

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра машиностроения и транспорта



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

«29» мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА**

**Б1.Б.19**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Технология машиностроения**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств от 11 августа 2016 г № 1000 и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» от 03.02.2020 г. № 46 для очной формы обучения для набора 2020 года

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	30
4.4 Практические занятия.....	30
4.5. Контрольные мероприятия: расчетно-графическая работа (РГР).....	30
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>31</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>32</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>32</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>33</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ .....	33
9.2. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы (РГР).....	43
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>44</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>44</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>45</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>49</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>50</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>51</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – формирование знаний и навыков по совершенствованию технологий, систем и средств технологического оснащения машиностроительных производств, а также по разработке и внедрению оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий с эффективным использованием материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ для реализации технологических процессов.

Задачами изучения дисциплины является:

- изучение методов совершенствования технологий, систем и средства машиностроительных производств;
- формирование навыков разработки и внедрения оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнения мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ для реализации технологических процессов;
- решение задач, связанных с разработкой программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления основными показателями качества выпускаемой продукции.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемы, связанные с машиностроительными производствами;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора на основе анализа вариантов оптимального прогнозируемых последствий решения.</li> </ul>
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы совершенствования технологий, систем и средств машиностроительных производств;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.</li> </ul>
ПК-18	способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программы и методики контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.19 «Технологическая оснастка» относится к базовой части.

Дисциплина «Технологическая оснастка» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как:

- «Оборудование машиностроительных производств»;
- «Детали машин и основы конструирования»
- «Основы технологии машиностроения»;

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Технологическая оснастка» представляет основу для:

- «Производственной (преддипломной) практики»;
- «Государственной итоговой аттестации».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Расчетно-графическая работа (РГР)	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
Очная	4	8	216	112	28	56	28	77	РГР	Экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			8
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>112</b>	<b>24</b>	<b>112</b>
Лекции (Лк)	28	24	28
Лабораторные работы (ЛР)	56		56
Практические занятия (ПЗ)	28	-	28
Расчетно-графическая работа (РГР)	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>77</b>	<b>-</b>	<b>77</b>
Подготовка к лабораторным работам	23	-	23
Подготовка к практическим занятиям	14	-	14
Выполнение расчетно-графической работы (РГР)	20	-	20
Подготовка к экзамену в течение семестра	20	-	20
<b>III. Промежуточная аттестация Экзамен</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>27</b>
Общая трудоемкость дисциплины	час.	<b>216</b>	<b>216</b>
	зач. ед.	<b>6</b>	<b>6</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Основные элементы технологической оснастки</b>	<b>61</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>21</b>
1.1.	Классификация технологической оснастки	7	2	-	-	5
1.2.	Установочные элементы приспособлений	30	2	16	4	8
1.3.	Направляющие, делительные и поворотные элементы, корпуса приспособлений	24	4	8	4	8
<b>2.</b>	<b>Зажимные устройства приспособлений</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
2.1.	Определение необходимого усилия закрепления	26	2	8	4	12
2.2.	Рычажные, клиновые, клиновые, эксцентриковые зажимные механизмы	32	4	8	8	12
2.3.	Винтовые и центрирующие зажимные механизмы	32	4	8	8	12
<b>3.</b>	<b>Приводы приспособлений</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
3.1.	Пневматические, гидравлические и механогидравлические приводы	10	4	-	-	6
3.2.	Электромагнитные и магнитные приводы	18	2	8		8
3.3.	Вакуумные, центробежно-инерционные и электромеханические приводы	10	4	-	-	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>189</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>77</b>

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

#### Раздел 1. Основные элементы технологической оснастки

##### Тема 1.1. Классификация технологической оснастки (лекция – дискуссия 1 час)

Приспособления классифицируют по нескольким признакам:

##### I. По целевому назначению различают пять групп приспособлений:

- станочные приспособления для установки заготовок на станках (70...80 % от общего количества приспособлений), которые в зависимости от вида обработки делят на токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные, расточные, протяжные, строгальные и др.;

- приспособления для установки обрабатываемых инструментов (инструментальные), характеризующиеся большим числом нормализованных конструкций в силу применения нормализованных и стандартных рабочих инструментов;

- сборочные приспособления для обеспечения правильного взаимного положения деталей и сборочных единиц, предварительного деформирования собираемых упругих элементов (резиновых деталей, пружин, рессор), напрессовки, запрессовки, вальцовки, клепки, гибки по месту и других сборочных операций;

- контрольные приспособления, предназначенные для проверки точности заготовок, промежуточного и окончательного контроля изготавливаемых деталей, проверки сборочных операций, сборочных единиц и машин (к этой группе относятся также испытательные и контрольно-измерительные стенды);

- транспортно-кантовальные приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок и собираемых изделий (обычно тяжелых), применяемые в основном в автоматизированном, массовом и крупносерийном производствах.

##### II. По степени специализации:

1. Универсальные — это приспособления, предназначенные для закрепления деталей большого числа типоразмеров (машинные тиски, кулачковые патроны).

2. Специализированные — для закрепления определенного типа деталей. Выполняются на базе универсальных или нормализованных приспособлений за счет использования дополнительных или сменных зажимных, установочных устройств.

3. Специальные приспособления - для закрепления одной детали. Предназначены для выполнения определенной операции. Применяются в основном в серийном и массовом производстве. Приспособления одноцелевого назначения.

4. У.С.П. — универсально сборные приспособления, предназначенные для закрепления различных деталей. Включают комплекты различных установочных, зажимных, корпусных деталей приспособления. По чертежу собирается данное приспособление в зависимости от конструкции деталей. В основном в условиях серийного и мелкосерийного производства.

### III. По виду применяемого источника зажимных усилий:

1. с ручным приводом (винтовые, эксцентриковые),
2. с механическим (пневмо и гидроприводы, электромеханические, вакуумные, магнитные),

### IV. По типу оборудования:

1. токарные,
2. фрезерные,
3. сверлильные,
4. шлифовальные.

### V. По конструктивному исполнению:

1. вращающиеся,
2. невращающиеся,
3. поворачивающиеся (делительные, непрерывно делительные).

### VI. По числу одновременно устанавливаемых и закрепляемых деталей:

1. одноместные (устанавливается и зажимается одна деталь),
2. многоместные (устанавливается и зажимается много деталей).

### VII. По степени автоматизации:

1. Неавтоматизированные
2. Полуавтоматические
3. Автоматические

### Требования, предъявляемые к конструкциям приспособлений.

1. Высокая производительность.
2. Простота конструкции приспособления.
3. Низкая стоимость приспособления.
4. Надежность работы.
5. Высокие точностные характеристики приспособления.
6. Переналаживаемость приспособления (универсальность).

## Тема 1.2. Установочные элементы приспособлений (лекция – дискуссия 2 часа)

### Опоры под базовые плоскости

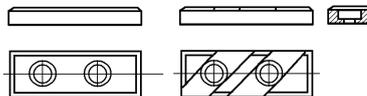
Эти опоры применяются в виде штырей или пластин.

Опорные штыри выполняют с плоской сферической или насеченной головкой.



Отверстия под штыри в корпусе приспособления выполняются сквозными; сопряжение штырей с отверстиями по посадке H7/n6. Опорные площадки в корпусе под головки штырей должны слегка выступать и обрабатываться одновременно, чем обеспечивается расположение их в одной плоскости. Штыри с плоскими головками после их запрессовки также шлифуются одновременно, в связи с чем у этих штырей оставляется припуск 0,2—0,3 мм на шлифование после сборки. Иногда в отверстия корпуса под штыри запрессовывают стальные закаленные втулки. Торцы втулок одновременно шлифуют, обеспечивая необходимую плоскостность, а высоту головок штырей выполняют с отклонениями. Таким образом, обеспечивается взаимозаменяемость штырей, при которой отпадает необходимость шлифовать их установочные поверхности при сборке и сокращается время на ремонт приспособления. В отверстия втулок штыри устанавливаются по посадке H7/h6.

### Опорные пластины.



Изготавливаются двух типов: плоские (тип а) и с косыми пазами (тип б). Пластины закрепляются двумя или тремя винтами М6 до М12.

Плоские пластины целесообразно закреплять на вертикальных стенках корпуса, так как при горизонтальном их положении в углублениях над головками винтов (1...2 мм) скопится мелкая стружка, трудно удаляемая при очистке приспособления. Пластины с косыми пазами устанавливают на горизонтальных поверхностях корпуса. При такой конструкции пластин стружка, сдвигаемая при перемещении устанавливаемой детали, легко попадает в углубления (косые паза) пластин и не нарушает контакта при установке.

Выбор типа и размеров опор зависит от размеров и состояния базовых поверхностей:

1) детали с обработанными базовыми плоскостями больших размеров устанавливают на пластины, а меньших — на штыри с плоской головкой;

2) детали с необработанными базами устанавливают на штыри со сферической или насеченной головкой. Штыри с насеченной головкой обычно применяются в качестве боковых опор, закрепляемые на вертикальной стенке корпуса; в этом случае отпадают трудности, связанные с очисткой их от стружки.

Количество опор и их расположение выбирают в соответствии со схемами базирования.

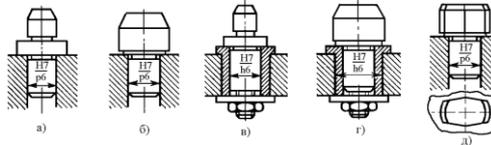
Иногда в качестве основных опор применяют самоустанавливающиеся и регулируемые опоры. Самоустанавливающиеся опоры усложняют конструкцию приспособления и применяются лишь в специальных случаях. Например, при бази-

ровании детали плоскостями ее бобышек, расположенных в виде четырехугольника, целесообразно одну из жестких опор заменить двухточечной. При базировании ступенчатой плоскостью можно применить двухточечную опору.

#### Установочные пальцы.

Применяются при базировании по плоскости или торцам и отверстиям. Нормальными машиностроения определены следующие конструкции.

1. Пальцы установочные цилиндрические постоянные,
2. Пальцы установочные срезанные постоянные.
3. Пальцы установочные цилиндрические сменные.
4. Пальцы установочные срезанные сменные.



Установочные пальцы должны обладать повышенной износостойкостью, длительно сохранять свои размеры и относительное положение. Их изготавливают из углеродистых и легированных сталей (У7, У8, У10А, 65Г и др.) с термообработкой до твердости HRC 56-61 или из конструкционных сталей (15ХН, 20, 20Х и др.) с цементацией на глубину 0,8...1,2мм с последующей закалкой до той же твердости. В ряде случаев их армируют твердым сплавом. Шероховатость рабочих поверхностей должна соответствовать Ra = 1,25...0,32мкм. Точность обработки рабочих поверхностей 7...8 квалитет.

Постоянные пальцы запрессовываются в корпус приспособления по посадке H7/p6, а диаметры их установочных поверхностей выполняются с отклонениями по g или f9 в зависимости от требуемой точности базирования.

Сменные пальцы используются при интенсивной эксплуатации приспособления, когда они сравнительно быстро изнашиваются и заменяются. Пальцы монтируются в отверстия втулки по посадке H7/h6, а диаметры их установочных поверхностей также выполняются с отклонениями по g6 или f9.

При базировании по плоскости и двум отверстиям пальцы обычно применяются в сочетании с нормальными опорными пластинами, а при установке по торцу и отверстию могут запрессовываться в специальную опорную пластину той или иной конструкции. При установке тяжелых деталей, когда неподвижные пальцы мешают загрузке, их делают выдвижными.

Ввиду наличия допуска δ на расстояние L между осями базовых отверстий одно из них может занимать при установке партии заготовок два предельных положения. Если правый палец выполнить цилиндрическим, то его диаметр должен быть d - δ; в этом случае возможно покачивание заготовки на левом пальце от среднего положения на величину δ/2. Более целесообразна ромбическая форма пальца; конструктивно ее выполняют с цилиндрической ленточкой шириной 2e.

#### Оправки

Установку на внутреннюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную к ее оси плоскость производят на пальцы и оправки. Торцы заготовки координирует ее положение по длине, различные элементы (шпоночная канавка, радиальное отверстие и др.) определяют ее угловое положение.

Коническая оправка (конусность – 1/2000...1/4000) – на которую заготовка насаживается цилиндрическим отверстием, обработанным с точностью H6...H7. Вследствие расклинивающего действия она прочно удерживается от проворачивания при обработке. Точность центрирования 0,005...0,010 мм. Недостаток оправки – отсутствие точной фиксации заготовки по длине. Оправка применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

Оправка, на которую заготовка насаживается с натягом. Используя подкладные колонки при запрессовку, заготовку точно ориентируют по длине оправки. Наличие канавки 1 позволяет подрезать торцы заготовки, шейка 2 служит для направления заготовки. Точность центрирования 0,005...0,010 мм.

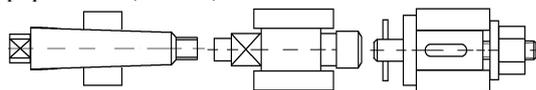


Рис. 1. Жесткие оправки

Оправка, на которую заготовка насаживается с зазором, показана на рис. 1, в. Положение заготовки по длине определяется буртом оправки; ее проворачивание предупреждается затяжкой гайки 3 или шпонкой 4 (при наличии в заготовке шпоночной канавки). Для этих оправок базовые отверстия заготовок рекомендуется обрабатывать по 7-му квалитету. Точность центрирования зависит от зазора и обычно составляет 0,02...0,03 мм.

Оправки изготавливают из стали 20Х, цементуют на глубину 1,2...1,5 мм и закаливают до твердости HRC 55...60. Рабочие поверхности шеек шлифуют до Ra 0,63...0,32мкм. На центровых гнездах делают фаски или поднутрения для защиты от повреждений. Для передачи момента на конце оправки предусматривают квадрат, лыски или поводковый палец. Оправки диаметром более 80 мм для облегчения выполняют полыми.

При конструировании оправки с запрессовкой обрабатываемой заготовки, определяют диаметр ее рабочей шейки. Исходные данные для расчета: номинальный диаметр d, длина базы (отверстия) L, наружный диаметр заготовки d1, модули упругости E1 и E2 коэффициенты Пуассона μ1 и μ2 материалов оправки и заготовки; момент M и осевая сила P, возникающие при обработке и стремящиеся повернуть или сдвинуть заготовку на оправке; коэффициент трения между заготовкой и оправкой f = 0,08...0,12. Задаваясь коэффициентом запаса k = 1,5...2,0, определяют момент Mтр или осевую силу P, удерживающие заготовку на оправке:

$$M_{mp} = fp \frac{\pi d L}{2} P_{mp} = fp \pi d L \quad \text{где } p \text{ – давление на поверхности сопряжения}$$

Оправка с разрезной втулкой (рис. 2, б) служит для закрепления заготовки затяжкой внутреннего конуса. Оправки этого типа допускают использование баз в виде отверстий, обработанных с точностью H8...H12. Консольная оправка с тремя сухарями (рис. 2, а), разжимаемыми внутренним конусом, используется для закрепления толстостенных заготовок с обработанным или необработанным отверстием. Точность центрирования оправки 0,05...0,10 мм, а оправки, показанной на рис. 2, б, - 0,02...0,4 мм. Схема оправки с упругой гильзой, разжимаемой изнутри гидропластмассой показана на рис. 2, г. Затягивая винт, сжимают гидропластмассу, которая, разжимая тонкостенную гильзу, закрепляет заготовку. Оправки с гидропластмассой обеспечивают точность центрирования 0,005...0,01 мм. Базовые отверстия заготовки обрабатывают с точностью H7...H8.

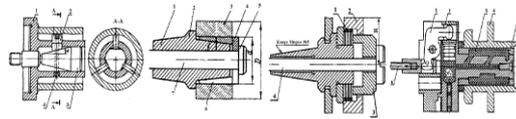


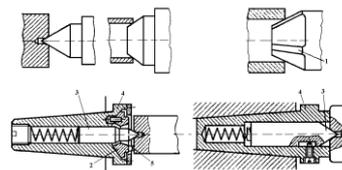
Рис. 2. Разжимные оправки

На рис. 2, г показана оправка с тарельчатыми пружинами, обеспечивающая точность центрирования (0,002...0,003мм). При приложении осевой силы центрирующая часть пружин выпучивается и прочно закрепляет заготовку. Пружины выполняют из стали 38Х, У10А или 65Г с термической обработкой до твердости HRC 45...50. Точность обработки базовых отверстий – в пределах H6...H7.

### Центра

Установка заготовки на центровые гнезда и конические фаски применяется при обработке деталей класса валов. В качестве установочных элементов используют центры с углом 60°. Схема установки на жесткий центр приведена на рис. 3, а; на рис. 3, б дана схема установки конической фаской на срезанный центр, характерная для деталей типа гильз; на рис. 3, в показана схема установки па специальный центр с тремя узкими ленточками 1 на кромки отверстия заготовки. На рис. 3, г приведена конструкция поводкового Центра, передающего крутящий момент от вдавливания рифлений в поверхность, конической фаски при приложении к центру осевой силы. Этот центр обеспечивает передачу момента, необходимого при чистовой обработке, но ухудшает поверхность базовой фаски. На рис. 3, д показана конструкция поводкового центра, передающего момент через рифления, вдавливаемые в торцовую плоскость заготовки. Рифления 5 выполнены на трех участках сферической самоустанавливающейся шайбы 2. Центр, плавающей конструкции смонтирован в промежуточной втулке 4.

Центры выполняют из сталей 45, У6А, У8А и подвергают термической обработке до твердости HRC 55...60, износостойкость повышают наплавкой твердого сплава. Форму заднего центрального гнезда при токарной обработке сохраняют применением вращающихся центров.



При установке на жесткий центр погрешность базирования для осевых размеров зависят от точности выполнения центровых гнезд. Для точной установки по длине применяют плавающий передний центр 3 (рис. 3, е); переменная глубина центрального гнезда не влияет при этом на осевое положение заготовки. При упоре последней в торец промежуточной втулки 4 совмещаются технологическая и измерительная базы, т. е. соблюдается условие  $\epsilon=0$ .

При отклонении от соосности центровых гнезд возникает кромочное касание центров с гнездами. То же происходит при несовпадении углов гнезд и центров. Под действием радиальной силы заготовка смещается в поперечном и продольном направлениях в результате смятия и износа кромок центров. При отклонении от соосности центровых гнезд угол перекоса заготовки длиной L

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c}{L}$$

Погрешность формы центровых гнезд в поперечном сечении вызывает отклонение от круглости обрабатываемых шеек. Ее можно уменьшить шлифованием, притиркой или обжатием гнезд эталонным центром.

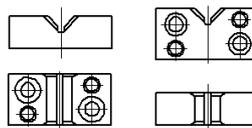
Установка заготовки на два цилиндрических отверстия с параллельными осями и перпендикулярную к ним плоскость используется при обработке деталей типа корпусов, плит и картеров. Ее преимущества: простота конструкции приспособления, возможность соблюдения постоянства баз на большинстве операций технологического процесса и относительно простая передача и фиксация заготовок на поточных и автоматических линиях, эта схема обеспечивает большую доступность режущего инструмента к обрабатываемой заготовке. Заготовка закрепляется приложением силы, перпендикулярной к базовой плоскости. Такая установка наиболее пригодна для заготовок, имеющих размеры базовой плоскости, большие или сопоставимые с их высотой. Базовую плоскость заготовки подвергают чистовой обработке, а отверстия развертывают с точностью H8...H7.

### Призмы

Для установки заготовок диаметром 5...150 мм на внешнюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную к ее оси плоскость применяют широкие опорные призмы, для заготовок с необработанной поверхностью узкие призмы; при этом в результате локализации контакта уменьшается влияние макрогеометрических погрешностей баз заготовок на их устойчивость в призме.

В приспособлениях находят применение, главным образом призмы с углом  $\alpha = 90^\circ$ . При обработке консольных частей заготовки используют подводимые и самоустанавливающиеся опоры в виде призматических элементов. Призмы изготавливают из стали 20Х, применяя цементацию на глубину 0,8...1,2 мм и закалку рабочих поверхностей (HRC 55...60). Призмы больших размеров выполняют из серого чугуна с привернутыми стальными калеными щеками. Недостаток такой конструкции - пониженная жесткость из-за наличия дополнительных стыков.

Призмы крепят к корпусу приспособления винтами и фиксируют контрольными штифтами. Нижнюю и боковые (рабочие) поверхности призм шлифуют до  $Ra = 0,63...0,32$  мкм.



Предельно допустимую нагрузку (N) на призму из условий контактной прочности можно определить по формуле (заготовки из стали или чугуна,  $\alpha = 90^\circ$ )

$$W = 7b \cdot D$$

где b - длина линии контакта заготовки с призмой, мм; D - диаметр заготовки, мм.

Погрешности базирования при установке в призму являются функцией допуска на диаметр цилиндрической поверхности заготовки и зависят от погрешностей ее формы.

## Тема 1.3. Направляющие, делительные и поворотные элементы, корпуса приспособлений (лекция – дискуссия 4 часа)

### Направляющие элементы приспособлений.

При выполнении некоторых операций механической обработки (сверление, растачивание) жесткость режущего инструмента и технологической системы в целом оказывается недостаточной. Для устранения упругих отжимов инструмента относительно заготовки применяют направляющие элементы.

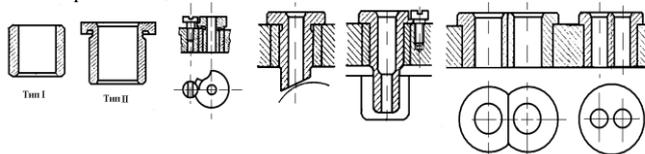


Рис. 1

Они должны быть точными, износостойчивыми и при большой производственной программе сменными. Такими элементами приспособлений являются кондукторные втулки для сверлильных и расточных приспособлений.

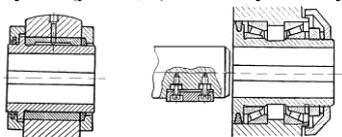
Конструкция и размеры кондукторных втулок для сверления стандартизованы. Втулки бывают постоянные (тип I) и сменные (тип II). Постоянные втулки применяют в кондукторах для мелкосерийного производства при обработке отверстия одним инструментом. Сменные втулки используются в приспособлениях для массового и крупносерийного производства. Втулки быстросменные с замком употребляют при обработке отверстия несколькими последовательно сменяемыми инструментами. Сменные и быстросменные втулки вставляют в постоянные втулки, запрессовываемые в корпус приспособления. Постоянные втулки запрессовывают в корпус приспособления по посадке  $h6$ , а сменные или быстросменные постоянные втулки устанавливают по посадке  $h6$ . Если быстросменные втулки подвержены интенсивному нагреванию, применяют посадку  $g6$ . При диаметре отверстия до 25 мм втулки изготавливают из стали марки У10А закаливают до твердости HRC 60...65; при диаметре отверстия свыше 25 мм – из стали 20 (20X) с цементацией и закалкой до той же твердости.

Ориентировочный срок службы кондукторных втулок 10000...15000 сверлений.

Допуски на диаметр отверстия втулок для прохода сверл и зенкеров устанавливают по посадке  $f7$ . При требовании к расположению оси отверстия с точностью 0,05 мм и выше допуски на диаметр отверстия втулок назначают для прохода сверл и чистовых разверток по посадке  $g6$ .

Эксцентриситет наружной поверхности втулки по отношению к отверстию не должен превышать 0,005 мм. Между нижним торцом втулки и поверхностью заготовки оставляют зазор от  $0.3d$  до  $d$ , а при сверлении глубоких отверстий в стали до  $1,5d$ . Посадочные поверхности втулок обрабатывают шлифованием Ra 0.63. Поверхность отверстия для прохода инструмента Ra 0.16.

На рис. 1, а показана втулка, которую применяют при сверлении отверстий на наклонных поверхностях; удлиненную быстросменную втулку (рис. 1, б) применяют, если отверстие обрабатывают в углублении заготовки; при малом расстоянии между осями отверстий используют срезанные втулки (рис. 1, в) или одну блочную (рис. 1, г).



Для направления борштанг (расточных оправок) применяют неподвижные и вращающиеся втулки. На рис. 2, а приведена конструкция вращающейся втулки, поверхность скольжения которой защищена от стружки. На рис. 2, б показана втулка, смонтированная на подшипниках качения. В обеих конструкциях на внутренних поверхностях прорезан шпоночный паз для шпонки борштанги; этим обеспечивается принудительное вращение втулок. Для облегчения попадания шпонки в паз втулки, последнюю часто выполняют со скошенными кромками или плавающей. На внутренней поверхности втулки часто предусматривают пазы для прохода выступающих резцов борштанги.

К направляющим элементам приспособлений относятся также копиры, применяемые при обработке фасонных поверхностей сложного профиля, задача которых направлять режущий инструмент по обрабатываемой поверхности заготовки для получения заданной траектории их движения.

### Делительные и поворотные элементы приспособлений.

Делительные и поворотные устройства, применяемые в многопозиционных приспособлениях, служат для придания обрабатываемой заготовке различных положений относительно рабочего инструмента.

Делительное устройство состоит из диска, закрепляемого на поворотной части приспособления, и фиксатора. Фиксатор с вытяжным цилиндрическим пальцем может воспринимать момент, но он не обеспечивает деления высокой точности вследствие зазоров в подвижных соединениях. Несколько большую точность дает фиксатор с конической заточкой вытяжного пальца. Для устранения радиального зазора вводят гидропластовую втулку, применяют также клиновые фиксаторы.

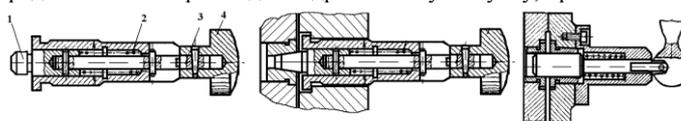


Рис. 3

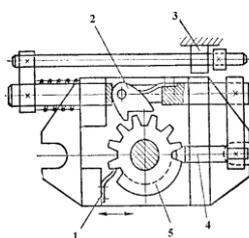


Рис. 4

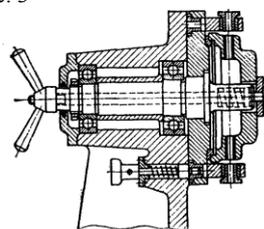


Рис. 5

Для выключения оттягивают кнопку 4 и поворачивают её на 90°. Штифт 3 заходит в торцевые пазы втулки и удерживает фиксатор в крайнем заднем положении. Затем кнопка 4 поворачивается, и пружина 2 посылает фиксатор 1 в крайнее переднее положение. Применение эксцентрика облегчает управление фиксатором, но ограничивает величину.

В делительном приспособлении для фрезерного станка фиксатор 4 заблокирован с поворачивающейся собачкой 2. При возвратно - поступательном движении стола их работа осуществляется от неподвижного упора 3. Упор 1 предупреждает поворот делительного диска 5 в обратную сторону.

Для уменьшения момента вращения в приспособлениях горизонтального типа центр тяжести поворотной системы (включая заготовку) должен лежать на оси вращения. Это достигается соответствующей компоновкой приспособления и установкой корректирующих противовесов. В приспособлениях с вертикальной осью вес тяжелой поворотной системы воспринимает упорный подшипник качения. На рис. 6, а показана конструкция стола, верхняя часть которого поворачивается на требуемый угол при подъеме на упорном шарикоподшипнике. Подъем осуществляется различными механическими устройствами или (как показано на рисунке) пневмоцилиндром. При опускании стол садится на торцевую плоскость основания и плотно к нему прижимается. Применяя упорные шарикоподшипники, можно в несколько раз уменьшить момент трения при вращении поворотной части приспособления.

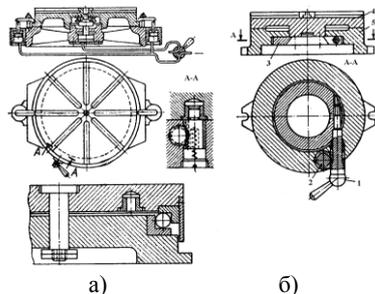


Рис. 6

Для уменьшения крутящего момента в приспособлениях с горизонтальной осью центр тяжести поворотной части (включая заготовку) должен лежать на оси вращения. Это достигается соответствующей компоновкой приспособления и использованием корректирующих противовесов. В приспособлениях с вертикальной осью и тяжелой поворотной частью применяют упорные подшипники качения. На рис. 6, а показана конструкция стола, у которого верхняя часть вращается на угол, нужный при ее подъеме, на обычном упорном шарикоподшипнике. Подъем осуществляется различными механическими устройствами или (как показано на рисунке) пневмоцилиндром. При опускании стол садится на торцевую плоскость основания и плотно к нему прижимается.

Конструкция устройства другого типа показана на рис. 6, б. Верхняя поворотная часть не имеет подъема и покоится на упорном подшипнике больших размеров. Подшипник обеспечивает достаточную устойчивость поворотной части и, обладая значительной грузоподъемностью, позволяет выполнять обработку с большими осевыми силами. Используя упорные шарикоподшипники, значительно уменьшают момент трения при вращении поворотной части, что очень важно при ручном обслуживании приспособления.

#### Корпуса приспособлений

Корпус является базовой деталью приспособления, где монтируют установочные элементы, зажимные устройства, направляющие элементы инструмента, а также вспомогательные детали и механизмы. Корпус воспринимает силы, возникающие при обработке, а также зажимные силы.

Корпус приспособления должен иметь минимальный вес, быть жестким и прочным. Конструкция его должна быть удобна для быстрой установки и съема заготовок, для очистки от стружки и отвода охлаждающей жидкости. Корпус должен допускать установку и закрепление приспособления на станке без выверки, для чего в нем предусматривают направляющие элементы (пазовые шпонки, центрирующие бурты и т. п.), быть простым и дешевым в изготовлении и обеспечивать соблюдение требований техники безопасности. Для лучшего отвода охлаждающей жидкости и удаления стружки в корпусах предусматривают наклонные поверхности и избегают углублений в труднодоступных местах. Угол наклона этих поверхностей с рекомендуется принимать для чугунной стружки равным 30...35°, для стальной стружки с маслом 25...50°, для алюминиевой 40...45°.

Корпус крепят на станке болтами, которые заводят в Т-образные пазы стола. В серийном производстве, где на одном станке периодически выполняют различные операции, корпус следует крепить на столе станка с минимальной затратой времени. Для этого на корпусе оставляют полки для крепления его прихватами либо предусматривают литые уши для крепежных болтов.

Быстрая и точная установка приспособления на столе станка без выверки обеспечивается направляющими шпонками, вводимыми в Т-образный паз стола. Шпонки выполняют в виде коротких сухарей, привернутых к нижней плоскости корпуса; для того чтобы перекосы приспособления в результате зазоров в шпоночных соединениях были возможно меньшими, расстояние между шпонками следует выбирать возможно большим. Корпуса тяжелых приспособлений для удобства захвата при установке и снятии со станка снабжают рымболтами.

Простейшие корпуса приспособлений представляют собой прямоугольную плиту. Корпус может иметь форму планшайбы, угольника, тавра, корыта или более сложную.

Корпуса изготавливают из серого чугуна Сч 12...28 и стали Ст. 3, в некоторых случаях (например, корпуса поворотных приспособлений) используют алюминиевые сплавы. Корпуса приспособлений получают литьем, сваркой, ковкой, резкой из сортового материала (проката), а также сборкой из отдельных элементов на винтах или с натягом. Литье применяют в основном для корпусов сложной конфигурации.

С помощью сварки также можно получать корпуса сложных конфигураций, сокращая сроки и себестоимость их изготовления. Применяя усилительные ребра, уголки и косынки, можно получать жесткие надежные в работе корпуса сварной конструкции. Стоимость сварных корпусов в отдельных случаях может быть снижена вдвое по сравнению с литыми, а вес уменьшен на 40%.

## Раздел 2. Зажимные устройства приспособлений

### Тема 2.1. Определение необходимого усилия закрепления (лекция – дискуссия 1 час)

Зажимными устройствами или механизмами называют механизмы, устраняющие возможность вибрации или смещения заготовки относительно установочных элементов приспособления под действием собственного веса и сил, возникающих в процессе обработки (сборки).

Необходимость применения зажимных устройств исчезает в двух случаях:

1. Когда обрабатывают (собирают) тяжелую, устойчивую заготовку (сборочную единицу), по сравнению с весом которой силы механической обработки (сборки) малы;
2. Когда силы, возникающие при обработке (сборке) приложены так, что они не могут нарушить положение заготовки, достигнутое базированием.

К зажимным устройствам предъявляются следующие требования:

1. При зажиме не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое базированием. Это удовлетворяется рациональным выбором направления и точки приложения силы зажима.
2. Зажим не должен вызывать деформации закрепляемых в приспособлении заготовок или порчи (смятия) их поверхностей.
3. Сила зажима должна быть минимальной необходимой, но достаточной для обеспечения надежного положения заготовки относительно установочных элементов приспособлений в процессе обработки.
4. Зажим и открепление заготовки необходимо производить с минимальной затратой сил и времени рабочего. При использовании ручных зажимов усилие руки не должно превышать 147 Н (15 кгс).
5. Силы резания не должны, по возможности, воспринимать зажимные устройства.
6. Зажимной механизм должен быть простым по конструкции, максимально удобным и безопасным в работе.

Фактические силы зажима заготовки, создаваемые зажимными механизмами должны равняться расчетным силам зажима или быть несколько больше их. Величина фактических сил зажима зависит от исходной силы, привода и передаточного отношения между фактической силой зажима  $W_{\phi}$  детали и исходной силой для конкретного зажимного устройства приспособления. Зависимость между силами  $W_{\phi}$  и  $Q$  определяется равенством:

$$W_{\phi} = Qi \text{ откуда: } i = \frac{W_{\phi}}{Q}$$

где  $W_{\phi}$  – фактическая сила зажима обрабатываемой заготовки, Н;  $f$  – коэффициент трения между поверхностями цанги и заготовки;  $Q$  – исходная сила, развиваемая рабочим или механизированным приводом, Н;  $i$  – передаточное отношение между силами.

Зажимные устройства приспособлений разделяются на простые – элементарные и комбинированные, т.е. состоящие из нескольких простых. Простые зажимные устройства (зажимы) состоят из одного элементарного зажима, они бывают клиновые, винтовые, эксцентриковые, рычажные и т.д. Комбинированные зажимные устройства состоят из нескольких простых устройств, соединенных вместе. Их изготавливают винто-, эксцентрико- рычажными и др.

В зависимости от числа ведомых звеньев зажимные устройства разделяют на одно- и многозвенные. Любое зажимное устройство приспособления включает ведущее звено, на которое действуют исходная сила и несколько ведомых звеньев, кулачков, или прихватов, непосредственно зажимающих заготовки. Многозвенные зажимные устройства зажимают одну заготовку одновременно в нескольких местах или несколько

Расчет сил зажима может быть сведен к решению задачи статики на равновесие (заготовки) под действием системы внешних сил.

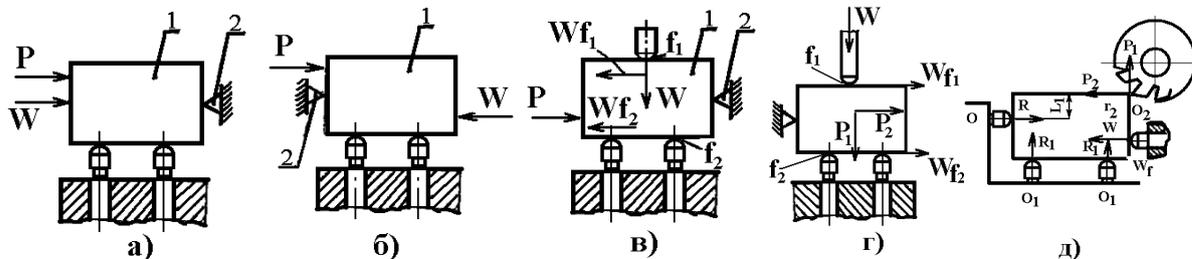
К заготовке с одной стороны приложены силы тяжести и силы, возникающие в процессе обработки, с другой – искомые зажимные силы и реакции опор. Под действием этих сил заготовка должна сохранить равновесие.

Величину сил резания и их моментов определяют по формулам теории резания металлов или выбирают по нормативным справочникам. Найденное значение сил резания для надежности зажима заготовки умножают на коэффициент запаса  $K$ . Величина коэффициента зависит от условий обработки заготовок на станке:

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

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки;  $K_1$  – коэффициент, зависящий от вида базовой поверхности заготовки (обработанная или необработанная);  $K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента;  $K_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей;  $K_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления;  $K_5$  – коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси.

Рассмотрим несколько вариантов действия на обрабатываемую деталь сил резания, зажима и их моментов.



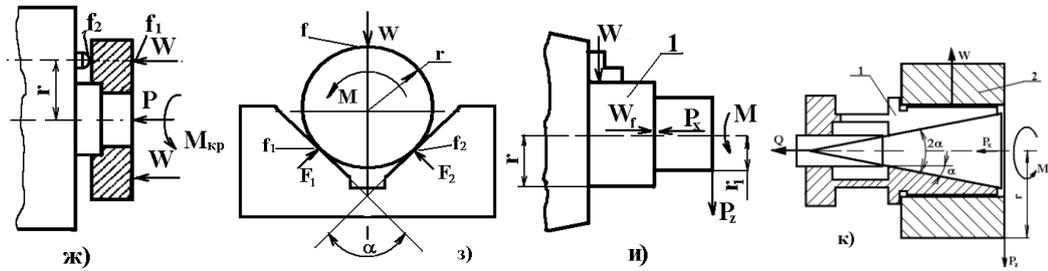


Рис. 1.

Первый вариант. Сила зажима  $W$ , приложенная к обрабатываемой заготовке 1, и сила резания  $P$  одинаково направлены и прижимают заготовку к опоре 2 приспособления (рис.1 а). При этом заготовку удерживает минимальная сила зажима  $W_{\min}$

Второй вариант. Сила зажима  $W$  и сила резания  $P$  действуют на обрабатываемую заготовку 1 в противоположных направлениях (рис. 1, б); требуемая сила зажима

$$W = KP$$

Третий вариант. Сила зажима  $W$  и сила резания  $P$  действуют на обрабатываемую заготовку во взаимно перпендикулярном направлении (рис. 1, в). Силе резания  $P$  противодействуют силы трения между нижней базовой плоскостью заготовки и опорными штырями приспособления и между верхней плоскостью заготовки и зажимными элементами. При этом требуемая сила зажима:

$$Wf_1 + Wf_2 = KP \quad \text{откуда: } W = \frac{KP}{f_1 + f_2}$$

где  $f_1$  и  $f_2$  — коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными зажимными элементами приспособления.

Четвертый вариант. Сила зажима  $W$  прижимает заготовку к опорам (рис. 1, г) при этом одна сила резания  $P_1$  имеет одно направление с силой зажима и прижимает заготовку к нижним опорам, а вторая сила резания  $P_2$  действует в направлении, перпендикулярном к силе зажима. Смещению заготовки в приспособлении препятствуют силы трения, возникающие на плоскостях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления. Величину силы зажима определяют из соотношения:

$$P_2 \leq (W + P_1) \cdot f_2 + Wf_1$$

$$\text{а с учетом коэффициента запаса } k > 1. \quad W = \frac{(KP_2 - P_1 f_2)}{f_1 + f_2}$$

Пятый вариант. Обрабатываемая заготовка зажимается (рис. 1, г) горизонтально действующей силой зажима  $W$ . Расстояние между силой зажима и силой реакции от бокового упора выбирают таким, чтобы обрабатываемая заготовка надежно была прижата к установочным опорам приспособления. На заготовку, зажатую в приспособлении, действуют сила зажима  $W$ , сила реакции  $R_1$  и  $R$  от установочных и зажимных опор и силы трения  $F$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  между поверхностями детали, установочными и зажимными элементами приспособления. Приравняв сумму моментов относительно точки  $O$  нулю, найдем силу:

$$W = \frac{R_1(b + f_1 c)}{d - f_2 e}$$

Шестой вариант. При обработке заготовки фрезой (рис. 1, д) на нее действуют силы резания  $P_1$  и  $P_2$ . Величину силы зажима с учетом сил резания найдем, приравняв сумму моментов всех сил относительно точки  $O$  нулю:

$$W_a + Wf_2 L - KP_2 e - KP_1 L = 0 \quad \text{откуда: } W = \frac{K(P_2 e + P_1 L)}{a + f_2 L}$$

Седьмой вариант. Обрабатываемую заготовку выточкой устанавливают на центрирующий жесткий палец (рис. 1, ж) приспособления и левой плоскостью прижимают к трем опорным штырям несколькими прихватами. При обработке на заготовку действуют сдвигающий момент  $M_{кр}$  и осевая сила  $P_o$ . Заготовка удерживается от смещения силами трения, возникающими между ее поверхностями и поверхностями установочных и зажимных элементов приспособления. В этом случае силу зажима  $W$  определяют из равенства:

$$KM_{кр} = f_1 W r_2 + f_2 W r_1 + f_2 P r_1 \quad \text{откуда: } W = \frac{KM_{кр} - f_2 P r_1}{f_1 r_2 + f_2 r_1}$$

При той же установке, но небольшой тангенциальной жесткости зажима силы трения между деталью и прихватом не учитываются:

$$KM_{кр} = f_2 W r_1 + f_2 P r_1 \quad \text{откуда: } W = \frac{KM_{кр} - f_2 P r_1}{f_2 r_1}$$

Восьмой вариант. Обрабатываемая деталь (рис. 1, з) наружной цилиндрической поверхностью установлена в призме с углом  $\alpha=90^\circ$  и зажата силой  $W$ . Повороту детали около ее оси противодействуют силы трения, возникающие на поверхностях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления. Без учета трения на торце детали:

$$KM_{кр} = f_1 W r + f_2 W r \left( \frac{1}{\sin \alpha/2} \right) \quad \text{откуда: } W = \frac{KM_{кр}}{f_1 r + \frac{f_2 r}{\sin \alpha/2}}$$

Девятый вариант. Рассмотрим действия двух сил резания  $P_z$  и  $P_x$  на заготовку 1, зажатую в трехкулачковом патроне станка (рис. 1, и); сила резания  $P_z$  создает момент:

$$M_{рез} = P_z r_1$$

который стремится повернуть заготовку вокруг ее оси, а сила  $P_x$  – переместить заготовку вдоль ее оси. Суммарная сила зажима заготовки тремя кулачками патрона

$$W_{сум} f r = K M_{рез} = K P_z r_1 \text{ откуда: } W_{сум} = \frac{K M_{рез}}{f r} = \frac{K P_z r_1}{f r}$$

где  $W$  – сила зажима заготовки одним кулачком патрона,  $H$ ;  $r$  – радиус обрабатываемой части заготовки, зажатой кулачками, мм;  $r_1$  – радиус обработанной части заготовки, мм;  $f$  – коэффициент трения между поверхностями заготовки и кулачков (зависит от вида поверхности кулачков);  $Z$  – число кулачков патрона,  $M_{рез}$  – момент от силы резания  $P_z$ . Величину  $W$  проверяют на возможность продольного сдвига заготовки силой  $P_x$ , по формуле:

$$W_{сум} f \geq K P_x \text{ откуда: } W_{сум} = \frac{K P_x}{f}$$

Десятый вариант. Рассмотрим действие силы резания  $P_z$  на обрабатываемую заготовку втулки 2, установленную и зажатую на цанговой оправке (рис. 1, к). Сила  $P$  создает момент резания  $M_{рез}$ , которому противодействует момент от силы трения  $M_{тр}$  между установочной поверхностью цанги и заготовкой.

Суммарная сила зажима  $W$  обрабатываемой заготовки всеми лепестками цанги:

$$W_{сум} f r = K M_{рез} = K P_z r_1 \text{ откуда: } W_{сум} = \frac{K M_{рез}}{f r} = \frac{K P_z r_1}{f r}$$

момент от силы трения:  $M_{тр} = W_{сум} f r$

## Тема 2.2. Рычажные, клиновые, эксцентриковые зажимные механизмы (лекция – дискуссия 3 часа)

### Рычажные механизмы

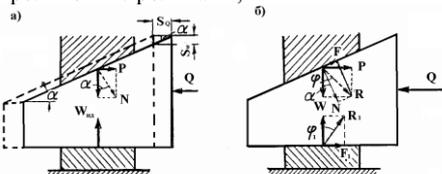
Рычаги прихватов для удобства установки заготовок выполняют передвижными и откидными. Детали прихватов, в основном, стандартизированы или нормализованы.

	$N = Q \frac{l_2}{l_1 \eta}$		$N = Q \frac{l_2}{l_1 \eta}$
	$N = Q \frac{l_2}{l_1 \eta}$		$N = Q \frac{l_2}{l_1 \eta}$
	$N = Q \frac{l_2}{l_1 \eta}$		$N = Q \frac{l_2}{l_1 \eta}$

### Клиновые механизмы

В качестве силовых механизмов станочных приспособлений применяются:

1) механизмы с односкосым клином без роликов и с роликами;



Схемы для расчета характеристик механизма с односкосым клином: а – идеальный механизм б – реальный

2) многоклиновые самоцентрирующие механизмы.

Первые обычно используются в качестве усилителей пневмо- и гидроприводов, а вторые применяются в конструкциях патронов и оправок.

Механизмы с односкосым клином

Из условия равновесия клина находим соотношение сил

$$\text{Для идеального механизма } Q = P = W_{уд} \operatorname{tg} \alpha \text{ или } W = Q \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Для реального механизма  $Q = P + F_1$

$$F = N \operatorname{tg} \varphi = W \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos \alpha} \text{ Её горизонтальная составляющая } F' = W \operatorname{tg} \varphi \quad P = W \operatorname{tg} \alpha$$

Для механизма с трением на обеих поверхностях клина  $P = W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad F_1 = W \operatorname{tg} \varphi_1$

$$Q = P + F_1 = W [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1] \text{ или } W = \frac{Q}{[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1]}$$

Для механизма с трением только по наклонной плоскости клина  $W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}$  (10)

Для клина с двумя роликами трение скольжения заменяется трением качения, и в формулу (10) вместо коэффициента трения скольжения ( $\operatorname{tg}\varphi_1$ ) и угла трения скольжения ( $\varphi$ ) следует подставлять приведенные коэффициент трения качения ( $\operatorname{tg}\varphi_{1np}$ ) и угол трения качения ( $\varphi_{np}$ ), т. е. выраженные соответственно через коэффициент и угол трения скольжения. Формула (10) принимает вид:

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_{1np}}$$

Значения приведенных коэффициентов и углов трения качения найдем, рассматривая нижний ролик в равновесии.

Моменты приложенных к ролику сил трения  $F_1$  и  $T$ , взятые относительно центра ролика, равны, т. е.  $F_1 \frac{D}{2} = T \frac{d}{2}$

так как  $F_1 = W \operatorname{tg}\varphi_{1np}$   $T = W \operatorname{tg}\varphi_1$  то  $W \operatorname{tg}\varphi_{1np} \frac{D}{2} = W \operatorname{tg}\varphi_1 \frac{d}{2}$  или  $\operatorname{tg}\varphi_{1np} = \operatorname{tg}\varphi_1 \frac{d}{D}$  Для верхнего ролика  $\operatorname{tg}\varphi_{np} = \operatorname{tg}\varphi \frac{d}{D}$

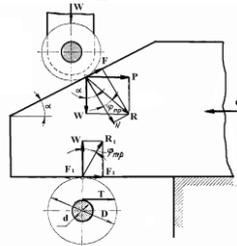


Схема для расчета характеристик механизма с односкосым клином и роликами

Приведенный угол трения  $\varphi_{np} = \operatorname{arctg}\varphi \frac{d}{D}$

Для клина с роликом только на наклонной плоскости

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg}\varphi_1}$$

Передаточное отношение  $i_n$  перемещений и ход SW

$$i = \frac{S_w}{S_Q} = \operatorname{tg}\alpha$$

Условия и запас самоторможения клина без роликов определяются по формулам выше. Клиновые механизмы с роликами обычно используются в качестве усилителей приводов и являются несамотормозящими. В таких механизмах обычно  $> 10^\circ$ .

Условия самоторможения клина

В силовых механизмах клин может работать или с трением на двух поверхностях (наклонной поверхности и основании клина), или с трением только на наклонной поверхности. Последний случай обычно встречается в самоцентрирующих клиновых механизмах.

Так как коэффициент трения скольжения  $f = \frac{F}{N}$ , то  $\operatorname{tg}\varphi = f$ ;  $\varphi = \operatorname{arctg}f$

Схема сил, действующих на зажатый односкосый клин с трением на двух поверхностях. При любом угле скоса  $\alpha$  зажатый клин стремится вытолкнуть сила обратного действия  $P_{об}$ , представляющая собой горизонтальную составляющую нормальной реакции  $N$ ;  $W$  - ее вертикальная составляющая. Силе  $P_{об}$  противодействует сила трения  $F_1$  на основании клина и горизонтальная составляющая  $F'$  силы трения  $F$  на наклонной поверхности клина.

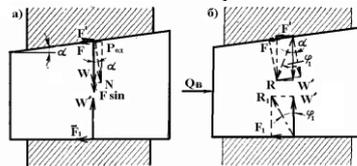


Схема для выяснения условия самоторможения и запаса самоторможения клина (а), схема для определения выталкивающей силы  $Q$  (б)

Условие равновесия клина  $F' + F_1 \geq P_{об}$  Из схемы сила трения  $F = Nf = N \operatorname{tg}\varphi = W \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\cos\alpha}$

Ее горизонтальная составляющая  $F' = F \cos\alpha = W \operatorname{tg}\varphi$

Вертикальная составляющая силы трения  $F$ , равная  $F \sin\alpha$  суммируется с вертикальной составляющей  $W$  нормальной силы  $N$ . Соответственно величина нормальной реакции на основании клина

$$W' = W + F \sin\alpha = W + W \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\cos\alpha} \sin\alpha = W(1 + \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\varphi)$$

а сила трения на основании клина

$$F_1 = W' \operatorname{tg}\varphi_1 = W \operatorname{tg}\varphi_1 (1 + \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\varphi)$$

Для предельного случая перехода самотормозящего клина в несамотормозящий приобретает вид  $P_o = F' + F_1$

$$P_{od} = W \operatorname{tg} \alpha$$

Подставив в эту формулу значения сил, получим

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi_1.$$

При малых углах  $\alpha$  произведение  $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$  близко к 0, а величина тангенсов углов близка к величине соответствующих углов в радианах. Тогда условие предельного равновесия клина выразится равенством

$$\alpha = \varphi + \varphi_1$$

Полагая углы трения на обеих поверхностях клина одинаковыми, т. е.  $\varphi_1 = \varphi$ , получим  $\alpha = 2\varphi$ .

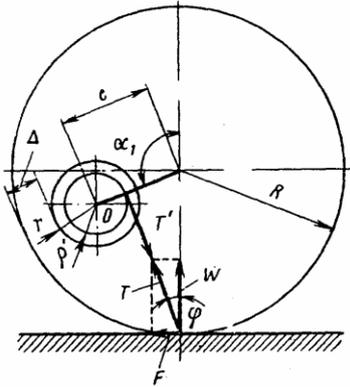
Очевидно, что в заторможенном состоянии клин будет находиться, если угол его скоса  $\alpha$  меньше  $2\varphi$ .

Клин и сопряженные с ним детали обычно выполняются из стали, с шлифованными поверхностями. Для этих поверхностей, в зависимости от условий работы клина, принимают:  $f = \operatorname{tg} \varphi = 0.1$  -  $\varphi = 5043$ .  $f = \operatorname{tg} \varphi = 0.15$  -  $\varphi = 8030$ .

Для надежности заклинивания углы  $\alpha$  при расчетах берут меньше предельных, исходя из потребного запаса самоторможения.

### Эксцентрикковые зажимы

Эти зажимы являются быстродействующими, но развивают меньшую силу зажима, чем винтовые, имеют ограниченное линейное перемещение и не могут надежно работать при значительных колебаниях размеров между установочной и зажимаемой поверхностями обрабатываемых заготовок данной партии. В приспособлениях применяют круглые и криволинейные эксцентрикковые зажимы. Круглый эксцентрикковый зажим представляет собой диск или валик, поворачиваемый вокруг оси  $O$ , смещенной относительно геометрической оси эксцентрика на некоторую величину "e", называемую эксцентриситетом. Для надежного закрепления заготовок эксцентрикковые зажимы должны быть самотормозящимися. Круглые эксцентрики изготавливают из стали 20Х, цементируют на глубину 0,8- 1,2 мм и затем закалывают до твердости HRC 55-60; некоторые виды круглых эксцентриков нормализованы. Известно, что условие самоторможения двух трущихся тел определяется:  $\varphi > \alpha$ , где  $\varphi$  - угол трения;  $\alpha$  - угол подъема, под которым происходит трение. Следовательно, если угол подъема эксцентрика  $\alpha$  в определенном его положении не больше угла трения  $\varphi$ , то эксцентрик является самотормозящимся. Самотормозящиеся эксцентрики после зажима заготовки не изменяют своего положения. Самоторможение эксцентрикковых зажимов обеспечивается при определенном отношении его наружного диаметра  $D$  к эксцентриситету "e".



для расчета основных размеров круглого эксцентрика необходимо иметь следующие данные:  $\delta$  - допуск на размер обрабатываемой детали от ее установочной базы до места приложения силы зажима детали;  $\alpha'$  - угол поворота рукоятки эксцентрика от ее начального положения до момента зажима детали, град;  $W$  - силу зажима заготовки, Н.

Если нет ограничения для угла поворота эксцентрика, то его эксцентриситет:  $2e = S_1 + \delta + S_2 + \frac{W}{j}$

где  $S_1$  - зазор для нормальной установки заготовки в приспособлении под эксцентрик,  $S_2$  - запас хода эксцентрика, предохраняющий его переход через мертвую точку (учитывает неточность изготовления и износ эксцентрика), мм;  $j$  - жесткость зажимного устройства приспособления, Н/м в среднем  $j = 118$  МН/м.

Приняв  $S_1 = 0,2 \dots 0,4$  мм и  $S_2 = 0,1 \dots 0,5$  мм, получим формулу для определения эксцентриситета (мм).

$$e = \frac{\delta}{2} + \frac{W}{2j} + (0,3 \dots 0,5)$$

При ограничении угла поворота  $\alpha'$  эксцентрика эксцентриситет ( $\alpha'$  значительно меньше  $180^\circ$ ):

$$e = \frac{S_1 + \delta + \frac{W}{2j}}{1 - \cos \alpha'}$$

Радиус  $R$  наружной поверхности эксцентрика определяют из условия его самоторможения.

Рассмотрев силы, действующие на круглый эксцентрик, найдем, что равнодействующая сила  $T$  от сил зажима (реакции)  $W$  и силы трения  $F$  должна быть равна и направлена обратно силе реакции  $T'$  со стороны цапфы эксцентрика. Сила реакции  $T'$  находится по касательной к кругу трения радиуса  $\rho'$ . Из рисунка получим:

$$\frac{e - \rho'}{R} = \sin \varphi \quad \text{где } \varphi = 60 \dots 80 \text{ - угол трения покоя, а } R \text{ определяют из равенства } \frac{e - \rho'}{\sin \varphi} = R$$

При  $e < \rho'$  -  $R_{\min} = e + r + \Delta$

где  $r$  - радиус цапфы эксцентрика мм;  $\Delta$  - толщина перемычки, мм;  $\rho'$  - радиус круга трения, мм.

Величины  $\rho'$  и  $r$  определяют из равенства:  $\rho' = f' \cdot r$

где  $f = 0,12 \dots 0,15$  - коэффициент трения покоя в цапфе эксцентрика.

Радиус цапфы эксцентрика можно определить задаваясь ее шириной  $b$ :  $r = \frac{W}{2b\sigma_{cm}}$

При  $b = 2r$  радиус цапфы эксцентрика.  $r = \sqrt{\frac{W}{4\sigma_{cm}}}$

где  $b$  - ширина эксцентрика в месте сопряжения с цапфой (осью), которую выбирают из конструктивных соображений;  $\sigma_{cm} = 14,7 \dots 19,6$  (1,5...2) допустимое напряжение на смятие, МН/м<sup>2</sup>:

$$\sigma_{cm} = 0,415 \sqrt{\frac{W \cdot E}{R \cdot B}}$$

Для полусухих поверхностей  $\alpha = 6 \dots 8^\circ$ ;  $f = 0,18 \dots 0,2$ . Угол поворота эксцентрика соответствующий наименее выгодному для самоторможения эксцентрика положению,  $\alpha = 90^\circ + \varphi$ .

$$\text{Ширина рабочей части эксцентрика: } B = \frac{0,0175W \cdot E}{R \cdot \sigma_{cm}^2}$$

где  $W$  - сила зажима детали, Н;  $E = 1,96 \cdot 10^5$  - модуль упругости материала эксцентрика, МН/м<sup>2</sup> (кгс/мм<sup>2</sup>);  $R$  - радиус наружной поверхности эксцентрика, мм;  $\sigma_{cm} = 5,88 \cdot 10^2$  - допустимое напряжение на смятие, МН/м<sup>2</sup>.

Условие самоторможения эксцентрикового зажима получается при  $D/d \geq 14$ . Отношение  $D/e$  называют характеристикой эксцентрика.

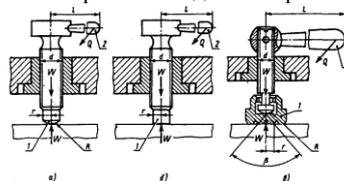
Круглые эксцентрики имеют небольшой линейный ход, и их не следует применять для зажима заготовок деталей, имеющих большой допуск на размер детали в направлении ее зажима.

Достоинство круглых эксцентриков – простота их изготовления; недостатки - изменение угла подъема  $\alpha$  и силы зажима  $W$  при закреплении заготовок с большими колебаниями размеров в направлении зажима.

## Тема 2.3. Винтовые и центрирующие зажимные механизмы (лекция – дискуссия 3 часа)

### Винтовые зажимные устройства

Применяются в приспособлениях с ручным закреплением заготовок, в механизированных приспособлениях и на автоматических линиях в приспособлениях-спутниках. Они просты и надежны в работе.



Расчет винтовых зажимных устройств проводится в следующей последовательности.

Определяется номинальный (наружный) диаметр резьбы винта по формуле,  $d = C \sqrt{\frac{W}{[\sigma]}}$

где  $C$  - коэффициент, для основной метрической резьбы  $C = 1,4$ ;

$W$  - потребная сила зажима, Н;  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение растяжения (сжатия), для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы можно принимать  $[\sigma] = 80 \dots 100$  МПа.

Полученное значение  $d$  округляется до ближайшего большего стандартного значения.

Далее определяют момент  $M$ , который нужно развить на винте (гайке) для обеспечения заданной зажимной силы  $W$ :

$$M = r_{cp} W \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + M_{np}$$

где  $r_{cp}$  - средний радиус резьбы (можно принимать  $r_{cp} = 0,45d$ );  $\alpha$  - угол подъема резьбы (для резьб от М8 до М52  $\alpha$  изменяется от  $30' 10''$  до  $10' 51''$ );  $\varphi$  - угол трения в резьбе;

$M_{np}$  - момент трения на опорном торце гайки или в месте контакта торца нажимного винта (рисунок а, б, в):

$$M = r_{cp} W f$$

$$\text{гпр - приведенный радиус кольцевого торца, для гаек } r_{np} = \frac{D^3 - d^3}{3(D^2 - d^2)}$$

$D$  - наружный диаметр кольцевого торца гайки.

Момент открепления винтового зажимного устройства (при  $\varphi' > \alpha$ )

$$M' = r_{cp} W \operatorname{tg}(\varphi' - \alpha) + M_{np}$$

С учетом того, что при откреплении преодолевается трение покоя,  $\varphi'$  (коэффициент трения в резьбе) следует брать на 30...50 % большим, чем в случае закрепления заготовок.

Затем выявляется длина рукоятки (ключа)  $l$  по заданной силе воздействия (при ручном зажиме  $P = 150$ Н) из условия равновесия гайки (винта):  $P_{np} = M \cdot L$ . Отсюда  $L = M/P$ .

Если длина рукоятки известна, из условия равновесия находится  $P_{np}$ , т. е.  $P = M/L$ , и сравнивается с силой, прикладываемой рабочим или развиваемой механическим приводом.

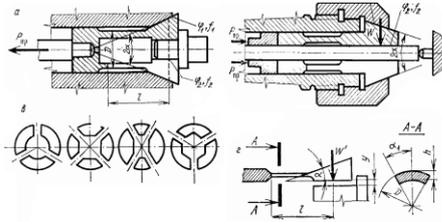
### Центрирующие установочно-зажимные устройства

Выполняют одновременно функции установочных и зажимных элементов. Поэтому установочные элементы таких механизмов должны быть подвижными в направлении зажима, а для сохранения установочных свойств закон их относительного перемещения должен быть задан и реализован в конструкции приспособления с достаточной точностью. К самоцентрирующим устройствам относятся патроны (трехкулачковые, цанговые, клиноплунжерные, клиношариковые, мембранные, упругие с гидропластмассой); тиски с реечно-зубчатым или винтовым механизмами; оправки с различными разжимными элементами. В качестве установочно-зажимных элементов устройств используются кулачки, цанги, шарики, гофрированные кольца, тонкостенные втулки, тарельчатые пружины и т.п.

**Цангам** называются разрезные пружинящие втулки, которые могут центрировать заготовки по внешним и внутренним цилиндрическим поверхностям. Продольные прорезы превращают каждый лепесток цанги в консольно-закрепленную балку, которая получает радиальные упругие перемещения при продольном движении за счет взаимодействия конусов цанги и корпуса. Так как радиальные перемещения всех лепестков цанги происходят одновременно и с одинаковой скоростью, то механизм приобретает свойство самоцентрирования. Для сохранения работоспособности цанги деформация ее лепестков не должна выходить за пределы упругой зоны. Это определяет повышенные требования к точности выполнения диаметра базовой поверхности заготовки, который должен быть выполнен не грубее 9-го качества точности.

Каждый лепесток цанги представляет собой одноосный клин. Поэтому для расчета силы тяги (привода)  $P$  цанги можно пользоваться формулами для расчета клина. Но рассчитанная таким образом сила тяги не будет полностью соответ-

ствовать фактически потребной силе P, так как она должна затрачиваться и на деформацию лепестков цанги на величину y, равную половине зазора между цангой и заготовкой.



Силу тяги (привода) цанги при работе без упора можно определять по формуле

$$P_{np} = (W + W') \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)$$

где W - потребная сила зажима заготовки, Н; W' - сила сжатия лепестков цанги для выбора зазора между ее губками и заготовкой, Н;  $\alpha$  - половина угла конуса цанги, град;  $\varphi_1$  - угол трения в стыке конических поверхностей цанги и корпуса, град.

Силу W' можно найти из рассмотрения зависимости прогиба консольно-закрепленной балки (лепестка) с вылетом L:

$$y = W'L^3 / (3EI). \text{ Тогда для всех лепестков } W' = n \frac{3E \cdot I \cdot y}{L^3}$$

где E - модуль упругости материала цанги; I - момент инерции сектора сечения (тонкого кольца) цанги в месте заделки лепестка, мм<sup>4</sup>, y - стрела прогиба лепестка, мм;  $y = s/2$  (здесь s - радиальный зазор между цангой и заготовкой); n - число лепестков цанги; L - длина (вылет) лепестка цанги от места заделки до середины конуса, мм.

Момент инерции сектора сечения лепестка цанги определяется по формуле

$$I = \frac{D^3 h}{8} \left( \alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right)$$

где D - наружный диаметр поверхности лепестка в месте сечения, мм; h - толщина стенки лепестка, мм;  $\alpha_1$  - половина угла сектора лепестка цанги, рад.

При наличии осевого упора сила тяги (привода)

$$P_{np} = (W + W') [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]$$

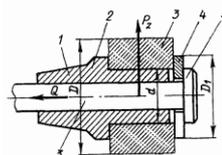
где  $\varphi_2$  - угол трения в контакте между цангой и заготовкой.

**Оправки** служат для закрепления заготовок деталей с центральным отверстием: втулок, колец, шестерен, обрабатываемых на многорезцовых, шлифовальных и других станках. При изготовлении партии таких деталей требуется получить высокую соосность наружных и внутренних поверхностей и заданную перпендикулярность торцов к оси детали.

В зависимости от способа установки и центрирования обрабатываемых заготовок оправки можно подразделить на следующие виды:

1. Жесткие (гладкие) для установки заготовок с зазором или натягом;
2. С центрирующей упругой втулкой.
3. С тарельчатыми пружинами;
4. Самозажимные (кулачковые);
5. Гидропластовые

#### Гладкие оправки



Тяга 5, закрепленная на штоке пневмоцилиндра, при перемещении поршня со штоком влево головкой 5 нажимает на быстросменную шайбу 4 и зажимает заготовку 3 на гладкой оправке 2, которая конической частью 1 вставляется в конус шпинделя станка. При зажиме заготовки на оправке осевая сила на штоке механизированного привода вызывает между торцами шайбы 4, уступом оправки и обрабатываемой деталью 3 момент от силы трения, больший, чем Mрез от силы резания Pz. Зависимость между моментами:

$$Q \cdot f \frac{D_1 + d}{4} = K P_z \left( \frac{D}{2} \right) = K P_z R$$

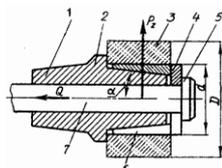
откуда сила на штоке механизированного привода 
$$Q = \frac{2 K P_z D}{(D_1 + d) f}$$

или по уточненной формуле

$$Q = \frac{2 K P_z D}{3 f \left( \frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} \right)}$$

где K=1,5-2,0 - коэффициент запаса; Pz - составляющая сила резания, Н; D - наружный диаметр поверхности обрабатываемой детали, мм; D<sub>1</sub> - наружный диаметр быстросменной шайбы, мм; d - диаметр цилиндрической установочной части оправки, мм; f=0,1...0,15 - коэффициент трения.

#### Оправка с разрезной втулкой



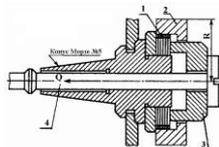
Конической частью 1 оправку 2 вставляют в конус шпинделя станка. Зажим и разжим детали на оправке производится механизированным приводом. Тяга 7 движется влево и головка 5 тяги с шайбой 4 перемещает разрезную втулку 6 по конусу оправки, пока она не зажмет заготовку на оправке.

Крутящий момент от вертикальной силы резания Р должен быть меньше момента от сил трения на цилиндрической поверхности разрезной втулки 6 оправки. Осевая сила на штоке механизированного привода для оправки.

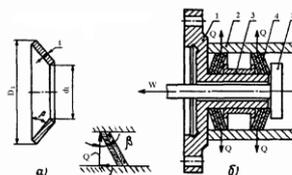
$$Q = \frac{2KP_z D}{df} [tg(\alpha + \varphi) + f]$$

где  $\alpha = 15^\circ$  - половина угла конуса оправки, град;  $\varphi = 6^\circ$  - угол трения на поверхности контакта оправки с разрезной втулкой, град;  $f=0,15-0,2$  - коэффициент трения.

#### Оправки с тарельчатыми пружинами



Обеспечивают прочное закрепление по внутренней или наружной цилиндрической поверхности и точное центрирование в пределах 0,01...0,02 мм. Оправка для закрепления заготовки 2 по внутренней цилиндрической поверхности. Втулка 3, сидящая на штоке 4 механизированного привода, своим торцом сжимает набор тарельчатых пружин 1. пружина представляет собой коническое кольцо сплошное или с двумя рядами прорезей для повышения эластичности. От осевой силы пружины частично сплюсываются, и диаметр их наружной поверхности увеличивается на 0,1...0,4 мм в зависимости от их размеров. Пружины выполняют из стали 60С2А и термически обрабатывают до твердости HRC 40...45. Толщина пластины берется 0,5...1,25мм. При перемещении штока механизированного привода вправо пружины возвращаются в исходное положение, и деталь легко снимается с оправки. На корпус 1 надеты два пакета тарельчатых пружин 4, между которыми расположена втулка 3. Если стержень 5 будет перемещаться влево, то пакеты сплюсываются, увеличиваются в диаметре и заготовка 2 центрируется и закрепляется. Базирующие поверхности заготовок могут быть 7...11 квалитета.

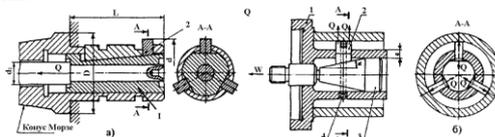


Для определения необходимой величины осевой силы W рассмотрим равновесие тарельчатой пружины в конечном положении. Наличие радиальных прорезей позволяют с достаточной точностью рассматривать пружину как наклонную распорку между корпусом 1 и заготовкой 2.

$$\text{Из силового треугольника } 0,75W = \frac{Q}{tg\beta}$$

где  $\beta$  - угол наклона пружины с  $d < 50$  мм в деформированном состоянии; для пружин  $\beta = 9...100$ ; с  $d > 50$  мм  $\beta = 12^\circ$ ; коэффициент 0,75 введен из расчета, что 25% силы тяги расходуется на деформацию пружины в пределах зазора между базовым отверстием заготовки и пружины в недеформированном в виде.

#### Оправки кулачковые шпиндельные



Кулачковая шпиндельная оправка крепится на шпинделе 1 токарного или кругло-шлифовального станка. При перемещении штока механизированного зажима перемещается и коническая деталь 1, которая раздвигает кулачки 2, в результате чего происходит зажим заготовки.

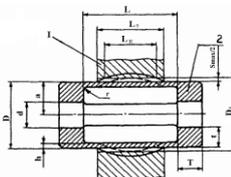
Клиноплунжерные механизмы часто используют в патронах для токарной обработки для центрирования, как по внутренней, так и наружной цилиндрической поверхностям. Три плунжера 2, расположенных под углом  $120^\circ$  друг к другу, перемещаются в трех радиальных пазах корпуса 1. Перемещение плунжеров осуществляется клином 3, имеющим соответственно три клиновых скоса. Клин 3 соединен со штоком силового привода. При движении клина 3 влево плунжеры расходятся, центрируя и закрепляя заготовку. При движении клина 3 вправо плунжеры сходятся к центру под действием усилия сжатия пружины 4.

Силу тяги привода W, необходимую для обеспечения силы зажима Q можно определить по формуле, приняв, что  $tg\varphi_2 = 0$ , так как клин 3 под действием трех одинаковых сходящихся в его центре сил как бы плавает, не прижимаясь к направляющим:

$$W = Q \frac{tg(\alpha + \varphi_1)}{L - \frac{3L}{a} tg(\alpha + \varphi_1) \cdot tg\varphi_3}$$

Погрешность центрирования в клиноплунжерных механизмах составляет 0,2...0,5мм. Поэтому патроны с механизмами обычно применяют для установки по черным базам на черновых операциях.

#### Оправки и патроны с гидропластмассой



Применяют для установки по наружной или внутренней поверхности заготовок обрабатываемых на токарных или круглошлифовальных станках. На приспособлениях с тонкостенной втулкой, заготовки наружной или внутренней поверхностью устанавливают на цилиндрическую поверхность втулки. При разжиге втулки гидропластмассой заготовки центрируются и зажимаются. Формы и размеры тонкостенной втулки должны обеспечивать достаточную ее деформацию для надежного зажима заготовки на втулке при обработке на станке.

При конструировании патронов и оправок с тонкостенными втулками с гидропластмассой рассчитывают:

1. Основные размеры тонкостенных втулок;
2. Размеры нажимных винтов и плунжеров у приспособлений с ручным зажимом;
3. Размеры плунжеров, диаметр цилиндра и ход поршня для приспособлений с механизированным приводом.

Исходными данными для расчета тонкостенных втулок является диаметр и длина  $L_3$  отверстия изготавливаемой детали. Для расчета тонкостенной самоцентрирующей втулки примем следующие обозначения:  $D$  - диаметр установочной поверхности центрирующей втулки 2, мм;  $h$  - толщина тонкостенной втулки, мм;  $T$  - длина опорных поясков втулки, мм;  $t$  - толщина опорных поясков втулки, мм;  $\Delta D_{доп}$  наибольшая диаметральная упругая деформация втулки (увеличение или уменьшение диаметра в ее средней части), мм;  $S_{max}$  - максимальный зазор между установочной поверхностью втулки и базовой поверхностью обрабатываемой заготовки 1 в свободном состоянии, мм;  $L_k$  - длина контактного участка упругой втулки с установочной поверхностью заготовки после разжиге втулки, мм;  $L$  - длина тонкостенной части втулки, мм;  $L_3$  - длина обрабатываемой заготовки, мм;  $D_3$  - диаметр базовой поверхности обрабатываемой заготовки, мм;  $d$  - диаметр отверстия опорных поясков втулки, мм;  $p$  - давление гидропластмассы, требуемой для деформации тонкостенной втулки,  $МН/м^2$ ;  $r_1$  - радиус закругления втулки, мм;  $M_{рез} = Pr$  - допустимый крутящий момент, возникающий от силы резания,  $Н \cdot мм$ ;  $P$  - сила резания,  $Н$ ;  $r$  - плечо момента силы резания, мм.

Расчет тонкостенной втулки осуществляется в следующей последовательности: диаметр  $D$  принимают по рабочему чертежу изготавливаемой детали.

1. Определяют наружный или внутренний диаметр  $D=2a$  в зависимости от наружного или внутреннего диаметра  $D_3$  базовой поверхности заготовки. Базовая поверхность заготовки должна быть обработана по 6 - 7 качеству точности. Таковую же точность должна иметь и установочная поверхность тонкостенной втулки с посадкой с зазором;

2. Длину  $L$  средней части тонкостенной втулки (без утолщенных бортов) принимают  $L=(1,0 \dots 1,2) L_3$

3. Толщина  $h$  тонкостенной части  $L$  втулки:

$$\text{При } D > 150 \text{ мм и } L > 0,3 D \quad h = \frac{pD^2}{2E\Delta D}$$

$$\text{при } D > 150 \text{ мм и } L < 0,3 D \quad h = 0,8 \frac{pD^2}{E\Delta DR}$$

где  $p$  - удельное давление гидропластмассы в полости втулки,  $МН/м^2$ ;  $R$  - радиус установочной поверхности втулки, мм.

Для определения  $h$  можно пользоваться следующими формулами:

При соотношении	Для втулок диаметром $D=10-50$ мм	Для втулок диаметром $D=50-150$ мм
$L > D/2$	$h = 0,015D + 0,5$	$h = 0,025D$
$D/2 > L > D/4$	$h = 0,01D + 0,5$	$h = 0,02D$
$D/4 > L > D/8$	$h = 0,01D + 0,25$	$h = 0,015D$

4. Максимальный радиальный зазор  $S_{max}$  между установочной поверхностью тонкостенной втулки и базовой поверхностью заготовки, когда она не зажата:

при зажиме по внутренней поверхности заготовки  $S_{max} = D_{3max} - D_{min}$

при зажиме по наружной поверхности заготовки  $S_{max} = D_{min} - D_{3max}$

Практически принимают  $S_{max} = 0,01-0,3$  мм.

5. Допустимая деформация тонкостенной части втулки (увеличение диаметра) в ее средней части:

$$\Delta D_{доп} = \frac{\sigma_T}{EK} D$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести материала центрирующей втулки,  $МН/м^2$ ;

$E=2,06 \cdot 10^{11}$  - предел упругости,  $МН/м^2$ ;

$K = \sigma_T / [\sigma]_{доп} = 1,2 \dots 1,5$  - коэффициент запаса прочности втулки, принимают  $K = 1,4$ ;  $[\sigma]$  - допустимое напряжение стальной втулки,  $МН/м^2$ .

При  $L > 0,3 D$   $\Delta D_{доп} = 0,003D$

В случае деформации короткой втулки при  $L < 0,3 D$  в зоне контакта тонкостенной втулки с опорными поясками возникают сложные напряжения, создаваемые изгибающим моментом, поэтому коэффициент запаса прочности принимают  $K=2$ , тогда максимальное увеличение диаметра втулки:  $\Delta D_{доп} = 0,002D$

$$\text{Натяг при зажиме заготовки } \delta = \Delta D_{доп} - S_{max}$$

При  $\Delta D_{доп} \geq S_{max}$  втулка центрирует и зажимает заготовку; при  $\Delta D_{доп} = S_{max}$  втулка только центрирует, но не зажимает заготовку; при  $\Delta D_{доп} < S_{max}$  втулка не центрирует и не зажимает заготовку, т.е. ее нельзя применять.

Гидростатическое давление  $МН/м^2$  в полости тонкостенной втулки, требуемое для зажима заготовки:

$$p = \frac{2\Delta DEh}{D^2} \quad \text{при } L > 0,3D, \quad p = \frac{1,25\Delta DEh}{D^2 n} \quad \text{при } L < 0,3D \quad n = \frac{L}{D}$$

8. Определяют, допустимый крутящий момент  $Н \cdot см$  при резании  $M_3$ , который стремится повернуть обрабатываемую заготовку на втулке. Чтобы заготовка во время обработки не повернулась на втулке, максимальный крутящий момент  $M_{max}$  от силы трения на поверхности втулки и заготовки должен быть больше  $M_{рез}$ :

$$M_{max} > M_{рез} = P_z \cdot r \quad M_{max} = 5 \cdot 10^2 \frac{2h}{D} \sqrt{\frac{2h}{D}} \delta D^2$$

где  $h, D, \delta$  выражены в мм.

9. Требуемая продольная сила Н зажима заготовки на тонкостенной втулке:

$$Q = 10^4 \frac{2h}{D} \sqrt{\frac{2h}{D}} \delta D$$

10. Коэффициент длины контакта:  $a' = \frac{L_k}{L} = 0.5 - 0.8$

11. Высота рабочей полости тонкостенной втулки под гидропластмассу:  $t - h = H = 2\sqrt[3]{D}$

12. Длина посадочного пояса втулки:  $T = 2.5\sqrt[3]{D}$

13. Диаметр d отверстия для втулки с наружной установочной поверхностью для заготовки с базовой поверхностью, изготовленной по 7 квалитету точности

$$d = D - 2h - 2H - 2, \text{ по 8-му квалитету точности } d = D - 2h - 2H + 2$$

Материал для изготовления тонкостенных втулок: при  $D < 40$  мм - сталь 40X с термообработкой до HRC 40; при  $D > 40$  мм сталь У7А с термообработкой до HRC 36.

Технические требования на изготовление тонкостенных втулок

1. Допускаемая разностенность тонкостенной части втулки - 0,03 мм при  $D < 40$  мм; 0,05 мм при  $D > 40$  мм.

2. Допускаемое биение установочной поверхности тонкостенной втулки относительно поверхности посадочных поясков и базовой поверхности приспособления не более 0,01 мм;

Сопряжение втулки с корпусом выполняют по посадке с натягом 7 квалитета точности.

Диаметр  $d_0$  плунжера для передачи внешней силы давления на гидропластмассу, находящуюся в полости тонкостенных втулок:

$$d_0 = 1.2\sqrt{D} \quad \text{при } 0,125D \leq L \leq 0,25D, \quad d_0 = 1.5\sqrt{D} \quad \text{при } 0,25D \leq L \leq 0,5D, \quad d_0 = 1.8\sqrt{D} \quad \text{при } 0,5D \leq L \leq 1,0D$$

Материал плунжеров сталь 45 с термообработкой до HRC 40-45.

Для лучшей герметичности плунжеры притираются по отверстию для получения зазора не более 0,01 мм.

Приспособления с тонкостенной втулкой рассчитываются в следующей последовательности:

Определяют силу Q на штоке гидроцилиндра. При этом по формулам находят диаметр  $d_0$ , плунжера и гидростатическое давление  $p$  МН/м<sup>2</sup> в полости приспособления и подставляют в формулу для определения силы n:

$$Q = \frac{\pi d_0^2}{4} p$$

2. Определяют диаметр поршня цилиндра:

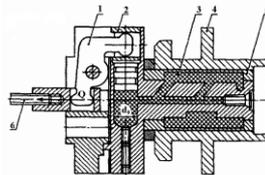
$$D_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p_s \eta}}$$

где  $p_s$  - давление воздуха в сети, МН/м<sup>2</sup>;  $\eta = 0,85$  - коэффициент полезного действия привода.

3. Определяют ход поршня и плунжера:

$$L' = \frac{4(D - 2h) \cdot (L_k \cdot S_{\max} + L \cdot H \cdot K_1 \cdot K_2)}{d_0^2}$$

где  $K_1 = 1,15 - 1,2$  - коэффициент запаса гидропласта в каналах;  $K_2 = 5 \cdot 10^5 p$  - коэффициент упругости гидропласта при заданном давлении гидропластмассы.



Консольная оправка с тонкостенной втулкой и гидропластмассой. Обрабатываемую заготовку 4 с базовым отверстием устанавливают на наружную поверхность тонкостенной втулки 5. При подаче сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра поршень со штоком перемещается в пневмоцилиндре влево и шток через тягу 6 и рычаг 1 передвигает плунжер 2, который нажимает на гидропластмассу 3. Гидропластмасса равномерно давит на внутреннюю поверхность втулки 5, втулка разжимается; наружный диаметр втулки увеличивается, и она центрирует и закрепляет заготовку 4.

## Раздел 3. Приводы приспособлений

### Тема 3.1. Пневматические, гидравлические и механогидравлические приводы (лекция – дискуссия 3 часа)

#### 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 корпус 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...1,2с) 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);  
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:

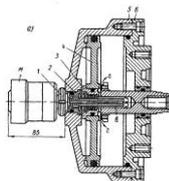
$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1 \quad \text{- для пневмоцилиндров одностороннего действия}$$

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

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

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 пневмоциindre;  $Q_1$  - 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.

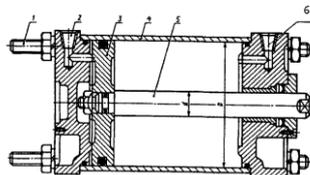
Пневмоцилиндры вращающиеся. Пневмоцилиндры с помощью воздухоподводящих муфт соединяются с сетью подачи сжатого воздуха. Вращающийся нормализованный пневмоцилиндр и воздухоподводящая муфта М.

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.

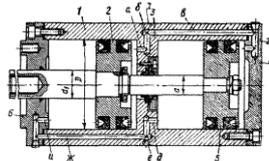
На поршне устанавливают уплотнения из маслостойкой резины. Утечке сжатого воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу препятствуют установленные в корпусе 5 и крышке 6 резиновые уплотнения и прокладки между корпусом и крышкой, а утечке воздуха из воздухоприемной муфты М - уплотняющие манжеты 11.

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.



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 поступает 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 приспособления не позволяет применить пневмоцилиндр большого диаметра.

$$Q = \frac{\pi \cdot (2D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} - \text{сила на штоке пневмоцилиндра с двумя поршнями при толкающем движении поршней со штоком}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{2} - \text{при тянущем движении поршней со штоком вправо с одинаковым диаметром штока}$$

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

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.

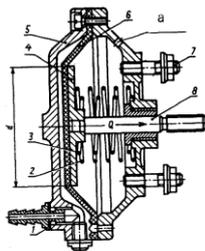
Уплотнения пневмоцилиндров. Основным условием работы пневмоцилиндра является его полная герметичность. Для герметизации пневмоцилиндров применяют уплотнения кольцевых зазоров в сопряжениях поршней с цилиндрами, штоков с отверстиями.

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;
- уголкового 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 резинотканевая 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.

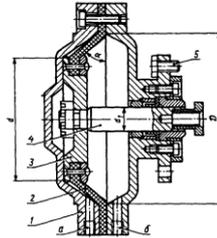
Пневмокамера крепится к корпусу приспособления шпильками 7.

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 резинотканевая 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 отверстии “а” подается в бесштоковую полость пневмокамеры и перемещает диафрагму 2 с диском 3 и штоком 4 вправо. При этом шток через промежуточные звенья перемещает приспособления устройства приспособления и заготовка зажимается.

После обработки сжатый воздух через штуцер в отверстии “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 отверстии “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 бельтинг, 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:  $h=4\dots 8$  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:

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

$$Q = \frac{0.75\pi \cdot (D+d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} - Q_1 \quad \text{- после перемещения штока на длину } 0,3D \text{ для тарельчатых и } 0,07D \text{ для плоских диафрагм}$$

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

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

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

Оптимальная длина хода штока пневмокамеры одностороннего действия от исходного до конечного положения штока: Для тарельчатой резинотканевой диафрагмы

$$L=(0.25\dots 0.35)D$$

Для плоской резинотканевой диафрагмы

$$L=(0.18\dots 0.22)D$$

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

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

$$Q = \frac{0.75\pi \cdot (D+d)^2 \cdot p \cdot \eta}{16} \quad \text{- после перемещения штока на длину } 0,3D \text{ для тарельчатых и } 0,07D \text{ для плоских диафрагм}$$

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

штоковую полость:

$$Q = \frac{0.75\pi \cdot [(D+d)^2 - d_1^2] \cdot p \cdot \eta}{16} \quad \text{- после перемещения штока на длину } 0,3D \text{ для тарельчатых и } 0,07D \text{ для плоских резинотка-}$$

невых диафрагм

где D - диаметр диафрагмы внутри пневмокамеры, см; d - диаметр опорного диска диафрагмы, p - давление сжатого воздуха, МПа, Q<sub>1</sub> - сопротивление возвратной пружины при конечном рабочем положении штока, Н; d<sub>1</sub> - 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.

### Гидравлические приводы

Гидравлический привод это самостоятельная установка, состоящая из гидродвигателя, рабочего цилиндра, насоса для подачи масла в цилиндр, бака для масла, аппаратуры управления и регулирования и трубопроводов. В зависимости от назначения и мощности гидравлический привод может обслуживать одно приспособление, группу из трех-пяти приспособлений на нескольких станках, или группу из 25...35 приспособлений, установленных на различных станках.

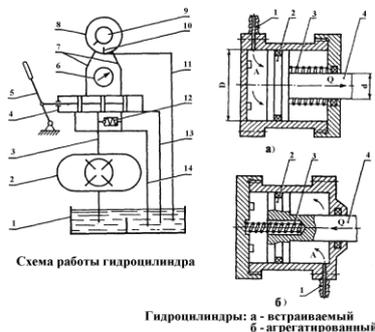
Схема работы гидропривода. При перемещении рукоятки 5 в крайнее положение, переключается золотник 4 и включается электродвигатель насоса 2. Масло из бака 1 по трубопроводу через лопастной насос 2, работающий от электродвигателя, и трубопроводу 2 под давлением 6,3 МПа подается в золотник 4. Из золотника 4 масло по трубопроводам 7 поступает в правую или левую полость лопастного цилиндра 8. При подаче масла в правую полость цилиндра лопатки с ротором 9 поворачиваются до упора 10 и вытесняют масло из левой полости. Масло через левый трубопровод 7, золотник 4 по трубопроводу 14 стекает в бак 1. При переключении рукоятки 5 золотника 4 в другую сторону масло поступает в левую полость цилиндра 8, а из его правой полости и золотника 4 по трубопроводу 14 сливается в бак 1. Масло, которое просочилось из золотника 4, отводится по трубопроводу 13 в бак. Необходимое давление масла в гидросистеме регулируется клапаном 12 и определяется манометром 6. Все подшипники качения смазываются маслом, которое скапливается от утечки в прикрепленном к муфте кожухе, и по маслопроводу 11 отводится в бак 1. Данный гидропривод может через тягу и промежуточные звенья производить перемещения кулачков в рычажных и клиновых патронах токарных станков.

Сила тяги однолопастного гидропривода

$$Q = \frac{(l+h)pR}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} \eta$$

где  $l$  - высота лопасти, см;  $h$  - ширина лопасти, см;  $p$  - удельное давление масла в цилиндре, МПа;  $R$  - расстояние от оси гайки до точки приложения равнодействующей сил в середине высоты лопасти, см;  $r_{cp}$  - средний

радиус резьбы гайки, см;  $\alpha$  - угол подъема резьбы, град;  $\rho$  - приведенный угол трения в резьбовой паре, град;  $\eta$  - к.п.д. гидропривода, учитывающий потери на трение.



Гидроцилиндры: а - встраиваемый б - агрегатированный

- встраиваемые;
- агрегатированные.

Гидроцилиндры бывают одностороннего действия с возвратной пружиной и двустороннего действия. Гидроцилиндры одностороннего действия в зависимости от направления перемещения поршня со штоком бывают толкающими и тянущими. Масло под давлением поступает через штуцер 1 в полость "А" цилиндра и перемещает поршень 2 со штоком 4 вправо в толкающем и влево в тянущем гидроцилиндрах при зажиме заготовки в приспособлении. Во время разжима пружина 3 перемещает поршень 2 со штоком 4 влево в толкающем и вправо в тянущем цилиндрах.

В гидроцилиндрах двустороннего действия масло под давлением последовательно поступает в левую или правую полость гидроцилиндра и перемещает поршень 2 со штоком 1 в обе стороны при зажиме и разжиме.

Гидроцилиндры в зависимости от вида обслуживаемого приспособления бывают неподвижными и вращающимися.

Размеры всех деталей, входящих в гидроцилиндры одно- и двустороннего действия, нормализованы. Цилиндры одностороннего действия изготавливают из стали 40Х, а цилиндры двустороннего действия - из холоднокатаных бесшовных труб. Поршень изготавливают заодно со штоком или отдельно из стали 40. Наружные поверхности поршня и штока изготавливаются по 7 качеству точности с посадкой с зазором и шероховатостью  $Ra=0,32$  мкм.

В качестве уплотнений в соединениях поршней с цилиндрами и штоков с крышками применяют манжеты У-образного сечения из маслостойкой резины, кольца круглого сечения из маслостойкой резины.

Сила на штоке для гидроцилиндров одностороннего действия:

$$\text{толкающих} \quad Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1$$

$$\text{тянущих} \quad Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1$$

Для гидроцилиндров двустороннего действия (см. при подаче масла: в бесштоковую полость  $Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4}$

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

где  $D$  - диаметр поршня гидроцилиндра, см;  $p$  - давление масла на поршень 1,9...7,3 МПа;  $\eta$  - 0,85...0,9 - к.п.д. гидроцилиндра;  $Q_1$  - сила сопротивления сжатой пружины при крайнем рабочем положении поршня  $H$ ;  $d$  - диаметр штока.

Задавая давление масла, определяют площадь поршня (см<sup>2</sup>):

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{P}$$

откуда диаметр поршня гидроцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{p}}$$

Производительность см<sup>3</sup>/с насосов гидравлических приводов:

$$V = \frac{F \cdot L}{t \cdot \eta_1} = \frac{Q \cdot L}{p \cdot t \cdot \eta_1}$$

где Q- требуемая сила на штоке гидроцилиндра, Н; L - длина рабочего хода поршня гидроцилиндра, см; p - давление масла в гидроцилиндре, МПа; t- время рабочего хода поршня гидроцилиндра, мин;  $\eta_1 = 0,85$  – объемный к.п.д. гидросистемы, учитывающий утечки масла в золотнике и гидроцилиндре.

Время (мин) срабатывания гидроцилиндра определяют по упрощенной формуле:  $t = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4 \cdot 10^3 V}$

Мощность кВт, расходуемая на привод насоса,

$$N = \frac{V \cdot p}{75 \cdot 100 \eta_2 \cdot 1,36} \quad N = \frac{L \cdot Q}{75 \cdot 100 \cdot t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

где V -производительность насоса, см<sup>3</sup>/с;  $\eta = 0,9$  - к.п.д. насоса и силового узла.

По сравнению с пневматическими гидравлические приводы имеют ряд преимуществ:

1. Высокое давление масла на поршень гидроцилиндра создает большую осевую силу на штоке поршня;
2. Вследствие высокого давления масла в полостях гидроцилиндра можно уменьшить размеры и вес гидроцилиндров;
3. Возможность бесступенчатого регулирования сил зажима и скоростей движения поршня со штоком.

К недостаткам гидравлических приводов относятся:

1. Сложность гидроустановки и выделение площади для ее размещения;
2. Утечки масла, ухудшающие работу гидропривода.

## 9.2. Пневмогидравлические приводы.

Пневмогидравлические приводы применяют для перемещения зажимных устройств приспособлений. Они состоят из преобразователя давления, который соединен с гидроцилиндрами приспособлений и необходимой аппаратуры.

По виду работы пневмогидроприводы бывают с преобразователями давления прямого действия и с преобразователями давления последовательного действия.

Пневмогидравлические приводы питаются сжатым воздухом из цеховой сети через пневматическую аппаратуру под давлением 0,39...0,58 МН/м<sup>2</sup> при давлении масла в гидравлической части привода 7,8...9,8 МН/м<sup>2</sup>.

Высокое давление масла в пневмогидроприводе создается пневмогидравлическим и преобразователями прямого или последовательного действия, превращающими давление сжатого воздуха в высокое давление масла.

Пневмогидравлические приводы, сочетающие в себе простоту конструкции пневматических с преимуществами гидравлических приводов, обеспечивают быстроту перемещения зажимных устройств, небольшие габариты конструкции, создание больших сил зажима, сравнительно небольшую стоимость. Пневмогидроприводы применяют для зажима заготовок в одно-, многоступенчатых и многопозиционных приспособлениях в серийном производстве.

Схема работы пневмогидравлического привода с преобразователем давления прямого действия основана на непосредственном преобразовании давления сжатого воздуха в высокое давление масла.

Пневмогидропривод состоит из пневмоцилиндра 2 одностороннего действия с поршнем 3 и гидравлического цилиндра 1 одностороннего действия с поршнем 5. Сжатый воздух поступает из воздушной сети через кран в бесштоковую полость "А" пневмоцилиндра 2 и перемещает поршень 3 со штоком 4 влево. Шток 4 давит на масло, которое перемещает в гидроцилиндре 1 поршень 5 со штоком 6 влево. При этом шток 6 через промежуточные звенья перемещает зажимные устройства приспособления при зажиме заготовки. При разжиме поршни 3 и 5 со штоками, пружинами перемещаются вправо.

При равновесии привода, т.е. давления между воздухом и маслом в пневмогидравлическом преобразователе (без учета трения):

$$P_m = \frac{\pi d^2}{4} = P_e \frac{\pi D_1^2}{4}$$

Откуда давление масла в цилиндре

$$P_m = P_e \frac{\pi D_1^2}{d^2}$$

где P давление масла в гидроцилиндре, МН/м<sup>2</sup>; P<sub>e</sub> – давление воздуха в пневмоцилиндре, МН/м<sup>2</sup>; i – диаметр поршня пневмоцилиндра, см; d – диаметр штока плунжера, см.  $i = \frac{P_m}{P_e} = \frac{\pi D_1^2}{d^2}$

Отношение i является коэффициентом усиления давления, принимают i = 16...21.

Сила на штоке рабочего гидроцилиндра (без учета сопротивления возвратной пружин), но с учетом механического к.п.д.

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot P_m \cdot \eta$$

Подставим вместо P его значение, тогда:

$$Q = P_e \cdot \frac{D_1^2}{d^2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \eta \quad \text{обозначим } P_e \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = Q_1$$

Подставим в равенство значение силы Q и, произведя преобразования, получим:

$$Q_1 = P_e \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot \eta; \quad Q = Q_1 \frac{D^2}{d^2} \cdot \eta$$

где  $D$  — диаметр поршня гидроцилиндра, см;  $\eta = 0,8 \dots 0,85$  — коэффициент полезного действия;  $Q$  — сила на штоке пневмоцилиндра, Н.

Величина хода штока пневмоцилиндра:

$$\frac{L\pi d^2}{4} = l \cdot \frac{\pi D^2}{4} \text{ откуда } L = l \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2 \text{ С учетом } \eta_0 \text{ определяющего потери масла на утечку } L = l \cdot \left(\frac{D}{d}\right) \cdot \frac{\eta}{\eta_0}$$

где  $L$  — ход штока пневмоцилиндра, см;  $l$  — ход штока рабочего гидроцилиндра, см;  $\eta_0 = 0,95$  объемный к.п.д. привода;  $n$  — число рабочих гидроцилиндров приспособлений, обслуживаемых приводом.

Из выражения  $Q = p_m \frac{\pi D^2}{4}$  определяем диаметр рабочего гидроцилиндра без учета к.п.д.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p_m}} = 1,13 \sqrt{\frac{4Q}{p_m}} \text{ /Диаметр штока пневмоцилиндра } d = \frac{D}{(1,75 \dots 2,5)}$$

Из формулы  $p_m = p_e \frac{\pi D_1^2}{d^2}$  определяем диаметр пневмоцилиндра  $D_1 = d \sqrt{\frac{p_m}{p_e \cdot \eta}}$

Объем (см<sup>3</sup>) сжатого воздуха, расходуемого за один цикл зажима детали в приспособлении,

$$V = 0,785 D^2 \cdot L$$

где  $D$  — диаметр поршня пневмоцилиндра, см;  $L$  — длина хода поршня со штоком пневмоцилиндра, см.

### Механогидравлические приводы

В приспособлениях, требующих больших сил зажима, применяют ручные механогидравлические приводы, которые состоят из ручного винтового зажима и гидравлического цилиндра (см. рис.). Во время поворота рукоятки 1, винт 2 через плунжер 8 вытесняет масло из резервуара 3 в нижнюю полость цилиндра 4. При этом поршень 7 со штоком 5 перемещается вверх и шток через промежуточные звенья зажимает заготовку. После обработки, вращая рукоятку 1, отводят винт 2 вправо. Возвратная пружина 6 перемещает шток с поршнем вниз, и деталь освобождается.

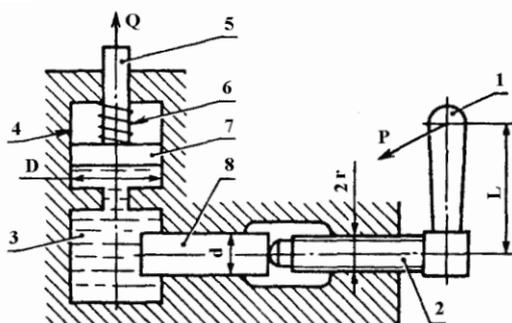


Схема механогидравлического привода

Сила на штоке гидроцилиндра механогидравлического привода:

$$Q = \frac{P \cdot L}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \cdot \frac{D^2}{d^2} - Q_1$$

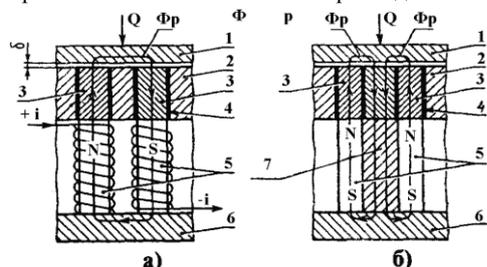
Где  $Q$  — сила на штоке, Н;  $P$  — сила, прикладываемая рабочим к рукоятке винта, Н;  $L$  — расстояние от точки приложения силы до оси винта, см;  $r$ , средний радиус резьбы винта, см;  $D$  — диаметр поршня гидроцилиндра, см;  $d$  диаметр штока плунжера, см;  $\alpha = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$  — угол подъема резьбы;  $\varphi = 6034$  — угол трения в резьбовом соединении;  $\eta = 0,9$  — коэффициент, учитывающий трение в уплотнениях;  $Q_1$  — сила сопротивления возвратной пружины, Н.

## Тема 3.2. Электромагнитные и магнитные приводы (лекция – дискуссия 1 час)

### Электромагнитные приводы приспособлений

На рис. даны принципиальные схемы электромагнитного приспособления (а) и приспособление с постоянными магнитами (б). На схемах зажим заготовки 1 на установочной поверхности приспособления производит рабочий магнитный поток являющийся частью полного магнитного потока, образуемого электромагнитными катушками или постоянными магнитами. Поток  $\Phi$ , подводится к рабочему зазору по стальным магнитопроводам. Так как магнитный поток непрерывный, то, производя работу, он должен снова вернуться к источнику энергии, следовательно, магнитная цепь, по которой проходит магнитный поток, должна быть замкнутой. В электромагнитном приспособлении (см. рис. а) такая магнитная цепь состоит из электромагнитных катушек 5, которые являются источником энергии, магнитопровода 3. Основание б приспособления представляет собой часть сердечника электромагнитной катушки, которая в данном случае как бы, разделена на две части.

Чтобы магнитный поток прошел через рабочий зазор, магнитопроводы 3 изолированы от корпуса адаптерной плиты 2 приспособления немагнитной прокладкой 4.



Приспособление электромагнитное (а) и с постоянным магнитом (б).

В магнитном приспособлении магнитная цепь, по которой проходит рабочий поток, состоит из постоянных магнитов 5, являющихся источником энергии, магнитопровода 3, обрабатываемой заготовки 1, магнитопровода 7 и основания 6. Магнитный поток снова возвращается в постоянный магнит 5.

В станочных приспособлениях с электромагнитным и магнитным приводами рабочий магнитный поток, создаваемый электромагнитными катушками или постоянными магнитами, образует силу, которая производит крепление заготовки на плоскости магнитного приспособления.

В магнитных приспособлениях рабочий магнитный поток проходит через обрабатываемую заготовку, которая является частью магнитопровода. Сопротивление магнитопровода в основном зависит от магнитной проницаемости материала участков магнитопровода, поэтому электромагнитные и магнитные приспособления применяют для установки и зажима заготовок из материала с большой магнитной проницаемостью. Большую магнитную проницаемость имеют незакаленные стали, меньшую — чугуны, весьма небольшую — закаленные и легированные стали.

Электромагнитные приспособления применяют для установки и зажима заготовок из материала с большой магнитной проницаемостью. Большую магнитную проницаемость имеют незакаленные стали, меньшую — чугуны, весьма небольшую — закаленные и легированные стали.

Электромагнитные приводы встраивают в плиты, патроны, на верхней плоскости которых обработанной поверхностью устанавливают детали. Питание электромагнитных плит производится постоянным током (110 или 220 В) от моторгенераторов или селеновых выпрямителей.

Сила зажима заготовки на электромагнитной плите зависит от удельного притяжения плиты, габаритных размеров детали и ее размещения на столе; она возрастает до определенной величины с увеличением толщины и площади поперечного сечения заготовки. С увеличением шероховатости базовой поверхности заготовки сила зажима уменьшается. Для надежного закрепления заготовка на электромагнитной плите должна перекрывать два соседних участка, расположенных между двумя смежными вставками.

Основные размеры и технические характеристики прямоугольных магнитных плит стандартизованы. Сердечники электромагнитов и полюса крышки изготавливают из стали 10, а остальные детали плит - из стали 10 и 15 или чугуна СЧ 12. Рабочая поверхность плиты или планшайбы должна быть обработана и иметь шероховатость Ra=0,63 мкм и отклонение от прямолинейности не должно превышать 0,02 на длине 300 мм. Питание электромагнитных плит производится постоянным током напряжением 24, 48, 110 и 220В от моторгенераторов или селеновых выпрямителей.

При проектировании электромагнитных плит (план - шайб) исходными данными являются: форма, размеры обрабатываемой заготовки в плане, ее материал, сила резания, необходимая сила прижима, удерживающая деталь от сдвига.

Сила прижима, удерживающая заготовку, зависит от силы резания:

$$Q = \frac{P_{рез}}{f}$$

где  $P_{рез}$  – сила резания, стремящаяся сдвинуть заготовку, Н;  $f=0,1...0,15$  – коэффициент трения между базовой плоскостью заготовки и плитой.

В зависимости от формы и размеров изготавливаемой детали выбирают число пар полюсов  $2p$ .

Сила прижима, приходящаяся на одну пару полюсов:  $Q_1 = \frac{Q}{2p}$

Площадь поперечного сечения сердечника (см<sup>2</sup>):

$$F' = \frac{25Q_1 \cdot 10^6}{B^2}$$

где  $B$  - магнитная индукция материала полюса, тс. Общее сопротивление магнитопровода:

$$R = \frac{l_1}{\mu_1 \cdot F_1} + \frac{l_2}{\mu_2 \cdot F_2} + \frac{l_3}{\mu_3 \cdot F_3} + \dots + \frac{l_n}{\mu_n \cdot F_n}$$

где  $l_1, \dots, l_n$  - длина каждого участка магнитопровода, см;  $\mu_1, \dots, \mu_n$  - магнитная проницаемость материала каждого участка замкнутого магнитного потока;  $F_1, \dots, F_n$  – площади поперечных сечений участков магнитопровода, см<sup>2</sup>.

Общий магнитный поток (с учетом 30% потерь):  $\Phi = 0,7BF^{\wedge}$

Магнитный привод применяют в приспособлениях (плиты, столы) для горизонтально-фрезерных и плоскошлифовальных станков.

Преимущества приспособлений с магнитным приводом:

- они безопасны в работе, так как не связаны с каким - либо источником тока;
- не расходуют электроэнергию;
- весьма долговечны в работе.

Недостатки электромагнитных и магнитных приводов приспособлений:

- получение меньшей силы зажима деталей по сравнению с механизированными приводами;
- на них нельзя крепить заготовки из немагнитных материалов.

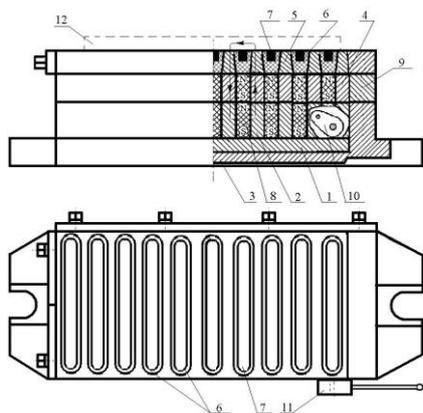
Электромагнитные и магнитные плиты и патроны применяют для установки и закрепления заготовок, обрабатываемых шлифованием, чистовым фрезерованием, точением.

#### Магнитные приводы приспособлений

Энергия магнитов в станочных приспособлениях используется на шлифовальных, строгальных, фрезерных, расточных и др. станках. Магнитные приспособления предназначены для закрепления плоских стальных и чугунных заготовок при их обработке на металлорежущих станках и при слесарной обработке. Магнитные зажимы при эксплуатации по сравнению с механическими, имеют ряд преимуществ: сокращают затраты вспомогательного времени на закрепление и съем заготовок (в 5...8 раз по сравнению с закреплением в механических тисках); имеют простую и жесткую конструкцию, обеспечивающую качественное постоянство обработки, простое и удобное управление; продолжительность эксплуатации до 10 лет и более.

Основой магнитного приспособления является магнитная система, включающая постоянные магниты или намагничивающие катушки и магнитопроводы, проводящие энергию к рабочей поверхности.

В зависимости от источника зажима магнитные приспособления могут быть двух видов: электромагнитные и с постоянными магнитами. Электромагнитные приспособления рекомендуются для применения на станках, оснащенных абразивным инструментом, так как, попадая в зону действия электромагнитного поля, стальной инструмент намагничивается, и его режущие свойства снижаются.



Принципиальное устройство плиты с литыми постоянными магнитами показано на рис. Принцип управления плитой с постоянными магнитами получил название шунтирования. Малогабаритная магнитная плита (МПК-4М) состоит из ряда параллельно установленных элементарных магнитных систем. Магнитные системы разделены на части, которые составляют три узла приспособления: подвижный магнитный силовой блок 2, неподвижный магнитный силовой блок 4 и адаптерную плиту 5. Магнитопроводы в блоках и полюсники (торцовые поверхности магнитопроводов) в адаптерной плите выполнены из стали Ст3; корпус адаптерной плиты и основание 1 - из чугуна марки СЧ18; рамка неподвижного блока из силумина. Пространство между нижней плоскостью подвижного блока и основанием 3, а также между полюсными контактами адаптерной плиты и ее корпусом 6 залито немагнитным сплавом. На рисунке плита показана во включенном состоянии. Поворотом рукоятки производится перемещение подвижного блока, шунтирование магнитного потока и отключение магнитов.

Промежутки между полюсами магнитов рекомендуется заполнять лагу-

нями и бронзами. Из алюминия, силумина и других сплавов на основе алюминия и магния (АЛ11, АЛ10В) следует изготавливать основания, корпуса, рамки и другие детали. Чугун немагнитный рекомендуется для изготовления ответственных деталей: корпусов, оснований, плит, рамок и других, подвергающихся механическим нагрузкам. Пластмассу на основе эпоксидных смол рекомендуют для заливки пространства между полюсами магнитов, стали жаростойкие (12Х18Н9Т, 12Х18Н10Г, и т. д.) - для изготовления ответственных деталей: плит, оснований и др. Постоянные магниты изготавливают из инструментальных сталей с высоким содержанием углерода или легированных, ферромагнитных материалов, способных сохранять намагниченность в условиях сторонних помех. Для изготовления магнитных приспособлений применяют также керамические оксидно-бариевые магниты, которые более экономичны и в своем составе не имеют дефицитных компонентов.

Сила  $P$  (Н) притяжения рабочей поверхности магнитного приспособления может быть рассчитана по формуле

$$P = 4.06 \cdot 10^{-4} \cdot B^2 \cdot F,$$

где  $S$  - площадь, находящаяся под действием магнитного потока,  $m^2$ ;

$B$  - магнитная индукция,  $Вб/м^2$ .

Удельная сила притяжения

$$P_{уд} = \frac{P}{F_{оп}},$$

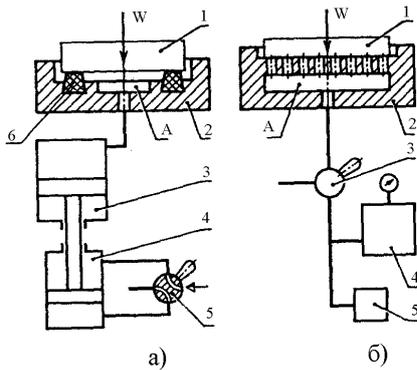
где  $F_{оп}$  - активная площадь поверхности заготовки,  $m^2$ .

В зависимости от класса точности удельная сила притяжения в зависимости от класса точности должна находиться в пределах  $(16...25) \cdot 10^4$   $Н/м^2$  для электромагнитных прямоугольных плит и в пределах  $(14...20) \cdot 10^4$   $Н/м^2$  для прямоугольных плит с постоянными магнитами. Остаточная сила притяжения в выключенной плите  $5 \cdot 10^3$   $Н/м^2$ . Усилие переключения не более 40 Н.

### Тема 3.3. Вакуумные, центробежно-инерционные и электромеханические приводы (лекция – дискуссия 3 часа)

#### Вакуумные приводы

Применяют для закрепления на станках при чистовой обработке плоских и вогнутых, относительно тонкостенных, подверженных деформации заготовок которые могут деформироваться при приложении сил зажима на небольших поверхностях способом непосредственной передачи атмосферного давления на закрепляемую заготовку. В приспособлениях с вакуумным зажимом между базовой поверхностью заготовки и полостью приспособления создается разрежение - вакуум и обрабатываемая заготовка прижимается к опорным поверхностям приспособления избыточным атмосферным давлением. На рисунке 1 даны схемы вакуумных зажимных устройств. В корпусе 2 приспособления рисунок 1, а имеется центрирующая выточка, в которую плоской базовой поверхностью устанавливают обрабатываемую заготовку 1.



Между нижней поверхностью заготовки 1 и корпусом 2 приспособления образуется изолированная от атмосферы полость "А", соединенная каналом с вакуумным цилиндром 3, работающим от пневмоцилиндра 4 с распределительным краном 5. При создании вакуума в полости "А" избыточное атмосферное давление равномерно прижимает заготовку 1 к установочной поверхности корпуса 2 приспособления. Герметичность полости "А" приспособления обеспечивает резиновый уплотнитель 6. После обработки полость "А" сообщается с атмосферой и деталь освобождается.

Сила прижима  $W$  заготовки в приспособлении зависит от величины полезной площади вакуумной полости избыточного давления.  $W = F \cdot p_u \cdot k$

где:  $F$  - полезная площадь полости "А" приспособления ограниченная резиновым уплотнителем 6 или плитой,  $см^2$   
 $p_u$  - избыточное давление, равное разности между атмосферным давлением и остаточным давлением в вакуумной полости "А" приспособления,  $МН/м^2$ ;  $p_u = p_a - p_o$ ;  
 $p_a$  — атмосферное давление,  $МН/м^2$ ;  $p_o$  — остаточное давление в вакуумной полости,  $МН/м^2$ ;  
 $k$  — коэффициент герметичности вакуумной системы (зависит от величины остаточного давления).

б - вакуумного насоса

давление в вакуумной полости приспособления,  $МН/м^2$ ;  $k = 0,8...0,85$  - коэффициент герметичности вакуумной системы (зависит от величины остаточного давления).

В приспособлении с вакуумным приводом избыточное давление  $P_u$  необходимо для обеспечения надежного закрепления заготовки.

В приспособлении 2 (рисунок 1.6) для равномерного прижима заготовки 1 к плите на ее установочной поверхности имеется большое количество мелких отверстий, сообщающихся при закреплении с вакуумной полостью "А". Приспособление с вакуумным приводом включает распределительный кран 3, ресивер 4 для быстрого образования вакуума в полости "А" приспособления и насос 5. Образование вакуума в индивидуальных и групповых устройствах воздается центробежными многоступенчатыми насосами, поршневыми одно- и двухступенчатыми насосами. Полезный объем бака ресивера должен превышать объем вакуумной полости, чтобы не задерживать образования вакуума. Степень разрежения зависит от герметичности камеры и от работы вакуумных насосов. При нормальной работе и исправности насосов сила зажима может составить от 7 до 10  $Н/см^2$  полезной площади камеры. Применяемые уплотнения показаны на рисунке 2. Уплотнения изготавливают из специальной резины.



Рисунок 2. Кольцевые вакуумные уплотнения

Управление вакуумным приспособлением производится четырехходовыми или трехходовым краном, который подключает вакуумное приспособление к пневмоцилиндру или к насосу или соединяет вакуумную полость приспособления с атмосферой. Сила зажима заготовки в вакуумном приспособлении контролируется вакууметром.

#### Центробежно-инерционные приводы

Эти приводы применяют для быстроходных станков токарной группы. Грузы обычно размещают на шпинделе станка.

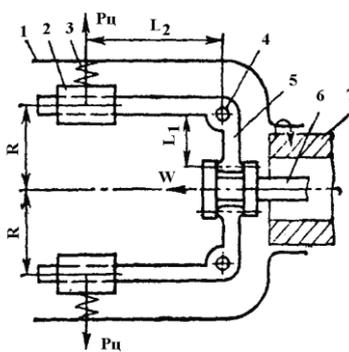


Схема центробежно-инерционного привода

Преимущества этих устройств в том, что они не требуют дополнительного источника энергии, просты в изготовлении и эксплуатации, включаются автоматически.

На рисунке показана схема центробежно-инерционного привода 1. Грузы 2 надеты на большие плечи рычагов 5, меньшие плечи связаны с тягой 6, пропущенной через полость шпинделя 7. Сам привод закреплен на заднем конце шпинделя 7. При вращении шпинделя 7 грузы расходятся, поворачивая рычаги вокруг осей 4, при этом тяга 6 перемещается и приводит в действие зажимной механизм, установленный на переднем конце шпинделя станка. Возвращение грузов и раскрепление заготовки производится пружинами 3. Регулирование силы зажима производится перемещением грузов по рычагам.

Силу тяги рассчитывают по формуле:

$$W = \left( \frac{G \cdot R \cdot \omega^2}{g} - q \right) \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot \eta_p \cdot n$$

где G - вес груза, Н;  $\omega$  - угловая скорость вращения относительно оси шпинделя, г - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup> q сила сопротивления пружины, n; n - число грузов.

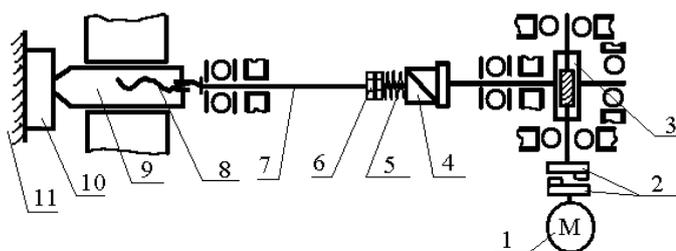
Рассмотрим приводы от движущихся частей станка и сил резания.

На сверлильных и фрезерных станках для привода зажима часто используют движение подачи. Зажимной механизм в этом случае обязательно содержит упругое звено (пружину, мембрану и т.п.), необходимое для компенсации колебаний размера заготовок.

### Электромеханические приводы

Электромеханический привод применяют для перемещения зажимных устройств приспособлений, используемых на токарно-револьверных, фрезерных, агрегатных станках и автоматических линиях. Приспособления-спутники для установки заготовок, обрабатываемых на автоматических линиях, имеют винтовые зажимы, вращаемые от электроключей. По принципу действия приводы ЭМЗУ делятся на статические и динамические. В статических ЭМЗУ сила зажима создается за счет электромагнитного момента двигателя, а в динамических как за счет электромагнитного момента двигателя так и за счет кинетической энергии вращающихся деталей, за вычетом потерь на трение. Величина этой силы определяется настройкой динамометрирующих упругих элементов

Электромеханический привод состоит из электродвигателя, редуктора и винтовой пары. На рисунке дана схема зажимного устройства с электромеханическим приводом для стационарного приспособления. От электродвигателя 1 вращение через муфту 2, редуктор 3, вал 7 и зубчатую муфту 4 передается на ходовой винт 8, с последующим преобразованием его в возвратно - поступательное перемещение ползуна 9 с помощью которого деталь 10 прижимается к неподвижной опоре 1 и создается натяжение всех звеньев системы. После окончания зажима и отключения двигателя деталь 10 удерживается в зажатом состоянии силами натяжения упругих звеньев участка системы от опоры 11 до самотормозящей передачи 8. Пружина служит для регулирования величины передаваемого муфтой 4 крутящего момента  $M_{кр}$ . Когда достигнута заданная сила зажима, левая часть муфты 4, установленная на валу 7, преодолевает сопротивление пружины 5, натяжение которой регулируется гайками 6, отжимается влево и вследствие трапецевидной формы зубьев, проскальзывает. При перемещении влево корпус муфты нажимает конечный выключатель и электродвигатель отключается. При разжиме выключение электродвигателя производится путевым выключателем, который настраивается на определенное положение плунжера 9.



Принципиальная схема приспособления с электромеханическим приводом.

При проектировании приспособлений с электромеханическим приводом, наряду с необходимой силой зажима для правильного расчета величины усилия закрепления необходимо учитывать марки материалов контактирующих элементов (установочных, установочно-зажимных и состояние установочных и зажимных поверхностей заготовок

Величина силы закрепления в приспособлении с электромеханическим зажимом рассчитывается по формуле

$$Q_{рас} = \frac{M_{кр} \cdot i \cdot \eta}{r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi)} \cdot 10^2 = 7126 \cdot 10^3 \frac{N \cdot i \cdot \eta}{n \cdot r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi)}$$

где  $M_{кр}$  - крутящий момент электродвигателя, Нм;

$r_{cp}$  - средний радиус резьбы винта, м;

n - число оборотов электродвигателя в минуту, мин<sup>-1</sup>;

i - передаточное отношение редуктора;

$\eta$  - к.п.д. редуктора;

$\alpha$  - угол подъема резьбы винта, град;

$\varphi$  - угол трения в резьбовом соединении, град;

N - мощность двигателя, кВт.

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объём (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Определение процесса формирования погрешности базирования при установке заготовки в центрах	8	-
2	1.	Определение погрешности базирования при различных вариантах установки заготовок в призму	8	-
3	1.	Определение шероховатости при различных формах инструментального оснащения	8	-
4	2.	Определение параметров винтового зажимного механизма	8	-
5	2.	Определение погрешности закрепления заготовок в машинных тисках	8	-
6	2.	Определение погрешности закрепления заготовки в трехкулачковом патроне	8	-
7	3.	Определение силы закрепления заготовок на магнитной плите	8	-
<b>ИТОГО</b>			<b>56</b>	<b>-</b>

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объём (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Анализ технологического процесса	4	-
2	1.	Анализ схемы базирования и выбор установочных элементов приспособления	4	-
3	2.	Расчет сил, действующих на заготовку при обработке	4	-
4	2.	Выбор механизма закрепления	4	-
5	2.	Силовой расчет механизмов закрепления	4	-
6	2.	Кинематический расчет механизмов закрепления заготовки в приспособлении	8	-
<b>ИТОГО</b>			<b>28</b>	<b>-</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа относится к индивидуальному заданию, которая рассматривается как самостоятельный вид письменной работы. Рекомендуемый объем индивидуального задания по дисциплине «Технологическая оснастка» – 10...15 страниц машинописного текста формата А4.

Индивидуальное задание выполняется с целью закрепления знаний в решении конкретных задач по выбору технологической оснастки и ее расчету на точность.

Тематика индивидуальных заданий включает в себя классификацию и последовательность расчета приспособлений, выбора виды зажимных устройств и применяемых приводов.

Выдача задания, прием расчетно-графических работ (РГР) проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки Расчетно-графической работы</b>
отлично	Расчетно-графическая работа оформлена в соответствии с требованиями, содержание полностью соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания исчерпывающе раскрыта и даны соответствующие выводы и рекомендации. Автор свободно ориентируется в предоставляемом материале.
хорошо	Расчетно-графическая работа оформлена с незначительными отклонениями от предъявленных требований, содержание соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания полностью раскрыта и даны соответствующие выводы и рекомендации. Автор ориентируется в предоставляемом материале.
удовлетворительно	Расчетно-графическая работа оформлена с отклонениями от предъявленных требований, содержание частично соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания частично раскрыта и даны неполные выводы и рекомендации. Автор слабо ориентируется в предоставляемом материале.
неудовлетворительно	Расчетно-графическая работа оформлена со значительными отклонениями от предъявленных требований, содержание не соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания не раскрыта. Автор не владеет предоставляемым материалом.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>					
		<i>4</i>	<i>16</i>	<i>18</i>				
<b>1.</b> Основные элементы технологической оснастки	61	+	+	+	3	20,3	Лк, ЛР, ПЗ, СР	Экзамен, РГР
<b>2.</b> Зажимные устройства приспособлений	90	+	+	+	3	30,0	Лк, ЛР, ПЗ, СР	Экзамен, РГР
<b>3.</b> Приводы приспособлений	38	+	+	+	3	12,7	Лк, ЛР, СР	Экзамен, РГР
<b><i>всего часов</i></b>	<b>189</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>3</b>	<b>63</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>

- Лабораторная работа № 1. Стр. 7 – 16.
- Лабораторная работа № 2. Стр. 17 – 24.
- Лабораторная работа № 3. Стр. 82 – 96.
- Лабораторная работа № 4. Стр. 72 – 81.
- Лабораторная работа № 5. Стр. 64 – 71.
- Лабораторная работа № 6. Стр. 64 – 71.
- Лабораторная работа № 7. Стр. 64 – 72.

2. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>

- Лабораторная работа № 1. Стр. 31 – 56.
- Лабораторная работа № 2. Стр. 31 – 56.
- Лабораторная работа № 3. Стр. 9 – 11, 46 – 56.
- Лабораторная работа № 4. Стр. 61 – 67.
- Лабораторная работа № 5. Стр. 61 – 82.
- Лабораторная работа № 6. Стр. 31 – 56, 95.
- Лабораторная работа № 7. Стр. 183.
- Практическое занятие № 1. Стр. 9 – 26.
- Практическое занятие № 2. Стр. 31 – 56.
- Практическое занятие № 3. Стр. 61 – 67.
- Практическое занятие № 4. Стр. 67 – 77.
- Практическое занятие № 5. Стр. 82 – 95.
- Практическое занятие № 6. Стр. 209 – 225.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Кол-во экз. в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./чел.)</i>
<b>Основная литература</b>				
1.	1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/book/628">http://e.lanbook.com/book/628</a>	Лк, ЛР, ПЗ, РГР, СР	ЭР	1
2.	Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.	Лк, ЛР, ПЗ, РГР, СР	10	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259284">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259284</a>	Лк, ЛР, СР	ЭР	1
4.	Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=135673">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=135673</a> .	Лк, ЛР, ПЗ, РГР, СР	ЭР	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Номер раздела Основные положения раздела, рекомендуемые для СР	Рекомендуемая литература	Форма отчета	Всего часов
1.	<b>1. Основные элементы технологической оснастки</b> 1.1. Классификация технологической оснастки 1.2. Установочные элементы приспособлений 1.3. Направляющие, делительные и поворотные элементы, корпуса приспособлений	[1], [2], [3], [4]	Экзамен, РГР, ЛР №1...3 ПЗ № 1...2	21
2.	<b>2. Зажимные устройства приспособлений</b> 2.1. Определение необходимого усилия закрепления 2.2. Рычажные, клиновые, клиновые, эксцентриковые зажимные механизмы 2.3. Винтовые и центрирующие зажимные механизмы	[1], [2], [3], [4]	Экзамен, РГР, ЛР № 4...6 ПЗ № 3...6	36
3	<b>3. Приводы приспособлений</b> 3.1. Пневматические, гидравлические и механо-гидравлические приводы 3.2. Электромагнитные и магнитные приводы 3.3. Вакуумные, центробежно-инерционные и электромеханические приводы	[1], [2], [3], [4]	Экзамен, РГР, ЛР № 7	20
<b>ИТОГО</b>				<b>77</b>

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ

#### Лабораторная работа № 1 Определение процесса формирования погрешности базирования при установке заготовки в центрах

Цель работы:

Исследование влияния погрешности базирования на точность механической обработки заготовок при автоматическом методе получения размеров.

Содержание работы

Освоение методики практического использования технологических размерных цепей при расчете погрешности базирования, определение погрешности базирования и ее влияния на точность механической обработки заготовок при автоматическом методе получения размеров.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Выполнить эскиз детали и произвести измерение глубины центровочного отверстия 10 заготовок.
4. Построить размерные схемы и рассчитать погрешность базирования.
5. Обработать 10 заготовок по двум схемам базирования.
6. Измерить полученные размеры.
7. Определить погрешность базирования.
8. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 121495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.
4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахмиянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию поверхностей заготовки при ее установке для обработки на металлорежущем станке?
2. Назовите виды технологических баз?

## **Лабораторная работа № 2** **Определение погрешности базирования при различных вариантах установки заготовок в призму**

#### Цель работы:

Определить погрешность базирования при установке заготовок в призму; исследовать ее влияние на точность получаемого размера.

#### Содержание работы

Освоение методики теоретического расчета и экспериментального определения погрешности базирования при установке заготовок в призму. Установление влияния различных параметров призмы и ее положения в приспособлении на точность получаемого размера.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Выполнить эскиз детали и произвести измерение наружного диаметра у партии заготовок.
4. Определить значение допуска у партии заготовок.
5. Рассчитать погрешность базирования для различных схем установки заготовки.
6. Собрать экспериментальную установку и определить погрешности базирования для различных схем установки заготовки.
7. Построить графические зависимости погрешности базирования.
8. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 121495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения  
Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.
4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. В каких случаях призмы используются как основные установочные элементы?
2. Вследствие чего возникает погрешность базирования при установке цилиндрической заготовки в призму?

## **Лабораторная работа № 3** **Определение шероховатости при различных формах** **инструментального оснащения**

#### Цель работы:

Определение влияния инструментального оснащения на шероховатость обработанной поверхности.

#### Содержание работы

Освоение методики теоретического и экспериментального определения влияния инструментального оснащения на шероховатость обработанной поверхности.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Определить режимы обработки.
4. Определить шероховатость расчетным путем.
5. Собрать экспериментальную установку.
6. Выполнить серию опытов и измерить шероховатость.
7. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 20872-80. Резцы токарные сборные для контурного точения с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин. Конструкция и размеры.

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.
4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое шероховатость поверхности?
2. Как зависит шероховатость от параметров режима резания?

## **Лабораторная работа № 4**

### **Определение параметров винтового зажимного механизма**

#### Цель работы:

Определение усилия зажима и момента трения резьбы для винтовых зажимных механизмов.

#### Содержание работы

Освоение методики теоретического и экспериментального определения усилия зажима и момента трения резьбы для винтовых зажимных механизмов. Анализ полученных результатов.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Рассчитать усилие зажима для четырёх вариантов формы торца зажимного винта.
4. Собрать экспериментальную установку.
5. Определить усилие зажима для четырёх вариантов формы торца винта.
6. Определить момент трения в резьбе расчётным путём.
7. Определить момент трения в резьбе экспериментальным путём.
8. Построить графические зависимости усилия зажима, полученные расчётным и экспериментальным путем.
9. Построить графические зависимости момента трения резьбы при расчётных и экспериментальных значениях.
10. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 25034-85. Зажимы контактные винтовые. Классификация. Технические требования. Методы испытаний.

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.
4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите область применения винтовых зажимов?
2. Перечислите достоинства и недостатки винтовых зажимов?

## **Лабораторная работа № 5**

### **Определение погрешности закрепления заготовок в машинных тисках**

#### Цель работы:

Определить влияние погрешности закрепления заготовок в машинных тисках на общую погрешность механической обработки.

#### Содержание работы

Освоение методики определения погрешности закрепления как одной из составляющих общей погрешности установки. Установление влияния погрешности закрепления заготовок в машинных тисках на общую погрешность механической обработки.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Выполнить эскиз детали.
4. Собрать экспериментальную установку.
5. Произвести закрепление заготовки вручную со средним усилием на рукоятке ключа.
6. Произвести закрепление заготовки при различных значениях силы закрепления.
7. Построить графические зависимости погрешности закрепления.
8. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 121495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения

Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.
4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахмиянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятию «Погрешность закрепления»?
2. Каковы причины возникновения погрешности закрепления и способы ее уменьшения?

## **Лабораторная работа № 6** **Определение погрешности закрепления заготовки** **в трехкулачковом патроне**

Цель работы:

Определение среднего значения осевой погрешности при закреплении заготовки в трехкулачковом патроне.

Содержание работы

Освоение методики теоретического и экспериментального определения средней осевой погрешности при закреплении заготовки в трехкулачковом патроне.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Собрать экспериментальную установку.
4. Многократно закрепить заготовку с записью показаний индикатора, фиксирующего действительную величину погрешности.
5. Обрабатывают результаты замеров.
6. Построить графические зависимости осевой погрешности.
7. Рассчитать среднюю величину погрешности осевого смещения и сравнить с экспериментальными данными.
8. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 2675-80. Патроны самоцентрирующие трехкулачковые. Основные размеры.

Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.

4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите область применения трехкулачковых патронов?
2. Перечислите схемы базирования заготовок на токарном станке?

## **Лабораторная работа № 7** **Определение силы закрепления заготовок на магнитной плите**

Цель работы:

Определение усилия закрепления заготовок на магнитной плите.

Содержание работы

Освоение методики определения сил сдвига заготовок, при установке на магнитную плиту в зависимости от шероховатости поверхности, толщины заготовки и активной площади.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Собрать экспериментальную установку.
4. Определить силу сдвига для заготовок с одинаковыми размерами и шероховатостью.
5. Определить силу сдвига для заготовок с одинаковыми размерами и разной шероховатостью.
6. Определить силу сдвига для заготовок с разными размерами и одинаковой шероховатостью.
7. Рассчитать силы сдвига при различных условиях.
8. Построить графические зависимости усилия сдвига, полученные расчетным и экспериментальным путем.
9. Проанализировать полученные результаты и составить отчет.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 16528-87. Плиты прямоугольные магнитные. Общие технические условия.

Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

Дополнительная литература

3. Насыров, Ш. Технологическая оснастка: практикум / Ш. Насыров, А. Корнипаева, С. Каменев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2013. - 127с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259284>.
4. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите применения, достоинства и недостатки магнитных плит?
2. Какие параметры влияют на величину силы заготовки при закреплении на магнитной плите?

## **Практическое занятие № 1** **Анализ технологического процесса**

Цель работы

Уяснить, исходя из анализа технологического процесса механической обработки детали, состояние заготовки, поступающей на заданную операцию, и определить технологические задачи, стоящие перед этой операцией.

Содержание работы

Определение служебного назначения поверхностей детали, требований к точности размеров, взаимного расположения осей и поверхностей детали. Установление требований чертежа относительно операции, для которой разрабатывается приспособление. Уточнение поверхностей, которые будут использованы в качестве установочных.

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

2. Получить индивидуальное задание.
3. Ознакомиться с чертежом детали. Определить по чертежу:
  - поверхности, линии, оси от которых задано наибольшее количество размеров;
  - назначение поверхностей детали;
  - требования к точности размеров;
  - требования к точности взаимного расположения поверхностей детали;
  - установить какие требования чертежа относятся к операции, для которой разрабатывается приспособление.
4. Выполнить анализ технологический процесс механической обработки:
  - до операции, для которой задано разработать приспособление;
  - технологической операции, на которую должно быть разработано приспособление;
  - оставшаяся часть технологического процесса.
5. Оформить отчёт и сделать вывод.

Форма отчётности: отчёт по практической работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий
2. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
3. ГОСТ 14.201-83 Общие правила разработки технологических процессов.

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что понимают под служебным назначением детали?
2. Какие требования к точности размеров, взаимного расположения осей и поверхностей детали вы знаете?

## **Практическое занятие № 2**

### **Анализ схемы базирования и выбор установочных элементов приспособления**

#### Цель работы

Освоить методику выбора установочных элементов приспособления на основании анализа схем базирования заготовки и расчета погрешности базирования.

#### Содержание работы

Выбор и обоснование возможных схем базирования. Оценка погрешности базирования для выбранных схем. Назначение установочных элементов для окончательной схемы базирования.

#### Последовательность выполнения работы

1. На основании анализа, выполненного в первой практической работе, установить поверхности заготовки, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.;
2. Выбрать и обосновать возможные схемы базирования заготовки и комплекты технологических баз.
3. Оценить каждый вариант базирования с точки зрения возникновения погрешности базирования.
4. Выбрать окончательную схему базирования и комплект технологических баз для последующих расчетов.
5. Для выбранного варианта схемы базирования выбрать тип установочных элементов и вычертить эскиз этих элементов.
6. Оформить отчёт и сделать вывод.

Форма отчётности: отчёт по практической работе должен содержать: цель работы, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

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

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятию «Базирование»?
2. Приведите классификацию баз?
3. Какие установочные элементы используются для базирования заготовок?

## **Практическое занятие № 3 Расчет сил, действующих на заготовку при обработке**

#### Цель работы

Освоить методику расчета сил, действующих на заготовку при ее закреплении в приспособлении и обработке.

#### Содержание работы

Анализ сил, действующих на заготовку в процессе механической обработки на заданной операции для выбранной схемы базирования. Определение оптимального места приложения и направления действия силы закрепления.

#### Последовательность выполнения работы

1. Используя результаты предыдущих работ, вычертить схему базирования заготовки.
2. Выбрать возможные варианты направления действия силы закрепления на заготовку при обработке.
3. Определить силы, действующие на заготовку в процессе ее обработки, и на направления их действия для каждого предложенного варианта схемы закрепления. Привести схемы сил.
4. Определить силу резания и ее составляющие, действующие в процессе обработки на заготовку. Привести расчет сил.
5. Рассчитать силы закрепления, действующие на заготовку, для каждого предложенного варианта схемы закрепления.
6. Определить погрешность закрепления заготовки для каждого обрабатываемого размера во всех предложенных вариантах схемы закрепления.
7. Выбрать оптимальный вариант закрепления заготовки.
8. Оформить отчет и сделать вывод.

Форма отчётности: отчет по практической работе должен содержать: цель работы, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

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

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите рекомендации по выбору направления и места приложения сил закрепления?
2. Правила оформления схемы базирования?

## **Практическое занятие № 4 Выбор механизма закрепления**

#### Цель работы

Освоить основные методы разработки и обоснования схем механизмов закрепления деталей в приспособлениях.

#### Содержание работы

Разработка и обоснование механизма закрепления, для выбранной схемы установки заготовки в приспособлении и поверхности заготовки, на которую действует сила закрепления.

#### Последовательность выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание.
2. Разработать возможные варианты механизмов закрепления.
3. Обосновать назначение каждого элементарного звена механизмов закрепления.
4. Разработать конструкции соединений отдельных звеньев в механизмах закрепления.
5. Исходя из размеров рабочего пространства металлорежущего станка, конструктивно назначить размеры звеньев механизмов закрепления.
6. Оформить отчет и сделать вывод.

Форма отчётности: отчет по практической работе должен содержать: цель работы, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

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

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие механизмы закрепления вы знаете?
2. Перечислите преимущества рычажных зажимных механизмов?

## **Практическое занятие № 5** **Силовой расчет механизмов закрепления**

#### Цель работы

Освоить методики расчета сил, действующих как на весь механизм закрепления в целом, так и на отдельные составляющие его звенья.

#### Содержание работы

Расчет действующих сил для выбранных схем механизмов закрепления, выбор вариант механизма закрепления по минимальной величине силы, действующей на входное звено.

#### Последовательность выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание.
2. Разделить механизм закрепления заготовки на элементарные составляющие звенья.
3. Определить силы, действующие на каждое элементарное звено.
4. Сделать анализ сил, действующих в каждом механизме.
5. Оформить отчет и сделать вывод.

Форма отчётности: отчет по практической работе должен содержать: цель работы, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 13163-67. Зажимы реечные с конусным замком для станочных приспособлений. Конструкция
2. ГОСТ 9061-68. Кулачки эксцентриковые круглые для станочных приспособлений. Конструкция.

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Последовательность силового расчета механизма закрепления?
2. Перечислите требования, предъявляемые к зажимным механизмам?

## **Практическое занятие № 6**

### **Кинематический расчет механизмов закрепления заготовки в приспособлении**

#### Цель работы

Освоить методику кинематического анализа механизмов применительно к механизму закрепления заготовок в приспособлении для механической обработки.

#### Содержание работы

Сравнительный кинематический анализ механизмов закрепления заготовки и выбор оптимального варианта в зависимости от технологических факторов.

#### Последовательность выполнения работы

1. Получить индивидуальное задание.
2. Составить схемы механизмов закрепления. Указать два крайних положения механизмов закрепления (положение для закрепленной заготовки и положение, в котором обеспечивается свободная установка и снятие заготовки).
3. В зависимости от перемещения звена, обеспечивающего закрепление заготовки, определить величину перемещения входного звена, связанного с силовым механизмом закрепления заготовки.
4. В каждом механизме закрепления заменить действие силового механизма кулачковым механизмом и построить графики пути и скорости.
5. Сделать сравнительный анализ механизмов закрепления. Выбрать окончательный вариант механизмов закрепления.
6. Оформить отчет и сделать вывод.

Форма отчётности: отчет по практической работе должен содержать: цель работы, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

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

#### Основная литература

1. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – СПб.: Лань, 2014. – 224с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com/book/628>
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки: учебник / В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков. - Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 432 с.

#### Дополнительная литература

3. Современная технологическая оснастка: учебное пособие / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 266 с. - ISBN 978-5-7782-1892-5 [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135673>.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Порядок кинематического расчета рычажных механизмов?
2. Последовательность кинематического расчета эксцентриковых механизмов?

## **9.2. Методические указания по выполнению Расчетно-графической работы**

### **1. Последовательность выполнения расчетно-графической работы:**

- выполнить чертеж детали, дать анализ служебного назначения и технологичности;
- выбрать метод получения заготовки;
- разработать маршрутный технологический процесс;
- для операции, на которой требуется станочное приспособление, разработать операционную технологию с расчетом режимов обработки, определением норм времени и сил резания;
- сформулировать служебное назначение и выбрать прототип приспособления;
- составить расчетную схему и рассчитать зажимную силу;
- определить параметры силового привода приспособления;
- выполнить сборочный чертеж станочного приспособления;
- привести описание конструкции приспособления и принципа его работы;
- рассчитать погрешность установки заготовки в станочном приспособлении;
- сформулировать технические требования к приспособлению;
- оформить пояснительную записку, технологическую и конструкторскую документацию.

### **2. Структура пояснительной записки**

Титульный лист

Содержание

Введение

1. Технологическая часть

1.1. Анализ технологичности конструкции детали.

1.2. Выбор метода получения заготовки.

1.3. Маршрутный технологический процесс механической обработки детали.

1.4. Операционный технологический процесс.

2. Конструкторская часть

2.1. Служебное назначение приспособления и его принципиальная схема.

2.2. Расчет усилия закрепления.

2.3. Расчет параметров и выбор силового привода.

2.4. Описание конструкции и принципа работы приспособления.

2.5. Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении.

Выводы

Список используемой литературы

Приложения

### **3. Требования к оформлению расчетно-графической работы:**

- расчетно-графическую работу оформляют на листах формата А4 (210x297мм), текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала;

- параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, начертание – обычный, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный);

- параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки – 1,5 мм., межстрочный интервал – полуторный;

- поля страницы для титульного листа: верхнее и нижнее поля – 20 мм, правое и левое поля – 15 мм

- поля всех остальных страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм.

Пояснительная записка должна содержать 10...15 страниц.

Графическая часть работы включает:

- чертеж детали (формат А4);

- сборочный чертеж приспособления (формат А3 или А2);

- спецификация на приспособление (формат А4).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7.
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
4. Adobe Reader.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР, ПЗ</i>
Лк	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
ЛР	Лаборатория Технологии машиностроения	Учебная мебель; Токарно-винторезный станок 1К62; Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г; Плоскошлифовальный станок 3Е711В.	ЛР № 1...7
	Лаборатория технических средств измерения	Учебная мебель; Профилограф-профилометр "Абрис-ПМ7"	
ПЗ	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
РГР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<b>1.</b> Основные элементы технологической оснастки. <b>2.</b> Зажимные устройства приспособлений.	1.1. Классификация технологической оснастки. 1.2. Установочные элементы приспособлений. 1.3. Направляющие, делительные и поворотные элементы, корпуса приспособлений.	Экзаменационные вопросы
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	<b>3.</b> Приводы приспособлений.	2.1. Определение необходимого усилия закрепления. 2.2. Рычажные, клиновые, клиновые, эксцентриковые зажимные механизмы. 2.3. Винтовые и центрирующие зажимные механизмы. 3.1. Пневматические, гидравлические и механогидравлические приводы. 3.2. Электромагнитные и магнитные приводы. 3.3. Вакуумные, центробежно-инерционные и электромеханические приводы.	
ПК-18	способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению			

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1.	ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация технологической оснастки.</li> <li>2. Установочные элементы приспособлений.</li> <li>3. Направляющие, делительные и поворотные элементы, корпуса приспособлений.</li> <li>4. Определение необходимого усилия закрепления.</li> <li>5. Рычажные, клиновые, клиновые, эксцентриковые зажимные механизмы.</li> <li>6. Винтовые и центрирующие зажимные механизмы.</li> <li>7. Пневматические, гидравлические и механогидравлические приводы.</li> <li>8. Электромагнитные и магнитные приводы.</li> <li>9. Вакуумные, центробежно-инерционные и электромеханические приводы.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные элементы технологической оснастки.</li> <li>2. Зажимные устройства приспособлений.</li> <li>3. Приводы приспособлений.</li> </ol>
2	ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации		
3	ПК-18	способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению		

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> <i>ОПК-4</i> - проблемы, связанные с машиностроительными производствами; <i>ПК-16</i> - методы совершенствования технологий, систем и средств машиностроительных производств; <i>ПК-18</i> - программы и методики контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления.</p> <p><b>Уметь</b> <i>ОПК-4</i> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами; <i>ПК-16</i> - разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий; <i>ПК-18</i> - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения.</p> <p><b>Владеть</b> <i>ОПК-4</i> - навыками выбора на основе анализа вариантов оптимального прогнозируемых последствий решения; <i>ПК-16</i> - навыками выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации; <i>ПК-18</i> - навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.</p>	<b>отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы;</li> <li>- ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно;</li> <li>- опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- свободно владеет основными понятиями дисциплины.</li> </ul>
	<b>хорошо</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы;</li> <li>- твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на полученные знания;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li> <li>- владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>
	<b>удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без достаточного обоснования;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении полученных знаний;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- частично владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>
	<b>неудовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении полученных знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Технологическая оснастка» направлена на изучение методов совершенствования технологий, систем и средств машиностроительных производств, формирование навыков разработки и внедрения оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнения мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ для реализации технологических процессов. Процесс прохождения дисциплины включает изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования, конструирования и использования технологической оснастки в производственных условиях для решения задач, связанных с разработкой программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления основными показателями качества выпускаемой продукции.

Изучение дисциплины «Технологическая оснастка» предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;

- практические занятия;
- расчетно-графическую работу;
- самостоятельную работу;
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Основные элементы технологической оснастки» студенты должны уяснить классификацию технологической оснастки, основные установочные, направляющие, делительные, поворотные элементы, определяющие конструкцию приспособлений.

В ходе освоения раздела 2 «Зажимные устройства приспособлений» студенты должны раскрыть возможности рычажных, клиновых, эксцентриковых, винтовых и центрирующих зажимных механизмов и уметь определять необходимое усилие закрепления для каждого механизма.

В ходе освоения раздела 3 «Приводы приспособлений» студенты должны ознакомиться с устройством и назначением пневматических, гидравлических, механогидравлических, электромагнитных и магнитных, а также вакуумных, центробежно-инерционных и электромеханических приводов, применяемых в станочных приспособлениях.

Необходимо овладеть умениями разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий, а также осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения. Получить навыки выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации, а также навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется обратить внимание на особенности разработки и конструирования оснастки для современного оборудования с числовым программным управлением, а также на возможности прогрессивных технологий обработки.

Овладение ключевыми понятиями является необходимым для корректного оперирования общепринятыми терминами при подготовке выпускной квалификационной работы.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить вопросам назначения и классификации оснастки и методам выбора соответствующего зажимного механизма для выполнения конкретных производственных задач.

При оформлении расчетно-графической работы следует придерживаться рекомендованной последовательности выполнения и структуры индивидуального задания для закрепления знаний в решении конкретных задач по выбору технологической оснастки и ее расчету.

В процессе проведения лабораторных работ, практических занятий, происходит закрепление знаний по разработке и внедрению оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, формирование умений осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции при оценке ее брака и анализе причин его возникновения, а также навыков выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с предложенной основной и дополнительной литературой для последующего рассмотрения вопросов, связанных с проектированием технологической оснастки.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной, активной, инновационной формах с дискуссией в сочетании с внеаудиторной работой.

## АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины Технологическая оснастка

### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – формирование знаний и навыков по совершенствованию технологий, систем и средств технологического оснащения машиностроительных производств, а также по разработке и внедрению оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий с эффективным использованием материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ для реализации технологических процессов.

Задачами изучения дисциплины является:

- изучение методов совершенствования технологий, систем и средства машиностроительных производств;
- формирование навыков разработки и внедрения оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнения мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ для реализации технологических процессов;
- решение задач, связанных с разработкой программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления основными показателями качества выпускаемой продукции.

### 2. Структура дисциплины

2.1. Распределение трудоёмкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 28 часов; лабораторные работы – 56 часов; практические занятия – 28 часов; самостоятельная работа – 77 часов.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 216 часов, 6 зачетных единиц.

2.2. Основные разделы дисциплины:

1. Основные элементы технологической оснастки.
2. Зажимные устройства приспособлений.
3. Приводы приспособлений.

### 3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 – способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;

ПК-16 – способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации;

ПК-18 – способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

### 4. Вид промежуточной аттестации: Экзамен.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<p><b>1.</b> Основные элементы технологической оснастки.</p> <p><b>2.</b> Зажимные устройства приспособлений.</p> <p><b>3.</b> Приводы приспособлений.</p>	<p>1.1. Классификация технологической оснастки.</p> <p>1.2. Установочные элементы приспособлений.</p> <p>1.3. Направляющие, делительные и поворотные элементы, корпуса приспособлений.</p> <p>2.1. Определение необходимого усилия закрепления.</p>	<p>Отчет по ЛР 1...7</p> <p>Отчет к ПЗ 1...6</p> <p>Защита РГР</p>
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации		<p>2.2. Рычажные, клиновые, клиновые, эксцентриковые зажимные механизмы.</p> <p>2.3. Винтовые и центрирующие зажимные механизмы.</p> <p>3.1. Пневматические, гидравлические и механогидравлические приводы.</p> <p>3.2. Электромагнитные и магнитные приводы.</p> <p>3.3. Вакуумные, центробежно-инерционные и электромеханические приводы.</p>	
ПК-18	способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению			

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> ОПК-4 - проблемы, связанные с машиностроительными производствами; ПК-16 - методы совершенствования технологий, систем и средств машиностроительных производств; ПК-18 - программы и методики контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления.</p> <p><b>Уметь</b> ОПК-4 - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами; ПК-16 - разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий; ПК-18 - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения.</p>	<b>зачтено</b>	<p>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы; - ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно; - опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью; - свободно владеет основными понятиями дисциплины.</p>
<p><b>Владеть</b> ОПК-4 - навыками выбора на основе анализа вариантов оптимального прогнозируемых последствий решения; ПК-16 - навыками выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации; ПК-18 - навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.</p>	<b>не зачтено</b>	<p>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы; - испытывает трудности в практическом применении полученных знаний; - не может аргументировать научные положения; - не владеет системой основных понятий дисциплины.</p>