Костанайский государственный университет им.А. Байтурсынова.

Инженерно - технический факультет

Кафедра технического сервиса

Проектирование приспособлений для базирования и закрепления деталей

Методические указания для выполнения курсовой работы

Костанай 2009

Авторы:

Доцент к. т. н., Пименов В.Б.

Ст. преподаватель Куксин А.К.

Рецензенты:

Проектирование приспособлений для базирования и закрепления деталей.

Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 050724 Технологические машины и оборудование

Костанай, КГУ им. А. Байтурсынова, ИТФ, 2009. .

Методические указания являются руководством при выполнении курсовой работы студентами специальности 050724 Технологические машины и оборудование.

Включают теоретические сведения, последовательность выполнения работы, справочные данные, примеры расчетов.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры

технического сервиса "……." …………………. 2009г.

Протокол №…….

## Введение

Приспособление - это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции.

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

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

От качества приспособления в значительной степени зависит эффективность технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий. Жесткость приспособления влияет на жесткость всей технологической системы. Какой бы ни была жесткость других элементов технологической системы, жесткость самой технологической системы не будет превышать жесткость приспособления.

## Технические требования на приспособления

Технические требования на приспособления вытекают из их служебного назначения. Поскольку приспособление предназначено для базирования объекта, то предъявляются требования, которые можно разделить на три группы:

точность установочных элементов приспособления, образующих комплект баз для базирования объекта и комплект баз, которыми устанавливается само приспособление;

точность относительного положения комплектов баз;

точность положения направляющих втулок, кинематических элементов и их относительного положения.

Приспособление во время работы подвергается силовому и тепловому воздействию. На него действуют силы, обусловленные технологическим процессом, такие как, силы резания, запрессовки, зажима, инерции. Теплота, выделяемая вследствие технологического процесса, передается приспособлению, что ведет к возникновению в приспособлении упругих и тепловых перемещений. Это в свою очередь приводит к износу элементов и потери точности. Наибольшему износу, как правило, подвергаются направляющие втулки и базирующие элементы. Приспособление должно иметь необходимые прочность, жесткость, износостойкость и теплостойкость.

Применение станочных приспособлений позволяет:

надежно базировать и закреплять обрабатываемую деталь с сохранением ее жесткости в процессе обработки;

стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего;

повысить производительность и облегчить условия труда рабочего в результате механизации приспособлений:

расширить технологические возможности оборудования.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: учебник - М.: Машиностроение, 1983. - 277 с.

2. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1975. - 654 с.

3. Ракович А.Г. Автоматизация проектирования приспособлений для металлорежущих станков: монография - М.: Машиностроение, 1980 - 136 с.

4. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. - Минск, Высшая школа, 1985 - 238с.

5. Альбом по проектированию приспособлений: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов (В.М. Базров, А.И. Сорокин, В. А, Губарь и др.) - М.: Машиностроение, 1991. - 121 с

6. Кузнецов В.С., Пономарев В.А. Система универсально-сборных приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1964. - 271 с.

7. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1984. - 128 с.

8. Пружинно-гидравлическая зажимная оснастка для металлорежущих станков / Под ред. Мышлевского А.А. - М.: Машиностроение, 1983. - 149 с.

9. Станочные приспособления: справочник - т.1,2. Под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. - 591 с., 655 с.

10. Справочник технолога-машиностроителя в2-х томах, под ред. КосиловойА.Г., Мещерякова И.П.М. "Машиностроение" 1985.

**1. Цель задания:**

Приобретение знаний и навыков по базированию деталей, проектированию приспособлений для закрепления и обработки деталей машин, умению пользования справочной литературой.

**2. Последовательность выполнения задания:**

2.1 Пояснительную записку выполнять листах формата А 4 и оформлять согласно стандарта института.

2.2 В начале работы запишите по номеру зачетной книжки исходные данные задания: d, марку стали, σ в, Rz и точность окончательной обработки.

Размеры базового отверстия детали d взять в таблице №1, по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Предпоследняя цифра зачетной книжки - номер вашей строки в таблице. Последняя цифра зачетной книжки - номер вашей колонки в таблице. В пересечении строки и колонки размеры (d- диаметр) отверстия детали, мм,

Таблица 1 Варианты диаметра отверстия, мм

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 10 | 22 | 18 | 24 | 18 | 24 | 16 | 12 | 26 | 8 |
| 1 | 14 | 24 | 20 | 26 | 20 | 20 | 12 | 14 | 28 | 22 |
| 2 | 18 | 26 | 24 | 22 | 28 | 22 | 18 | 20 | 30 | 28 |
| 3 | 20 | 18 | 32 | 24 | 24 | 10 | 20 | 30 | 24 | 32 |
| 4 | 22 | 20 | 12 | 16 | 18 | 18 | 22 | 28 | 12 | 10 |
| 5 | 18 | 24 | 10 | 12 | 14 | 14 | 10 | 16 | 8 | 14 |
| 6 | 16 | 28 | 14 | 10 | 24 | 16 | 24 | 12 | 24 | 16 |
| 7 | 14 | 30 | 16 | 8 | 10 | 24 | 26 | 8 | 22 | 18 |
| 8 | 12 | 26 | 18 | 14 | 18 | 28 | 8 | 14 | 26 | 26 |
| 9 | 8 | 14 | 22 | 16 | 8 | 14 | 10 | 20 | 12 | 20 |

Марку стали, характеристику стали σв, взять в таблице №2 так же по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Предпоследняя цифра зачетной книжки - номер строки в таблице. Последняя цифра зачетной книжки - номер колонки в таблице. В пересечении строки и колонки ваш вариант.

Первое обозначение в ячейке таблицы - марка стали, второе значение - временное сопротивление σв, Мпа. (Н/мм2).

Таблица 2. Марка стали, характеристика стали.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | Ст.0; 320 | 25; 460 | 20Х; 850 | Ст.6; 720 | 70; 730 | 25Г; 500 | 70Г; 800 | Ст.1; 400 | 35Г; 570 | 20; 420 |
| 1 | 08кп; 300 | 40; 580 | 30; 500 | 30Х; 900 | 45Х; 900 | Ст.6; 720 | 20; 420 | 40Г; 600 | Ст.4; 520 | 45Г; 630 |
| 2 | 30Г; 550 | 20; 420 | Ст.2; 420 | 35; 540 | 35Х; 950 | 20Г; 460 | 25; 460 | Ст.0; 320 | 30Г; 550 | 10кп; 320 |
| 3 | 08; 330 | 40Х; 850 | Ст.1; 400 | 45; 610 | 40; 580 | 40Х; 850 | 20; 420 | 65; 710 | Ст.3; 470 | 50Г; 660 |
| 4 | 35; 540 | 50Г; 660 | 55; 660 | Ст.2; 420 | Ст.0; 320 | 45; 610 | 45Х; 900 | Ст.5; 620 | 25Г; 500 | 08кп; 300 |
| 5 | 10кп; 320 | 20кп; 390 | 65; 710 | 30; 500 | Ст.6; 720 | 15Г; 420 | 15; 380 | 08; 330 | Ст.5; 620 | 60Г; 710 |
| 6 | 45Г; 630 | 15; 380 | 20Х; 850 | 50; 640 | Ст.3; 470 | 30; 500 | Ст.0; 320 | 35Х; 950 | 20Г; 460 | 10; 340 |
| 7 | 10; 340 | Ст.6; 720 | 15; 380 | 55; 660 | 40Г; 600 | 50; 640 | 20; 420 | Ст.4; 520 | 20кп; 390 | 65Г; 750 |
| 8 | Ст.1; 400 | 60; 690 | Ст.3; 470 | 70; 730 | 25; 460 | 30Х; 900 | Ст.2; 420 | 25; 460 | 15Г; 420 | 25; 460 |
| 9 | 15кп; 360 | 35Г; 570 | 25; 460 | 20Х; 850 | 40Г; 600 | 70; 730 | 15кп; 360 | 08кп; 300 | 30Х; 900 | 70Г; 800 |

Точность изготовления детали и фрезерования паза по 8 квалитету.

Разработке подлежат следующие вопросы:

1. Изучение технических условий на деталь, процесс выполнения операции, подбор типа станка и инструмента.

2. Выбор технологических баз.

3. Выбор базирующих и установочных элементов приспособления, расстановка сил, действующих на деталь, расчет или подбор режима резания.

4. Определение величин сил и моментов резания.

5. Предварительный выбор конструкции приспособления с учетом направления сил резания.

6. Расчет сил закрепления заготовки.

7. Выбор силового механизма и расчет его параметров.

8. Выполнение эскиза приспособления.

9. Описание приспособления

Задание

по выполнению курсовой работы

Разработать приспособление для базирования и закрепления заготовок для фрезерования паза.

Установочная база - базирование плоскостью, внутренней поверхностью

**Вариант задания. Приспособление для базирования заготовки плоскостью и внутренней цилиндрической поверхностью.**

Приспособление применяется при фрезеровании паза сечением а\*h при a = h = 0.2 d, остальные размеры приведены на рисунке 1:

Диаметр детали D = 2,3 dотв, высота детали b = 0,67 dотв. Приспособление предназначено для базирования заготовки плоскостью,внутренней цилиндрической поверхностью, опорной скрытой базе и для закрепления заготовки равномерно распределенными силами,направленными по нормали к установочной базе.

Рис.1

## Методические указания по выполнению работы (задания)

**По пункту 1 -** Изучение технических условий на деталь, процесс выполнения операции, подбор типа станка и инструмента

Выписать материал детали, точность изготовления, механические характеристики детали, способ фрезерования паза, выполнить эскиз детали с обозначением размеров и допусков на обрабатываемые поверхности. Подобрать тип станка и инструмент для фрезерования паза по справочным данным (Справочник технолога - машиностроителя в 2-х томах, под ред Косиловой А.Г., Мещерякова И. П).

**Технические требования на приспособления.**

Технические требования на приспособления вытекают из их служебного назначения.

Приспособление применяется при серийном и массовом производстве.

Поскольку приспособление предназначено для базирования объекта, то предъявляются требования, которые можно разделить на три группы:

точность установочных элементов приспособления, образующих комплект баз для базирования объекта и комплект баз, которыми устанавливается само приспособление;

точность относительного положения комплектов баз;

точность положения направляющих втулок, кинематических элементов и их относительного положения.

Приспособление во время работы подвергается силовому и тепловому воздействию. На него действуют силы, обусловленные технологическим процессом, такие как, силы резания, запрессовки, зажима, инерции. Теплота, выделяемая вследствие технологического процесса, передается приспособлению, что ведет к возникновению в приспособлении упругих и тепловых перемещений. Это в свою очередь приводит к износу элементов и потери точности. Наибольшему износу, как правило, подвергаются направляющие втулки и базирующие элементы. Приспособление должно иметь необходимые прочность, жесткость, износостойкость и теплостойкость.

**По пункту 2 - Выбор технологических баз.**

Схему базирования выбирают, исходя из требований точности обработки и удобства компоновки приспособления. Погрешность базирования может изменяться в зависимости от выбранной схемы базирования. В тех слу чаях, когда технологические и измерительные базы совпадают, погрешность базирования равна нулю. Это важное для практической работы положение называют принципом совмещения (единства) баз.

Рекомендации по выбору рациональных схем базирования изложены ниже.

1. При высоких требованиях к точности обработки в качестве технологической базы следует использовать точно обработанную поверхность заготовки и принять такую схему базирования, которая обеспечивает наименьшую погрешность установки.

2. Одним из самых простых способов повышения точности базирования является соблюдение принципа совмещения баз.

3. Для повышения точности обработки следует соблюдать принцип постоянства баз. Если это невозможно по каким-либо причинам, то необходимо, чтобы новые базы были обработаны точнее предшествующих.

4. В качестве баз следует использовать простые по форме поверхности (плоские, цилиндрические и конические), из которых при необходимости можно создать комплект баз. В тех случаях, когда поверхности заготовки не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к базам (т.е. по своим размерам, форме и расположению не могут обеспечить заданную точность, устойчивость и удобство обработки), на заготовке создают искусств венные базы (центровые отверстия, технологические отверстия, платики, выточки и др.).

Типовые схемы установки заготовок при обработке

Машиностроительные детали делятся на два типа:

1) детали типа тел вращения (валы, втулки, диски, барабаны, зубчатые колеса и др.);

2) призматические детали (плиты, планки, корпуса и др.).

Детали первого типа обрабатывают, как правило, с вращением заготовки (на токарных, карусельных, круглошлифовальных станках);

Детали второго типа обрабатывают без вращения заготовки (на фрезерных, плоскошлифовальных станках и т.п.).

Технологические базы используются только при обработке детали.

Заготовки деталей типа тел вращения небольшой длины (высоты) - диски, втулки, зубчатые колеса и т.п. - устанавливают на призмы, в патроны, на оправки, во втулки, на установочные пальцы н т.д.;

В комплект технологических баз входят наружная (или внутренняя) поверхность вращения; торец; при необходимости база для угловой ориентации (выступы, отверстия, шпоночные канавки, шлицы и т.д.).

Заготовки деталей типа тел вращения значительной длины (например, валы) устанавливают на две призмы; в центрах (переднем и заднем); в патрон и в задний центр и т.д. В комплект технологических баз входят наружные (или внутренние) поверхности вращения; торцы вала или ступеней вала; конические поверхности центровых отверстий; коническая поверхность хвостовика инструмента; база для угловой ориентации (выступы, отверстия, шпоночные канавки, шлицы и т.д.). Если валы имеют малую жесткость (т.е. значительно деформируются при обработке под действием сил резания), то в качестве дополнительных баз используют люнеты.

Крутящий момент при обработке деталей типа тел вращения передают с помощью патронов, хомутиков.

В комплект баз, используемых при изготовлении призматических деталей, входят плоскость (установочная база); поверхности, предназначенные для ориентации заготовки на плоскости. В качестве поверхностей для ориентации используют две плоскости (направляющая и опорная базы); плоскость (направляющая база) и отверстие, ось которого перпендикулярна установочной базе; два отверстия с осями, перпендикулярными установочной базе; отверстие с осью, перпендикулярной установочной базе, и элемент для угловой ориентации заготовки.

При установке на плоскость в качестве опор применяют стандартные установочные детали (опоры жесткие и регулируемые, пластины опорные и т.д.). При установке по отверстиям используют установочные пальцы и разжимные оправки. При обработке призматических заготовок малой жесткости применяют дополнительные (подводимые) опоры - В некоторых случаях призматические заготовки закрепляют:путем их приклеивания или заливки в специальную оснастку.

**По пункту 3. Выбор базирующих и установочных элементов приспособления, расстановка сил, действующих на деталь, расчет или подбор режима резания.**

С учетом рекомендаций по выбору технологических баз выбрать базы и установочные элементы приспособления (опорные устройства, оправки, призмы, направляющие штифты и т.п. из справочной литературы) в зависимости от выбранного способа фрезерования расставить силы, которые будут действовать на деталь при обработке, назначить режим резания (глубину, подачу, скорость резания).

В процессе обработки режущий инструмент совершает определенные движения относительно заготовки. Поэтому требуемое расположение поверхностей детали можно обеспечить только в следующих случаях:

1) если заготовка занимает определенное положение в рабочей зоне станка;

2) если положение заготовки в рабочей зоне определено до начала обработки, на основе этого можно корректировать движения формообразования.

Точное положение заготовки в рабочей зоне станка достигается в процессе установки ее в приспособлении. Процесс установки включает в себя базирование (т.е. придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат) и закрепление (т.е. приложение сил и пар сил к заготовке для обеспечения постоянства и неизменности ее положения, достигнутого при базировании).

Фактическое положение заготовки, установленной в рабочей зоне станка, отличается от требуемого, что обусловливается отклонением положения заготовки (в направлении выдерживаемого размера) в процессе установки. Это отклонение называют погрешностью установки, которая состоит из погрешности базирования и погрешности закрепления.

Поверхности, принадлежащие заготовке и используемые при ее базировании, называют технологическими базами, а используемые для ее измерений - измерительными базами.

Для установки заготовки в приспособлении обычно используют несколько баз. Упрощенно считают, что заготовка соприкасается с приспособлением в точках, называемых опорными. Схему расположения опорных точек называют схемой базирования. Каждая опорная точка определяет связь заготовки с выбранной системой координат, в которой осуществляется обработка заготовки.

Чтобы обеспечить ориентированное положение жесткой заготовки (т.е. заготовки, деформациями которой можно пренебречь) призматической формы, на нее необходимо наложить шесть связей, которым соответствуют шесть опорных точек на схеме базирования:

три точки - на установочной базе, лишающие заготовку трех степеней свободы (перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг двух других координатных осей);

две точки - на направляющей базе, лишающие заготовку двух степеней свободы (перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой);

одна точка - на опорной базе, лишающая заготовку одной степени свободы (перемещения вдоль одной координатной оси или поворот вокруг нее).

Это правило базирования жесткой заготовки носит название правила шести точек.

Схему базирования выбирают, исходя из требований точности обработки и удобства компоновки приспособления. Погрешность базирования может изменяться в зависимости от выбранной схемы базирования. В тех случаях, когда технологические и измерительные базы совпадают, погрешность базирования равна нулю.

Это важное для практической работы положение называют принципом совмещения (единства) баз.

Рекомендации по выбору рациональных схем базирования изложены ниже.

1. При высоких требованиях к точности обработки в качестве технологической базы следует использовать точно обработанную поверхность заготовки и принять такую схему базирования, которая обеспечивает наименьшую погрешность установки.

2. Одним из самых простых способов повышения точности базирования является соблюдение принципа совмещения баз.

3. Для повышения точности обработки следует соблюдать принцип постоянства баз. Если это невозможно по каким-либо причинам, то необходимо, чтобы новые базы были обработаны точнее предшествующих.

4. В качестве баз следует использовать простые по форме поверхности (плоские, цилиндрические и конические), из которых при необходимости можно создать комплект баз. В тех случаях, когда поверхности заготовки не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к базам (т.е. по своим размерам, форме и расположению не могут обеспечить заданную точность, устойчивость и удобство обработки), на заготовке создают искусств венные базы (центровые отверстия, технологические отверстия, платики, выточки и др.).

Основные требования к закреплению заготовок в приспособлениях следующие.

1. Закрепление должно обеспечить надежный контакт заготовки с опорами приспособлений и гарантировать неизменность положения заготовки относительно технологической оснастки в процессе обработки или при отключении энергии.

2. Закрепление заготовки необходимо применять только в тех случаях, когда сила обработки или другие силы могут сместить заготовку (например, при протягивании шпоночного паза заготовку не закрепляют).

3. Силы закрепления не должны вызывать больших деформаций и смятия базы.

4. Закрепление и освобождение заготовки должны выполняться с минимальной затратой времени и усилий со стороны рабочего. Наименьшую погрешность закрепления обеспечивают зажимные устройства, создающие

постоянную силу закрепления (например, приспособления с пневматическим или гидравлическим приводом).

5. Для уменьшения погрешности закрепления следует использовать базовые поверхности с низкой шероховатостью; применять приспособления с приводом; устанавливать заготовки на опоры с плоской головкой или на точно обработанные опорные пластины.

**По пункту 4. Рассчитать силы и моменты резания по назначенным вами параметрам режима резания (t, S, V).**

Отличительной особенностью торцовой фрезы от цилиндрической является наличие зубьев на одном из торцов. При этом**,** как и при цилиндрическом фрезеровании, срезаемый слой будет характеризоваться глубиной фрезерования *t (*рис.2), т. с. проекцией дуги контакта зубьев с заготовкой на направление, перпендикулярное движению подачи. Ширина фрезерования *В* на заготовке измеряется в направлении оси вращения фрезы. Отмстим, что в некоторых справочных материалах для расчета режимов резания эти обозначения меняются местами, что следует учитывать при их использовании. В зависимости от расположения торцовой фрезы относительно обрабатываемой поверхности различают симметричное и асимметричное фрезерование(рис.2 б).

Рис.2. Элементы режима резания и срезаемого слоя при торцевом точении: а - сравнение элементов срезаемого слоя цилиндрической и торцевой фрезой; б - ассиметричное фрезерование торцевой фрезой.

Скорость резания при торцовом фрезеровании определяется на наибольшем диаметре контакта фрезы с заготовкой D ф:

 = м/мин

или в системе СИ

 = м/с,

где n ф, *п -* частота вращения фрезы соответственно в об/мин, и в с-1;

Dф, D *-* диаметр фрезы соответственно в мм и в м.

Подача при фрезеровании подсчитывается на один оборот фрезы *s0* мм/об, или на один зуб фрезы s z - мм/зуб, или в одну минуту s М,мм на один оборот.

Органы управления подачей на фрезерных станках имеют таблицы подачи S мм/мин.

**Силы и****мощность при фрезеровании.** Для осуществления процесса фрезерования необходима мощность N v, затрачиваемая на вращение фрезы, и *Ns -* на перемещение заготовки со столом:

N рез = N v + *Ns*

На фрезерных станках обычно вращение фрезы и подача стола кинематически взаимно не связаны. Следовательно, для вращения фрезы необходима мощность

N v =

где *М -* крутящий момент от сил сопротивления резанию при фрезерова-нии; *п -* частота вращения фрезы.

Если предположить, что сила сопротивления резанию приложена в одной точке режущего лезвия, то ее можно разложить на три взаимно перпендикулярные составляющие: радиальную *Ру,* окружную *Pz* и осевую *Рх.* Крутящий момент относительно оси фрезы

М = ,

так как *Ру* проходит через ось фрезы, а *Рх* параллельна ей.

Векторная сумма радиальной и окружной составляющих *Р* лежит в торцовой плоскости фрезы и может быть разложена на вертикальную *Рv* и горизонтальную *P s* составляющие. *Pv* стремится оторвать заготовку от стола при встречном фрезеровании; а *Р s* определяет мощность *Ns* на перемещение заготовки со столом.

Для определения составляющих силы резания *R* используют в качестве меры окружную силу *Р:,* а все другие составляющие определяют в ее долях. Силу

*Р z* находят по эмпирической формуле

P z = k p, Н

где t - глубина резания, мм; S Z - подача на зуб, мм/зуб; *В -* ширина фрезерования, мм; Z *-* число зубьев фрезы; *D -* диаметр фрезы; n - частота вращения фрезы, об/мин; *хр, ур, u*р, rp, *qp, wp -* показатели степени, приведенные в справочниках; *Ср~* постоянная, учитывающая условия эксперимента, не вошедшие в формулу в явном виде (также находится в справочниках); *кр -* коэффициент, учитывающий отличие конкретных условий работы от экспериментальных при выводе данной формулы.

Расчеты по формуле для разных условий фрезерования сведены в таблицы справочников по режимам резания, поэтому обычно не требуют громоздких вычислений.

Мощность при фрезеровании может быть также определена по справочнику или по вышеприведенной формуле.

Следует иметь в виду, что у прямозубой фрезы в зависимости от ее диаметра, числа зубьев и глубины резания в контакте с заготовкой находится различное число зубьев, а каждый зуб срезает изменяющееся по площади сечение. Это приводит к колебаниям усилия резания *R* и потребляемой мощности и вызывает волнистость обработанной поверхности. Во избежание этого применяют фрезы с винтовым зубом, обеспечивающие более равномерное фрезерование.

Крутящий момент при фрезеровании рассчитывают по формуле M = P Z D/2, где М - крутящий момент на фрезе, Н\*м; n - частота вращения фрезы.

Мощность (кВт) фрезерования N = , где М - крутящий момент на фрезе, Нм; n - частота вращения фрезы.

Таблица. Формула для определения касательной силы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типы фрез из быстрорежущей стали | Материал заготовки | Сила P Z, Н |
| Цилиндрические и концевыеТорцовыеЦилиндрические, концевые и дисковыеТорцовые | СтальΣ σ в =750 МПаЧугун серый(НВ 190)  | PZ = 682 PZ = 825 PZ = 300PZ = 500 |

**По пункту 5. Предварительный выбор конструкции приспособления с учетом направления сил резания.**

Подобрать конструкцию приспособления с учетом размещения базирующих установочных элементов, определить предварительную схему зажимного устройства (по справочным данным)

Основные требования к закреплению заготовок в приспособлениях следующие.

1. Закрепление должно обеспечить надежный контакт заготовки с опорами приспособлений и гарантировать неизменность положения заготовки относительно технологической оснастки в процессе обработки или при отключении энергии.

2. Закрепление заготовки необходимо применять только в тех случаях, когда сила обработки или другие силы могут сместить заготовку (например, при протягивании шпоночного паза заготовку не закрепляют).

3. Силы закрепления не должны вызывать больших деформаций и смятия базы.

4. Закрепление и освобождение заготовки должны выполняться с минимальной затратой времени и усилий со стороны рабочего. Наименьшую погрешность закрепления обеспечивают зажимные устройства, создающие постоянную силу закрепления (например, приспособления с пневматическим или гидравлическим приводом).

5. Для уменьшения погрешности закрепления следует использовать базовые поверхности с низкой шероховатостью; применять приспособления с приводом; устанавливать заготовки на опоры с плоской головкой или на точно обработанные опорные пластины.

**По пункту 6. Расчет сил закрепления заготовки.** При фрезеровании заготовки обрабатывается плоская поверхность в приспособлении с помощью цилиндрической фрезы. На заготовку действуют силы Рz и Рy, стремящиеся повернуть ее относительно точки О (рисунок 3). Повороту противодействуют сила зажима W и сила трения F (трением на опорах пренебрегаем). Условие равновесия заготовки может быть представлено в виде суммы моментов относительно точки О:

W*а* + Fℓ = Рzb + Рyℓ,

где *а -* плечо силы зажима W, мм; Рz и Рy - окружная и радиальная составляющие силы резания, Н; b - плечо силы Рz, мм; ℓ, - плечо силы Рy, и силы F (длина заготовки), мм.

Рис.3. Схема закрепления заготовок

**По пункту 7. Выбор силового механизма и расчет его параметров.**

Мощность резания должна быть меньше или равна мощности на шпинделе станка: N ≤ N шп = N м η, где N м - мощность электродвигателя, кВт; η - КПД станка.

Так как сила трения F = ѓ W, где ѓ - коэффициент трения, то после подстановки получим следующее выражение:

k (Рzb + Рyℓ)

W = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_,

α+ ѓℓ

где k - коэффициент запаса.

Рис.4. Комбинированное зажимное устройство

Если для фрезерной операции применить приспособление с комбинированным зажимным устройством (винт 3 - клин 2 - рычаг 1), то зажимная сила значительно увеличится (рис.4). Так, при коэффициентах усиления (отношение развиваемой силы к приложенной) равных для винтового устройства.3-120, клина - 2 - 3 и рычажного зажима 1-1,5, и КПД комбинированного устройства η= 0,7 увеличение приложенной силы составит 120·3·I,5· 0,7 = 380раз.

При точных расчетах сил закрепления учитывают также упругие характеристики зажимного устройства.

**По пункту 8. Выполнение эскиза приспособления.**

**По пункту 9. Описание приспособления.**

Погрешность базирования зависит от принятой схемы, базирования. Например, при сверлении отверстия по кондуктору (рис.13.2) при установке заготовки по схеме (рис. (3.2, *а)* погрешность ∆Е б Н 1 базирования для размера Н 1 равна ≈ 0,12 мм, а по схеме (рис.13.2,6) погрешность ∆Е б Н 2 базирования для размера Н 2 равна ≈ 0,02 мм (при допуске на наружный диаметр заготовки 0,1 мм), т.е. отличается в шесть раз.

Погрешность базирования равна нулю, если технологическая и измерительная базы совпадают (рис.13.2, в), т.е. ∆Е б Н 3 =0.

Рисунок.13.2 Схема к определению погрешности базирования.

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

Первый вариант (рис. III.1, а). Сила зажима W, приложенная к обрабатываемой детали 1 и сила резания Р одинаково направлены и прижимают деталь к опоре 2 приспособления. При этом требуется минимальная сила зажима Wmin.

Второй вариант (рис. III.1, б). Сила зажима W и сила резания Р действуют на обрабатываемую деталь 1 в противоположных направлениях; требуемая сила зажима

W=KP.

Третий вариант (рис. III.1, в). Сила зажима W и сила резания Р действуют на обрабатываемую деталь во взаимно перпендикулярном направлении. Силе резания Р противодействуют силы трения между нижней базовой плоскостью детали и опорными штырями приспособления и между верхней плоскостью детали и зажимными элементами.

Четвертый вариант (рис. III.1, г). Сила зажима W прижимает деталь к опорам, при этом одна сила резания P 1 имеет одно направление с силой зажима прижимает деталь к нижним опорам, а вторая сила резания Р2 действует в направлении, перпендикулярном силе зажима. Смещению детали в приспособлении препятствуют силы трения, возникающие на плоскостях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления.

Пятый вариант (рис. III.1, д, е). Обрабатываемая деталь зажимается горизонтально действующей силой зажима Р1. Расстояние между силой зажима и силой реакции от бокового упора выбирают таким, чтобы обрабатываемая деталь надежно была прижата к установочным опорам приспособления. На деталь, зажатую в приспособлении, действуют сила зажима W, силы реакции R t и R от установочных и зажимных опор и силы трения F, F 1 и F2 между поверхностями детали, установочными и зажимными элементами приспособления.

Шестой вариант (рис. III.1, д, е). При обработке детали фрезой на нее действуют силы резания P 1 и Р2. Величину силы зажима с учетом сил резания найдем, приравнивая сумму моментов всех сил относительно точки 0 нулю:

Седьмой вариант (рис. II 1.1, ж). Обрабатываемую деталь выточкой устанавливают на центрирующий жесткий палец приспособления и левой плоскостью прижимают к трем опорным штырям несколькими прихватами. При обработке на деталь действуют сдвигающий момент М и осевая сила Р. Обрабатываемая деталь удерживается от смещения силами трения, возникающими между поверхностями установочных и зажимных элементов приспособления.

Восьмой вариант (рис. III.1, з). Обрабатываемая деталь наружной цилиндрической поверхностью установлена в призме с углом а=90° и зажата силой W. Повороту детали около ее оси противодействуют силы трения, возникающие на поверхностях контакта детали с установочными и зажимными элементами приспособления.

Девятый вариант (рис. II 1.2, а). Рассмотрим действие двух сил резания Рг и Рх на обрабатываемую деталь 1, зажатую в трехкулачковом патроне станка; сила резания Рг создает момент, который стремится повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси, а сила Рх - переместить обрабатываемую деталь вдоль ее оси.

Рис. II 1.2 Различные варианты взаимодействия сил резаная и сил зажима на деталь, установленную в патроне (а) и на цанговой оправке (б)

Десятый вариант (рис. II 1.2, б). Рассмотрим действие силы резания Рх на обрабатываемую втулку 2, установленную и зажатую на цанговой оправке / (рис. III.2, б). Сила Рг при обработке втулки 2 создает момент резания Мря, которому противодействует момент от силы трения Мгр между" установочной поверхностью цанги и обрабатываемой деталью.

**Таблица 2 - Шероховатость поверхности и квалитеты при различных способах обработки резанием**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| квалитет | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  | - |  | - | - |
| 6 | - |  |  |  |  |  |  | - | - | - | - |
| 7 | - |  |  | - |  |  | - | - | - |  | - |
| 8 | - |  |  | - | - | - | - | - |  |  | - |
| 9 | - |  |  | - | - | - | - | - |  |  | - |
| 10 | - |  | - |  | - | - |  | - |  |  |  |
| 11 | - |  | - |  | - | - |  | - |  |  |  |
| 12 | - | - |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| 13 | - | - |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| 14 | - | - |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| 15 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Значение параметра шероховатости Rа, мкм | 0,012 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - |
| 0,025 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - | - |
| 0,05 |  |  |  |  |  |  |  |  | - | - | - |
| 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |  | - | - | - |
| 0,2 |  |  |  |  |  |  |  | - | - | - | - |
| 0,4 | - |  |  | - |  | - | - | - | - | - | - |
| 0,8 | - |  |  | - | - | - | - | - | - | - |  |
| 1,6 | - |  |  | - | - | - | - | - | - | - |  |
| 3,2 | - |  | - |  | - | - | - | - |  |  |  |
| 6,3 | - |  | - |  | - | - |  | - |  |  |  |
| 12,5 | - | - |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| 25 | - | - |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| 50 | - |  |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| 100 | - |  |  |  | - | - |  |  |  |  |  |
| Вид обработки | точение | Сверление | зенкерование | развертывание | Строгание | Фрезерование | Протягивание | Шлифование | Хонингование | Полирование | Доводка(притирка)  |

Примечание: - предельно-допустимые значения

Таблица 3 - Значение параметров шероховатости поверхностей взависимости от способа их обработки

|  |  |
| --- | --- |
| Видыобработки | Высота неровностей, мкм |
| 320 | 160 | 80 | 40 | 20 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,32 | 0,16 | 0,08 | 0,04 | 0,10 | 0,05 |
| Литье |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ковка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Прокат холодный |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Протягивание чистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Протягивание отделочное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Штамповка горячая |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Штамповкахолодная |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Слесарная опиловка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сверление чистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сверление отделочное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Строгание черновое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Строганиечистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| развертывание |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Развертываниечистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Развертываниеотделочное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| ВидыОбработки | Высота неровностей, мкм |
| 320 | 160 | 80 | 40 | 20 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,32 | 0,16 | 0,08 | 0,04 | 0,10 | 0,05 |
| Точение обдирочное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Точение чистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Точение тонкое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Растачивание обдирочное |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Растачивание чистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Растачивание тонкое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Фрезерование черновое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Фрезерование чистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Шлифование чистовое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Шлифование тонкое |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Полирование  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Хонингование  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Обкатка  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Виброобкатка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Доводка  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 4 - Отклонения размеров в микрометрах в зависимости от квалитета и номинального размера

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальныеразмеры, мм | КВАЛИТЕТЫ |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Предельные отклонения, мкм** |
| До 1 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | - |
| От 1 до 3 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| Св.3 до 6 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 120 |
| Св.6 до 10 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 150 |
| Св.10 до 18 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 |
| Св.18 до 30 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 210 |
| Св.30 до 50 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 250 |
| Св.50 до 80 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 300 |
| Св.80 до 120 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 350 |
| Св.120 до 180 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 |
| Св.180 до 250 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 |

Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы шероховатости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс шероховатости | Параметры шероховатости для документации, разработанной до 1975 г. (ГОСТ 2789-73)  | Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73 (соответствует предпочтительному ряду)  |
| Rz | Ra |
| 1 |  | 320 | 50 |
| 2 |  | 160 | 25 |
| 3 |  | 80 | 12,5 |
| 4 |  | 40 | 6,3 |
| 5 |  | 20 | 3,2 |
| 6 | 2,5 |  | 1,6 |
| 7 | 1,25 |  | 0,8 |
| 8 | 0,63 |  | 0,4 |
| 9 | 0,32 |  | 0,2 |
| 10 | 0,16 |  | 0,1 |
| 11 | 0,08 |  | 0,05 |
| 12 | 0,04 |  | 0,025 |
| 13 |  | 0,1 | 0,012 |
| 14 |  | 0,05 | 0,012 |