



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО  
"БГТУ"  
О.Н. Федонин  
«28» мая 2024 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению практических работ**  
**по учебной дисциплине**  
**ОПЦ.10. Технологическая оснастка**

Специальность	15.02.16 Технология машиностроения
Уровень образования выпускника	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена	базовая
Присваиваемая квалификация	Техник-технолог
Форма обучения	заочная
Срок получения СПО	4 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование

Брянск 2024

Методические указания по выполнению практических работ  
по учебной дисциплине  
ОПЦ.10. Технологическая оснастка  
(далее — МУ)  
для специальности 15.02.16 Технология машиностроения

Разработал:  
Преподаватель ПК БГТУ

В. А. Сиротина

МУ рассмотрены и одобрены на заседании  
предметно-цикловой комиссии «Технология  
машиностроения» ПК БГТУ (далее — ПЦК)  
от «28» мая 2024 г., протокол № 7

Председатель ПЦК

Л. М. Курашова

Согласовано:  
Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебной работе

Л.А.Лазарева

©Сиротина В. А...  
© ФГБОУ ВО  
«Брянский государственный  
технический университет»

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Практическое занятие №1. Составление схемы базирования. Расчет погрешности базирования.....	7
Практическое занятие №2. Составление схемы базирования.....	13
Практическое занятие №3 Расчет усилия зажима заготовки в приспособлении.....	17
Практическое занятие №4 Расчет образцов приспособлений с зажимами различного типа .....	21
Практическое занятие № 5 Расчет механизированного привода.....	27
Практическое занятие № 6 Расчет силы зажима в кулачковом патроне.....	32
Практическое занятие № 7 Расчет приспособления на точность.....	35
Практическое занятие № 8 Расчет державки резца на прочность и жесткость.....	40
Рекомендуемая литература.....	46

## Введение

Успешное изучение дисциплины «технологическая оснастка» невозможно без решения студентами большого числа практических задач. В методических указаниях к каждой работе приводятся необходимые справочные сведения и расчетные формулы, которые ориентируют на соответствующие материалы учебников и лекционного курса.

Работы могут быть изменены на другие по решению цикловой комиссии.

После выполнения практических работ студенты должны сдать журнал отчетов по всем практическим работам, которые выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД и методическими указаниями по оформлению практических работ, утвержденных руководством колледжа.

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Перед выполнением практической работы студент должен:

Изучить теоретическую часть темы с помощью учебника и конспекта.

Выполнить задание для самостоятельной работы, которые предусмотрены в данной части изучаемой дисциплины.

Подготовить к выполнению практической работы все необходимые материалы (листы формата А4, калькулятор, чертежи деталей, заготовок.).

После выполнения практической работы проверить расчеты и оформить отчет по работе в соответствии с требованиями ЕСКД и методическими указаниями по оформлению практических работ, утвержденных руководством колледжа.

На каждом листе работы должен быть указан шифр работы специальным шрифтом в соответствии с требованиями ЕСКД. ПР - практическая работа  
ТО - технологическая оснастка (аббревиатура изучаемой дисциплины)

15.02.08 - шифр специальности

XX - порядковый номер работы

XX - вариант или порядковый номер студента по журналу

Сдать отчет преподавателю в срок, который предусмотрен в соответствии с учебной программой и графиком.

После выполнения практической работы студент должен ее защитить устно или в письменной форме

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Брянский Государственный технический университет»  
Политехнический колледж

ОТЧЁТ  
ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №

Дисциплина: ОП.09 Технологическая оснастка  
Специальность 15.02.08 Технология машиностроения

Тема: \_\_\_\_\_

ПКТУ. ТО XXXX.000 ПР

Составил студент

Проверил преподаватель

В. А. Сиротина

Дата сдачи работы \_\_\_\_\_

Оценка работы \_\_\_\_\_

Оценка умений выполнять расчетные практические работы:

Оценка «зачёт»:

в логическом рассуждении и решении нет ошибок или нет существенных ошибок, расчеты выполнены правильно или с незначительными неточностями; отчет оформлен чисто, аккуратно в полном объеме, с выполнением всех необходимых схем или рисунков или выполнены все основные схемы или рисунки.

Оценка «не зачтено»:

есть существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении;  
нет всех нужных схем или рисунков.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1

**Тема:** Составление схемы базирования. Расчет погрешности базирования

**Цель:** Приобретение навыков и умений по составлению схемы базирования, расчету погрешности базирования.

**Дано:** чертеж детали, операция, методические указания, схемы.

**Литература:**

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
2. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
3. Справочник технолога-машиностроителя.

**Задача.** Составить схемы базирования. Рассчитать погрешность базирования.

## План выполнения работы:

Описание деталей, операций, обрабатываемых поверхностей.

Выбор комплекта технологических баз с обоснованием, анализ технологических баз (заполнение Таблицы №1).

Выполнение операционного эскиза.

Расчет погрешности базирования.

1) Таблица №1

Наименование базы	У	Н	О	ДН	ДО
Форма базы					
Количество лишаемых степеней свободы	3	2	1	4	2

Обозначения:

1) БАЗЫ: У-установочная; Н-направляющая; О - опорная; ДН-двойная направляющая; ДО - двойная опорная.

опорную плоскость; 4 и 5 определяют направляющую плоскость; 6 — упорную плоскость.

При большем числе неподвижных опор деталь опирается не на все опоры, а если все же она будет искусственно прижата (притянута) ко всем неподвижным опорам, то она будет деформирована действием зажимов.

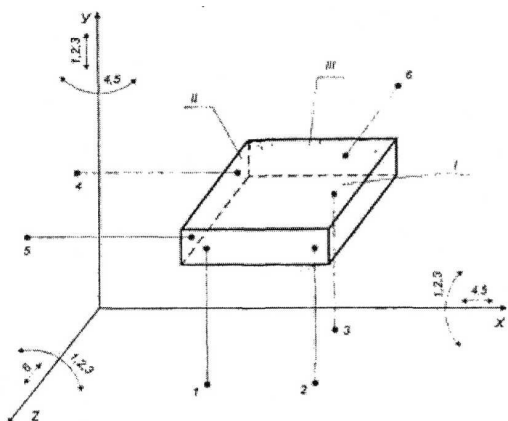


Рис. 2.2. Устранение шести степеней свободы наложением геометрических связей

Любая схема базирования, лишаящая тело шести степеней свободы, реализуется с помощью набора из трех баз, которые принято называть *комплект баз*. Базы, составляющие комплект, различаются лишаемыми степенями свободы и их числом и в соответствии с этим называются установочной, направляющей, опорной, двойной направляющей и двойной опорной.

*Установочной* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишающих их трех степеней свободы — перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей. Например, если деталь призматическая (см. рис. 2.2), то роль установочной базы выполняет нижняя поверхность, используемая для наложения трех связей (точки 1, 2, 3), лишающих деталь возможности перемещаться в направлении оси  $OZ$  и поворачиваться вокруг осей, параллельных  $OX$  и  $OY$ . Установочная база отличается большой площадью, чтобы можно было по возможности дальше разнести опорные точки, для придания детали большей устойчивости.

*Направляющей* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишающих их двух степеней свободы — перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Для детали призматической формы (см. рис. 2.2) — это боковая поверхность детали, наложение через которую двух связей (точки 4, 5) на деталь лишило ее возможности перемещения в направлении оси  $OY$  и поворота вокруг оси, параллельной  $OZ$ .



Направляющая база отличается большой протяженностью, что позволяет расположить опорные точки на максимальном удалении друг от друга и тем самым увеличить точность направления.

*Опорной* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связи, лишаящей их одной степени свободы - перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг координатной оси.

В примере на рис. 2.2 в качестве опорной базы использована задняя стенка детали. Через эту поверхность деталь лишена возможности перемещения в направлении оси  $OX$  (точка б). Для опорной базы не требуется поверхности больших размеров.

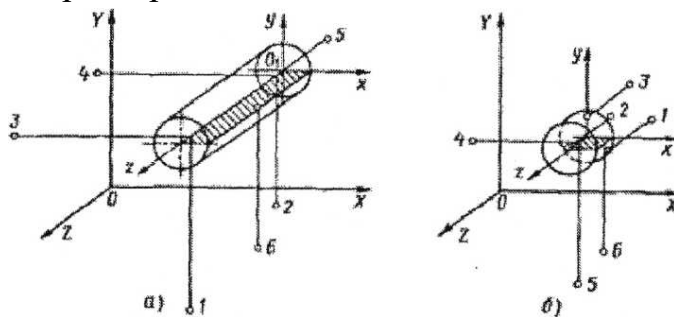


Рисунок 2.3. Схемы базирования деталей типа тел вращения: *а* - вал; *б* - диск

*Двойной направляющей* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их четырех степеней свободы - перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей. Наложение связей на деталь или заготовку с помощью цилиндрической (конической) поверхности чаще всего осуществляется через ось (рис. 2.3, *а*) точки 1, 2, 3, 4, относительно которой она образована вращением образующей прямой.

*Двойной опорной* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы (рис. 2.3б, точки 4, 5) — перемещений вдоль двух координатных осей.

В отличие от направляющей базы, с помощью которой деталь лишается одного перемещения и одного поворота, двойную опорную базу используют для лишения детали двух перемещений.

Как правило, в качестве двойной опорной базы используется поверхность вращения.

Если деталь лишается всех степеней свободы, то считается, что она имеет полный комплект баз, которые образуют координатный угол.

Из рассмотренного перечня баз возможны четыре варианта комплектов баз: где *У* - установочная база; *Н* - направляющая база; *О* - опорная база; *ДН* - двойная направляющая база; *ДО* - двойная опорная база.

*У-Н-О; У-ДО-О; ДН-О-О; ДН-ДО,*

По характеру проявления базы могут быть явными и скрытыми.

*Явной* называют базу, материализованную в виде реальной поверхности,

разметочной риски или точки пересечения рисков.

*Скрытой базой* называют базу в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

К скрытым базам прибегают тогда, когда у детали, заготовки отсутствуют необходимые поверхности.

Расчет погрешности базирования заготовки в приспособлении.

Отклонения от геометрической формы и размеров, возникающие в процессе обработки заготовки, должны находиться в пределах допусков, определяющих максимально допустимые значения погрешностей размеров и формы детали.

При механической обработке обеспечение заданной точности зависит от выбора технологических баз и схемы установки заготовок.

При расчете  $\epsilon_6$  - погрешности базирования надо выполнять условие:

$$\epsilon_6 \leq [\epsilon_{\text{доп}}]$$

где  $\epsilon_6$  - действительное значение погрешности базирования заготовки в приспособлении.

$[\epsilon_{\text{доп}}]$  - допустимое значение погрешности базирования.

$$[\epsilon_{\text{доп}}] = \delta - \omega \text{ мм}$$

где  $\delta$  - допуск выдерживаемого размера

$$\begin{aligned} \delta &= ES - EI \quad (\text{для отверстия}) \\ \delta &= es - ei \quad (\text{для вала}) \end{aligned}$$

где  $\omega$  - точность обработки, получаемая при выполнении данной операции.

При отсутствии данных о точности обработки, получаемой при выполнении данной операции, можно принимать средне-экономическую точность [Таблица 31, 32]. Данные о средней экономической точности можно выбрать из справочника конструктора по расчёту и проектированию станочных приспособлений авторы В.Е.Антонюк и др.

Погрешность базирования возникает в результате базирования заготовки в приспособлении по технологическим базам, не связанным с измерительными базами. При базировании по конструкторской основной базе, являющейся и технологической базой, погрешность базирования не возникает.

Погрешность закрепления образуется из поверхностей, возникающих до приложения силы зажатия и при зажатии. При работе на предварительно настроенных станках режущий инструмент, а также упоры и копиры устанавливают на размер от установочных поверхностей приспособления до приложения нагрузки, поэтому сдвиг установочных баз приводит к погрешностям закрепления. Погрешности закрепления можно определять расчетным и опытным путем для каждого конкретного способа закрепления заготовки.

План выполнения отчета:

- 1 .Указание темы
2. Указании цели
3. Условие задачи
- 4.Описание деталей, операций, обрабатываемых поверхностей.
- 5.Выбор комплекта технологических баз с обоснованием, анализ технологических баз (заполнение Таблицы №1).
- 6.Выполнение операционного эскиза.
- 7.Расчет погрешности базирования.

Контрольные вопросы

Что называется погрешностью базирования и когда она возникает?

Каковы основные принципы базирования?

Назовите виды баз по назначению.

Назовите виды баз по лишаемым степеням свободы.

Назовите виды баз по характеру проявления

Литература:

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
- 2.В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
- 3.Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова
8. К., Косиловой А.Г.- М.: Машиностроение, 1985.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 2

### Тема: Составление схемы базирования

**Цель:** Закрепление знаний и приобретение умений и навыков составления схем базирования

**Материальное обеспечение:**

- чертежи деталей
- технологический процесс операции
- инструкция
- справочник технолога

**Задание:** проанализировать условия обработки и поверхности заготовки, составить схему базирования для заданных условий, выполнить эскиз.

**Порядок выполнения работы:**

- анализ чертежа детали,
- анализ операции,
- определение баз и схемы базирования,
- выполнение эскиза - схемы базирования

### ВВЕДЕНИЕ

Под **базированием** понимается процесс придания заготовке, детали, сборочной единице, изделию требуемого положения относительно выбранной системы отсчета.

Под **базой** понимается поверхность или выполняющие ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке, детали или изделию и используемая для базирования.

Для определения положения детали в пространстве необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек

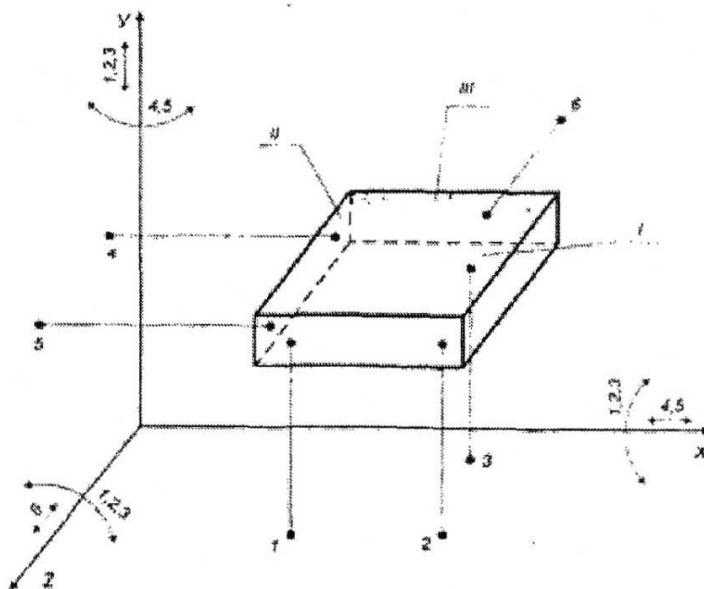


Рис. 2.2. Устранение шести степеней свободы наложением геометрических связей

Любая схема базирования, лишаящая тело шести степеней свободы, реализуется с помощью набора из трех баз, которые принято называть *комплексом баз*. Базы, составляющие комплект, различаются лишаемыми степенями свободы и их числом и в соответствии с этим называются установочной, направляющей, опорной, двойной направляющей и двойной опорной.

*Установочной* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Установочная база отличается большой площадью, чтобы можно было по возможности дальше разнести опорные точки, для придания детали большей устойчивости.

*Направляющей* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Направляющая база отличается большой протяженностью, что позволяет расположить опорные точки на максимальном удалении друг от друга и тем самым увеличить точность направления.

*Опорной* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связи, лишаящей их одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг координатной оси.

Для опорной базы не требуется поверхности больших размеров.

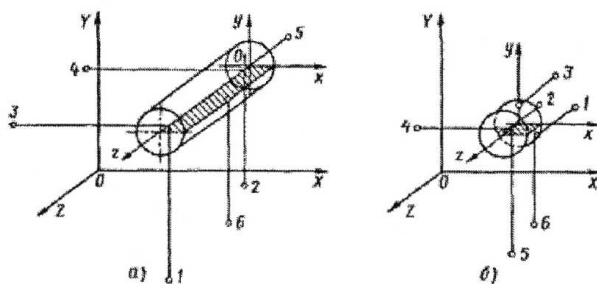


Рисунок 2.3. Схемы базирования деталей типа тел вращения: *а* – вал; *б* – диск

*Двойной направляющей* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их четырех степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

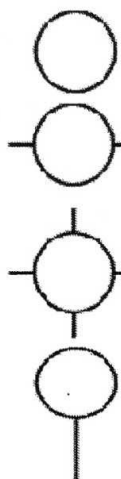
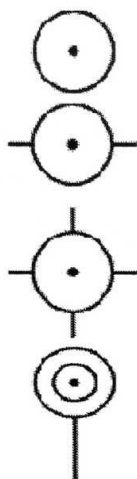
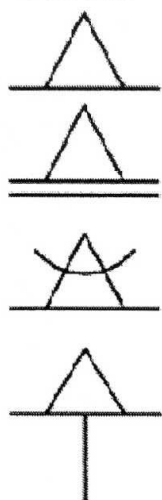
*Двойной опорной* называют базу, используемую для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы (рис. 2.36, точки 4, 5) — перемещений вдоль двух координатных осей.

Если деталь лишается всех степеней свободы, то считается, что она имеет полный комплект баз, которые образуют координатный угол.

Из рассмотренного перечня баз возможны четыре варианта комплектов баз:

где *У* – установочная база; *Н* – направляющая база; *О* – опорная база; *ДН* – двойная направляющая база; *ДО* – двойная опорная база.

ОПОРЫ



Неподвижная

Подвижная

Плавающая

Регулируемая

ФОРМА ОПОРЫ

Плоская

Сферическая

Цилиндрическая

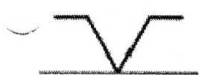
Призматическая

Коническая

Ромбическая

трехгранная

Оправки



Оправка  
илиндрическая



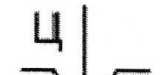
Оправка  
шариковая,  
роликовая



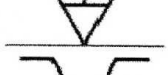
Оправка  
Коническая



Оправка  
Резьбовая

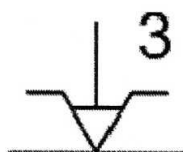


Оправка  
Цанговая

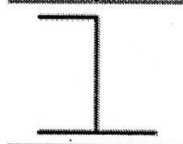


Оправка  
Шлицевая

Патроны, люнеты



Трехкулачковый  
патрон



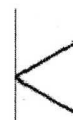
поводковый  
патрон



Люнет  
подвижный



Люнет  
неподвижный



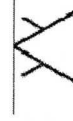
Центр  
жесткий



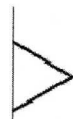
Центр  
вращающийся



Центр  
плавающий



Центр  
рефлексный



Центр  
обратный

#### План выполнения отчета:

- 1 .Указание темы
- 2.Указание цели
- 3.Условие задачи
- 4.Анализ чертежа детали,
- 5.Анализ операции,
- 6.Определение баз и схемы базирования,
- 7.Выполнение эскиза - схемы базирования.

#### Контрольные вопросы

Базирование. База.

Принципы базирования.

Назовите виды баз по назначению.

Назовите виды баз по лишаемым степеням свободы.

Назовите виды баз по характеру проявления

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 3

**Тема:** Расчет усилия зажима заготовки в приспособлении

**Цель работы:** Закрепить умение при расчете усилий зажима заготовки

**Материалы и пособия:**

1. чертежи (эскизы) деталей, методические указания.
2. Литература:
  1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
  2. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова В.К., Косиловой А.Е.- М.: Машиностроение, 1985.
  3. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
  4. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. В.Е. Антонюк - Минск: «Беларусь» , 1975 г.

### **Задание:**

Рассчитать силы и моменты резания, усилие зажима при сверлении отверстий в детали. Исходные данные заданы в индивидуальных вариантах в таблице вариантов. Выполнить эскиз базирования.

Таблица исходных данных к расчету усилия зажима  $W$  при сверлении отверстий приведена ниже.

Таблица - Исходные данные

диаметральные размеры опорной поверхности					
№ варианта	Материал заготовки	Д,отв мм	So мм/об	d мм	D мм
1	Сталь $\sigma_B=750$ Мпа	12	0,20	40	100
2		18	0,36	50	180
3		14	0,28	60	190
4		20	0,40	70	220
5		16	0,32	55	200
6		21	0,40	45	250
7		15	0,33	65	270
8		16	0,28	75	310
9		19	0,50	50	210
10		17	0,4	60	180



## Введение

Зажимными называют механизмы, устраняющие возможность вибрации или смещения заготовки относительно установочных элементов под действием собственного веса и сил, возникающих в процессе обработки (сборки). Основное назначение зажимных устройств – обеспечение надежного контакта заготовки с установочными элементами, предупреждение ее смещения и вибраций в процессе обработки, а также для обеспечения правильной установки и центрирования заготовки.

К элементарным зажимным устройствам относятся простейшие механизмы, используемые для закрепления заготовок или выполняющие роль промежуточных звеньев в сложных зажимных системах:

- винтовые;
- клиновые;
- эксцентрикковые;
- рычажные;
- центрирующие;
- реечно-рычажные.

### ***Винтовые зажимы.***

Винтовые механизмы широко используются в приспособлениях с ручным закреплением заготовок, с механизированным приводом, а также на автоматических линиях при использовании приспособлений-спутников.

***Достоинством их*** является простота конструкции, невысокая стоимость и высокая надежность в работе.

Винтовые механизмы ***используют*** как для непосредственного зажима, так и в сочетании с другими механизмами.

***Силу на рукоятке***, необходимую для создания силы зажима  $Q$ , можно рассчитать по формуле:

$$W = Q \frac{r_{\text{ср}}}{l} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$$

где  $r_{\text{ср}}$  – средний радиус резьбы, мм;

$l$  – вылет ключа, мм;

$\alpha$  – угол подъема резьбы;

$\varphi$  – угол трения в резьбовой паре.

Решение:

Операция: Сверлильная с ЧПУ на станке модели 2Р135Ф2. Деталь базируется по отверстию и торцу.

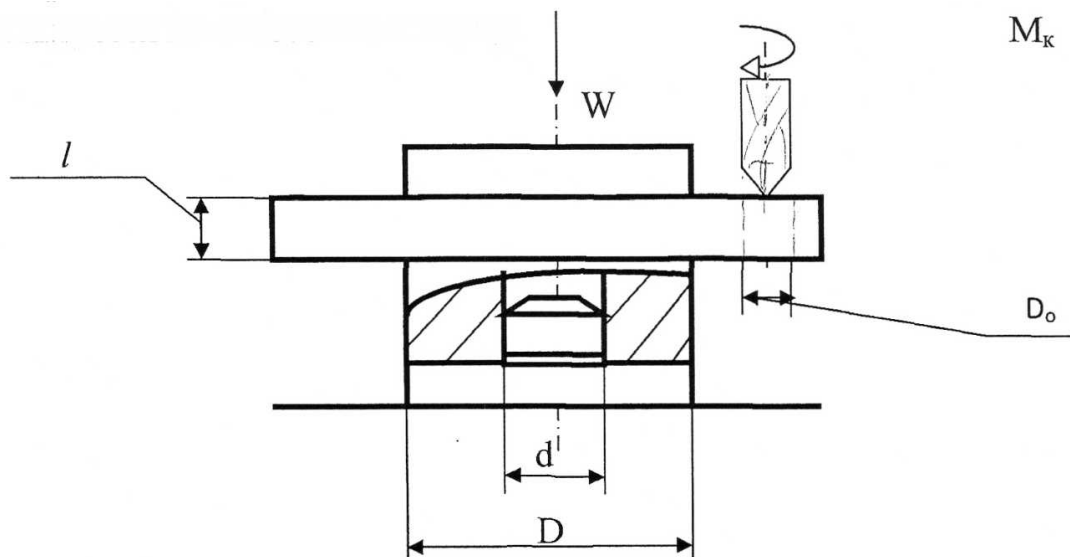


Рис. 3.3. – Схема зажима заготовки

Приспособление состоит из корпуса - плиты, на котором установлена втулка со шпонкой для базирования заготовки. На втулке базируется центральным отверстием, торцом и шпоночным пазом заготовка.

Базирование полное, заготовка лишается шести степеней подвижности.

Закрепление детали производится вручную.

Производим расчет момента резания по режимам резания:

Крутящий момент резания при сверлении рассчитывается по формуле:

$$M_k = C_m \cdot D^q \cdot s_o^y \cdot K_p, \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

где  $C_m$  - const для данных табличных условий резания;

$q, y$  - показатели степеней для табличных условий резания;

$K_p$  - поправочный коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала.

$$C_m = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8; \quad [2 \text{ с. } 281]$$

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n;$$

$$n = 0,75 \quad [2 \text{ с. } 264]$$

**Производим расчет необходимого усилия зажима  $W$ :**

$$W = \frac{K \cdot M_k \cdot n}{\frac{1}{3} f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}} \text{ кгс} \quad [2, \text{ с. } 172]$$

где  $K$  - коэффициент запаса;

$n = 1$  - количество одновременно работающих сверл;

$f = 0,25$  - коэффициент трения

D, d - диаметральные размеры опорной поверхности в мм;

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

где  $K_0=1,5$  - гарантированный коэффициент запаса [7, с. 164]

$K_1=1,0$  - учитывает состояние базовой поверхности [2, с. 164]

$K_2=1,5$  - учитывает износ инструмента [2, с. 164]

$K_3=1$  - учитывает прерывистое резание [2, с. 165]

$K_4=1$  - для механизированного зажима [2, с. 165]

$K_5=1$  - учитывает способ установки [2, с. 165]

$$K=1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=2,25$$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 4

**Тема:** «Расчет образцов приспособлений с зажимами различного типа»

**Цель работы:** Ознакомиться с образцами приспособлений с зажимами различного типа; изучить методику определения сил зажима, действующих на заготовку.

### Задание

Изучить конструкцию и принцип действия станочного приспособления по сборочным чертежам. Определить силу зажима.

Исходные данные:

№ вариан-та	Наименование приспособления	Исходная сила, Н	Расчетное давление мН/м
1	Многоместное приспособление для фрезерования паза	—	0,4
2	Приспособление для нарезки сегментных шпонок	—	5,0
3	Приспособление для фрезерования плоскости разъема вкладышей	120	—
4	Кондуктор	100	—
5	Тиски пневматические		0,4
6	Приспособление для сверления		0,5
7	Тиски эксцентриковые (модель)	150	—
8	Приспособление для фрезерования клиньев (модель)	160	—

### Материальное обеспечение:

1. Сборочные чертежи приспособлений.

### Литература:

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
2. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова В.К., Косиловой А.Г. - М.: Машиностроение, 1985.
4. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. В.Е. Антонюк - Минск: «Беларусь», 1975 г.
5. Таблицы тригонометрических функций.

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ:

- 1- Изучить назначение, конструкцию приспособления и ответить на следующие вопросы:  
- для какого станка предназначено данное приспособление?

- какие поверхности детали являются установочными базами при обработке в данном приспособлении?
- Начертите операционный эскиз обработки детали в данном приспособлении, пользуясь условными обозначениями опор и зажимов по ГОСТ 3.1107-81.
- скольких степеней свободы лишена обрабатываемая заготовка в приспособлении?
- Назовите установочные элементы приспособления и дайте краткую характеристику им.
- Назовите зажимные элементы приспособления. Для комбинированных зажимов установить структуру (пневмоцилиндр двухстороннего действия - рычаг - клин; винт - клин и т.д.)
- Начертить расчетную схему для определения силы, действующей на заготовку, пользуясь упрощенными изображениями установочных и зажимных элементов, указывая необходимые их параметры (диаметры цилиндров, штоков, угол конуса, параметры резьбы, плечи рычагов и т.д.)

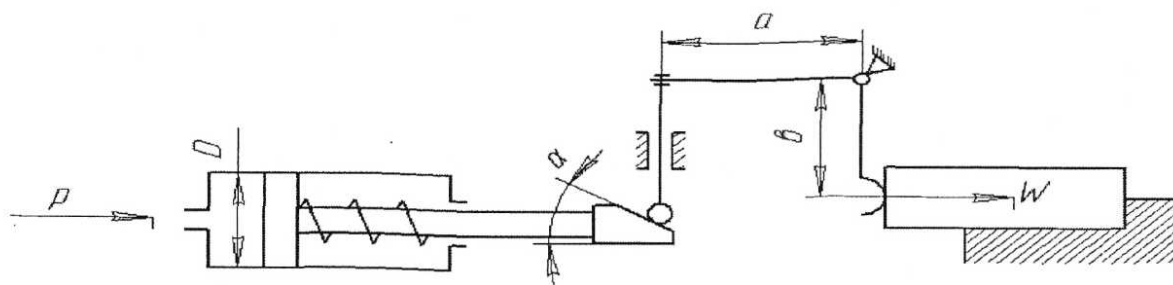


Рис.1 Пример расчетной схемы для определения усилия зажима W

3. Замерить необходимые параметры приспособления и занести их в таблицу:

Обозначение параметров					
Значение					

4. Определить усилие зажима по соответствующей формуле.

4.1 Сила, развиваемая винтовыми зажимами, определяется по формуле:

$$W = \frac{Ql}{0,5d_2[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi') + K]} \quad (1)$$

где, Q - исходная сила, усилие, приложенное к гаечному ключу или к рукоятке, Н;

l - длина ключа или рукоятки, мм ( $l=14d_2$ );

$d_2$  - средний диаметр резьбы, мм (устанавливается по таблицам резьб – см [7]);

$\alpha$  - угол подъема резьбы ( $\operatorname{tg} \alpha = t / \pi d_2$ , где t - шаг резьбы, мм - см [7]);

$\varphi'$  - угол трения в резьбовом соединении (для метрических резьб  $\varphi' = 6^\circ 34'$ );

K - коэффициент, учитывающий трение на торце гайки или винта. Значение

К для различных случаев:

-винт со сферическим опорным торцом  $K=0$  (рис. 2, а)

-винт с плоским опорным торцом (рис. 2, б)

$$K = 0,6 \times f \times x \times z; z = \frac{d}{2} \quad (2)$$

-винт с кольцевым опорным торцом или гайка (рис. 2, в, г)

$$K = 0,33f \frac{D_{\text{нар}}^3 - D_{\text{вн}}^3}{D_{\text{нар}}^2 - D_{\text{вн}}^2}, \quad (3)$$

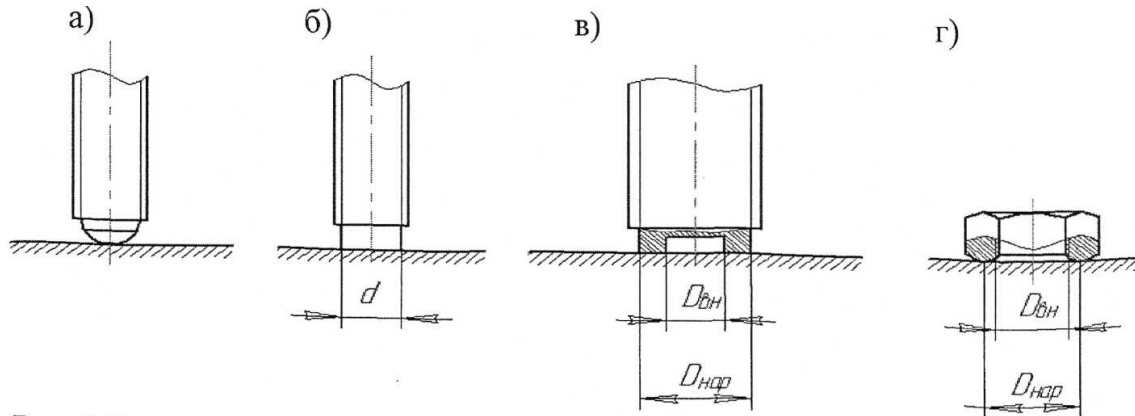


Рис. 2 Винтовой зажим: а) со сферическим торцом, б) с плоским торцом, в) с кольцевым торцом, г) с гайкой

В формулах:

f- коэффициент трения на конце винта или гайки, обычно равен 0,1;

г - радиус опорного торца болта, мм;  $r=0,4d_{\text{вн}}$  резьбы;

$D_{\text{нар}}$  и  $D_{\text{вн}}$  - наружный и внутренний диаметры опорного кольцевого торца винта или гайки, мм.

4.2 Усилие, развиваемое эксцентриком (рис.3) определяется по формуле:

$$W = \frac{Ql}{p[\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1]}, \quad (4)$$

где, Q - исходная сила, усилие, приложенная к рукоятке, Н;

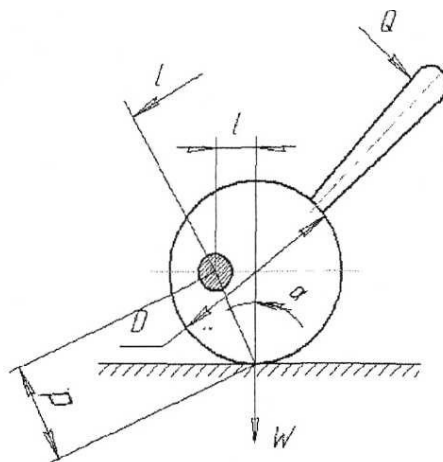


Рис. 3 Эксцентриковый зажим

$\ell$  - плечо рукоятки (её длина), мм;

$r$  - радиус эксцентрика в точке касания. У кругового эксцентрика при повороте на  $90^\circ$ :

$$p_{90^\circ} = \frac{D}{2\cos\alpha}, \quad (5)$$

$\alpha$  - угол подъема эксцентрика. У кругового эксцентрика при повороте на  $90^\circ$ :

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{2l}{D}, \quad (6)$$

$\varphi$  и  $\varphi^1$  - углы трения на поверхностях соприкосновения эксцентрика с зажимаемой деталью и его осью соответственно. Обычно  $\varphi = \varphi^1 = 5^\circ 43'$

4.3 Усилие, развиваемое одноукосным клином, определяется по формуле:

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi^1}, \quad (7)$$

где,  $Q$  - сила, приложенная к клину, Н;

$\alpha$  - угол скоса клина, град.;

$\varphi$  - угол трения по наклонной поверхности, град.;

$\varphi^1$  - угол трения по горизонтальной поверхности, град.;

обычно  $\varphi = \varphi^1 = 5^\circ 43'$

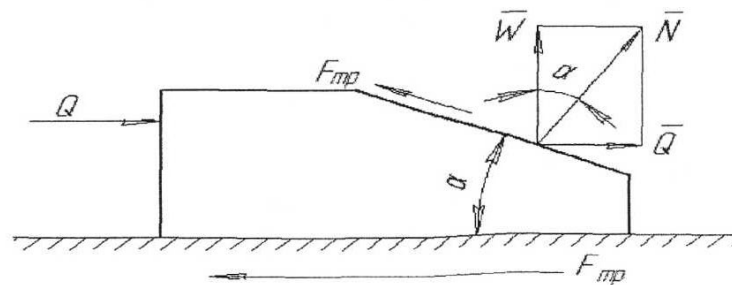
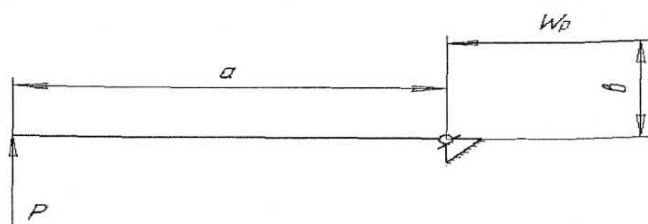


Рисунок 4 - Одноукосный клин

4.4 Усилие, развиваемое рычагом  $W_p$ , определяется из условия равновесия рычага (рис.5). Рычаг в станочных приспособлениях используется обычно для усиления приложенной силы  $P$ .



$$P_a = W_p \times b;$$

$$W_p = \frac{P_a}{b}$$

Рисунок 5 - Схема рычага

4.5 Усилие на штоке пневматических цилиндров (рис.6) определяют по формулам:

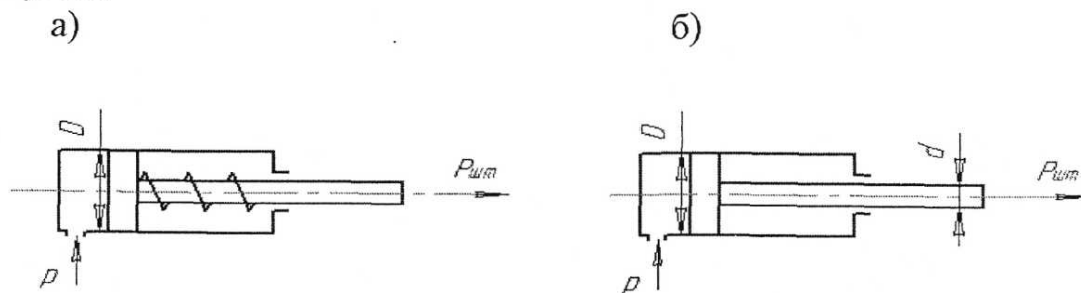


Рисунок 6 - Пневмоцилиндры: а) одностороннего действия, б) двустороннего действия

а) для цилиндров одностороннего действия (рис.6, а) при подаче сжатого воздуха в бесштоковую полость:

$$P_{шт} = \frac{\pi D^2}{4} P_{\eta} - Q_{пр}; \quad (8)$$

б) для цилиндров двустороннего действия при подаче воздуха в бесштоковую полость:

$$P_{шт} = \frac{\pi D^2}{4} P_{\eta}; \quad (9)$$

в) для цилиндров двустороннего действия при подаче воздуха в штоковую полость:

$$P_{шт} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} P_{\eta}; \quad (10)$$

В этих формулах:

$D$  - диаметр цилиндра, мм;

$d$  - диаметр штока, мм;

$p$  - давление воздуха, нМ/м<sup>2</sup>;

$\eta$  - коэффициент полезного действия цилиндра, принимаемой обычно равным 0,75;

$Q_{пр}$  - усилие сопротивления пружины. Обычно принимается  $0,2P_{шт}$ -

5. Оформить отчет и сделать выводы о работе. В выводах следует указать назначение приспособления и силу, действующую на заготовку, а также преимущества конструкции приспособления.

Список используемой литературы:

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
2. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова В.К., Косиловой А.Е.- М.: Машиностроение, 1985.



4. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. В.Е. Антонюк - Минск: «Беларусь» , 1975 г.

5. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка - М,: Изд. центр «Академия», 2005 г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 5

### Тема: «Расчет механизированного привода»

Цель работы: Закрепить умение при расчете усилий зажима заготовки

Материалы и пособия: чертежи (эскизы) деталей, методические указания

Литература:

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
2. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова В.К., Косиловой А.Г. - М.: Машиностроение, 1985.
4. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. В.Е. Антонюк - Минск: «Беларусь», 1975 г.

Задание: Рассчитать усилие зажима при сверлении отверстий в детали и определить диаметр поршня гидроцилиндра при диаметре штока 22 мм.

Выбрать гидроцилиндр.

Выполнить эскиз базирования. Таблица исходных данных приведена ниже.

Таблица - Исходные данные

№ варианта	М кр., <i>КГс . ММ</i>	l мм	D, мм	d, мм	n, количество отверстий
1	1200	150	12	6	2
2	1100	140	10	8	3
3	1300	160	14	4	4
4	1000	140	10	6	2
5	1100	150	12	8	6
6	1050	140	10	4	3
7	1200	130	15	8	5
8	1110	135	16	10	4
9	970	145	14	8	6
10	1210	155	17	11	3

### **Пример расчета:**

Операция Сверлильная с ЧПУ на станке модели 2P135Ф2. Деталь базируется по отверстию и торцу.

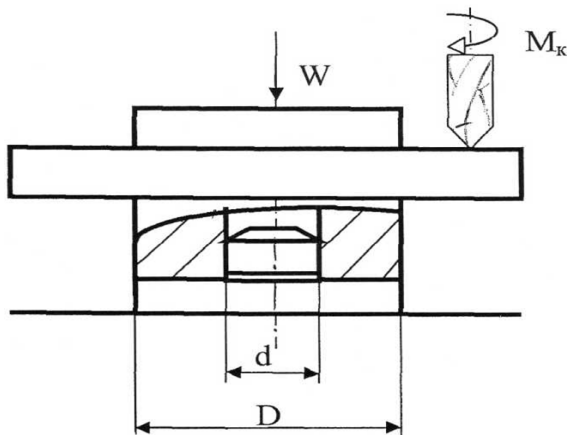


Рисунок -1 Схема зажима заготовки

Приспособление состоит из корпуса коробчатого типа, внутри которого расположен гидропривод.

На верхней поверхности корпуса установлена втулка со шпонкой для базирования заготовки. На втулке базируется центральным отверстием, торцом и шпоночным пазом заготовка.

Базирование полное, заготовка лишается шести степеней подвижности. Закрепление детали производится с помощью гидропривода.

Приспособление на станке базируется с помощью центровика и шпонки.

Производим расчет необходимого усилия зажима W:

$$W = \frac{K \cdot M_k \cdot n}{\frac{1}{3} f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}} \text{ кГс} \quad [2, \text{с.172}]$$

где K- коэффициент запаса;

$M_k$  кГс • мм [раздел 2.4.4.1]

$n = 1$  - количество одновременно работающих сверл;

$f = 0.25$  - коэффициент трения

$D, d$  - диаметральные размеры опорной поверхности в мм;

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

$K_0 = 1,5$  [7, с. 164]- гарантированный коэффициент запаса

$K_1 = 1,0$  -учитывает состояние базовой поверхности [2, с. 164]

$K_2 = 1,5$ - учитывает износ инструмента [2, с. 164]

$K_3 = 1$  -учитывает прерывистое резание [2, с. 165]

$K_4 = 1$  - для механизированного зажима [2, с. 165]

$K_5 = 1$  - учитывает способ установки [2, с. 165]

$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,25$

Принимаем давление масла в системе  $p = 10$  мПа.

Зная усилие зажима Q, развиваемое приводом:

$$Q = p \cdot S,$$

при площади рабочей поверхности поршня S:

$$S = \pi / 4 \cdot (D^2 - d^2)$$

где D - диаметр поршня

d = 22 мм - принятый конструктивно диаметр штока,

Определяем наименьший диаметр поршня D, если Q = W:

$$D = \sqrt{(4 \cdot Q / \pi \cdot p) + d^2}$$

Принимаем гидроцилиндр с диаметром поршня \_\_\_\_\_ при диаметре штока Ø22.

Выполнение отчёта:

Тема работы:

Цель работы:

Выполнение работы:

1. Рассчитать усилие зажима
2. Определить диаметр поршня гидроцилиндра при диаметре штока 22 мм.
3. Выбрать гидроцилиндр.
4. Выполнить эскиз базирования

### **Пример 1.**

Определить требуемое зажимное усилие при предварительном обтачивании стальной заготовки до диаметра 50 мм с глубиной резания 3 мм, S = 0,5 мм/об из стали 45  $\sigma_B = 600$  МПа при ее закреплении в трех кулачковом патроне.

Заготовка - горячекатаный прокат Ø60 мм.

Проверить достаточность зажима в стандартном трех кулачковом патроне.

### **Решение**

По нормативам определяем усилия резания ( $P_z$  и  $P_x$ ) для заданных в примере условий. Резец проходной, с пластинкой твердого сплава T15K6, угол  $\phi = 45^\circ$ ;  $\phi_1 = 30^\circ$ ; r = 2,0 мм.

$$P_z = C_{pz} \cdot t \cdot S^{0.25} \cdot V^{-0.15} \cdot K_p [\text{кГ}]$$

$$P_x = C_{px} \cdot t \cdot S^{0.5} \cdot V^{-0.4} \cdot K_p [\text{кГ}]$$

Для получения результата в ньютонах необходимо найденные значения сил умножить на 10.

Подставляем данные из таблицы 22 ([1], с. 273), получим:

$$P_z = 300 \cdot 3 \cdot 0,5^{0,25} \cdot 100^{-0,15} \cdot 1 = 270 \cdot 10 = 2700 \text{ Н}; \quad P_x = 1110 \text{ Н}$$

Учитывая, что поверхность горячекатаного проката груба, а кулачки патрона имеют насечку, примем коэффициент трения по цилиндрической поверхности  $f_1=0,25$ .

Определим коэффициент запаса по формуле

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5.$$

В соответствии с рекомендациями к этой формуле, с учетом заданных условий обработки, будем иметь следующие значения частных коэффициентов:

$$K_0 = 1,5 \quad K_1 = 1,2 \text{ (черновая обработка)}$$

$$K_2 = 1,0 \text{ (для составляющей } P_z, \text{ см. таблицу 2.4.)}$$

$$K_2 = 1,6 \text{ (для составляющей } P_x, \text{ см. таблицу 2.4.)}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ (непрерывная обработка)}$$

$$K_4 = 1,4 \text{ (закрепление вручную)}$$

$$K_5 = 1,0 \text{ (удобное положение)}$$

Тогда получим:

$$\text{Для } P_z - \quad K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,34$$

$$\text{Для } P_x - \quad K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 3,64$$

Предполагая, что  $3 \cdot Q \cdot f_1 > P_x$  определим силу зажима по формуле 1а, таблицы 2.2 т.е.

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot M}{3 \cdot f_1 \cdot D}$$

т.к.  $M = P_z \cdot D/2$ . то после подстановки в формулу, получим

$$Q = \frac{k \cdot P_z \cdot d_{обр}}{3 \cdot f_1 \cdot D} = \frac{2,34 \cdot P_z \cdot 54}{3 \cdot 0,25 \cdot 60} = \frac{126}{45} \cdot P_z = 2,80 \cdot$$

$$Q = 2,80 \cdot 2700 = 7560 \text{ Н (1-м кулачком)} > P_x = 1110 \text{ Н}$$

Проверим, выполняется ли сделанное допущение о не смещении заготовки вдоль оси под действием  $P_x$

$$\begin{aligned} 3 \cdot 7560 &> P_x \cdot 2,0 & P_z > P_x \\ 3 \cdot 7560 &= 22680 \text{ Н; (3-мя кулачками);} & 1110 \cdot 2,0 = 2220 \text{ Н,} \\ & \text{Т. е. } P_z > P_x & \\ & 22680 \text{ Н} > 2220 \text{ Н} & \end{aligned}$$

Отсюда следует, что, хотя  $P_x$  может, за счет затупления инструмента, возрасти в 1,6 раза, а  $P_z > P_x$ , то условие выполняется.

**Таким образом,** потребное зажимное усилие  $Q = 7450 \text{ Н} = 745 \text{ кгс}$ .

Общее усилие, создаваемое тремя кулачками патрона, составит 22680 Н или 2260 кгс.

**Сравним полученные расчетом** потребные усилия с усилиями, создаваемыми универсальным спирально-реечным патроном с ключевым зажимом мод. ТС-25.

Для этого воспользуемся примером расчета в книге Ансеров М.А. «Приспособления для металлорежущих станков» - М.: Машиностроение, 1964 стр.134-140.

Для патрона модели ТС-25 при усилии на рукоятке ключа патрона 25 кг и длине рукоятки 250 мм может быть создано общее усилие 2420 кгс.

Так как это усилие больше расчетного, то возможно надежное закрепление заготовки вручную.

Однако следует заметить, что при дальнейшем увеличении глубины резания будут возрастать усилия резания, и надежность закрепления будет падать, либо потребуется прилагать на рукоятке более 25 кг.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 6

**Тема:** Расчет силы зажима в кулачковом патроне

Цель работы: Закрепить умение при расчете усилий зажима заготовки

Материалы и пособия: чертежи (эскизы) деталей, методические указания

Литература:

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
2. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
5. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова В.К., Косиловой А.Г. - М.: Машиностроение, 1985.
6. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. В.Е. Антонюк - Минск: «Беларусь», 1975 г.

### **Пример 1.**

Определить потребное зажимное усилие при предварительном обтачивании стальной заготовки до диаметра 50 мм с глубиной резания 3 мм,  $S = 0,5$  мм/об из стали 45  $\sigma_b = 600$  МПа при ее закреплении в трех кулачковом патроне.

Заготовка - горячекатаный прокат  $\varnothing 60$  мм.

Проверить достаточность зажима в стандартном трех кулачковом патроне.

### **Решение**

По нормативам определяем усилия резания ( $P_z$  и  $P_x$ ) для заданных в примере условий. Резец проходной, с пластинкой твердого сплава Т15К6, угол  $\varphi = 45^\circ$ ;  $\varphi_1 = 30^\circ$ ;  $r = 2,0$  мм.

$$P_z = C_{pz} \cdot t \cdot S^{0.25} \cdot V^{-0.15} \cdot K_p [\text{кг}]$$
$$7. P_x = C_{px} \cdot t \cdot S^{0.5} \cdot V^{-0.4} \cdot K_p [\text{кг}]$$

Для получения результата в ньютонах необходимо найденные значения сил умножить на 10.

Подставляем данные из таблицы 22 ([1], с. 273), получим:

$$P_z = 300 \cdot 3 \cdot 0,5^{0.25} \cdot 100^{-0.15} \cdot 1 = 270 \cdot 10 = 2700 \text{ Н}; \quad P_x = 1110 \text{ Н}$$

Учитывая, что поверхность горячекатаного проката груба, а кулачки патрона имеют насечку, примем коэффициент трения по цилиндрической поверхности  $f_1 = 0,25$ .

Определим коэффициент запаса по формуле

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

В соответствии с рекомендациями к этой формуле, с учетом заданных условий обработки, будем иметь следующие значения частных коэффициентов:

$$K_0 = 1,5 \quad K_1 = 1,2 \text{ (черновая обработка)}$$

$$K_2 = 1,0 \text{ (для составляющей } P_z, \text{ см. таблицу 2.4.)}$$

$$K_2 = 1,6 \text{ (для составляющей } P_x, \text{ см. таблицу 2.4.)}$$

$$K_3 = 1,0 \text{ (непрерывная обработка)}$$

$$K_4 = 1,4 \text{ (закрепление вручную)}$$

$$K_5 = 1,0 \text{ (удобное положение)}$$

Тогда получим:

$$\text{Для } P_z - K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,34$$

$$\text{Для } P_x - K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 3,64$$

Предполагая, что  $3 \cdot Q \cdot f_1 > P_x$  определим силу зажима по формуле 1а, таблицы 2.2 т.е.

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot M}{3 \cdot f_1 \cdot D}$$

т.к.  $M = P_z \cdot \frac{d_{обр}}{2}$ , то после подстановки в формулу, получим

$$Q = \frac{k \cdot P_z \cdot d_{обр}}{3 \cdot f_1 \cdot D} = \frac{2,34 \cdot P_z \cdot 54}{3 \cdot 0,25 \cdot 60} = \frac{126}{45} \cdot P_z = 2,80 \cdot$$

$$Q = 2,80 \cdot 2700 = 7560 \text{ Н (1-м кулачком)} > P_x = 1110 \text{ Н}$$

Проверим, выполняется ли сделанное допущение о не смещении заготовки вдоль оси под действием  $P_x$

$$3 \cdot 7560 > P_x \cdot 2,0 \quad P_z > P_x$$

$$3 \cdot 7560 = 22680 \text{ Н; (3-мя кулачками);} \quad 1110 \cdot 2,0 = 2220 \text{ Н,}$$

$$\text{Т. е. } P_z > P_x$$

$$22680 \text{ Н} > 2220 \text{ Н}$$

Отсюда следует, что, хотя  $P_x$  может, за счет затупления инструмента, возрасти в 1,6 раза, а  $P_z > P_x$ , то условие выполняется.

**Таким образом,** потребное зажимное усилие  $Q = 7450 \text{ Н} = 745 \text{ кгс}$ .

Общее усилие, создаваемое тремя кулачками патрона, составит 22680 Н или 2260 кгс.



***Сравним полученные расчетом*** потребные усилия с усилиями, создаваемыми универсальным спирально-реечным патроном с ключевым зажимом мод. ТС-25. Для этого воспользуемся примером расчета в книге Ансеров М.А. «Приспособления для металлорежущих станков» - М.: Машиностроение, 1964 стр.134-140.

Для патрона модели ТС-25 при усилиях на рукоятке ключа патрона 25 кг и длине рукоятки 250 мм может быть создано общее усилие 2420 кгс.

Так как это усилие больше расчетного, то возможно надежное закрепление заготовки вручную.

Однако следует заметить, что при дальнейшем увеличении глубины резания будут возрастать усилия резания, и надежность закрепления будет падать, либо потребуются прилагать на рукоятке более 25 кг.

Выполнение отчёта:

1. Указание темы работы
2. Указание цели работы
3. Описание теоретической части
4. Выполнение работы -

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 7

### Тема: Расчёт приспособления на точность.

Цель: Приобретение навыков и умений по расчёту приспособления на точность.

Литература:

1. В.В.Ермолаев. Технологическая оснастка. Лабораторный практикум. М.: Академия. 2014.
  2. В.В.Ермолаев. Учебник. Технологическая оснастка. М.: Академия. 2014.
  3. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под ред. Мещерякова В.К., Косиловой А.Е.- М.: Машиностроение, 1985.
  4. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. В.Е. Антонюк - Минск: «Беларусь» , 1975 г.
- Методические указания.

### **Задача.**

Рассчитайте приспособления на точность. Деталь - Втулка.

Заготовка предварительно обработанная. Данные приведены в таблице №1.

Таблица №1 - Исходные данные

№	Вид установки	Размеры заготовки	Выполняемый размер детали	Погрешность базирования	Вид обработки
1	В 3-х кулачковом патроне	0100x75	$60_{\pm 0,4}$	0,21	Обтачивание черновое
2	На опорные пластины	□ 105x60	$20_{-0;7}$	ОД	Сверление в кондукторе
3	В цанге по упору	070x40	$50_{\pm 0,43}$	0,25	Обтачивание черновое
4	В 3-х кулачковом патроне	0100x90	$88_{+0,9}$	0,12	Обтачивание черновое
5	На опорные пластины	□ 110x40	$30_{\pm 0,35}$	0,23	Сверление в кондукторе
6	В цанге по упору	045x50	$40_{-0,75}$	0,21	Обтачивание черновое
7	В 3-х кулачковом патроне	0100x60	$91_{\pm 0,4}$	0,14	Обтачивание черновое
8	На опорные пластины	□ 100x50	$20_{\pm 0,27}$	0,2	Сверление в кондукторе

9	В цанге по упору	080x48	$70_{-0,65}$	0,17	Обтачивание черновое
10	В 3-х кулачковом патроне	0105x45	$80_{\pm 0,42}$	0,2	Обтачивание черновое

#### Введение

1) Для обеспечения необходимой точности обрабатываемой детали при конструировании приспособления необходимо выдерживать такую схему, при которой будут соблюдено условие

$$\varepsilon_{\text{б}} \leq [\varepsilon_{\text{доп}}]$$

где  $\varepsilon_{\text{б}}$  - действительное значение погрешности базирования заготовки в приспособлении.

$[\varepsilon_{\text{доп}}]$  - допустимое значение погрешности базирования.

2) Допустимое значение погрешности базирования

$$[\varepsilon_{\text{доп}}] = \delta - \omega \text{ мм}$$

где  $\delta$  - допуск выдерживаемого размера

$$\delta = ES - EI \quad (\text{для отверстия})$$

$$\delta = es - ei \quad (\text{для вала})$$

$\omega$  - точность обработки, получаемая при выполнении данной операции. При отсутствии данных о точности обработки со, получаемой при выполнении данной операции, можно принимать среднюю экономическую точность [Таблица 31, 32].

Данные о средней экономической точности можно выбрать из справочника конструктора по расчёту и проектированию станочных приспособлений авторы В.Е.Антонюк и др.

Действительное значение погрешности определяется из геометрических связей, свойственных схеме базирования, схемы приведены в книге В.С. Корсакова «Основы проектирования приспособлений в машиностроении».

3) Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется так

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (k_1 \cdot \varepsilon_{\text{б}} + \Delta + k_2 + k_3 \cdot \omega)$$

где  $\delta$  - допуск на обрабатываемую деталь

коэффициенты  $k_1 = 0,8 - 0,85$ ;  $k_2 = 0,6 - 0,8$ ;  $k_3 = 0,8 - 1$ .

$\omega$  - точность обработки на данной операции. (В.Е. Антонюк...)

$\varepsilon_{\text{б}}$  - погрешность базирования

$\Delta_{\text{усх}}$  - погрешность после закрепления [Таблица 76...78]

Рассчитываем суммарную погрешность приспособления  $\Delta_{\text{пр}}$ .

4) Погрешность приспособления  $\Delta_{\text{пр}}$ , затем распределяется по отдельным звеньям размерной цепи.

Суммарная погрешность приспособления состоит из следующих погрешностей составляющих звеньев.

$$\Delta_{\text{пр}} = \delta_{\text{а}} + \delta_{\text{у}} + \delta_{\text{з}} + \delta_{\text{н}}$$

где  $\delta_u$  - погрешность изготовления деталей приспособления;  
 $\delta_y$  - погрешность установки приспособления на станке.  
 $\delta_z$  - погрешность, возникающая вследствие конструктивных зазоров, необходимых для установочных элементов приспособления  
 $\delta_n$  - погрешность перекоса или смещения инструмента, возникающая из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления.  
 Если направление этих элементов отсутствует  $\delta_n = 0$  - не учитывается

Эскизы деталей для сверления отверстий в кондукторе

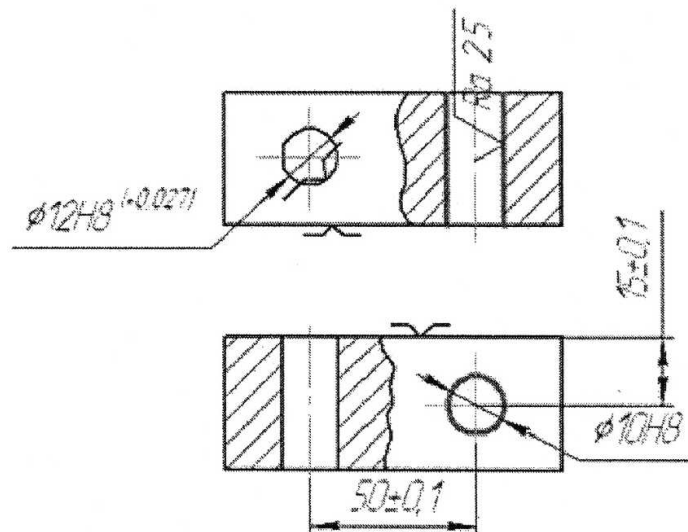


Рисунок 1-

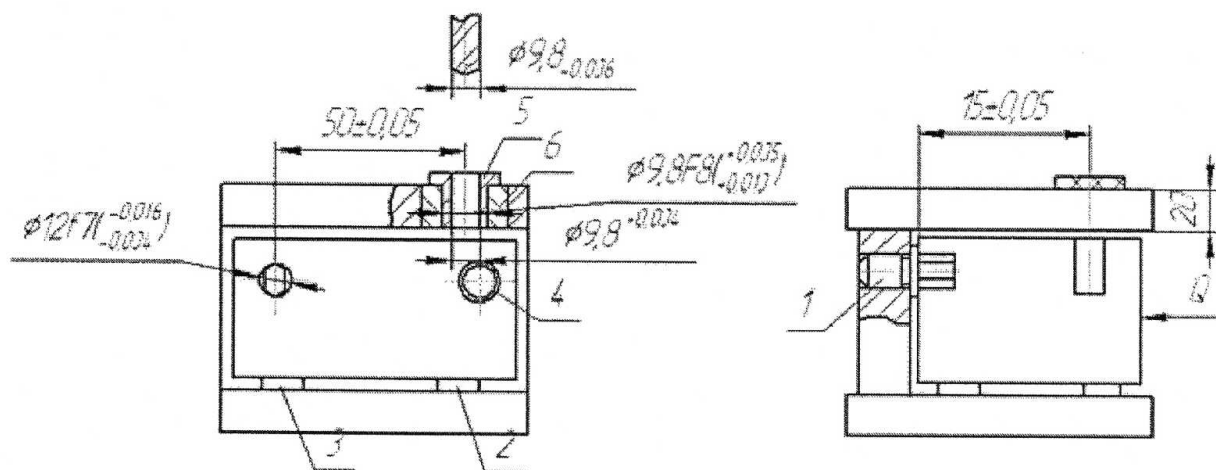


Рисунок 2

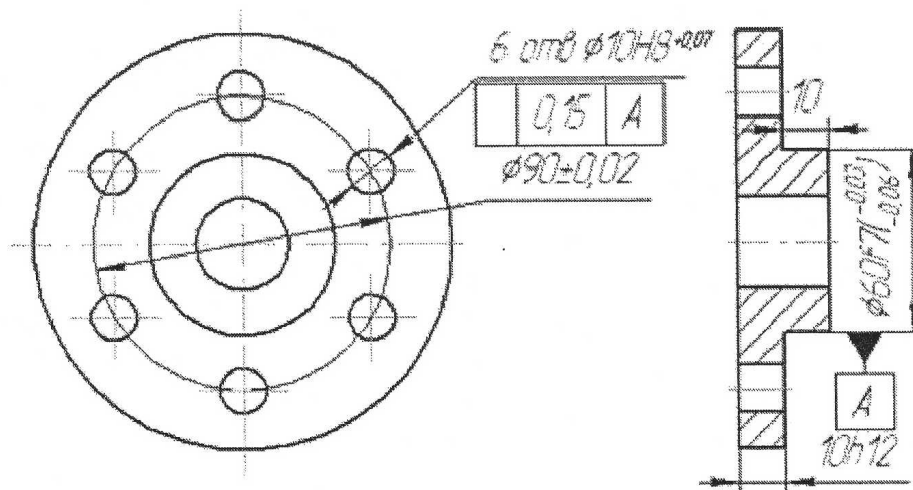


Рисунок 3

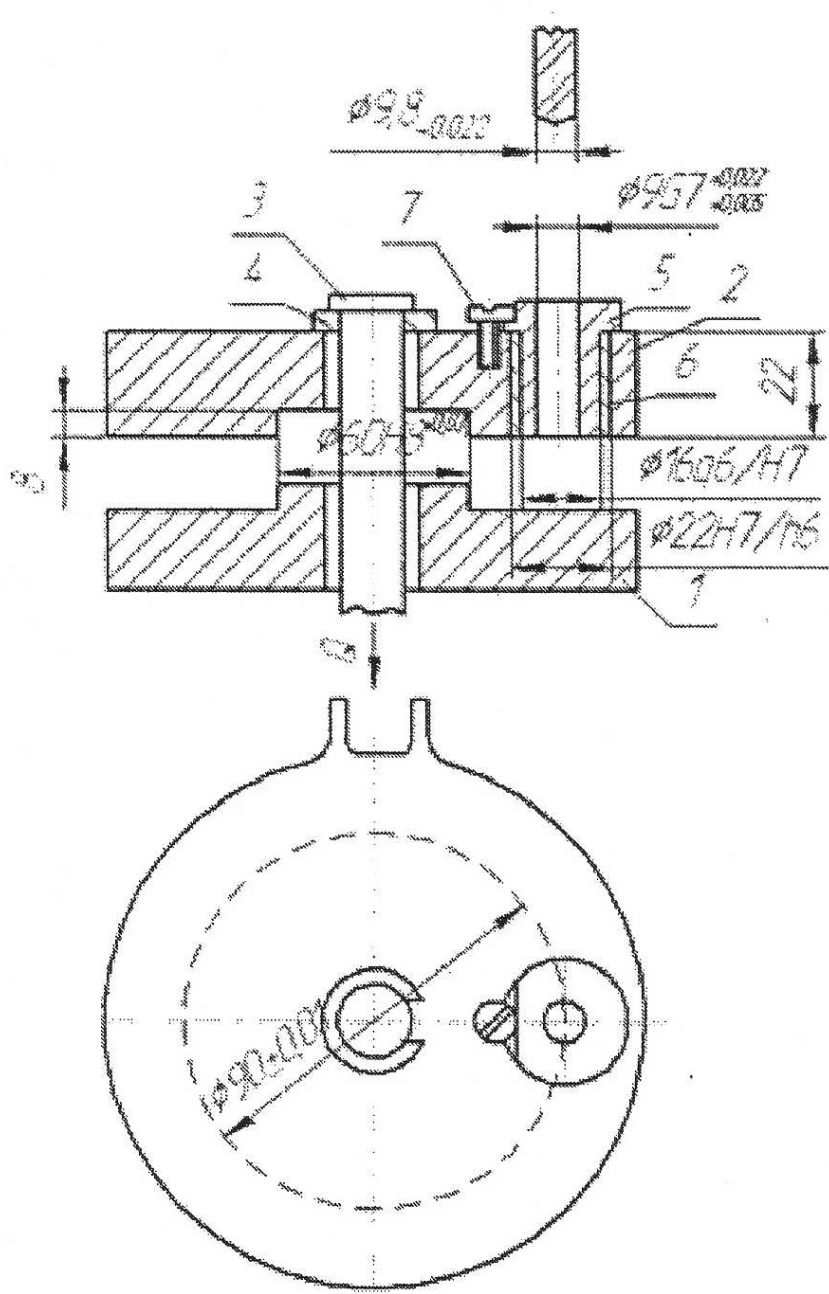


Рисунок 4

## Литература

- Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М. Машиностроение, 1975.
- Аришнов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. - М.Машиностроение, 1976.
- Багдасарова Т.А. Токарь-универсал. -М.: Академия, 2007.
- Белоусов АЛ. Проектирование станочных приспособлений. М.: Высшая школа,1980.
- Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.Машиностроение, 1974.
- Дополнительная литература для экзаменатора (учебная, нормативная и т.п.)
- Справочник технолога-машиностроителя ЛТод. ред. А.Р. Косиловой, Р.К. – Мещерякова. М.: Машиностроение, 1963, 1972, 1986. Т 1,2
- Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др.; Под общей ред. И.А. Ординарцева. Л.: Машиностроение, 1979.
- Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: —
- Справочник / Под ред. В.И. Баранникова. М.: Машиностроение, 1990.
- Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2/В. Н. Гриднев, В.В. Досчатов, В.С. Замалин и др./Под ред. А.Н. Малова. Изд.3-е. М.: Машиностроение, 1972.

## Выполнения отчета:

- 1 .Указание темы
- 2.Указание цели
- 3.Условие задачи
- 4.Анализ условия задачи, операции
- 5.Расчет приспособления на точность

## Контрольные вопросы:

1. Понятие точности приспособления.
2. Что включает суммарная погрешность приспособления?
3. Что влияет на точности детали?

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 8

Тема: Расчет державки резца на прочность и жесткость,

Цель: Закрепление знаний, приобретение навыков и умений по расчету державки резца

По форме сечения державок резцы делят на прямоугольные, квадратные и круглые.

**1. Резцы прямоугольного сечения применяют чаще других**, так как при установке режущей пластины обеспечивается меньшее снижение прочности державки, чем у державок квадратного сечения.

Резцы применяют с различным соотношением высоты  $H$  к ширине  $B$ , чаще всего  $H/B = 1,25 \dots 1,6$  (при  $B = 10 \dots 40$  мм).

Для чистовых и получистовых режимов резания рекомендуется применять резцы с  $H/B = 1,6$ ,

а для черновых режимов — с  $H/B = 1,25$ .

**2. Квадратную форму сечения используют** для расточных, автоматов-револьверных резцов и в случаях, когда расстояния от опорной поверхности резцедержателя до уровня высоты центров недостаточно для резцов прямоугольного сечения.

**3. Круглую форму сечения используют** для расточных и резьбовых резцов; она дает возможность поворачивать резцы в резцедержателе.

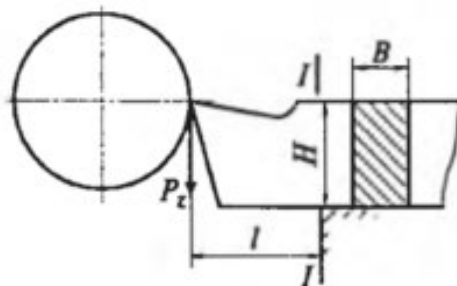


Рисунок 1 - Схема для расчета сечения резца

Для определения минимальных размеров сечения державки резца из условия прочности необходимо приравнять действующий изгибающий момент максимальному моменту, допускаемому прочностью державки, т. е. в сечении  $I—I$  (52, 601 (рис. 1)):

$$M_{\text{изг}} = P_z l = \sigma_b W, \quad (1)$$

где  $l$  — вылет резца, мм;

$\sigma_b$  — допускаемое напряжение на изгиб материала державки, МПа;

$W$  — момент сопротивления,  $\text{м}^3$ ; зависит от формы сечения державки.

В частности, момент сопротивления державки прямоугольного сечения

$$W = \frac{BH^2}{6} . \quad (2)$$

На основании изложенного можно записать

$$P_z l = \frac{BH^2}{6} \sigma_B ,$$

откуда

$$BH^2 = \frac{P_z l \cdot 6}{\sigma_B} .$$

Момент сопротивления державки квадратного сечения

$$W = \frac{B^3}{6} \quad (3)$$

и круглого сечения

$$W = \frac{\pi d^3}{32} . \quad (4)$$

Для расчетов, как видно, необходимо знание величины тангенциальной составляющей  $P_z$  общего усилия резания. Она определяется по известной формуле

$$P_z = C_p t^x S^y V^n K_i \times 10, \text{ Н} \quad (5)$$

где  $C_p, x, y, n$  — коэффициент пропорциональности и показатели степеней у соответствующих параметров режима резания, зависящие от конкретных условий обработки;

$K_p$  — поправочный коэффициент, зависящий от геометрии резца и материала детали.

Последний коэффициент определяется по формуле

$$K_p = K_{mp} K_\phi K_\gamma K_\lambda K_r ,$$

Где  $K_{mp}$  — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_\phi, K_\gamma, K_\lambda, K_r$  — коэффициенты, зависящие от угла в плане, переднего угла и угла наклона главной режущей кромки, а также радиуса при вершине резца.

Тогда ширину  $B$  или диаметр  $d$  поперечного сечения корпуса резца можно определить по формулам:

- при квадратном сечении ( $h = b$ )

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{\sigma_{u.d}}} ;$$

- при прямоугольном сечении ( $h \approx 1,6b$ )

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{2,56\sigma_{u.d}}} ;$$

- при круглом сечении



$$b = \sqrt[3]{\frac{10P_z l}{\sigma_{\text{и.д}}}},$$

Где  $P_z$  – главная составляющая силы резания, Н,

$l$  – вылет резца, мм ;

$\sigma_{\text{и.д}}$  – допустимое напряжение при изгибе материала корпуса, МПа;

- для корпуса из незакалённой углеродистой стали  $\sigma_{\text{и.д}} = 200 \dots 300$  МПа,
- для корпуса из углеродистой стали, подвергнутой термической обработке по режиму быстрорежущей стали,  $\sigma_{\text{и.д}}$  можно максимально увеличить в 2 раза,
- при прерывистом процессе снятия стружки и скоростном резании принимают  $\sigma_{\text{и.д}} = 100 \dots 150$  МПа.

**При расчёте отрезных резцов на прочность** учитывают, что опасным сечением отрезного резца является *место перехода от рабочей части к корпусу*.

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{36\sigma_{\text{и.д}}}} = \sqrt[3]{\frac{P_z l}{6\sigma_{\text{и.д}}}}.$$

**Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца** при известных размерах сечения корпуса резца:

- для резца прямоугольного сечения

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{bh^2 \sigma_{\text{и.д}}}{6l};$$

- для резца круглого сечения

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{\pi d^2 \sigma_{\text{и.д}}}{32l} \approx \frac{d^2 \sigma_{\text{и.д}}}{10l}.$$

**Максимальная нагрузка, допускаемая жёсткостью резца**, определяется с учётом допустимой стрелы прогиба резца

$$P_{z \text{ жёст}} = \frac{3fEJ}{l^3},$$

где  $f$  – допустимая стрела прогиба резца:

**a)** при предварительном точении,  $f = 0,1$  мм,

**b)** при окончательном точении  $f = 0,05$  мм;

$E$  – модуль упругости материала резца для углеродистой стали

$E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа;

$J$  – момент инерции сечения корпуса (для прямоугольного сечения

$\frac{BH^3}{12}$ , для круглого сечения  $0,05d^4$ );

$l$  – расстояние от вершины резца до рассматриваемого (опасного) сечения (вылет резца), мм.

Необходимо, чтобы сила  $P_z$  была меньше максимально допустимых нагрузок  $P_{z \text{ доп}}$  и  $P_{z \text{ жёст}}$  или равна им:

$$P_z \leq P_{z \text{ доп}}; \quad P_z \leq P_{z \text{ жёст}}.$$

### Пример

Рассчитать и сконструировать составной токарный проходной резец с пластиной из твёрдого сплава для чернового обтачивания вала. Диаметр заготовки  $D$ ; припуск на обработку (на сторону)  $h$ , подача на оборот  $S_0$  мм/об, вылет резца  $l$  мм.

#### Дано:

Заготовка из стали 45 с  $\sigma_b = 750$  МПа. Диаметр заготовки  $D = 80$  мм, припуск на обработку (на сторону)  $h = 3,5$  мм, подача на оборот  $S_0 = 0,2$  мм/об, вылет резца  $l = 60$  мм

#### Решение:

1. В качестве материала для корпуса резца выбираем углеродистую сталь 50 с  $\sigma_b = 650$  МПа и допустимым напряжением на изгиб  $\sigma_{и,д} = 200$  МПа
2. Главная составляющая силы резания: [3, стр.275]

$$P_z = 9,81 C_{P_z} t^{x_{P_z}} S_0^{y_{P_z}} K_{P_z} = 9,81 \cdot 300 \cdot 3,5 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 1 =$$

$$9,81 \cdot 300 \cdot 3,5 \cdot 0,405 = 4170 \text{ Н}$$

где  $K_{P_z} = 1$  – суммарный поправочный коэффициент.

1. При условии, что  $h \approx 1,6b$ , ширина прямоугольного сечения корпуса резца:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 P_z l}{2,56 \sigma_{и,д}}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 4170 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{2,56 \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0,0143 \text{ м} = 14,3 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 14,3 \text{ мм}$$

Принимаем ближайшее большее сечение корпуса ( $b = 16$  мм).

Руководствуясь приведёнными соотношениями, получим высоту корпуса резца  $h = 1,6b = 1,6 \cdot 16 = 25,6$  мм. Принимаем  $h = 25$  мм.

1. Проверяем прочность и жёсткость корпуса резца.
2. Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{16 \cdot 10^{-3} (25 \cdot 10^{-3})^2 200 \cdot 10^6}{6 \cdot 60 \cdot 10^{-3}} = 5500 \text{ Н}$$

3. Максимальная нагрузка, допускаемая жёсткостью резца;

$$P_{z \text{ жёст}} = \frac{3 f E J}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 2,08 \cdot 10^{-8}}{(60 \cdot 10^{-3})^3} = 0,00577 \cdot 10^6 = 5770 \text{ Н}$$

где  $f = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  ( $\approx 0,1 \text{ мм}$ ) – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па} = 20000 \text{ кгс/мм}^2$  – модуль упругости материала корпуса резца;

$l = 60 \text{ мм}$  – вылет резца;

$J$  – момент инерции прямоугольного сечения корпуса;

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{16 \cdot 10^3 (25 \cdot 10^{-3})^3}{12} = 2,08 \text{ мм}^4$$

Резец обладает достаточными прочностью и жёсткостью, так как

$$P_{z \text{ доп}} \geq P_z \leq P_{z \text{ жёст}}$$

$$5550 > 4170 < 5770,$$

условия выполняются.

### **Основные размеры принимаем по стандарту:**

- а) рабочая высота резца  $h=25 \text{ мм}$ ,
- б) ширина державки резца  $b=16 \text{ мм}$ ,
- в) высота державки  $h_b=20 \text{ мм}$ ,
- г) длина резца  $L=125 \text{ мм}$ .

### **Выбираем материал резца:**

- 1) для пластины – твердый сплав Т15К6, форма II ГОСТ 19042 – 80,
- 2) для клина штифта – сталь 40Х,
- 3) для винта – сталь 45, головку винта подвергнуть термообработке до HRC 30 – 35.

**Технические требования по резцу выбираем по ГОСТ 20872-80.**

### **Варианты к заданию:**

№ варианта	Материал заготовки	D, мм	h, мм	S мм/об	l, мм
1	Сталь 20 $\sigma_b=500\text{МПа}$	70	4	0,5	60
2	Серый чугун HB 160	56	3	0,2	40
3	Сталь жаропрочная 12Х18Н9Т HB 180	40	1	0,4	60
4	Серый чугун HB 220	80	2	0,6	40
5	Сталь 38Х $\sigma_b=680\text{МПа}$	36	1	0,7	30
6	Серый чугун HB 170	42	2	0,5	60
7	Сталь 40ХН $\sigma_b=700\text{МПа}$	54	3	0,2	40

8	Серый чугун НВ 210	28	1	0,6	30
9	Сталь Ст5 $\sigma_s=600\text{МПа}$	72	4	0,3	60
10	Серый чугун НВ 180	50	2	0,4	40

### **Контрольные вопросы**

1. По каким признакам подразделяются токарные резцы?
2. Какими способами крепится пластина из твердого сплава?
3. Как выбираются размеры поперечного сечения корпуса резца?
4. Формула для определения максимальной нагрузки, допускаемой прочностью резца.
5. Формула для определения максимальной нагрузки, допускаемой жесткостью резца.

### **Рекомендуемая литература**

1. Технологическая оснастка: учебное пособие для СПО/ Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, Э.З. Мартынов, В.В. Янпольский. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 265 с. — (Серия: Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04476-8. —

Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/52A544AD-E362-43F0-9985-7A8002EB91D3](http://www.biblio-online.ru/book/52A544AD-E362-43F0-9985-7A8002EB91D3)

2. Справочник мастера машиностроительного производства / Петухов С.В.

- Вологда: Инфра - Инженерия, 2017. - 352 с.: 60x84 1/16 (Переплёт) - ISBN 978-5-9729-0148-7 - Текст: электронный. — URL:-Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/document?id=302864>

3. Забирова Г. Р. Методические указания по выполнению курсового проектирования по технологической оснастке : специальность 15.02.08 «Технология машиностроения» / Г. Р. Забирова; УлГУ, Автомех. Техникум. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 76 с. : ил. – Библиогр.: с. 55. – б/п. -Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/411>
4. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка. М.: Издательский центр «Академия», 2003.
5. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. М.: Высшая школа, 1980.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М.: Машиностроение, 1983.
7. Справочник технолога-машиностроителя. Т1. Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1986
8. Технологическая оснастка: учеб. пособие /А,Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 287 с. – 3 экз. (фонд БГТУ)
9. Справочник технолога-машиностроителя. Т2. Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1986.
10. Станочные приспособления. Справочник. Т1. Под редакцией Б. Н. Вардашкина. М.: Машиностроение, 1984.
11. Станочные приспособления. Справочник. Т2. Под редакцией Б. Н. Вардашкина. М.: Машиностроение, 1984.
12. Краткий справочник металлиста. Под общей редакцией П. Н. Орлова, Е. А. Скороходова. М.: Машиностроение, 1987.
13. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений. Минск: Беларусь, 1991.

### ***Дополнительная***

Завистовский, С. Э. Технологическая оснастка : учебное пособие / С. Э. Завистовский. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 144 с. — ISBN 978-985-503-467-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67751.html>