Лабораторная работа №11 **ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ**

Фрезерование — это высокопроизводительный метод формо­образования поверхностей деталей многолезвийным режущим инструментом — фрезами. Для фрезерования характерно непре­рывное главное вращательное движение инструмента и поступа­тельное движение подачи заготовки. В некоторых случаях заго­товка совершает круговое или винтовое движение подачи.

**1. Типы станков и их компоновка**

Горизонтально- (рис. 11.1, *а*) и вертикально-фрезерные (рис. 11.1, *б*) станки, а также консольные станки относят к универ­сальному виду оборудования. Станки одного типоразмера имеют много унифицированных частей, например, одинаковые столы, салазки, консоли, коробки скоростей и т. д. Станки используют для выполнения широкого круга фрезерных работ на заготовках небольших габаритных размеров и массы в индивидуальном и мелкосерийном производствах.



Рис.11.1 Компоновка горизонтально-фрезерного (*а*) и вертикально-фрезерного (*б*) станков.

Фрезерные станки применяют в индивидуальном и мелко­серийном производствах для выполнения широкого круга работ на заготовках многих наименований.

В станине 1 универсального горизонтально-фре­зерного станка (рис. 11.1, *а*) вмонтирован шпиндель 2, в котором закрепляют инструменты. На направляющих хобота 3 закрепляют подвески 4, поддерживающие правый конец длинной оправки с инструментом. Фреза со шпинделем совершает вращательное движение со скоростью v, которое является главным. Заготовку устанавливают на столе 5. Вместе со столом она совершает про­дольную подачу (перемещение стола по направляющим попе­речных салазок 7), поперечную (перемещение поперечных сала­зок по направляющим консоли 8) и вертикальную (перемещение консоли по вертикальным направляющим станины). При помощи поворотной части 6 стола можно поворачивать заготовку со столом в горизонтальной плоскости под требуемым углом к направлению продольной подачи.

На вертикальных направляющих станины 1 вертикально-фрезерного станка (рис. 11.1, *б*) смонтирована консоль 2. Установочное вертикальное перемещение консоли осуществляют вручную в соответствии с габаритными размерами заготовки, Программированные перемещения поперечных салазок 3 и продоль­ного стола 5 осуществляют шаговые электродвигатели с гидроусилителями 4. Аналогичный привод 6 обеспечивает программированный поворот планшайбы 7, установленной в центре стола. Шпиндель 8, вмонтированный в поворотную фре­зерную головку 9, с помощью шагового электродвигателя и гидро­усилителя моментов 10 осуществляет вертикальную подачу

Перемещением салазок, стола, планшайбы и шпинделя можно автоматически устанавливать заготовку относительно инстру­мента по заданным координатам. Если подача при обработке осуществляется по одной координате, получают простую по форме поверхность. При одновременной подаче по нескольким координа­там обрабатывают сложную фасонную поверхность. Станок снаб­жают гидравлической насосной станцией, которая обеспечивает работу гидроусилителей.

Указанные выше станки относятся к категории консольно-фрезерных. Изготавливаемые в настоящее время консольно-фрезерные станки серии «Р» и находящиеся в эксплуатации станки выпуска прошлых лет серий «Н» и «М» имеют типовые устройства, характерные для всех типоразмеров и размерных гамм.

Современный вертикально-фрезерный станок серии «Р» (Рис. 11.2) состоит из следующих основных частей:

* основания А;
* станины В;
* шпинделя Г;
* консоли Ж;
* коробки подач Б;
* стола D;
* салазок Е.

Основание служит для установки станка па фундамент, в его внутреннюю пустотелую полость заливается смазочно-охлаждающая жидкость.

Станина установлена па основании и предназначена для закрепления всех основных частей стайка. Она имеет вертикальные направляющие для перемещения консоли и горизонтальные сверху для хобота (горизонтально-фрезерные станки).

Внутри верхней части станины размещена коробка скоростей. Она служит для передачи вращательного дви­жения от электродвигателя главного движения к шпин­делю. Изменение частоты вращения шпинделя произво­дится при помощи механизма переключения ско­ростей.

Шпиндель служит для закрепления режущего инстру­мента и передачи ему вращательного движения от ко­робки скоростей.

Консоль представляет собой отливку коробчатой формы с вертикальными и горизонтальными направля­ющими. Первыми она соединена со станиной и может перемещаться по ним в вертикальном направлении, а по вторым — перемещаются салазки со столом в попереч­ном направлении. Снизу консоль поддерживается стой­кой с телескопическим винтом.



Рис.11.2. Компоновка вертикального консольно-фрезерного станка

Стол предназначен для закрепления на нем загото­вок, зажимных устройств и приспособлений. В его верх­ней части имеются три продольных Т-образных паза. В них размещаются головки крепежных болтов.

Салазки являются промежуточным звеном между консолью и столом. По верхним направляющим салазок стол перемещается в продольном направлении, а нижняя часть салазок вместе со столом перемещается в попереч­ном направлении по горизонтальным направляющим консоли.

Коробка подач служит для передачи от электродви­гателя рабочих и ускоренных перемещений стола во всех трех направлениях и изменения скорости его перемеще­ния.

В конструкциях фрезерных станков предусмотрены тормозные устройства и предохранительные механизмы для быстрой остановки вращения шпинделя и автома­тического отключения подачи стола при перегрузках.

На рис. 11.2 показано размещение органов управления вертикально-фрезерных, а в табл.11.1 — их назначение.

Таблица 11.1 – Органы управления консольно-фрезерным станком

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер позиции | Органы управления и их назначение | Номер позиции | Органы управления и их назначение |
| 1, 14 | Кнопка «СТОП» выключения электродвигателя станка | 20 | Указатель продольной подачи стола |
| 2, 13 | Кнопка «ПУСК ШПИНДЕЛЯ» | 21, 24 | Рукоятка включения поперечной и вертикальной подач стола |
| 3 | Указатель частоты вращения шпинделя | 22, 32 | Рукоятки зажима салазок на направляющих консоли |
| 4, 12 | Кнопки «БЫСТРО СТОЛ» | 26 | Переключатель направления вращения шпинделя |
| 5 | Кнопка «ИМПУЛЬС ШПИНДЕЛЯ» | 27 | Переключатель насоса охлаждения |
| 6 | Кнопка включения освещения | 28 | Переключатель включения электросети |
| 7 | Поворот головки | 29 | Рукоятка переключения частоты вращения шпинделя |
| 8 | Рукоятка зажима гильзы шпинделя | 30 | Переключатель автоматического или ручного управления и работы круглого стола |
| 9, 23 | Рукоятки включения продольных перемещений стола | 31 | Рукоятка зажима консоли на станине |
| 10 | Винт зажима стола | 33 | Маховичок выдвижения гильзы шпинделя |
| 11, 25 | Маховички ручного продольного перемещения стола | 34 | Зажим поворотной головки на станине |
| 15 | Переключатель на автоматическое управление продольным перемещением стола | 16 | Маховичок ручных поперечных перемещений стола |
| 17 | Лимб поперечной подачи | 18 | Рукоятка ручного вертикального перемещения стола |
| 19 | Грибок переключения подач |  |  |

На рис. 11.3 показан внешний вид и органы управления горизонтального консольно-фрезерного станка.



Рис.11.3. Органы управления горизонтального консольно-фрезерного станка:

1 - кнопка «общий стоп»; 2 - кнопка «пуск подачи»; 3 - кнопка «пуск шпинделя»; 4 —рукоятка зажима консоли на станине; 5 - рукоятка зажима стола; 6 - маховичок ручного продольного перемещения; 7 -выключатель освещения; 8-упоры продольной подачи стола; 9 - рукоятка плунжерного насоса; 10 - рукоятка включения ускоренного перемещений стола; 11, 16- рукоятка ручного поперечного перемещения стола; 12 - конечные выключатели поперечного перемещения стола; 13- рукоятка включения механической продольной подачи; 14 - рукоятка включения механической поперечной подачи; 15 -рукоятка включения механической вертикальной подачи; 17 -рукоятка ручного поперечного перемещения стола; 18 – рукоятка переключения подач стола; 19 - рукоятка переключения перебора коробки подач; 20 - ограничитель вер­тикального перемещения консоли по станине; 21 - переключатель направления вращения шпинделя- 22 -выключатель электронасоса охлаждения; 23 - рукоятка переключения скоростей шпинделя; 24 -рукоятка переключения перебора коробки ско­ростей.

**2. Режущий инструмент**

В зависимости от вида обрабатываемой поверхности и исполь­зуемого оборудования при фрезеровании применяют различные типы фрез (рис. 11.4).

У цилиндрических и дисковых односторонних фрез режущие кромки расположены по наружной поверхности. У дисковых двухсторонних, угловых, торцовых, насадных, концевых и шпоночных фрез режущие зубья расположены на наружной цилиндрической поверхности и на одном из торцов. У дисковых трехсторонних фрез режущие зубья расположены на двух торцах и на наружной цилиндрической поверхности. Цилиндрической фрезой можно обрабатывать только одну плоскость, двухсторон­ней дисковой можно одновременно обрабатывать две взаимно перпендикулярные плоскости, а дисковой трехсторонней—три.





Рис. 11.4. Фрезы для обработки по­верхностей на фрезерных станках

а — цилиндрические; б — торцо­вые насадные; в — дисковые; г — концевые; д — угловые; е — шпоночные; ж - фасонные; з — пазовые

Каждый тип фрез может иметь различные конструктивные исполнения. Например, режущие зубья фрез изготовляют пря­мыми (рис. 11.4, *в, д*) или винтовыми (рис. 11.4, *а*).

Винтовые зубья обеспечивают плавную безударную работу фрезы. Фрезы бывают цельными или сборными. Цельные фрезы изготовляют из инстру­ментальных сталей. У сборных фрез рабочей частью являются пластинки из быстрорежущих сталей или твердых сплавов. За­крепляют пластинки на корпусе фрезы, изготовленном из конструк­ционной стали, пайкой или механически.

Цилиндрическая фреза с винтовым зубом (рис. 11.5, *а*) и торцовая насадная (рис. 11.5, б) состоят из корпуса 1 и режущих зубьев 2.



Рис.11 5.Части, элементы и геометрия цилиндрической и торцовой насадных фрез.

Различают следующие элементы зуба фрезы: переднюю поверх­ность 3, ленточку 4, заднюю поверхность 5, спинку зуба 6 и режу­щую кромку 7. Ленточка позволяет более точно изготовлять фрезу по диаметру. Геометрию режущей части цилиндрической фрезы характеризуют следующими углами: передним углом у, главным задним углом а, углом со наклона зубьев. Передний угол измеряют в плоскости, перпендикулярной главкой режущей кромке, а главный задний — в плоскости, перпендикулярной оси вращения фрезы.

Торцовая насадная фреза кроме главной режущей кромки 7 у зуба фрезы имеет вспомогательную режущую кромку 8 и пере­ходную 9 шириной 10. Главный угол *φ* в плане торцовой насадной фрезы измеряют между проекцией главной режущей кромки зуба на осевую плоскость и направлением подачи. Вспомогательный угол *φ1* в плане составляет 5—10°. Чем он меньше, тем меньше шероховатость обработанной поверхности. Переходная режущая кромка повышает прочность режущей части зуба. Главный перед­ний и главный задний углы измеряют в плоскости, перпендикуляр ней проекции главной режущей кромки зуба на осевую пло­скость.

Большинство типов фрез имеют плоские переднюю и заднюю поверхности. Такая форма зуба, называемая остроконечной, (рис. 11.5, *в*) проста в изготовлении и для заточки. Для фасонных фрез зубья затылуют, т. е. главную заднюю поверхность делают не плоской, а по спирали Архимеда (рис. 11.5, *г*). Благодаря этому при переточке форма и размеры фасонного профиля режущих кромок зуба изменяются незначительно. Углы режущей части фрез для конкретных условий обработки приведены в справочной литературе.

Способ закрепления фрезы на станке зависит от ее конструкции. Фрезы с осевым отверстием крепят на оправках и называют насадными. Фрезы, имеющие цилиндрический или конический хвостовик, называют хвостовыми. Хвостовик служит для закреп­ления фрезы.

Насадные фрезы (цилиндрическую, дисковую, угловую и т. д.) можно закреплять с помощью центровой оправки (рис. 11.6, *а*).

Фрезу 1 закрепляют на оправке 2, которую вставляют в кониче­ское отверстие шпинделя 3 и затягивают болтом 4. Сухари 5е, входящие в пазы фланца шпиндели и оправки, удерживают ее от проворачивания. Движение на фрезу передается через шпонку 6. Правый конец оправки поддерживают подшипники 7 подвески 8. Осевое положение фрезы на оправке фиксируют гайкой 9 и уста­новочными кольцами 10. Такой способ закрепления используют в основном на горизонтально-фрезерных станках. Торцовые и дисковые фрезы закрепляют па концевой оправке 11 с помощью шпонки 12 и винта 13 (рис. 11.6, *б*). Фрезы с коническим хвостовиком закрепляют или непосредственно в коническом отверстии шпинделя или через переходную втулку 14 (рис. 11.6, *в*),



Рис. 11.6. Способы закрепления инструмента на фрезерных станках

Для закрепления фрез с цилиндрическим хвостовиком используют различные по конструкции патроны, устанавливаемые в шпинделе станка как концевые оправки.

**3. Схемы обработки заготовок на универсальных фрезерных станках**

Скоростью резания при фрезеровании является окружная скорость фрезы, м/мнн:

$v=\frac{πDn}{1000}$*,*

где *D* — диаметр фрезы, мм; *n* — частота вращения фрезы, об/мин.

Подачу определяют как величину перемещения обрабатываемой заготовки относительно фрезы в минуту (*Sм*, мм/мин); за время углового поворота фрезы на одни зуб (*Sзуб*, мм/зуб) или за время одного оборота фрезы (*Sоб*, мм/об). Глубину резания *t*, мм, в общем случае определяют как расстояние между обработанной и обраба­тываемой поверхностями заготовки. Ширина фрезеровании *В* характеризует ширину поверхности, фрезеруемой за один рабочий ход,

Для обработки заготовку устанавливают и закрепляют на столе станка. При небольшом масштабе производства для этого применяют универсальные приспособления (машинные тиски, прижимные планки и т. д.). При массовом производстве определен­ной детали ее закрепляют в специальном приспособлении.

При обработке заготовок на горизонтально-фрезерном станке, как правило, используют продольную подачу. Поперечную и вер­тикальную подачи используют реже. На вертикально-фрезерном станке используют продольную и поперечную подачи в зависимости от пространственного расположения обрабатываемой поверхности. Вертикальную подачу при обработке заготовок па этом станке практически не используют.

Схемы обработки поверхностей на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках представлены на рис. 11.7. Вертикальные пло­скости на горизонтально-фрезерном станке (рис. 11.7, *а*) фрезеруют торцовыми насадными фрезами или фрезерными головками, а на вертикально-фрезерном (рис. 11.7, *г*) — концевыми фрезами. Боль­шие по высоте вертикальные плоскости удобнее обрабатывать на горизонтально-фрезерном станке с использованием вертикальной подачи. Для обработки небольших по высоте вертикальных пло­скостей на горизонтально-фрезерном станке можно использовать концевые и дисковые фрезы.

Горизонтальные плоскости обрабаты­вают цилиндрическими фрезами на горизонтально-фрезерном станке (рис. 11.7, *б*) и торцовыми насадными фрезами — на верти­кально-фрезерном станке (рис. 11.7, *в*). Чаще горизонтальные плоскости обрабатывают торцовыми насадными фрезами, так как они имеют более жесткое закрепление и обеспечивают плавную безвибрационную обработку. Торцовой фрезой при последователь­ных рабочих ходах обрабатывают горизонтальную плоскость значительной ширины. Узкие горизонтальные плоскости фрезе­руют концевыми фрезами.

Наклонные плоскости небольшой ширины можно получить на горизонтально-фрезерном станке одноугловой фрезой (рис. 11.7, *д*), Широкие наклонные плоскости удобнее обрабатывать па верти­кально-фрезерном станке с поворотом шпиндельной головки (рис. 11.7, *е*) торцовой насадной или концевой фрезами. Уступы и прямоугольные пазы на горизонтально-фрезерном станке обраба­тывают соответственно дисковыми двухсторонними (рис. 11.7, *ж*) и трехсторонними (рис. 11.7, *и*), а на вертикально-фрезерном — -- концевыми (рис. 11.7, *з* и *к*) фрезами. При вертикальном располо­жении уступов и прямоугольных пазов их можно обрабатывать концевой фрезой на горизонтально-фрезерном станке.

Фасонные поверхности с криволинейной образующей и прямо­линейной направляющей удобнее обрабатывать фасонными фре­зами па горизонтально-фрезерном станке (рис. 11.7, *л*). Пазы типа «ласточкин хвост» и Т-образные обрабатывают на вертикально-фрезерных стайках, Сначала фрезеруют прямоугольный паз конце­вой фрезой, а затем концевой одноугловой (рис, 11.7, *м*) или фрезой для Т-образных пазов (рис. 11.7, *р*). На горизонтально-фрезерном станке шпоночные пазы фрезеруют дисковыми фрезами (рис. 92, *о*), а на вертикально-фрезерных — концевыми или шпоночными (рис. 11.7, *п*).



Рис. 11.7. Схемы обработки поверхностей на универсальных фрезерных станках.

Одновременную обработку нескольких поверхностей на горизонтально-фрезерных станках производят набором фрез (рис. 11.7, *и*). Следует использовать в наборе фрезы с отношением диаметров не более 1,5, чтобы их скорости резания были примерно одинаковы.

**4.Индивидуальное задание**

Изучить конструкцию консольно-фрезерного станка. Знать расположение и принцип действия органов управления станком.

Ознакомиться с базовым комплектом станочной оснастки.

Ознакомится с основными типами режущего инструмента для фрезерования поверхностей.

Ознакомиться с инструкцией безопасной работы на консольно-фрезерном станке.

Изучить основные схемы обработки поверхностей на универсальных фрезерных станках.

Особое внимание уделить вопросам:

1. Особенности конструкции вертикального консольно-фрезерного станка;
2. Особенности конструкции горизонтального консольно-фрезерного станка;
3. Особенности управления коробкой скоростей;
4. Особенности управления коробкой подач;
5. Основные типы инструментов для вертикального консольно-фрезерного станка, особенности их установки на станке;
6. Основные типы инструментов для горизонтального консольно-фрезерного станка, особенности их установки на станке;
7. Основные схемы обработки поверхностей.

**5. Содержание отчета**

1. Наименование темы работы.

2. Оборудование, оснастка и материалы.

3. Краткие теоретические сведения.

4. Индивидуальное задание с подробным описанием этапов его выполнения.