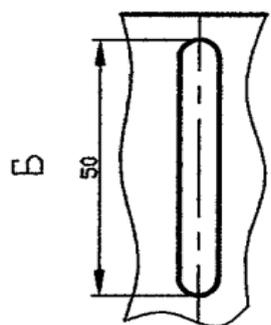
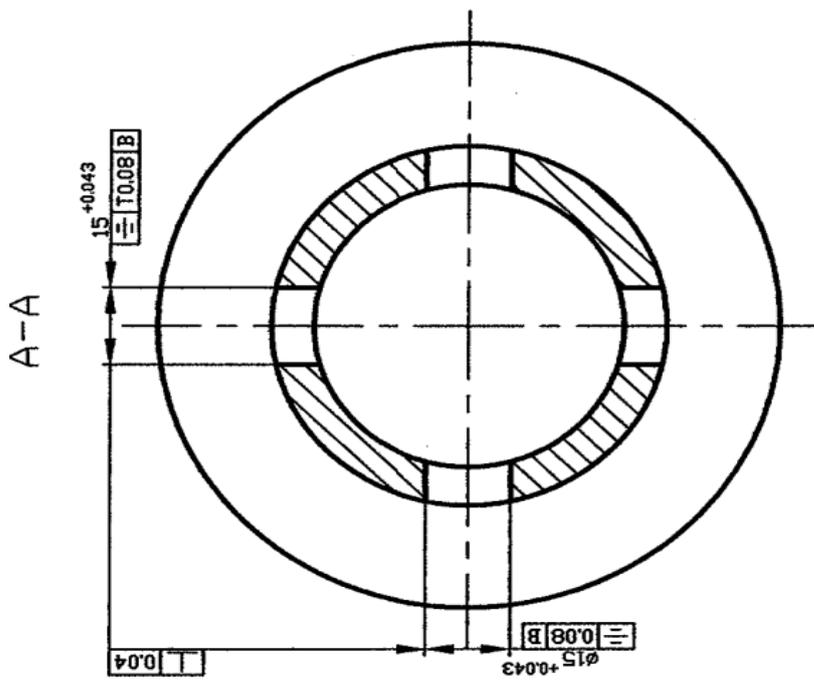
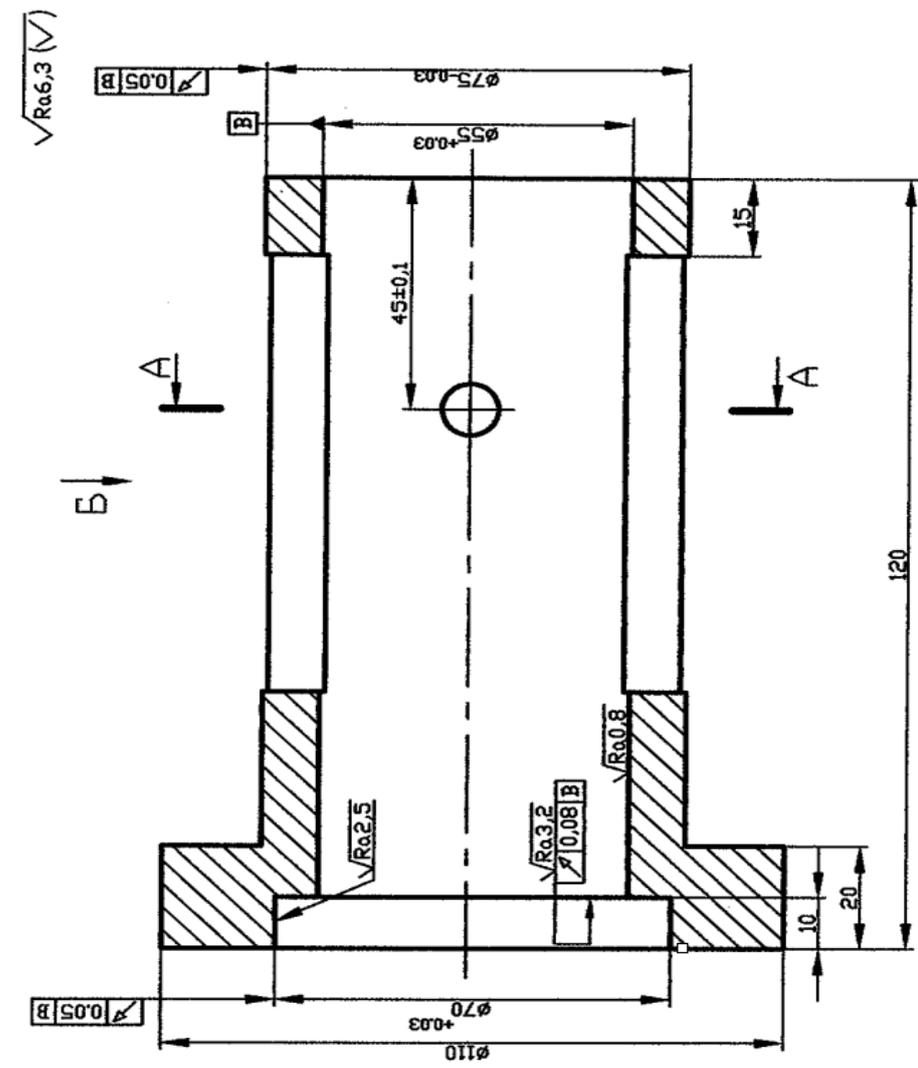


Общие допуски по ГОСТ 30893.1:  
H14, h14, ± IT14/2  
Сталь 45 ГОСТ 1050-88



сунок А4 – Крышка опоры

Ри-

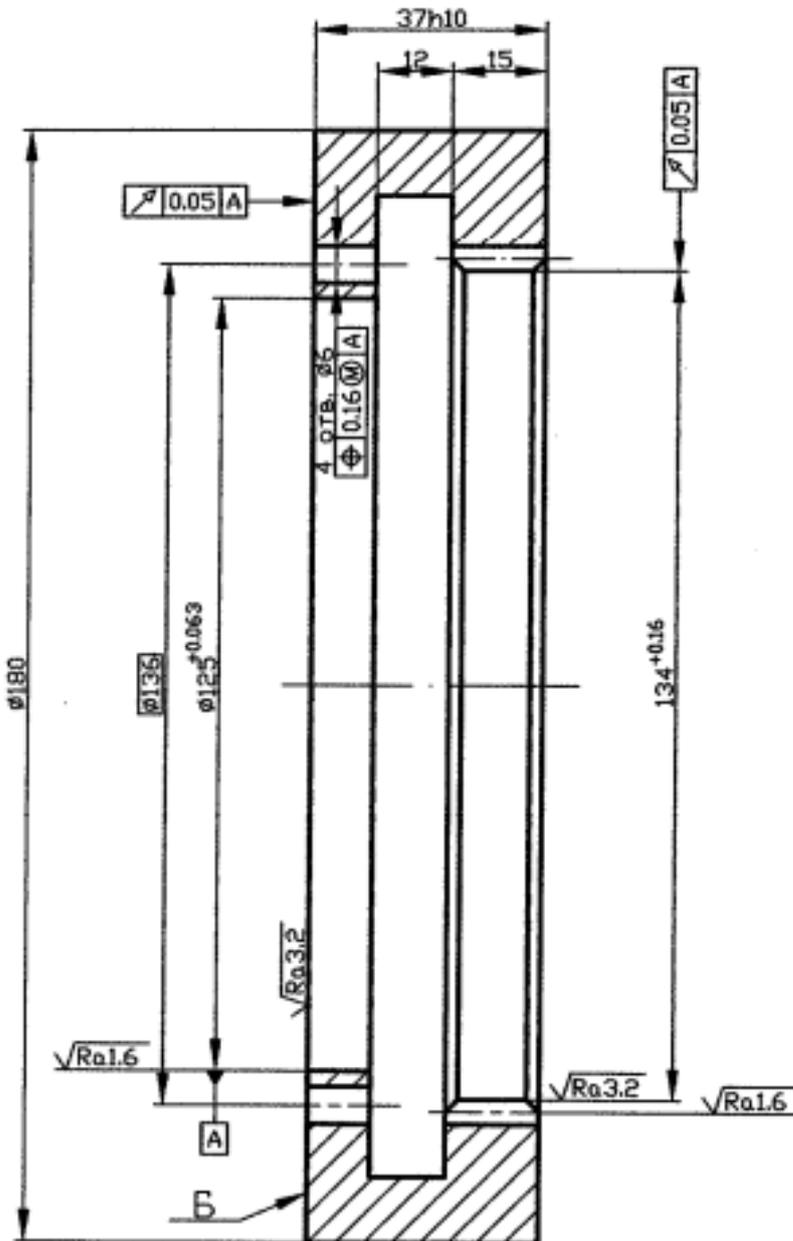


Общие допуски по ГОСТ 30893.1:  
H14, h14, ± IT14/2  
Чугун ГОСТ 1412-85

Рисунок А5 – Втулка

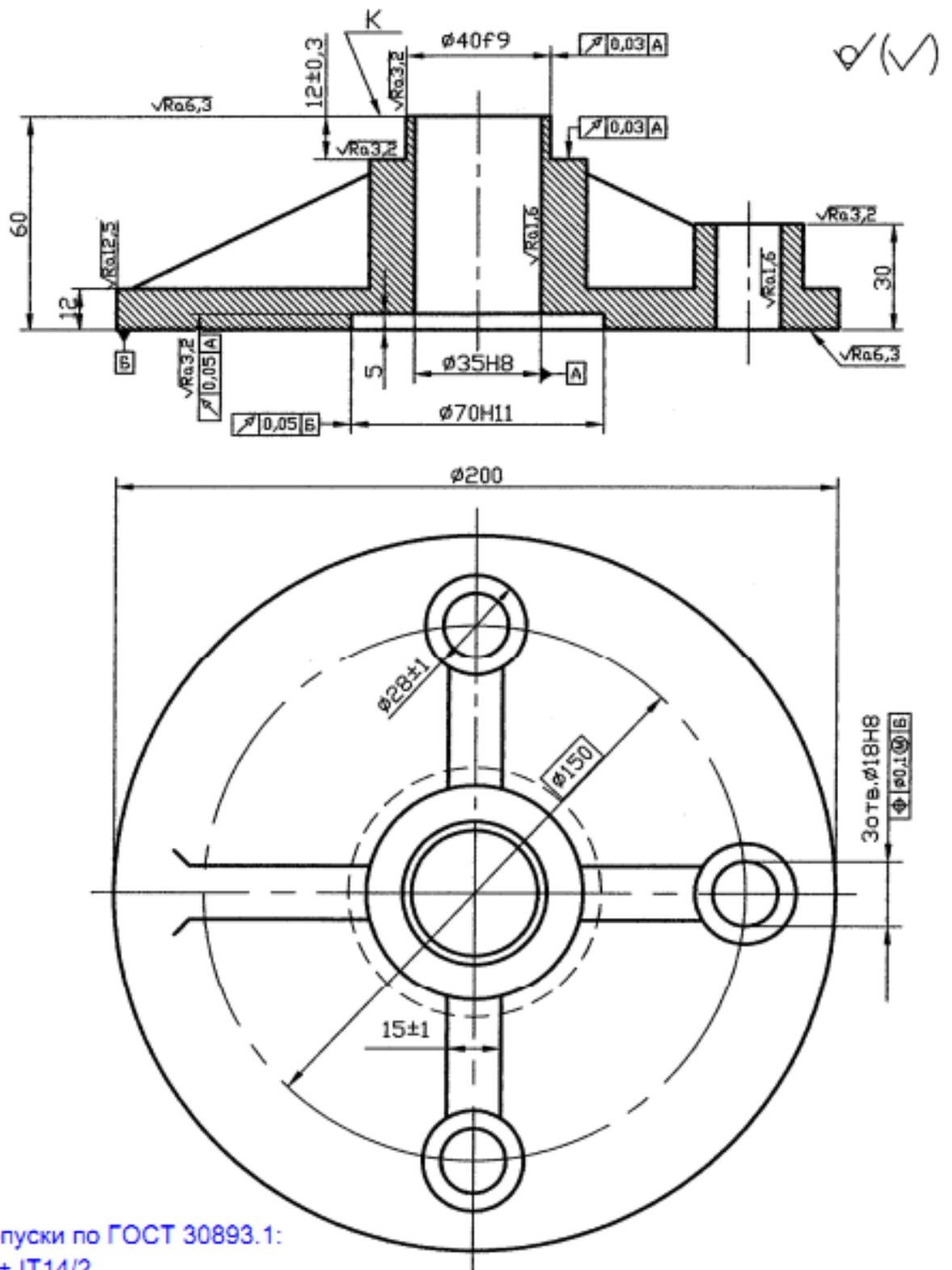
$\sqrt{Ra6,3}$  (✓)

Модуль	m	2
Число зубьев	Z	69
Степень точности	-	8
Делительный диаметр	d	138



Общие допуски по ГОСТ 30893.1:  
H14, h14,  $\pm IT14/2$   
Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Рисунок А6 – Обойма зубчатая



Общие допуски по ГОСТ 30893.1:  
H14, h14,  $\pm IT14/2$   
Чугун СЧ25 ГОСТ 1412-85

Рисунок А7– Крышка торцовая

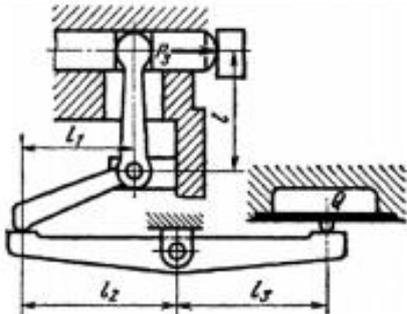
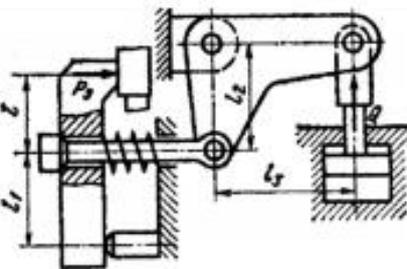
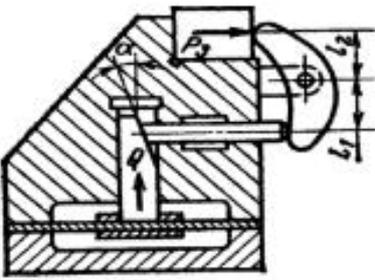
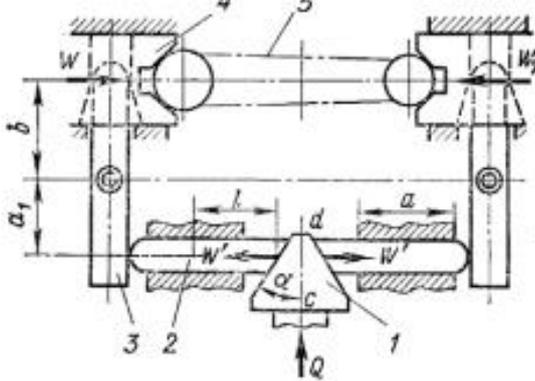
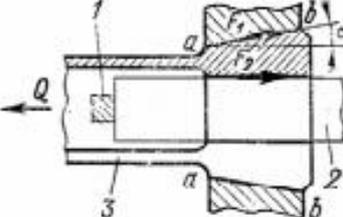


Приложение Б  
( обязательное )  
Варианты заданий

Таблица Б1 – Исходные данные

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
1	$W = 9450 \text{ Н}; l_1 = 100;$ $l_2 = 150; \alpha = 8^\circ$	
2	$W = 9600 \text{ Н}; l_1 = 45 \text{ мм};$ $l_2 = 55 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
3	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; l_2 = 80 \text{ мм};$ $\alpha = 8^\circ$	
4	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
5	$W = 960 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	

Продолжение таблицы Б1

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
6	$W = 12400\text{H}; l = 80\text{ мм};$ $l_1 = 100\text{ мм}; l_2 = 100\text{ мм};$ $l_3 = 90\text{ мм}$	
7	$W = 1240\text{H}; l = 120\text{ мм};$ $l_1 = 100\text{ мм}; l_2 = l_3 = 140\text{ мм}$	
8	$W = 12400\text{ H}; l_1 = 100\text{ мм};$ $l_2 = 140\text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
9	$W = 10000\text{ H}, a_1 = 100\text{ мм},$ $b = 90\text{ мм}, \alpha = 8^\circ$	
10	$W = 9750\text{ H}, \alpha = 30^\circ$ (зажим – одноштоковый двухсторонний пневмоци- ландр)	

Продолжение таблицы Б1

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
11	$W = 9600 \text{ Н}; \alpha = 8^\circ$	
12	$W = 9600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
13	$W = 8600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
14	$W = 11600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	

Продолжение таблицы Б1

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
15	$W = 12400 \text{ Н}; l = 80 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; l_2 = 105 \text{ мм};$ $l_3 = 90 \text{ мм}.$	
16	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $L = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ$	
17	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
18	$W = 9600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
19	$W = 9600 \text{ Н}; l = 80 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	

Продолжение таблицы Б1

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
20	$W = 12400 \text{ Н}; l = 100 \text{ мм};$ $l_1 = 140 \text{ мм}$	
21	$W = 12400 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; l_2 = l_3 = 140 \text{ мм}$	
22	$W = 9600 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
23	$W = 10000 \text{ Н}, a_1 = 100 \text{ мм},$ $b = 90 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ$	
24	$W = 9750 \text{ Н}, \alpha = 30^\circ$ (зажим – одноштоковый двухсторонний пневмоцилиндр)	

Продолжение таблицы Б1

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
25	$W = 14000 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 12^\circ$	
26	$W = 12000 \text{ Н}; l = 20 \text{ мм};$ $l_1 = 100 \text{ мм}; \alpha = 8^\circ;$ $\alpha_1 = 12^\circ$	
27	$W = 8450 \text{ Н}, l = 100 \text{ мм},$ $l_1 = 120 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	
28	$W = 8450 \text{ Н}, l = 100 \text{ мм},$ $l_1 = 120 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	

Продолжение таблицы Б1

Номер схемы	Основные параметры зажимного механизма	Схема зажимного механизма
29	$W = 9600 \text{ Н}; l = 120 \text{ мм};$ $l_1 = 140 \text{ мм}; l_2 = 40 \text{ мм};$ $l_3 = 60 \text{ мм}$	
30	$W = 12000 \text{ Н}, l = 100 \text{ мм},$ $l_1 = 120 \text{ мм}, \alpha = 8^\circ; \alpha_1 = 2^\circ$	

# Итоговый тест

## 1 Цель работы

Проверка знаний учащихся по учебной дисциплине «Проектирование технологической оснастки».

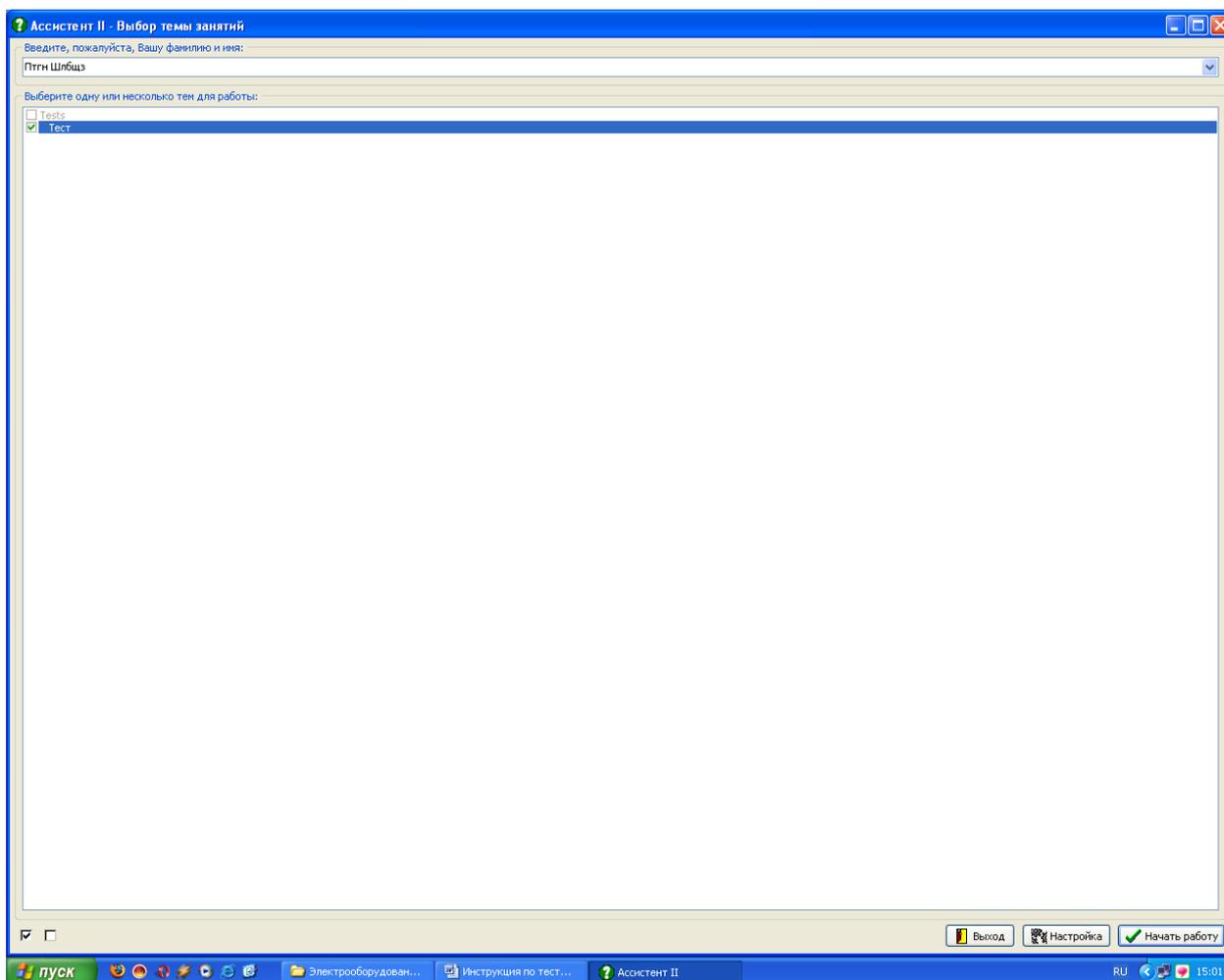
### 1.1 Оснащение рабочего места

- Персональный компьютер с минимальными требованиями: 300 MHz/16Mb/Mouse/Win2000/XP.
- Методическое пособие.

## 2 Порядок выполнения работы

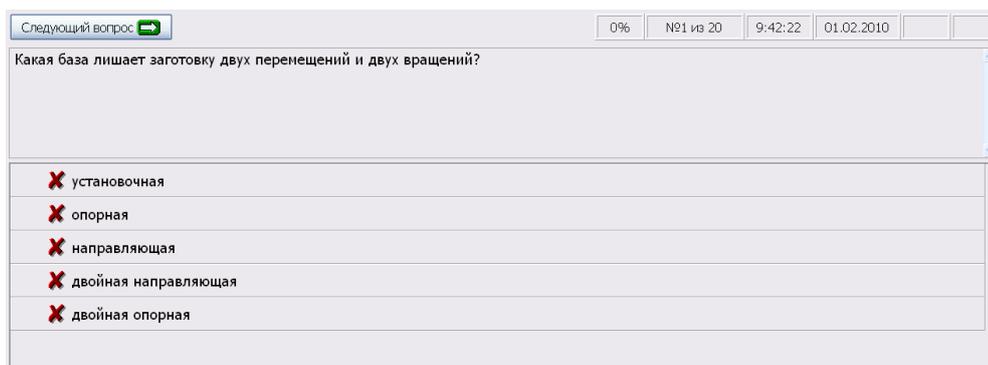
Чтобы начать тестирование, запустите файл «Проектирование технологической оснастки».pps из каталога **Проектирование технологической оснастки**. Перед вами появится главное окно программы:

После выполнения инструкции, предложенной на данном слайде, произойдет запуск файла программы и появится рабочее окно следующего вида:

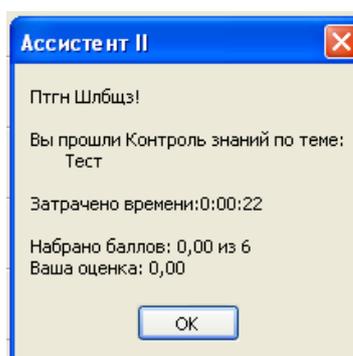


2.1 Учащийся вводит свою фамилию и имя в определенное для этого поле, выбирает тему тестирования «Тест» и нажимает кнопку «Начать работу» (в правом нижнем углу экрана).

2.2 После прочтения инструкции появится главное окно программы. Далее необходимо прочесть вопрос, рассмотреть предложенный чертеж (если он есть) и выбрать один или несколько вариантов ответа щелчком левой мыши, затем нажать кнопку «Следующий вопрос».



2.3 После ответов на все вопросы появится окно с результатами тестирования.



Тест может быть ограничен по времени, а также изменен порядок следования вопросов. Результат оценивается по 20-балльной системе.



Assist2.exe

### Инструкция преподавателю:

— Для редактирования вопросов и ответов теста необходимо открыть папку Tests и редактировать файлы с расширением qst. Для создания нового теста необходимо создать файл в «Блокноте» и сохранить его с расширением qst.

Кнопка «Настройка» позволяет настроить программу по необходимым критериям.

## **ВОПРОСЫ К ОКР**

по учебной дисциплине

### **«Проектирование технологической оснастки»**

1. Для чего служат установочные элементы приспособлений и как они подразделяются по степени подвижности? Дать определения.
2. Как устанавливаются заготовки в приспособлении по плоским поверхностям (обработанным и необработанным)? Из каких материалов их изготавливают и какими свойствами они должны обладать?
3. Как устанавливается заготовка в приспособлении по внешним цилиндрическим поверхностям? Из каких материалов их изготавливают и какими свойствами они должны обладать?
4. Как производят установку заготовки в приспособлении по плоскости и двум отверстиям? Из каких материалов их изготавливают и какими свойствами они должны обладать?
5. Что называется зажимными устройствами? для чего они предназначены и когда отпадает необходимость в их применении? Правила выбора направления зажима?
6. Перечислите виды простых зажимных устройств. Из каких элементов состоит зажимной механизм? Как делятся зажимные устройства в зависимости от числа ведомых звеньев?
7. Как делятся зажимные устройства по характеристикам жёсткости и надёжности? Правила выбора места приложения сил зажима.
8. Какие элементы приспособлений служат для быстрой установки инструментов на размер? Показать на примерах их применение. Из чего они изготавливаются?
9. Какие элементы приспособлений служат для определения положения и направления осевого инструмента? Как они подразделяются? Из чего они изготавливаются?
10. Какие элементы приспособлений служат для определения траектории относительного движения инструмента и заготовки? Показать их применение. Из чего они изготавливаются?
11. Для чего служат поворотные и делительные устройства? Какие их конструкции Вы знаете? Принцип работы.
12. Для чего служит корпус приспособлений? От чего зависят форма и размеры корпуса? Какие требования к ним предъявляются? Почему?
13. Опишите методику проектирования приспособлений.
14. Что такое погрешности базирования заготовок и от чего она зависит?
15. Опишите методику расчёта приспособлений на точность.
16. Охарактеризуйте способы установки приспособлений на станках.
17. Опишите штыри и пластины, их классификацию, условные обозначения.
18. Охарактеризуйте призмы, их классификацию, условные обозначения.
19. Универсально- безналадочные приспособления.
20. универсально- наладочные приспособления.

21. Специализированные безналадочные приспособления.
22. Специализированные наладочные приспособления.
23. Универсально- сборные приспособления.
24. Сборно- разборные приспособления.
25. Неразборные специальные приспособления.
26. Вспомогательный инструмент к станкам токарной группы.
27. Вспомогательный инструмент для шлифовальных станков.
28. Вспомогательный инструмент к станкам фрезерно- сверлильно- расточной группы.

К каждому варианту прилагается задача:

Разработать теоретическую схему базирования с указанием баз и опорных точек, а также схему установки предложенной детали.

## Перечень учебных изданий, справочной, технической литературы

### Литература

1. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров.- Л.: Машгиз, 1975. - 656 с.
2. Антонюк, В.Е.. Конструктору станочных приспособлений: справ. пособие / В.Е. Антонюк. - Мн: Беларусь, 1991. - 400 с
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. Т.1 / В.И. Анурьев.– М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
4. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. Т.2 / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1980. – 559 с.
5. Гжиров, Р.В. Краткий справочник конструктора: Справочник/ Р.В. Гжиров. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.
6. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – 4-е изд / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред; под ред. А.Ф. Горбачевич. -Мн.: Вышэйшая школа, 1983.-256 с.
7. Горбачевич, А.Ф. Методические указания по выполнению курсовых проектов по курсу "Проектирование станочных приспособлений" для студентов заочной формы обучения специальности 0577 – "Машиностроение" / А.Ф. Горбачевич.– Мн.: 1985.-40 с.
8. Горбачевич, А.Ф. Методические указания по разработке заданий к курсовым проектам по технологической оснастке и технологии машиностроения. / А.Ф. Горбачевич, В.В. Жданович, С.А. Иващенко; под ред. А.Ф. Горбачевич. – Минск: изд БНТУ, 2003. - 40 с.
9. Горбачевич, А.Ф. Задания на курсовой проект курса «Конструирование станочных приспособлений» для студентов специальности 0577 – «Машиностроение» дневной и заочной форм обучения /А.Ф. Горбачевич – Минск: изд БПИ, 1987. - 14 с.
10. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1979. - 303 с.
11. Жданович, В.В. Оформление документов и курсовых проектов/ В.В. Жданович, А.Ф. Горбачевич. – Мн: УП «Технопринт», 2002. -99 с.: ил.
12. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / Данилевский В.В. – М.: Высшая школа, 1972. – 483 с.
13. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении: Учеб. для вузов.-2-е изд. перераб. и доп./ В.С. Корсаков. - М.: Машиностроение, 1983. - 277 с.
14. Поливанов, П.М. Таблицы для подсчета массы деталей и материалов: Справочник. – 10-е изд./ П.М. Поливанов, Е.П. Поливанова. – М.: Машиностроение, 1975. -304 с.
15. Режимы резания металлов: Справочник / А. Д. Корчемкин [и др]; под ред. А.Д. Корчемкина.- М.:НИИТавтопром, 1995.-456 с

16. Справочник контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения / А.И. Якушева [и др]; под ред. А.И. Якушева.- М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.
17. Справочник технолога-машиностроителя. т.1 / А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова; под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1972. – 694 с.
18. Станочные приспособления: Справочник/ Б.Н. Вардашкин, и А.А. Шатилов; под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. М.: Машиностроение, 1984, Т. 1. – 522 с., Т.2. – 656 с.
19. Филиппов, Г.В. Режущий инструмент / Г.В.Филиппов. - Л.: Машиностроение, 1981. -392 с.

### **Перечень ТНПА**

- 1 Приспособления станочные. Детали и узлы. Часть первая. М.: 1983.
- 2 Приспособления станочные. Детали и узлы. Часть вторая. М.: 1983.
- 3 Приспособления станочные. Детали и узлы. Часть третья. М.: 1983.
- 4 Приспособления станочные. Детали и узлы. Часть четвертая. М.: 1978.
- 5 Приспособления станочные. Детали и узлы. Часть пятая. М.: 1983.
- 6 Приспособления станочные. Детали (заготовки). Часть шестая. М.: 1982.
- 7 Приспособления станочные. Детали и узлы Часть седьмая. М.: 1985.
- 8 Приспособления станочные. Детали. Часть девятая. М.: 1982.
- 9 Втулки кондукторные. Конструкция и размеры. Технические требования. М.: 1980.
- 10 ГОСТ 3889-71. Фланцы промежуточные к самоцентрирующим патронам. М.: 1975.