

С.А. РЯБОВ

**СОВРЕМЕННЫЕ
ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ
И ИХ ОСНАСТКА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



КЕМЕРОВО 2006

ВВЕДЕНИЕ

Фрезерные станки составляют значительную долю в общем объеме металлорежущего оборудования, в том числе и оснащенного ЧПУ. Во многих отраслях промышленности они составляют пятую часть оборудования. На этих станках выполняется широкий круг работ, что обеспечивается наличием контурной системы ЧПУ, а также разнообразием конструкции станков и применяемых на них инструментов. Большое развитие получили создаваемые на базе фрезерных станков с ЧПУ многооперационные станки, на которых производят комплексную последовательную обработку деталей различными инструментами с их автоматической сменой в рабочей позиции.

Принципиально новыми средствами, которыми начинают оснащать станки, являются промышленные роботы с программным управлением, а также автоматизированные склады заготовок инструментов и готовых деталей.

Вместе со станком названные устройства представляют собой модуль гибкого автоматизированного производства (ГАП), эксплуатируемого в условиях «безлюдной технологии».

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

1.1. Основные понятия

Для фрезерных станков с ЧПУ характерно исполнительное движение формообразования, состоящее из непрерывного вращательного движения инструмента, определяющего скорость резания и осуществляемого по сложной заданной программой траектории движения подачи.

На фрезерных станках с ЧПУ обрабатывают сложные фасонные поверхности. Ввиду многообразия работ, выполняемых фрезерованием, применяются и самые разнообразные фрезы, а также другие инструменты. Наиболее характерные схемы обработки на этих станках показаны на рис. 1.1.

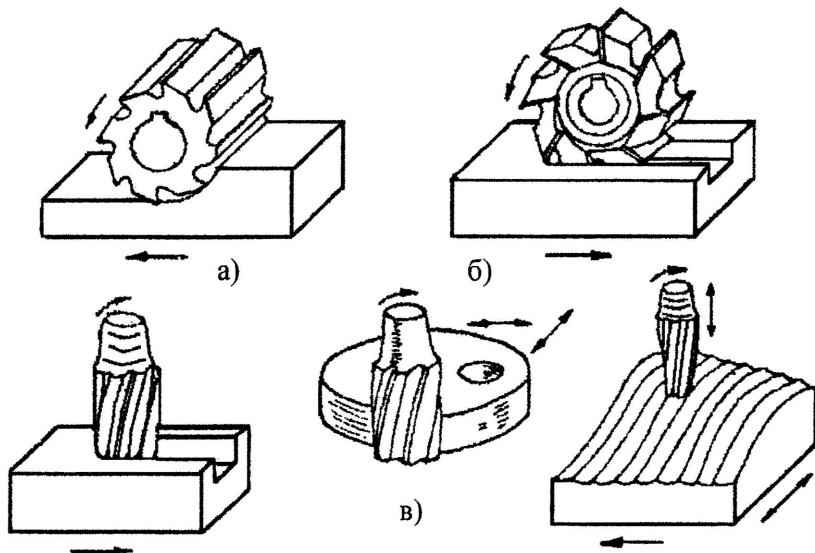


Рис. 1.1. Основные типы обрабатываемых поверхностей

1.2. Основные типы компоновок фрезерных станков

Под компоновками станков подразумевается в основном взаиморасположение узлов станка. В значительной степени компоновка станка определяется характером рабочего процесса, задачами формообразования, принятой кинематической схемой, характером и числом движений узлов.

Не считая поворотных и других устройств для осуществления вспомогательных движений, в большинстве фрезерных станков с ЧПУ имеется три подвижных блока. Подвижные блоки базируются на неподвижном звене (станции) в соответствии с движениями по трем координатным осям. Если обозначить [1] подвижные блоки через X, Y и Z, соответственно движениям этих блоков по тем же осям, а неподвижное звено через 0, то различные компоновки станков могут быть представлены в виде сочетания указанных букв. Если в станке имеются дополнительные движения, параллельные осям X, Y и Z, их обозначают соответственно U, Vu, W (вторичные) и p, q, r (третьей очереди). Вращательные движения вокруг осей X, Y и Z обозначают буквами «а», «в», а дополнительные вращения d и e. Для лучшего отображения кинематической структуры станка блоки, выполняющие формообразующие (рабочие) движения, обозначают прописными буквами, а выпол-

яющие установочные и другие вспомогательные движения – строчными. Обозначение осей координат и координатных движений осуществляется в соответствии с требованиями системы ISO. Особенностью этой системы является то, что ось координат принимают всегда параллельной оси главного движения шпинделя станка, независимо от того, как расположен этот шпиндель – вертикально или горизонтально. За положительное направление оси всегда принимают направление от заготовки к инструменту.

Ось X – всегда горизонтальная. Если ось Z вертикальная, положительное направление оси X будет вправо, если смотреть с лицевой стороны станка в сторону тыльной. Если ось Z горизонтальная, то положительное направление оси X также будет вправо, если смотреть от шпинделя к заготовке.

Положение оси Y определяется по расположению двух других осей. Положительное направление оси Y определяется по правилу винта с правой резьбой, расположенного вдоль оси Z (поворот винта в направлении от оси $+X$ к оси $+Y$ должен соответствовать продвиганию в направлении $+Z$).

Составление структурных формул происходит в следующей последовательности. Буква, отображающая блок, несущий режущий инструмент (например, шпиндель вертикально-фрезерного станка) (рис. 1.2), всегда располагается крайней справа, а блока, несущего заготовку, крайней слева. Между ними располагаются буквы, отображающие блоки, последовательно соединенные с названными. Так для того же вертикально-фрезерного станка структурная формула будет окончательно выглядеть $X Y Z O C_v$, т.к. со столом X последовательно соединены салазки Y , консоль Z и станина O .

Помимо консольных вертикально-фрезерных станков существуют и другие компоновки фрезерных станков с ЧПУ. К ним относятся консольные горизонтально-фрезерные станки с ЧПУ (рис. 1.3), имеющие структурную формулу $X Z Y O C_v$, вертикальные бесконсольно-фрезерные станки (рис. 1.4), имеющие структурную формулу $X Y O C_v$ и $Y X O Z C_v$, а также широкоуниверсальные фрезерные станки, имеющие различную компоновку. В частности, на рис. 1.5 приведены некоторые компоновки таких станков.

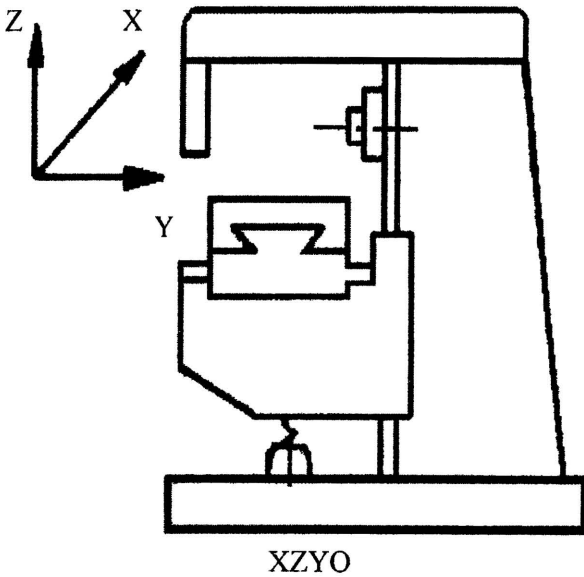


Рис. 1.2. Компонівка горизонтально-фрезерного станка

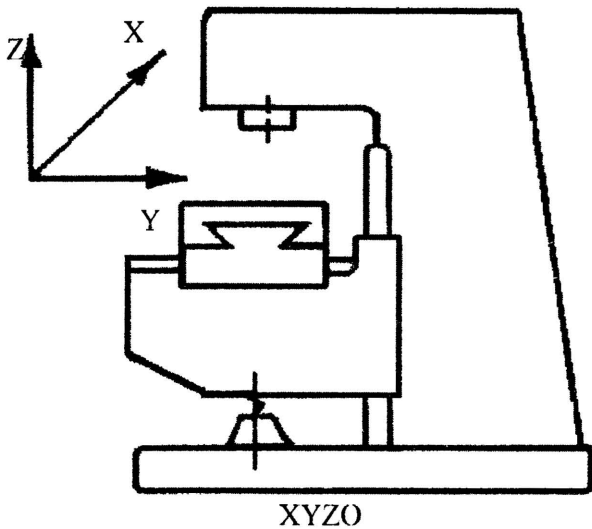


Рис. 1.3. Компонівка вертикально-фрезерного станка

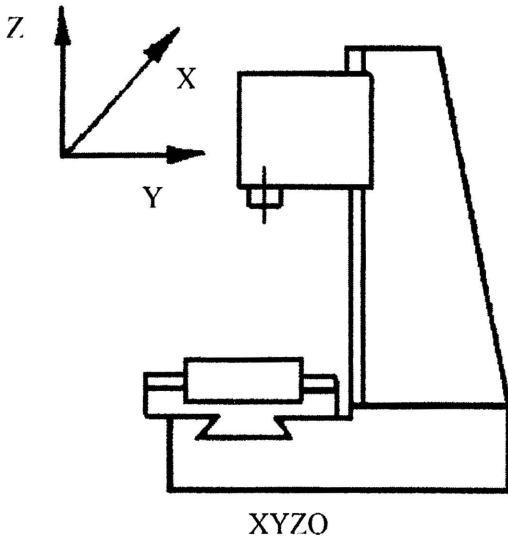


Рис. 1.4. Компонка бесконсольно-фрезерных станков

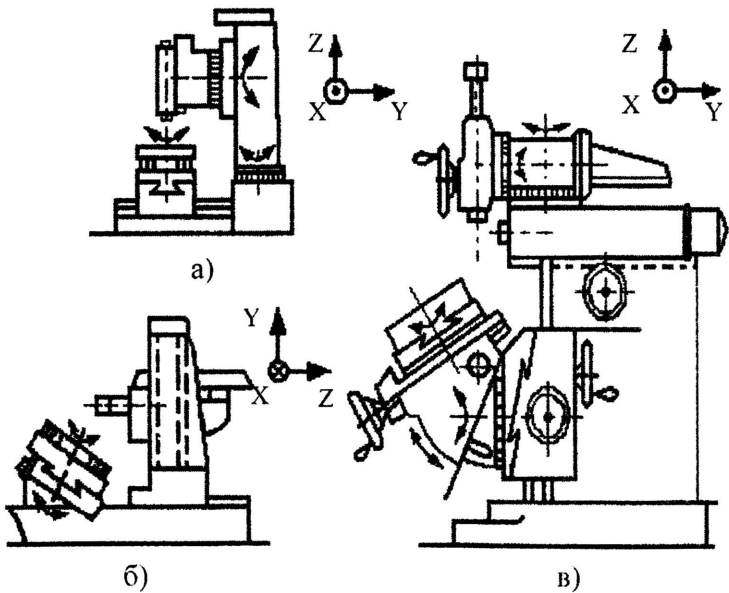


Рис. 1.5. Широкоуниверсальные фрезерные станки

Рис. 1.5 (а) соответствует структурной формуле $Dv X Y dv Wb Z Cv$, где Dv - поворотный стол (четвертая координата станка), а dv , W , и b , соответственно установочные движения; вращательное относительно Y , поступательное и вращательное относительно оси Z .

Рис. 1.5 (б) соответствует структурной формуле $b Xa O W Y Y Z$ и 1.5 (в) - $U dv Wae X W O Y cb Z Cv/1$.

Кроме названных, в качестве станков с ЧПУ используются продольно-фрезерные станки, а также станки, относящиеся к подгруппе разные фрезерные. Обычно это фрезерно-центровальные станки. Компоновка двухстоечного продольно-фрезерного станка показана на рис. 1.6, а фрезерно-центровальных на рис. 1.7.

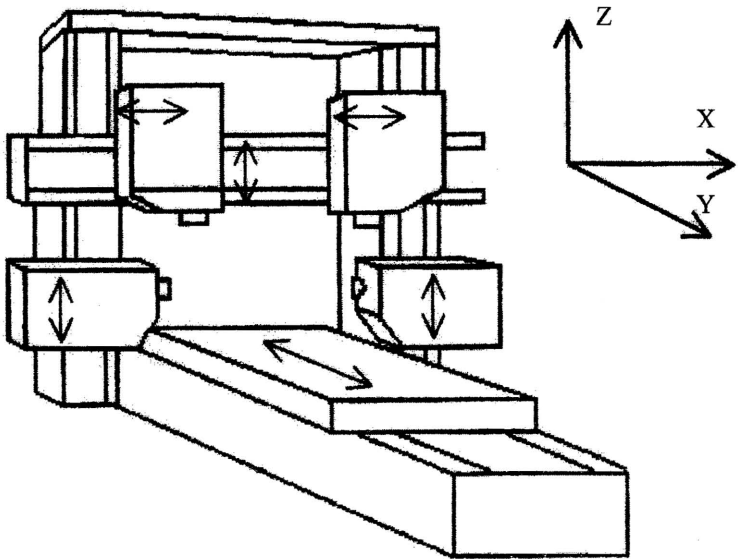


Рис. 1.6. Продольно-фрезерный станок

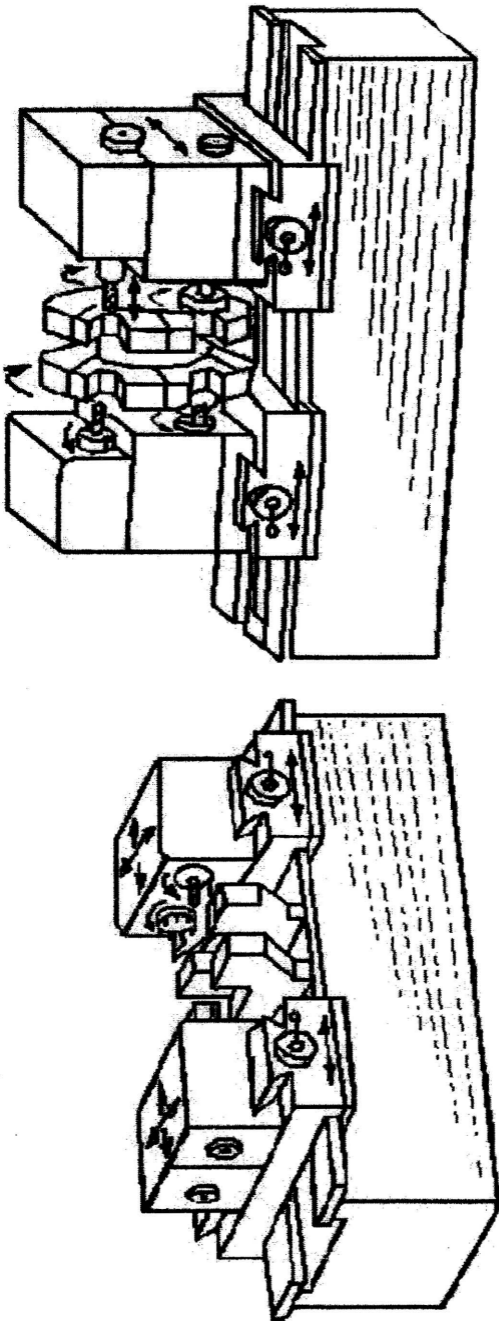


Рис. 1.7. Фрезерно-центровальные станки

1.3. Классификация фрезерных станков с ЧПУ

По принятой еще в СССР классификации по технологическому назначению все станки делятся на 9 групп. Фрезерные станки входят в шестую группу. Поэтому их обозначение начинается с цифры 6. Вторая цифра в индексации станка обозначает его подгруппу, которых для фрезерных станков существует восемь. Однако, как отмечалось в предыдущем параграфе, в качестве станков с ЧПУ используются лишь станки следующих групп:

- 1 - вертикально-фрезерные, консольные;
- 5 - вертикально-фрезерные, бесконсольные;
- 6 - продольно-фрезерные;
- 7 - широкоуниверсальные;
- 8 - горизонтально-фрезерные, консольные;
- 9 - фрезерные разные.

Третья, а иногда и четвертая цифры, используемые в обозначении фрезерных станков, характеризуют его типоразмер (габарит стола). Буквы, используемые в обозначении между цифрами, обозначают модернизацию, а в конце - наличие устройств, расширяющих технологические возможности или класс точности. Буква Ф определяет наличие системы ЧПУ, а цифра 2 после нее предполагает наличие позиционной системы управления, 3 - контурной, 4 - комбинированной. Цифра, поставленная в конце через тире, обозначает для многооперационных станков количество инструментов, находящихся в магазине. Например, обозначение 6904ВФ4-36 расшифровывается следующим образом. 6 - станок фрезерный, 9 - группа - разные, 04 - четвертый габарит стола, В - высокой точности, Ф4 - с комбинированной системой ЧПУ и магазином на 36 инструментов.

В некоторых отраслях промышленности, выпускающих станки с ЧПУ, используют буквы в начале обозначения, например, станок МА655ФЗ, обозначает многооперационный автомат, тогда, как цифровое обозначение стандартное.

По точности станки делятся на пять классов: Н - нормальной, она в обозначение не включается, П - повышенной, В - высокой, А - особо высокой точности (прецизионные) и С - станки особо точные (мастер - станки).

1.4. Динамические характеристики фрезерных станков с ЧПУ

Динамическая система системы СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь) обеспечивает формообразующие движения исполнительных механизмов в процессе обработки деталей, вследствие чего основная доля образующихся погрешностей обусловлена деформациями этой системы под действием динамической силы резания. В этой связи динамическое качество системы СПИД является основой для анализа технологической надежности оборудования, что вызывает необходимость формального описания динамической системы. Для этой цели часто применяют упрощенную динамическую модель станка, параметры которой – массы отдельных элементов, жесткости и величины демпфирования рассчитывают по чертежам или определяют в процессе экспериментального исследования непосредственно на станке. Пример представленной таким образом динамической системы станка показан на рис. 1.8.

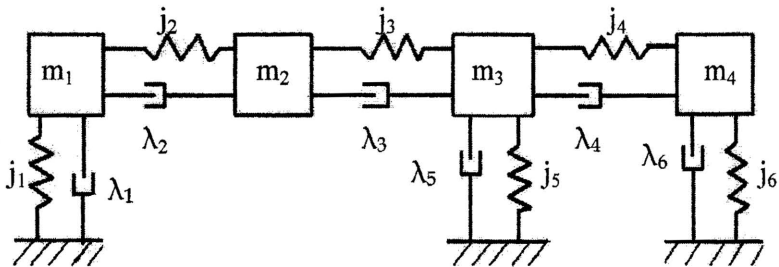


Рис. 1.8. Модель динамической системы станка

Однако сложность динамической системы станка, в основном из-за наличия перекрестных связей между элементами, позволяет применять упрощенные модели лишь для приближенной, качественной оценки замкнутой системы, как одного из показателей надежности.

Насколько сложной является динамическая система СПИД, можно рассмотреть на примере частотных характеристик станка МА655СМН, экспериментально полученных авторами [13]. В частности, на рис. 1.9 приведена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) механизма подачи этого станка, а на рис. 1.10 амплитудно-фазочастотная характеристика (сплошной линией по координате X, пунктиром – Y).

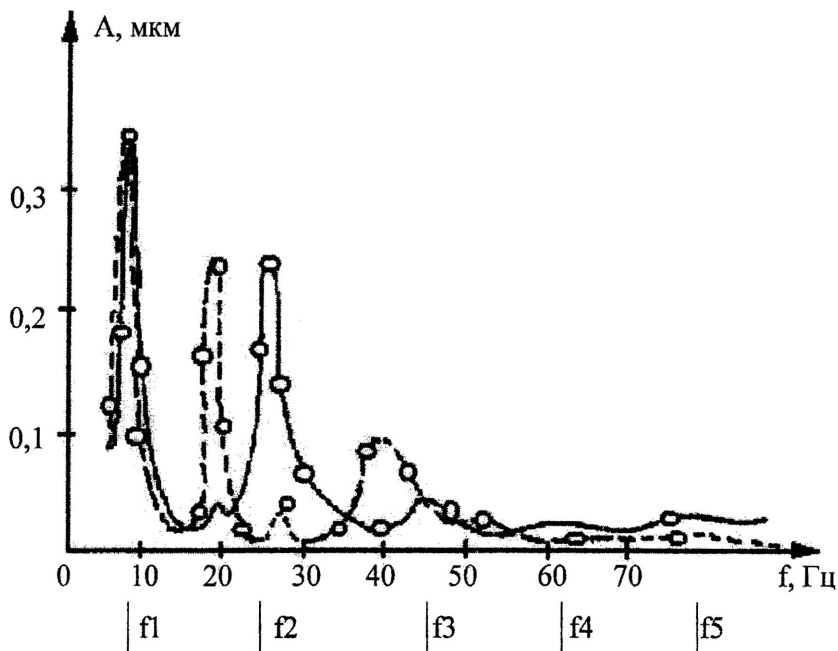


Рис. 1.9. АЧХ механизма подачи станка

Из рис. 1.10 видно, что частотный спектр характеризуется по обеим координатам станка пятью основными частотами колебаний:

1. Колебаниями несущей системы в вертикальной плоскости ($f_1 = 7 - 10$ Гц).

2. Колебаниями салазок со столом в направлении движения, определенными боковой жесткостью направляющих: ($f_2 = 25 - 30$ Гц).

3. Колебаниями привода по координатам X и Y: ($f_3 = 40 - 45$ Гц).

4. Колебаниями стола и салазок в вертикальной плоскости по координате X ($f_4 = 60 - 70$ Гц).

5. Колебаниями салазок в вертикальной плоскости по координате ($f_5 = 70 - 80$ Гц).

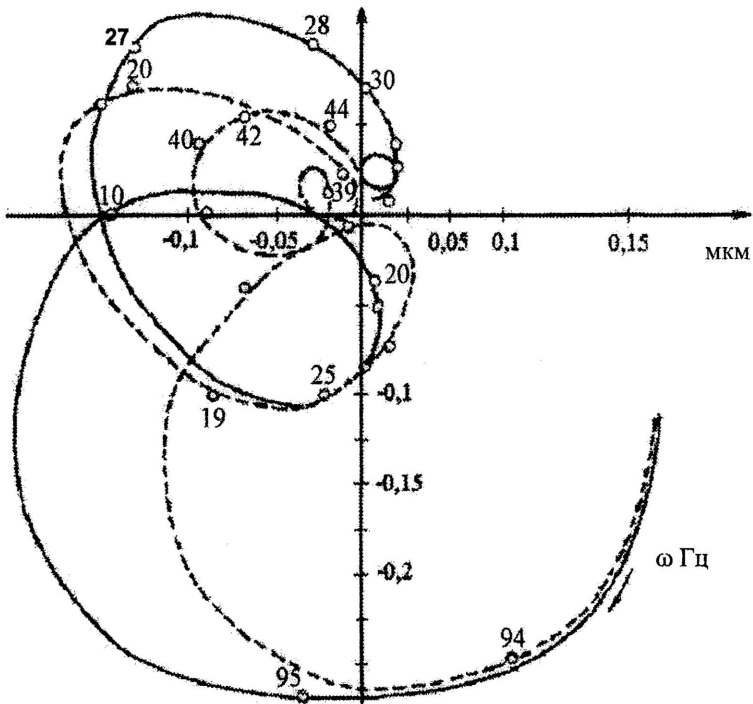


Рис. 1.10. АФЧХ механизма подачи станка

Если говорить о всей динамической системе СПИД, то число основных собственных частот колебаний возрастает практически вдвое, причем все они лежат в пределах 7 – 80 Гц. Это диапазон, во-первых, охватывает наиболее распространенный диапазон частот вращения n шпинделя 400 – 3000 об/мин, а также диапазон изменения зубцовой (n_z) частоты 1200 – 6000 зуб/мин. Таким образом для фрезерных станков с ЧПУ характерной является возможность совпадения либо оборотной, либо зубцовой частоты с одной из собственных частот станка, что приводит к возникновению резонансных явлений и снижению точности обработки.

Однако, характерная особенность динамических характеристик фрезерных станков не исчерпывается обилием собственных частот колебаний. Другой характерной чертой является – изменяемость их ком-

поновки в процессе обработки, т.е. изменяемость взаимного расположения основных узлов: стола, салазок, пиноли, шпинделя и т.д. Вследствие этого динамическая характеристика системы СПИД определяется взаимным расположением фрезы и заготовки в рабочем пространстве (РП) станка. Такое явление можно назвать координатной нелинейностью динамической системы СПИД.

В зависимости от взаимоположения узлов станка динамическая податливость, которая определяет предельные режимы работы станка, может изменяться весьма значительно, для фрезерных станков с ЧПУ до 5 и более раз. Все это вызывает необходимость оценки динамического качества станка в РП, для чего необходимо знать АФЧХ в любой точке этого пространства. На практике эти данные могут быть получены путем измерения АФЧХ в отдельных точках и нахождения так называемых модальных параметров, позволяющих пересчитать АЧХ от одной точки к другой. Рассматриваемые параметры называются модальными потому, что они характеризуют отдельную форму колебаний одномассовой системы (рис. 1.11), однозначно описываемой следующими параметрами:

C_i – жесткость системы,

h_i – величина демпфирования,

ω_i – круговая частота колебаний,

A_{di} – амплитуда колебаний на этой частоте,

ψ_{di} – фаза колебаний.

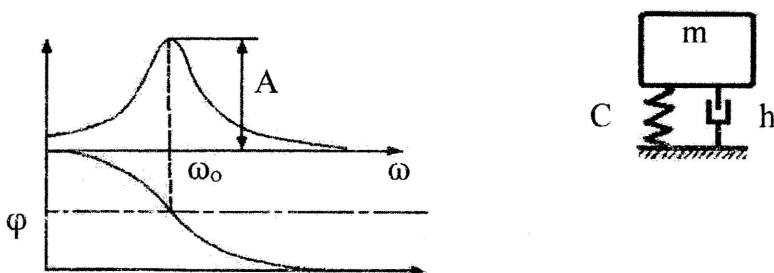


Рис. 1.11. Основные параметры для расчета изменения АФЧХ в РП

Число точек, в которых снимается АФЧХ может быть ограниченным поскольку функциональная зависимость параметров экспериментальной АФЧХ от координат рабочего пространства не имеют точек разрыва. Количество выбранных для измерения точек определяется точностью аппроксимации. Например, для вертикально-фрезерного станка МА655СМН АФЧХ которого в плоскости координат ХОУ показана на рис. 1.10, эта характеристика снималась в девяти точках в соответствии со схемой, показанной на рис. 1.12 так, чтобы расстояния между точками были примерно равны.

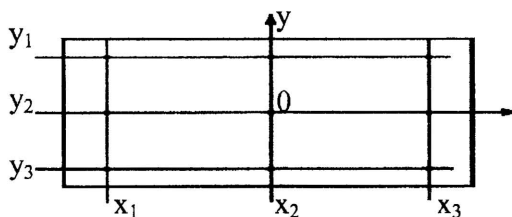


Рис. 1.12. Выбор точек РП

2. ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ И ПРОЦЕСС ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

2.1. *Обработка деталей на станках с ЧПУ*

Одним из главных преимуществ станков с ЧПУ является повышение и стабильность качества обработки (точность размеров и формы обработанной детали, шероховатость обработанных поверхностей), обеспечивающее идентичность деталей всей партии. Наиболее часто на фрезерных станках с ЧПУ обрабатывают корпусные и плоские детали, наиболее распространенным инструментом при этом является фреза. Фрезами обрабатывают плоские и криволинейные поверхности, разнообразные пазы, выемки, канавки, уступы и даже отверстия

Получение готовой детали из заготовки на станке с ЧПУ можно представить как результат взаимодействия элементов технологической системы: устройства числового программного управления (УЧПУ), эквивалентной упругой системы (ЭУС), процесса резания (ПР) и процесса формообразования (ПФ) (рис. 2.1).

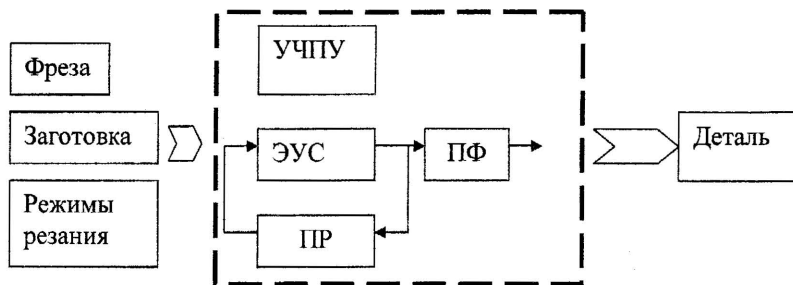


Рис. 2.1. Структурная схема технологической системы

Входное воздействие на технологическую систему определено заданными параметрами обработки, которые включают параметры заготовки, фрезы и режима резания. Выходными параметрами технологической системы являются производительность, точность и качество обработанной поверхности детали.

Эквивалентная упругая система, в которую входят несущая система, исполнительные механизмы и приводы станка, приспособление, инструмент и деталь (СПИД) должна обеспечить отработку формообразующих движений инструмента без искажений. Сочетание заданных параметров обработки и траектории относительного движения инструмента и заготовки, которая задается УЧПУ, определяет протекание процесса резания и процесса формообразования. Образующаяся при обработке динамическая система является замкнутой по резанию и поэтому, несмотря на то, что она состоит из устойчивых динамических звеньев, в некоторых случаях может потерять устойчивость. Потеря устойчивости означает невозможность дальнейшей обработки и определяет ограничения на технической характеристике станка.

2.2. Элементы режима резания и срезаемого слоя при фрезеровании

Принципиальная кинематическая схема при обработке фрезой любого типа (рис. 2.2) основана на сочетании двух равномерных движений вращения фрезы V (главное движение) и ее поступательного перемещения S вдоль обрабатываемой поверхности (движение подачи). В результате этого, траекторией относительного рабочего движения любой точки режущего лезвия является удлиненная циклоида. Траектории

движения лезвий отдельных зубьев сдвинуты друг относительно друга на расстояние S_z , называемое подачей на зуб. Кроме этого, различают подачу на оборот фрезы

$$S_o = S_z \cdot Z, \text{ (мм/об)}$$

где Z - число зубьев фрезы, и минутную подачу

$$S = S_o \cdot n, \text{ (мм/мин)}$$

где n - частота вращения фрезы.

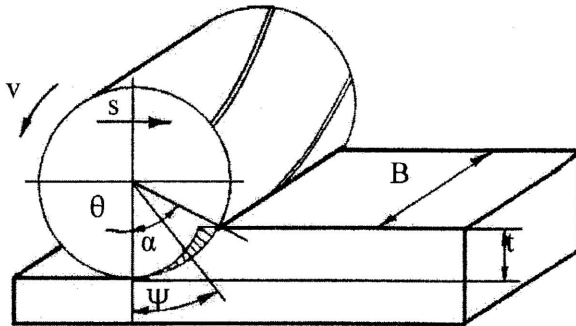


Рис. 2.2. Кинематика среза припуска цилиндрической фрезой

Глубиной резания t называют расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное перпендикулярно обработанной поверхности, или толщину слоя материала, удаляемого с заготовки за один проход. Ширина фрезерования B равна ширине обрабатываемой поверхности. Периодичность работы каждого зуба фрезы на части траектории его движения определяет прерывистость процесса резания и является характерной особенностью фрезерования.

Центральный угол θ , соответствующий началу и концу рабочего цикла зуба фрезы, называют максимальным углом контакта. Мгновенное положение точки лезвия зуба фрезы на поверхности резания можно определить мгновенным углом контакта ψ , отсчитываемым от точки входа зуба срезаемый слой. При перемещении по поверхности резания зуб фрезы срезает слой материала переменной толщины. Это явление, определяющее неравномерность процесса резания, является другой характерной особенностью фрезерования. Мгновенная толщина срезаемого слоя равна расстоянию между двумя последовательными положе-

ниями поверхности резания, измеренному по нормали к поверхности резания, образуемой режущей кромкой работающего зуба (рис. 2.3). Если зуб фрезы имеет наклон к ее оси, т.е. расположен по винтовой линии, то мгновенная толщина срезаемого слоя изменяется вдоль режущего лезвия. При этом эпюра изменения толщины срезаемого слоя будет представлять собой криволинейную трапецию, а участок лезвия 1 – рабочую длину лезвия (рис. 2.4).

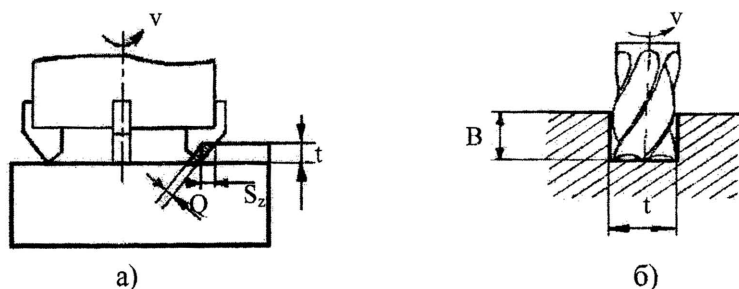


Рис. 2.3. Элементы срезаемого слоя и режима резания при фрезеровании: а) поверхности торцевой фрезой; б) паза концевой фрезой

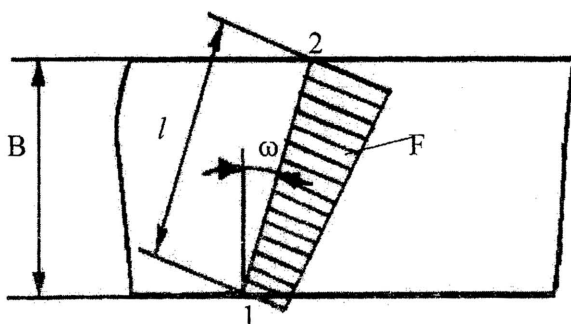


Рис. 2.4. Схема изменения мгновенной толщины срезаемого слоя вдоль винтового зуба фрезы

Рабочая длина лезвия определяется значениями мгновенных углов контакта крайних точек 1 и 2 лезвия. По мере продвижения зуба по поверхности резания рабочая длина лезвия изменяется от нуля до не-

которого максимума и опять до нуля. Максимально возможная для заданной ширины фрезерования рабочая длина лезвия

$$L_{\max} = B/\cos W,$$

где W – угол наклона винтового зуба фрезы.

Переменность рабочей длины лезвия является еще одной характерной особенностью фрезерования. Одновременно могут работать несколько зубьев фрезы. К каждому зубу приложена сила резания R , которая может быть разложена на две составляющие: N , направленную к центру фрезы, и P , направленную перпендикулярно радиальной окружной силе (рис. 2.5).

Составляющая P препятствует вращению фрезы, а составляющие N отталкивают зубья от поверхности резания. Мгновенная величина силы резания, действующая на каждый зуб пропорциональна мгновенной площади сечения срезаемого слоя. Поскольку площади F для каждого работающего зуба при перемещении его по поверхности резания не остаются постоянными, суммарная площадь $F_{\text{сум}}$ при фрезеровании в общем случае является также переменной величиной и процесс резания протекает при переменной силовой и тепловой нагрузках, действующих на ЭУС.

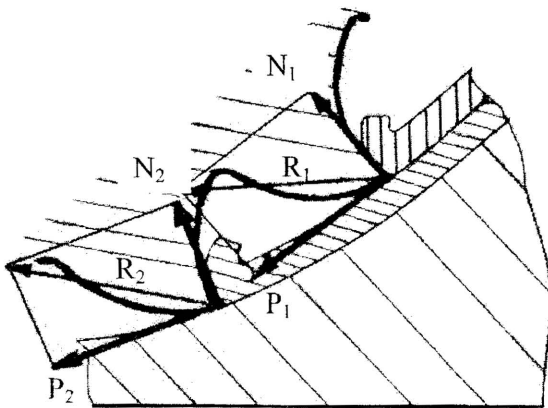


Рис. 2.5. Схема сил, действующих на зубья фрезы

2.3. Точность обработки на фрезерных станках

На точность фрезерной обработки влияют следующие основные факторы:

- геометрическая точность станка;
- точность измерительной системы станка;
- жесткость и виброустойчивость станка;
- тепловые деформации станка;
- ошибки интерполятора и режима интерполяции;
- погрешности аппроксимации;
- чувствительность и стабильность работы приводов;
- погрешности установки, базирования и закрепления заготовки;
- погрешности обработки, вызванные неточностью настройки станка на размер;
- погрешности обработки, вызванные неточностью инструмента и его износом;
- условия обработки детали (точность и жесткость приспособления и инструмента, режимы резания, состояние заготовок, внешняя среда и др.).

Точность обработки в большей степени зависит от состояния системы станок–приспособление–инструмент–деталь, основные погрешности которой обуславливаются упругими деформациями узлов станка в процессе обработки, износом отдельных элементов и узлов, погрешностями установки инструмента в исходную точку обработки, погрешностями обработки, вносимыми инструментом, погрешностями установки и закрепления заготовки, погрешностями, возникающими в результате тепловых деформаций станка, детали и инструмента.

Из-за упругих деформаций, возникающих в системе СПИД под действием силы трения и недостаточной жесткости узлов станка, контур обработанной детали может существенно отличаться от заданного. Точностью обработки в станках с ЧПУ в определенной степени можно управлять. Искажение контура обрабатываемой детали можно уменьшить в процессе подготовки программы следующим образом: предыскажением программы обработки; снижением скорости перемещения инструмента вдоль контура (т. е. подачи на зуб фрезы); уменьшением припуска на переходном участке; изменением размера инструмента.

Износ некоторых элементов и узлов (например, шариковых винтовых пар, направляющих, различных передач и соединений) вызывает появление зазоров, что непосредственно влияет на точность обработки. Для уменьшения износа шариковых пар и направляющих необходимы

симметричное расположение приспособления на столе станка относительно оси Y и равномерная раскладка заготовок на столе станка (по его длине). Чтобы устранить влияние зазоров на форму обрабатываемой детали при чистовом фрезеровании, реверсирование следует производить в тот момент, когда фреза не касается поверхности заготовки.

Погрешности установки инструмента в исходную точку обработки имеют существенное значение, если они превышают 0,01 – 0,02 мм (для станков класса точности Н). В этом случае необходимо введение коррекции в УЧПУ.

Погрешности обработки, вносимые инструментом, вызываются неточностью его изготовления и износом в процессе работы. Точность изготовления инструмента регламентируется ГОСТ 17025–71.

Перед установкой инструмента в станке необходимо строго контролировать его размеры и выполнение технических требований на его изготовление и заточку.

Погрешности установки и закрепления заготовки включают в себя погрешности установки приспособления на столе станка, погрешности установки заготовки в приспособление и погрешности, возникающие при закреплении заготовки.

На фрезерных станках с ЧПУ в большинстве случаев применяют приспособления, имеющие установочные элементы (цилиндрические штыри, шпонки и шпоночные пазы). Эти элементы не должны иметь забоин и других повреждений, снижающих точность установки. Поэтому рекомендуется использовать пробки, накладные щитки, деревянные подкладки, предохраняющие рабочую поверхность приспособлений от повреждений. Способы базирования заготовки, возникающие при этом погрешности и рекомендации по их уменьшению такие же, как и при обработке на традиционных фрезерных станках. Погрешность закрепления заготовки возникает вследствие непостоянства усилий зажима. Для их стабилизации рекомендуется использовать приспособления с пневмо- и гидроприводом, а также применять тарированные гаечные ключи. При стабильных усилиях зажима погрешность закрепления является постоянной величиной, которую можно учесть и скорректировать.

Для уменьшения тепловых деформаций технологической системы станка необходимо:

1) в целях уменьшения воздействия на станок окружающей среды поддерживать в помещении нормальный температурный режим (+20°C), рационально располагать отопительные приборы, правильно

размещать станки (чтобы исключить их взаимный нагрев), применять приточно-вытяжную вентиляцию и т.д.;

2) уменьшать выделение теплоты при резании обильным охлаждением и своевременным удалением стружки.

2.4. Режущий и вспомогательный инструмент для станков с ЧПУ

Требуемая точность обработки и надежность станка в работе в большой степени определяются правильным выбором режущего инструмента и вспомогательной оснастки для его закрепления.

К режущему инструменту для станков с ЧПУ, номенклатура которого практически не отличается от номенклатуры инструмента для традиционных станков, предъявляются повышенные требования по точности размеров и геометрической формы, качеству заточки режущих кромок, стойкости.

Опыт эксплуатации показал, что точность обработки на станках с ЧПУ главным образом зависит от точности режущего инструмента. Стандартный режущий инструмент, применяемый на станках с ЧПУ, должен иметь следующие параметры точности: нецентричность сердцевины спиральных сверл не более 0,1 мм, их радиальное биение не более 0,03 – 0,1 мм, осевое биение режущих кромок не более 0,04 – 0,08 мм, смещение поперечной режущей кромки не более 0,04 – 0,08 мм. Хвостовики сверл для более точного и жесткого их крепления в цанговых патронах целесообразно выполнять без обратной конусности. При обработке отверстий с точными координатами эффективно использование коротких сверл (длиной, равной четырем-пяти диаметрам). Перед сверлением точных по форме и расположением отверстий рекомендуется производить центровку укороченными сверлами с углом при вершине 90°, диаметры этих сверл должны быть больше или равны диаметру обрабатываемых отверстий.

Биение режущей части зенкеров и разверток не должно превышать соответственно 0,03 – 0,05 и 0,02 – 0,03 мм в зависимости от диаметра. Радиальное биение калибрующей части разверток относительно оси хвостовика или посадочного отверстия не должно превышать 0,01 – 0,015 мм.

Фрезы торцовые насадные необходимо выполнять с отверстием по 6-му качеству точности; биение зубьев фрез не должно превышать 0,03 – 0,05 мм. Наружный диаметр концевых фрез должен быть выполнен по 7-му качеству точности. Для нарезания резьб следует приме-

нять метчики повышенной точности со шлифованным профилем.

Существенно облегчается наладка станков при использовании инструментов, специально предназначенных для работы на станках с ЧПУ. Особенностью специальных концевых фрез (рис. 2.6) являются следующие: хвостовик 1 выполняют цилиндрическим, имеющим поводок (лыску) на конце, которым хвостовик входит в прорезь оправки; поводок служит для передачи крутящего момента. В торец хвостовика ввернут винт 2, с помощью которого устанавливают требуемый вылет фрезы, после чего винт 2 фиксируют контргайкой 3. Вылет фрезы в значительной степени влияет на ее стойкость (особенно при обработке трудно обрабатываемых сталей), поэтому он должен быть минимальным.

Для обработки плоских поверхностей используются торцовые фрезы общего назначения.

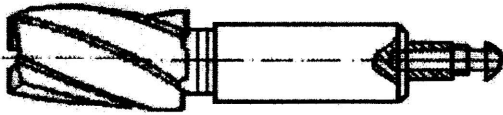


Рис. 2.6. Концевая фреза для станков с ЧПУ

Для обработки отверстий используют сверла (рис. 2.7), зенкеры, зенковки (рис. 2.8), развертки с цилиндрическим хвостовиком, имеющим поводок и винт для установки вылета инструмента.

Для чистовой обработки отверстий диаметром свыше 20 мм применяют расточные оправки (рис. 2.9) с микрометрической регулировкой. В отверстии корпуса 4 оправки установлен (во втулке 3) резец 1, который перемещается микрометрическим винтом посредством лимба гайки 2.

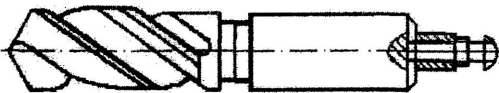


Рис. 2.7. Сверло для станков с ЧПУ

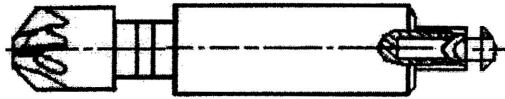


Рис. 2.8. Зенковка для станков с ЧПУ

Для подрезания торцов диаметром более 60 мм используют специальную оправку (рис. 2.10). Ножи 1 в корпусе 2 оправки устанавливают на требуемый размер кулачком 3, который затем стопорят сухарем 4 с помощью винта 5. На конце цилиндрического хвостовика оправки имеются поводок и регулировочный винт. С помощью последнего устанавливают вылет инструмента.

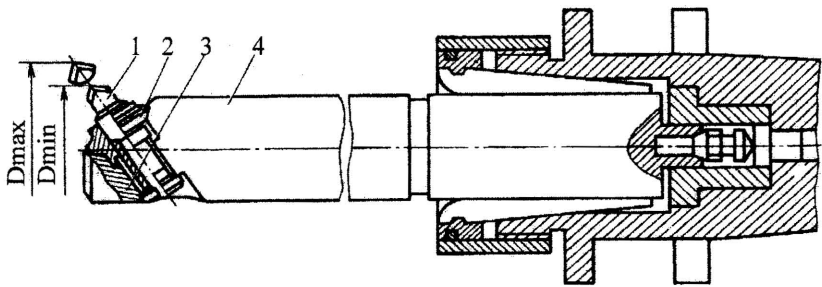


Рис. 2.9. Расточная оправка для станков с ЧПУ

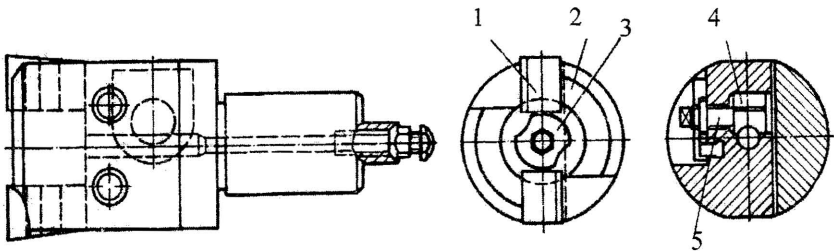


Рис. 2.10. Оправка для подрезания торцов на станках с ЧПУ

Ступенчатое сверло (рис. 2.11) позволяет одним инструментом выполнять зацентровку, рассверливание и сверление, что сокращает число переходов при обработке отверстий. Комбинированные инстру-

менты, применяемые на станках с ЧПУ, показаны на рис. 2.12.

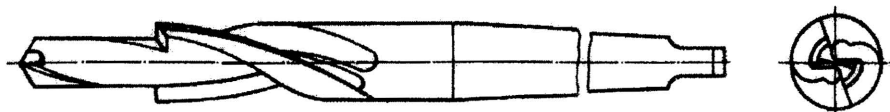


Рис. 2.11. Ступенчатое сверло

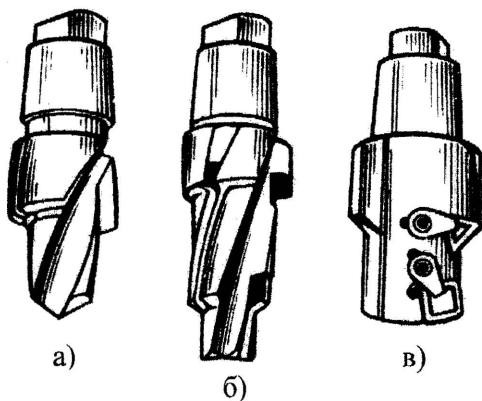


Рис. 2.12. Комбинированные инструменты для обработки отверстий на станках с ЧПУ:

а – сверло – зенкер, б – ступенчатый зенкер с твердосплавными напаянными пластинами, в – сборный ступенчатый зенкер

На станках с ЧПУ широко применяют перовые (рис. 2.13) и кольцевые (полые) (рис. 2.14) сверла. Последние, используемые для сверления отверстий диаметром свыше 50 мм, позволяют сохранить вырезанный материал для последующего применения его в качестве заготовок цилиндрических деталей.

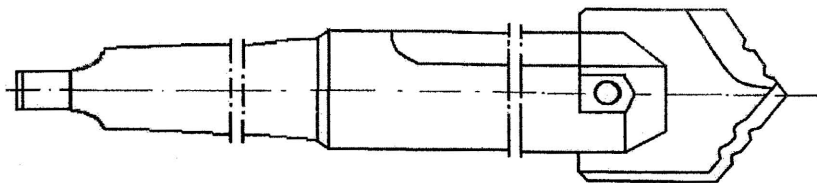


Рис. 2.13. Перовое сверло

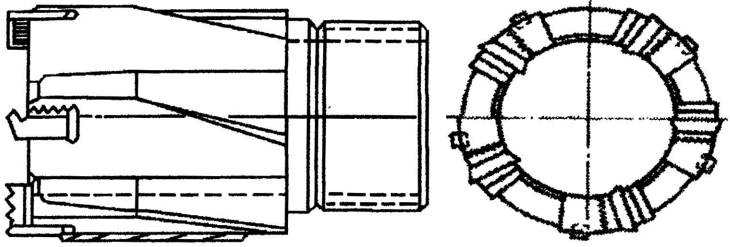


Рис. 2.14. Кольцевое сверло

Для установки режущего инструмента в шпиндель станка (фрезерного, сверлильного и расточного) служит вспомогательный инструмент (оправки и патроны различного назначения). В целях сокращения его номенклатуры используют комплекты унифицированных вспомогательных инструментов.

Схема построения комплекта инструмента (режущего и вспомогательного) представлена на рис. 2.15. В комплект входят шпиндельные оправки (ШО), предназначенные для непосредственного закрепления режущего инструмента (РИ) или для установки переходных оправок (ПО), а также патроны (П) для закрепления инструмента.

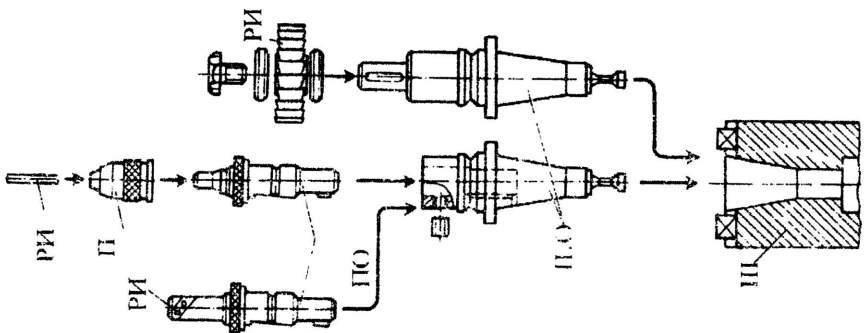


Рис. 2.15. Схема построения комплекта инструмента: ШО – оправка, закрепляемая в шпинделе станка; Ш – шпиндель, ПО – переходная оправка, П – патрон, РИ – режущий инструмент

На рис. 2.16 показан патрон для крепления мелкого концевго инструмента (фрез, центровочных сверл, сверл с цилиндрическим хвостовиком и т. д.) диаметром 8 – 20 мм. Патрон состоит из корпуса 3 с коническим хвостовиком (конусность 7 : 24), которым он базируется в шпинделе станка. В передней части корпуса расположена цанга 2, в которой гайкой 1 крепится инструмент. Для размерной настройки инструмента служит упор 4, представляющий собой трехступенчатый валик. На большем диаметре упора нарезана резьба, которой он ввертывается в резьбовое отверстие хвостовика. Средний диаметр валика выполнен в виде кольцевой рейки, сопряженной с зубчатым колесом 6. Малый диаметр валика служит упором для инструмента. Самопроизвольное проворачивание упора 4 предотвращает капроновый вкладыш 5. Для регулировки (с точностью $\pm 0,01$ мм) вылета инструмента поворачивают зубчатое колесо 6, при этом начинает вращаться упор 4, который перемещается (по резьбе) в осевом направлении относительно корпуса патрона.

Для возможности механизированного закрепления патрона в шпинделе станка в резьбу хвостовика ввертывают специальный переходный хвостовик, конструкция которого зависит от устройства для крепления инструмента, применяемого в данном станке. Патроны могут применяться в станках с автоматической сменой инструмента, поэтому в корпусе патрона предусмотрен кольцевой паз 7, в который входит держатель механической руки станка.

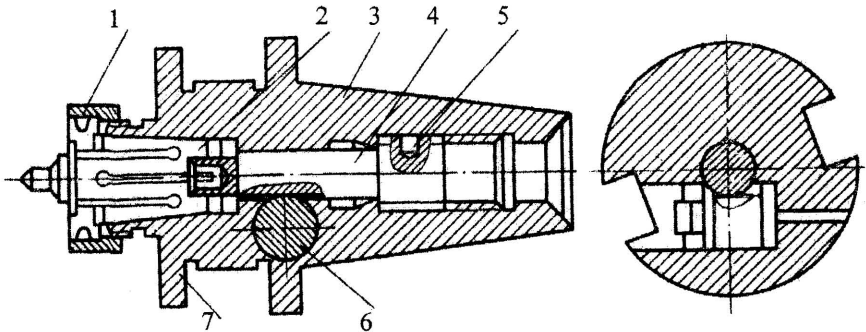


Рис. 2.16. Патрон для крепления мелкого концевго инструмента

Патрон для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком диаметром 20 – 50 мм (рис. 2.17) имеет корпус 5 с коническим хвостовиком; в передней части корпуса расположена цапга 1, в которой гайкой 1 крепится инструмент. Для передачи крутящего момента служит втулка 3, в паз которой входит поводок инструмента. Регулировочный винт инструмента упирается во вкладыш 4.

Оправка (рис. 2.18), предназначенная для крепления торцовых фрез и зенкеров диаметром до 125 мм, имеет конический хвостовик 4, которым она непосредственно устанавливается в шпинделе станка. Передний конец оправки имеет цилиндрическую часть (для базирования фрезы) и резьбу (для регулировочной гайки 3). Между регулировочной гайкой и фрезой установлена втулка 2, выступы которой входят в торцовый паз фрезы и регулировочной гайки. После установки необходимого вылета фрезы регулировочная гайка стопорится винтом 5, а фреза крепится гайкой 1.

Настройку инструмента в патронах и на оправках производят вне станка. Для измерения вылета используют универсальные измерительные средства или специальные приборы моделей БВ-2013, БВ-2014, БВ-2015 и БВ-2017. При настройке инструмента патроны и оправки устанавливают во втулке с внутренней конусностью 7 : 24.

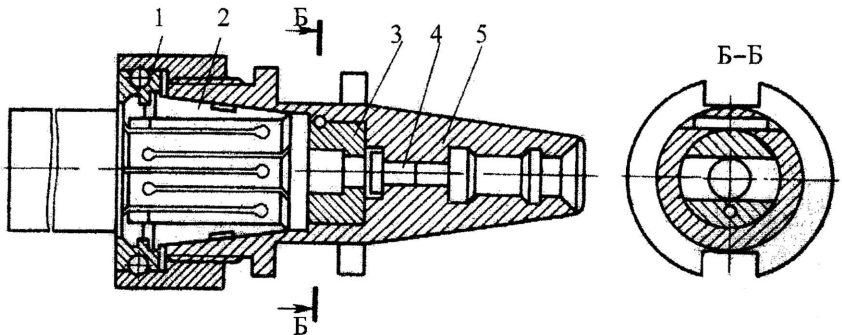


Рис. 2.17. Патрон для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком диаметром 20 – 25 мм

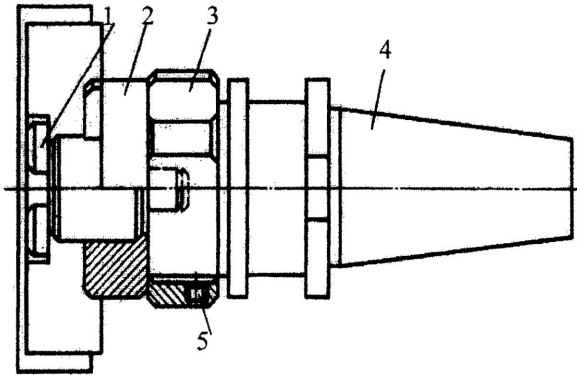


Рис. 2.18. Оправка для крепления торцовых фрез и зенкеров диаметром до 125 мм

2.5. Основные конструкции фрез для станков с ЧПУ

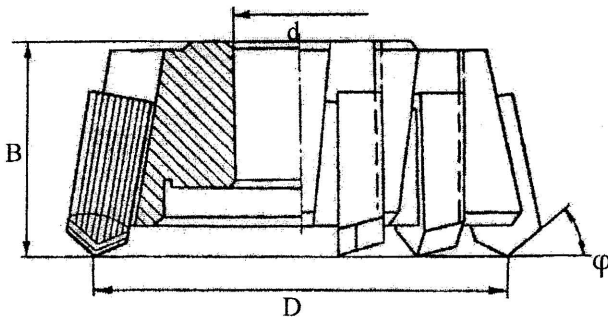
Фрезы торцовые насадные со вставными зубьями из твердого сплава (табл. 2.1) предназначены для черновых операций при обработке чугунов и сталей с припуском до 10 мм. Фреза изготавливается по ТУ2 035-414-74 и отличается от стандартных фрез меньшей шероховатостью посадочных отверстий и торцовых опорных поверхностей (не ниже $Ra = 0,63$ мкм), а также меньшим биением главных режущих кромок (не более 0,03мм). Конструкция фрезы и геометрические параметры режущей части позволяет производить обработку при скорости резания $V = 80 - 250$ м/мин и подаче $S_z = 0,05 - 0,15$ мм/зуб.

Фрезы торцовые насадные с механическим креплением пятигранных пластин из твердого сплава (табл. 2.2) предназначены для черновой и получистовой операций при обработке чугуна и стали с припуском до 90 мм. Фреза изготавливается по ГОСТ 22085-76. Конструкция фрезы даёт возможность заменять отдельные пластины или весь комплект пластин на станке и вне станка, что создает благоприятные условия эксплуатации фрезы, а так же позволяет применять пластины с износостойкими покрытиями.

Как показывает опыт эксплуатации данных фрез, их применение снижает машинное время на 20 - 35%, повышает стойкость инструмента в 1,5 - 2 раза, сокращает расход твёрдого сплава в 2,5 - 3 раза.

Таблица 2.1.

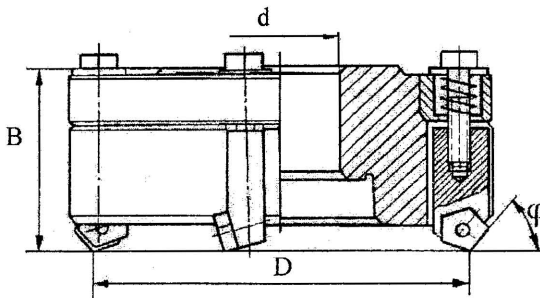
Фрезы торцовые со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава (ГОСТ 24359-80)



D, мм	B, мм	d, мм	φ°	Число ножей z
100	50	32	75	8
125	55	40	75	8
160	60	50	75	10

Таблица 2.2.

Фрезы торцовые насадные с механическим креплением пятигранных пластин из твердого сплава (ГОСТ 22085-76)

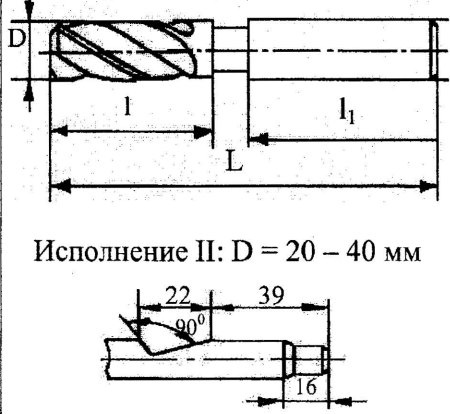
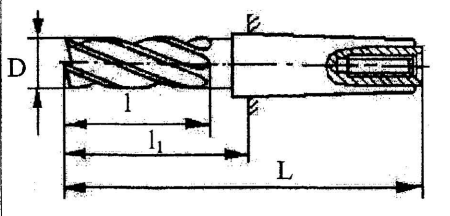


D, мм	B, мм	d, мм	φ°	Число ножей z
100	60	32	67	8
125	60	40	67	8
160	60	50	67	10

Фрезы концевые быстрорежущие с цилиндрическим и коническим хвостовиками (табл. 2.3) используются для обработки плоскостей, для обработки по контуру, а так же пазов, уступов и т.п. деталей, изготовленных из различных материалов (сталь, чугун, латунь, алюминиевые сплавы и др.). Фрезы с коническим хвостовиком изготавливаются диаметром 14 – 50 мм, а с цилиндрическим хвостовиком диаметром 10 – 40 мм. Конструкции фрез не предусматривают непосредственного регулирования их на размер. Регулировка и настройка на размер осуществляется с помощью вспомогательного инструмента, например, для фрез с цилиндрическим хвостовиком с помощью цанговых патронов.

Таблица 2.3.

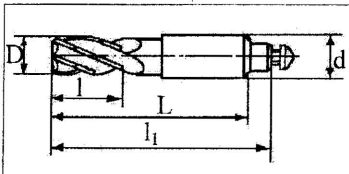
Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком
быстрорежущие (ОСТ 2 И 62-2-75)

Тип 1 Исполнение I: D = 10 – 20 мм	D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	z	Конус Морзе
	 <p>Исполнение II: D = 20 – 40 мм</p>	Тип 1				
10		60	20	30	4	
12		70	25	30	4	
14		80	32	40	4	
16		80	32	40	4	
18		90	40	40	4	
20		100	45	40	6	
20		120	45	95	6	
25		175	50	95	6	
32		175	55	95	6	
40		175	65	95	6	
<p>Тип 2</p> 		Тип 2				
	14	115	32	51	4	2
	16	120	36	56	4	2
	18	120	36	56	4	2
	20	145	44	64	4	3
	25	150	50	69	6	3
	32	180	55	99	6	4
40	190	65	109	6	4	
50	195	70	114	6	4	

Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком, оснащенные винтовыми пластинками из твёрдого сплава (табл. 2.4), предназначены для обработки сталей и чугуна. Режущая часть изготавливается из твёрдого сплава марок Т5К10, Т15К6, Т14К6, ВК8, ВК6. Геометрические параметры режущей части: $\gamma = -5^\circ$, $\alpha = 18^\circ$.

Таблица 2.4.

Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком, оснащенные пластинами из твердого сплава (ТУ 2 035-7-75)

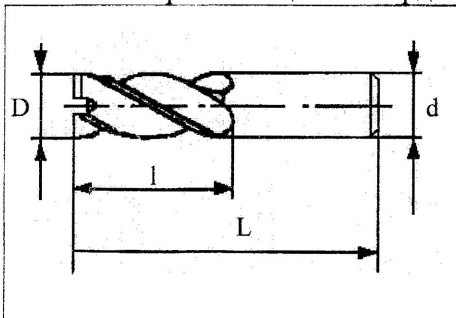


D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	z	d, мм
20	135	35	150	4	20
25	145	50	160	4	25
32	145	50	160	4	32
40	160	50	175	6	10

Фрезы концевые твердосплавные предназначены для обработки труднообрабатываемых материалов (табл. 2.5). Фрезы изготавливаются с цилиндрическими хвостовиками цельными и составными (стальной цилиндрический хвостовик), нормальной и повышенной точности, диаметром 3 - 10 мм. Радиальное биение режущих кромок соответственно 0,03 мм и 0,02 мм

Таблица 2.5.

Фрезы концевые твердосплавные (ГОСТ 18372-73)



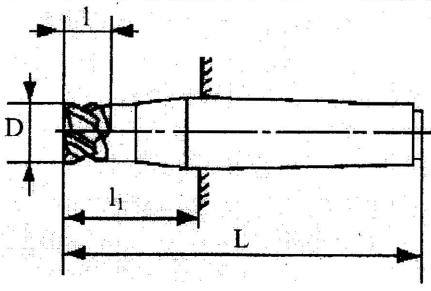
D, мм	L, мм	l, мм	d, мм	Z
3	28	8	3	3; 4
4	32	10	4	3; 4
5	36	12	5	3; 4
6	40	16	6	3; 4; 5
7	40	16	7	3; 4; 5
8	45	20	8	3; 4; 5
9	45	20	9	3; 4; 5
10	50	20	10	3; 4; 5

Фрезы концевые с коническим хвостовиком, оснащённые винтовыми пластинками из твёрдого сплава, предназначены для обработки

стали, чугуна, бронзы и труднообрабатываемых сталей и сплавов (табл. 2.6). Фрезы изготавливаются диаметром 12,5 – 50 мм нормальной длины и удлиненные.

Таблица 2.6.

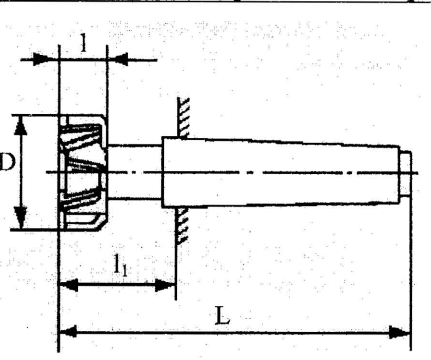
Фрезы концевые с коническим хвостовиком, оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами (ГОСТ 20537-75)

	D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	Z	Конус Морзе
	12,5	115	11	51	2	2
16	120	13	56	3	2	
20	135	12	54	4	3	
25	160	20	57,5	4	4	
32	160	19	57,5	4	4	
40	190	21	60,5	6	5	
50	190	22	60,5	6	5	

Фрезы с напаянными твердосплавными пластинками для обработки Г-образных пазов по ГОСТ 1574-75 (табл. 2.7). В качестве режущей части используются пластины марки ВК8.

Таблица 2.7.

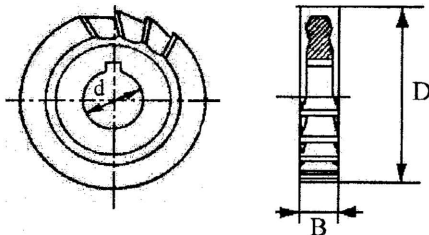
Фрезы с напаянными твердосплавными пластинками для обработки Г-образных пазов (ГОСТ 10673-75)

	D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	Z	Конус Морзе
	21	9	98	34	6	2
25	11	103	39	6	2	
32	14	110	46	6	2	
40	18	138	57	6	3	
50	22	173	70,5	6	4	
60	28	188	85,5	8	4	
72	35	229	99,5	8	5	
85	40	240	110,5	8	5	
95	44	251	121,5	8	5	

Фрезы дисковые трехсторонние предназначены для обработки различных поверхностей деталей, в частности пазов, выступов и т.д. (табл. 2.8). Изготавливаются диаметром 50 – 125 мм.

Таблица 2.8.

Фрезы быстрорежущие дисковые трехсторонние
общего назначения (ГОСТ 3755-78)



D, мм	B, мм	d, мм	Z	D, мм	B, мм	d, мм	Z	D, мм	B, мм	d, мм	Z
50	4	16	14	80	5	27	18	100	14	32	20
	5				6				16		
	6				7				18		
	7				8				20		
	8				9				22		
	9				10				25		
	10				12				8		
63	4	22	16	100	14	32	20	125	9	32	22
	5				16				10		
	6				18				12		
	7				20				14		
	8				6				16		
	9				7				18		
	10				8				20		
	12				9				22		
	14				10				25		
	16				12				28		

Фрезы торцовые сборные с вставными ножами, оснащенные композитом предназначены для обработки чугунов и закаленных сталей на станках повышенной точности (табл. 2.9). Конструкция фрезы

предусматривает использование композита марок 01 и 10.

Таблица 2.9.

Фрезы торцовые с вставными ножами, оснащенными композитом (ТУ2 035-401-075)

D, мм	H, мм	d, мм	d ₁ , мм	h, мм	Z
100	45	32	10	5	12
125	45	40	10	5	16
160	45	50	10	5	20

На отдельных фрезерных станках с ЧПУ выполняют операции не только фрезерования, но и сверления, зенкерования и развертывания. Для выполнения этих операций используются следующие конструкции инструментов. Сверла спиральные укороченные с цилиндрическим хвостовиком, предназначены для центрования отверстий (табл. 2.10). Сверла изготавливаются диаметром 10 мм, 15 мм, 20 мм. Такие сверла не имеют обратного конуса на хвостовике, угол при вершине равен 90°.

Таблица 2.10.

Сверла спиральные для центрования с углом $\varphi = 90^\circ$ с цилиндрическим хвостовиком (ОСТ И20-1-80)

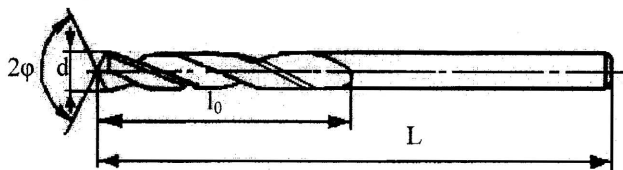
d, мм	L, мм	l ₀ , мм
10,0	90	45
15,0	110	55
20,0	130	65

Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком, предназначены для обработки конструкционных материалов (табл. 2.11). Сверла

изготавливаются диаметром 3 – 20 мм, они обеспечивают обработку отверстий 11 – 13 квалитетов точности. Данные сверла отличаются от сверл общего назначения уменьшенными допусками, меньшими величинами биения на режущих кромках и на ленточках.

Таблица 2.11.

Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком, с $\psi = 55^\circ$ и $2\phi = 118^\circ$ (ОСТ И20-1-80)



d, мм	L, мм	l ₀ , мм	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	d, мм	L, мм	l ₀ , мм		
3,0	65	36	6,1	100	65	9,6	135	90	13,2	160	110		
3,1			6,2			9,7			13,3				
3,15			6,3			9,8			13,5				
3,2			6,4			9,9			13,7				
3,3			6,5			10,0			13,8				
3,35			6,6			10,1			14,0				
3,4	70		6,7	110	70	10,2			14,25	170	115		
3,5			6,8			10,3			14,5				
3,6			6,9			10,4			14,75				
3,7			7,0			10,5			15,0				
3,8	75	42	7,1	115	75	10,6	145	95	15,25	180	120		
3,9			7,2			10,7			15,4				
4,0			7,3			10,8			15,5				
4,1			7,5			10,9			15,75				
4,2			7,6			11,0			16,0				
4,25			7,7			11,1			16,25				
4,3	80	45	7,8			11,2			16,5	185	120		
4,4			7,9			11,3			16,75				
4,5			8,0			11,4			17,0				
4,6			8,1			11,5			17,25			200	135
4,7			8,2			11,7			17,4				

Продолжение табл. 2.11.

d, мм	L, мм	l ₀ , мм	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	d, мм	L, мм	l ₀ , мм
4,8	85	52	8,3	118	80	11,8	150	100	17,5	205	140
4,9			8,4			11,9			17,75		
5,0			8,5			12,0			18,0		
5,1			8,6			12,1			18,25		
5,2			8,7			12,2			18,5		
5,3			8,8			12,3			18,75		
5,4			8,9			12,4			19,0		
5,5			95			60			9,0		
5,6	9,1	12,6		19,4							
5,7	9,2	12,7		19,5							
5,8	9,3	12,8		19,75							
5,9	9,4	13,0		20,0							
6,0	9,5	13,1									

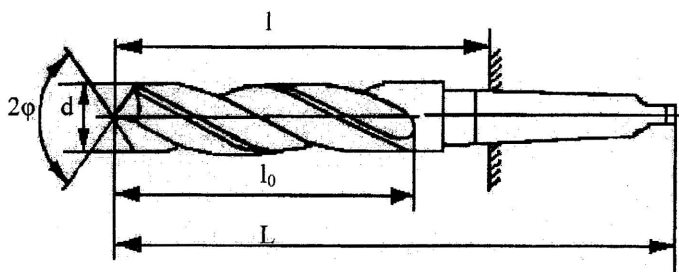
Сверла спиральные с коническим хвостовиком, предназначены для обработки конструкционных материалов (табл. 2.12). Сверла изготавливаются диаметром 6 – 30 мм. Уменьшенные допуски на симметричность сердцевины, радиальное и осевое биение позволяют повысить точность обрабатываемых отверстий, а также стойкость сверл.

Зенкеры диаметром 10 – 40 мм, по ОСТ 2 Н22-1-80, в том числе с износостойким покрытием, с цилиндрическим и коническим хвостовиками (табл. 2.13). Зенкеры отличаются повышенными требованиями к биению цилиндрических ленточек и шероховатости передних и задних поверхностей режущих зубьев. Применяются для обработки различных конструкционных материалов.

Зенковки конические предназначены для обработки центровых отверстий (ГОСТ 14034-74), снятия фасок и обработки конических поверхностей под крепежные детали, например, винты (табл. 2.14). Изготавливаются зенковки с углами при вершине 60, 90 и 120°. Применяются для обработки различных конструкционных материалов.

Цековки цилиндрические с цилиндрическими и коническими хвостовиками (табл. 2.15). Предназначены для обработки опорных поверхностей под крепежные детали по ГОСТ 12876-67, например, болты. Изготавливаются цековки и с износостойкими покрытиями.

Сверла спиральные с коническим хвостовиком, с $\psi = 55^\circ$ и $2\phi = 118^\circ$ (ОСТ И20-2-80)



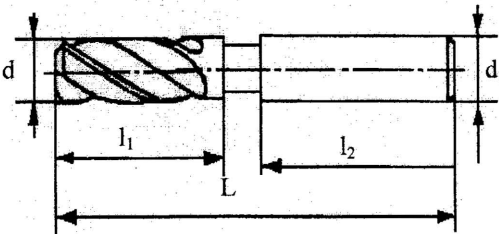
d, мм	L, мм	l ₀ , мм	l, мм	Конус Морзе	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	l, мм	Конус Морзе	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	l, мм	Конус Морзе
6,0	140	60	78	1	14,25	215	115	140	2	22,25	250	150	175	2
6,2	145	65	83	1	14,5					22,5	255	153	180	2
6,5					14,75					22,75				
6,8	150	70	88	1	15,0					23,0				
7,0					15,25	220	120	145	2	23,25	275	155	181	3
7,2					15,5					23,5				
7,5					15,75					23,75				
7,8	155	75	93	1	16,0					23,9	280	160	186	3
8,0					16,25	225	125	150	2	24,0				
8,2					16,5					24,75				
8,5					16,75					24,5				
8,8	160	80	98	1	17,0					24,75				
9,0					17,25	230	130	155	2	25,0				
9,2					17,4					25,25	285	165	191	3
9,5					17,5					25,5				
9,8	170	90	108	1	17,75					25,75				
10,0					18,0	235	135	160	2	26,0				
10,2					18,25					26,25				
10,5					18,5					26,5				

Продолжение табл. 2.12.

d, мм	L, мм	l ₀ , мм	l, мм	Конус Морзе	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	l, мм	Конус Морзе	d, мм	L, мм	l ₀ , мм	l, мм	Конус Морзе
10,8	175	95	113	1	18,75	240	140	165	2	26,75	290	170	194	3
11,0					19,0					27,0				
11,2					19,25					27,25				
11,5					19,4					27,5				
11,8					19,5					27,75				
12,0	180	100	118	1	19,75	245	145	170	2	28,0	290	170	194	3
12,2					20,0					28,25				
12,5					20,25					28,5				
12,8					20,5					28,75				
13,0					20,75					29,0				
13,2	190	110	128	1	20,9	250	150	175	2	29,25	290	170	194	3
13,5					21,0					29,5				
13,8					21,25					30,0				
14,0					21,5									
					22,0									

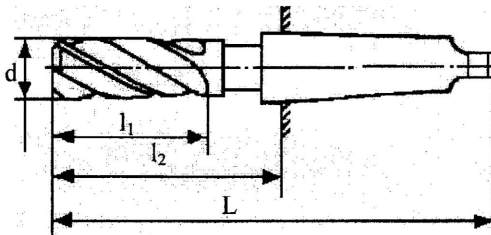
Таблица 2.13.

Зенкеры цельные быстрорежущие с $z = 3$, с цилиндрическим и коническим хвостовиками (ОСТ И22-1-80)

Тип 1		d, мм	d ₁ , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	Конус Морзе
		10	12	87	40	-
		11	12	94	40	-
		12	12	101	45	-
		13	16	101	45	-
		14	16	108	45	-
		15	16	114	45	-
		16	16	120	48	-
		17	20	125	48	-
		18	20	130	48	-

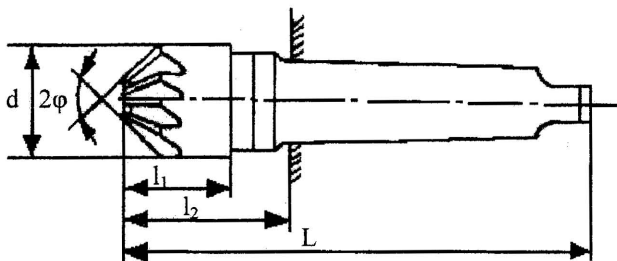
Продолжение табл. 2.13.

Тип 2



d, мм	d ₁ , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	Конус Морзе
19	20	135	48	-
20	20	140	48	-
10	-	87	106	1
11	-	94	113	1
12	-	101	120	1
13	-	108	127	1
14	-	114	137	2
15	-	120	143	2
16	-	125	148	2
17	-	130	153	2
18	-	135	158	2
19	-	140	163	2
20	-	145	168	2
21	-	150	173	2
22	-	160	187	3
24	-	160	187	3
25	-	165	187	3
26	-	170	192	3
27	-	170	197	3
28	-	175	202	3
30	-	180	216	4
32	-	190	221	4
34	-	195	226	4
36	-	195	231	4
38	-	200	231	4
40	-	200	231	4

Зенковки конические быстрорежущие с коническим хвостовиком
(ГОСТ 14953-80)

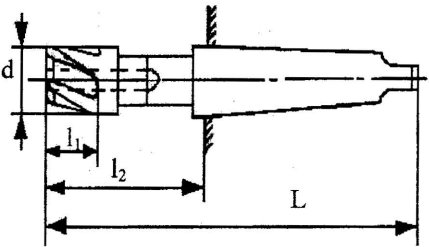


$2\phi^\circ$	D, мм	L, мм	l, мм	l_1 , мм	Конус Морзе	$2\phi^\circ$	D, мм	L, мм	l, мм	l_1 , мм	Конус Морзе
60	16	97	24	37	1	90	40	150	35	56	3
60	20	120	28	45	2	90	50	153	38	59	3
60	25	125	33	50	2	90	63	185	43	91	3
60	31,5	132	40	57	2	120	16	93	20	31	1
60	40	160	45	66	3	120	20	116	24	40	2
60	50	165	50	71	3	120	25	121	29	46	2
60	63	200	58	106	3	120	31,5	124	32	49	2
90	16	93	20	31	1	120	40	150	35	56	3
90	20	116	24	41	2	120	50	153	38	59	3
90	25	121	29	46	2	120	63	185	43	91	3
90	31,5	124	32	49	2						

Таблица 2.15.

Зенковки цилиндрические быстрорежущие для обработки опорных поверхностей под крепежные детали (ОСТ И22-2-80)

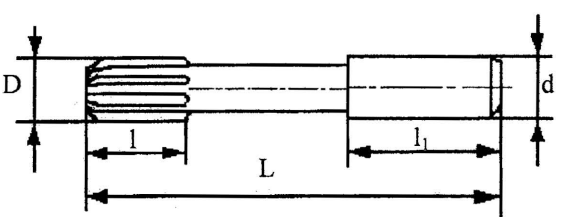
Тип 1		d_1 , мм	d, мм	L, мм	l_1 , мм	l_2 , мм	Конус Морзе
		16	15	125	22	-	-
		16	18	125	25	-	-
		20	20	125	25	-	-
		20	22	125	30	-	-

	d_1 , мм	d , мм	L , мм	l_1 , мм	l_2 , мм	Конус Морзе
	20	24	125	30	-	
Тип 2						
	15	132	22	57	2	
	18	140	25	65	2	
	20	140	25	65	2	
	22	150	30	75	2	
	24	150	30	75	2	
	26	180	35	86	3	
	30	180	35	86	3	
	32	190	40	96	3	
	33	190	40	96	3	
	34	190	40	96	3	
	36	190	40	96	3	
	40	190	40	96	3	

Развертки быстрорежущие диаметром 3 – 50 мм приведены в табл. 2.16. Развертки изготавливаются с цилиндрическим и коническим хвостовиками, либо насадными. Применяются для обработки отверстий по 7, 8, 9 и 10 квалитетам точности в различных конструкционных материалах.

Таблица 2.16.

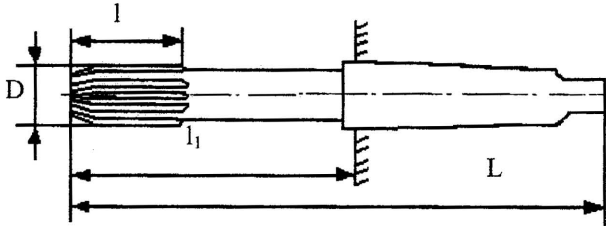
Развертки машинные цельные быстрорежущие (ОСТ2 И26-1-74)

Тип 1														
														
D , мм	d , мм	L , мм	l , мм	l_1 , мм	D , мм	d , мм	L , мм	l , мм	l_1 , мм	D , мм	d , мм	L , мм	l , мм	l_1 , мм
3,0	3,0	60	14	28	4,2	4,2	80	18	34	6,3	6,3	100	25	40
3,2	3,2	60	14	28	4,5	4,5	80	18	34	6,5	6,5	100	25	40
3,4	3,4	60	14	28	4,8	4,8	80	18	34	7,0	7,0	100	25	40

Продолжение табл. 2.16.

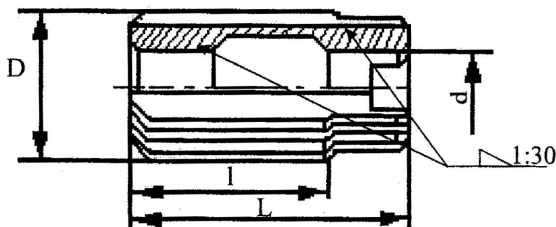
D, мм	d, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	D, мм	d, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	D, мм	d, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм
3,5	3,5	70	16	31	5,0	5,0	80	18	34	7,5	7,5	100	25	40
3,6	3,6	70	16	31	5,2	5,2	90	21	37	8,0	8,0	100	25	40
3,8	3,8	70	16	31	5,5	5,5	90	21	37	8,5	8,5	120	29	42
4,0	4,0	70	16	31	6,0	6,0	90	21	37	9,0	9,0	120	29	42

Тип 2



D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	Конус Морзе	D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	Конус Морзе	D, мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм	Конус Морзе
10	140	29	78	1	15	169	38	122	2	22	225	51	150	2
10,5	140	29	78	1	16	184	38	109	2	24	244	51	150	3
11	153	33	91	1	17	184	38	109	2	25	244	51	150	3
11,5	153	33	91	1	18	203	44	128	2	26	244	51	150	3
12	153	33	91	1	19	203	44	128	2	27	244	60	177	3
13	153	33	91	1	20	203	44	128	2	28	271	60	177	3
13	169	38	117	1	21	203	44	128	2	30	271	60	177	3

Тип 3



Продолжение табл. 2.16.

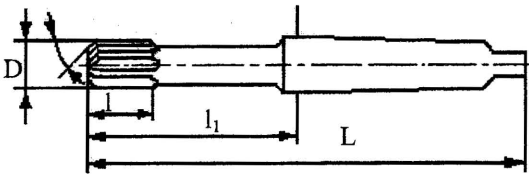
D, мм	d, мм	L, мм	l, мм	D, мм	d, мм	L, мм	l, мм	D, мм	d, мм	L, мм	l, мм
25	13	45	32	34	13	50	36	42	19	56	40
26	13	45	32	35	13	50	36	45	19	63	45
27	13	45	32	36	16	56	40	47	19	63	45
28	13	45	32	37	16	56	40	48	19	63	45
30	13	45	32	38	16	56	40	50	22	63	45
32	13	50	36	40	16	56	40				

Развертки характеризуются повышенными требованиями на допуски основных размеров, допустимые отклонения размеров хвостовиков, на шероховатость рабочих и крепежно-присоединительных поверхностей, а также на твердость.

Развертки, оснащенные твердым сплавом, диаметром 10 – 50 мм, предназначены для обработки конструкционных материалов, в том числе труднообрабатываемых (табл. 2.17).

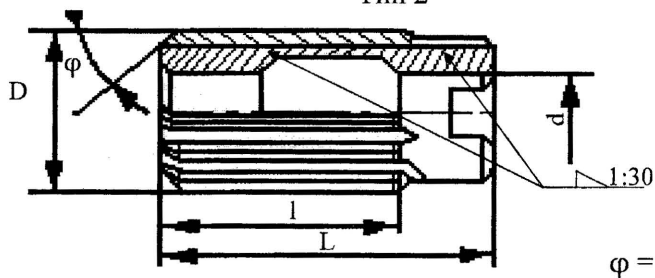
Таблица 2.17.

Развертки машинные, оснащенные пластинами из твердого сплава (ГОСТ 11175-80)

Тип 1					
					
D, мм	L, мм	l1, мм	l, мм	Конус Морзе	Z
10	140	16	78	1	4
11	140	16	78	1	4
12	150	16	88	1	4
14	160	16	98	1	4
16	170	18	95	2	6
18	180	18	105	2	6
20	190	18	115	2	6
22	200	18	125	2	6

D, мм	L, мм	l_1 , мм	l , мм	Конус Морзе	Z
25	220	18	126	3	6
28	240	22	146	3	6
32	240	22	146	3	6

Тип 2



D, мм	d, мм	L, мм	l , мм	Z
32	16	40	32	6
36	19	45	32	8
40	19	45	32	8
45	22	50	32	10
50	22	55	32	10

2.6. Особенности эксплуатации режущего инструмента для фрезерных станков с ЧПУ и выбора режимов резания

При эксплуатации инструмента на станках с ЧПУ необходимо решать следующие технические задачи:

1. Выбор схемы обработки.
2. Выбор типа и конструкции режущего инструмента.
3. Выбор геометрических параметров режущей части инструмента.
4. Выбор режимов резания, определение стойкости инструмента, выбор способа подвода СОЖ, ее состав и т.д.
5. Выбор вспомогательного инструмента.

Для выбора схемы обработки должны быть типизированы все элементы технологического процесса. Объектами типизации в операционной технологии являются: порядок переходов, межоперационные

припуски, траектории движений режущего инструмента, режимы резания соответствующие возможностям станка, вспомогательные инструменты.

Основой типизации операционной технологии является очередность обработки отдельных элементарных поверхностей, образующих деталь. Разбивка на элементарные поверхности охватывает большое многообразие форм деталей и обеспечивает получение требуемых размеров детали при снятии припусков отдельных величин, при каждом проходе, создавая условия наивысшей производительности механической обработки. Разбивка на элементарные поверхности позволяет осуществить назначение черновых, полустачковых и чистовых переходов и решить вопрос о выборе инструмента для осуществления этих переходов, а также выявить наличие ограничений, от которых зависит выбор инструмента.

Комплект режущего инструмента для станка с ЧПУ выбирается на основании анализа форм, размеров и расположения элементарных поверхностей всей номенклатуры деталей, обрабатываемых на данном станке.

Для фрезерных станков, на основе минимизации необходимо иметь комплект инструмента включающий: торцевые фрезы, концевые фрезы, шпоночные, насадные и дисковые пазовые фрезы, угловые фрезы, сверла, зенкеры, развертки и т.д.

Траектории движения инструмента минимизируются с учетом получения минимального времени на совершение вспомогательных движений и минимальных нагрузок на инструмент при рабочих ходах.

Для фрезерных станков с ЧПУ можно рекомендовать следующую последовательность переходов: фрезерование внешних поверхностей, сквозное сверление, фрезерование пазов, выемок и т.п., фрезерование внутренних поверхностей, обработки крепежных и др. вспомогательных поверхностей, снятие фасок, окончательное фрезерование внешних поверхностей.

Выбор режимов резания зависит от конкретных условий обработки. Например, при обработке дорогостоящих деталей первоочередной задачей будет надежность выполнения операции, при обработке небольших партий деталей – необходимость использования ограниченного количества инструмента и одних и тех же режимов для упрощения переналадок станков и подготовки программ, при повторяющихся

партиях деталей – обеспечение наименьшей себестоимости механической обработки.

Режимы резания целесообразно выбирать, исходя из средних условий использования инструмента, а не из максимально возможных режущих способностей инструмента, т.к. это может снизить надежность системы в целом и привести к вынужденным потерям.

Допустимые глубину резания и подачу следует устанавливать исходя из возможностей режущего и вспомогательного инструмента, средств крепления заготовок, технических характеристик станка, опыта его эксплуатации. На основании данных о выбранных глубине резания и подачи рассчитывают допустимую скорость резания, обеспечивающую требуемую стойкость режущего инструмента.

При использовании автоматизированных систем подготовки программ управления станками с ЧПУ установленный режим резания заносят в паспорт на инструмент и вводят в программу, которая обеспечивает использование заданных режимов во всех случаях использования данного инструмента. При изменении физико-механических свойств обрабатываемых материалов глубину резания, подачу и скорость корректируют.

Формируя массив исходных данных, технолог-программист использует чертеж детали, карту маршрутной технологии, схему установки заготовки и каталог тепловых технологических циклов, выполненных на основе типизации операционной технологии, а также номенклатуру вспомогательного инструмента.

Ниже приводятся значения геометрических параметров для различных инструментов, используемых на фрезерных станках с ЧПУ и обеспечивающих высокую производительность при механической обработке.

Торцовые фрезы имеют угол наклона главной режущей кромки φ в пределах $60 - 75^\circ$. Геометрические параметры:

передний угол $\gamma = 5 - 10^\circ$;

задний угол $\alpha = 5 - 8^\circ$

позволяют создать нормальные условия резания при фрезеровании.

Торцовые фрезы с ножами из композита имеют следующие значения геометрических параметров:

передний угол $\gamma = -5 - 8^\circ$;

задний угол $\alpha = 8 - 12^\circ$;

главный угол в плане $\varphi = 35^\circ$;

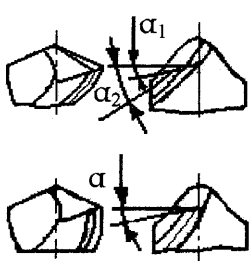
вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 15^\circ$.

Концевые фрезы, как правило, имеют угол наклона зубьев 30° , это создает равномерность фрезерования и хороший сход стружки, передний угол $\gamma = 10 - 15^\circ$;
задний угол $\alpha = 10 - 14^\circ$.

Сверла имеют угол наклона режущих кромок $2\varphi = 118^\circ$. Заточка сверл осуществляется по задней поверхности в двух плоскостях, либо по винтовым поверхностям (табл. 2.18). Это дает возможность автоматизировать процесс заточки и получить задний угол на главных режущих кромках $\alpha = 11 - 12^\circ$, при угле наклона винтовых канавок $\omega = 24 - 35^\circ$, в зависимости от диаметра сверла. Угол наклона перемычки $\psi = 55^\circ$.

Таблица 2.18.

Геометрические параметры режущей части сверла

	Тип заточки	d, мм	α_1°	α_2°
		По двум плоскостям	3 – 18	12
18 – 30			11	40
	По винтовым поверхностям	3 – 18	12	-
		18 – 30	11	-

Геометрические параметры зенкеров выбираются по приложению к ГОСТ 12485-71:

передний угол $\gamma = 5 - 10^\circ$;

задний угол $\alpha = 8 - 15^\circ$;

угол наклона режущих кромок $2\varphi = 60^\circ$;

угол наклона винтовых канавок $\omega = 10 - 30^\circ$.

Геометрические параметры развертки показаны в табл. 2.19. и 2.20.

Геометрические параметры режущей части зенкеров

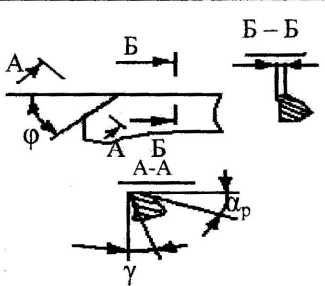
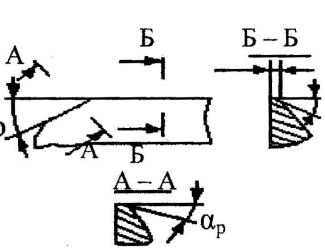
	Обрабатываемый материал	φ°	γ°	f , мм	α_p°	α_k°
	Сталь	60	10	0,8	8 – 10	0
	Чугун	45	6 – 8	0,8	8 – 10	0

Таблица 2.20.

Геометрические параметры режущей части разверток

	Материал режущей части	φ°	γ°	f , мм	α_p°	α_k°
	Быстрорежущая сталь	5 и 15	0	0,1	8 – 10	10
				–	0,35	–
Твердый сплав	5 и 15	0	0,15 – 0,4	10 – 15	0	

Режимы фрезерования (глубина резания – t , подача – S и скорость резания – V) назначаются по нормативам. Глубина резания при черновых проходах обычно равна припуску на обработку $t = H$. При полустистовых проходах с шероховатостью обработанной поверхности $R_z = 40 - 80$ $t = 2 - 5$ мм, при чистовых проходах, когда $R_a = 2,5 - 2,0$ $t = 0,5 - 2$ мм.

Подача S_z выбирается с учетом конструкции фрезы, материала режущей части, обрабатываемого материала (его физико-механических свойств), жесткости системы СПИД и т.п. в пределах $S_z = 0,02 - 1,0$ мм, чаще $S_z = 0,05 - 0,5$ мм.

Стойкость фрез Т для торцовых фрез лежит в пределах $T = 180 - 240$ мин, для концевых $T = 90 - 180$ мин. Скорость резания V выбирается по нормативам или рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_V \cdot D^n}{T^m \cdot S_z^x \cdot t^y \cdot B^z \cdot Z^q} \cdot K, \text{ (м/мин)} \quad (1)$$

При фрезеровании фрезами из быстрорежущих сталей скорость резания $V = 20 - 80$ м/мин, при использовании твердосплавных фрез – $V = 80 - 250$ м/мин.

При сверлении глубина резания $-t = d_{св}/2$. Подача S выбирается по нормативам и зависит от диаметра сверла, обрабатываемого материала и т.д. Подача S колеблется в пределах $0,04 - 0,8$ мм/об. Скорость резания V также выбирается по нормативам или рассчитывается.

При сверлении отверстий сверлами из быстрорежущих сталей $V = 10 - 30$ м/мин, сверлами, оснащенными твердыми сплавами $V = 20 - 50$ м/мин.

При зенкерования $t = 0,5 - 6$ мм в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия, материала детали и пр. Подача $S = 0,1 - 2,0$ мм/об, скорость резания $V = 10 - 40$ м/мин для зенкеров, оснащенных твердым сплавом.

Развертывание – это чаще всего отделочная операция. Глубина резания при развертывании составляет небольшую величину $t = 0,04 - 0,5$ мм. Подача S назначается в зависимости от качества обрабатываемого отверстия и колеблется в пределах $0,3 - 5$ мм/об. Скорость резания $V = 5 - 20$ мм/мин для разверток из быстрорежущих сталей и $V = 15 - 50$ м/мин для разверток, оснащенных твердым сплавом.

При выполнении различных операций на фрезерных станках с ЧПУ применяется смазывающе–охлаждающие среды (СОС). В качестве СОС используется эмульсия (3 – 10% раствор эмульсома в воде), сульфифрезол (легкое осерненное минеральное масло), а последнее время укринол–1 (эмульсия на основе минерального масла), аквол–2 (эмульсия с присадками, содержащими серу и хлор), аквол–10 (синтетическая СОЖ на основе полигликолевой кислоты) и др.

2.7. *Вспомогательный инструмент для фрезерных станков с ЧПУ*

Для закрепления режущего инструмента на фрезерных станках с ЧПУ используется специальная технологическая оснастка – вспомогательный инструмент. Он необходим для того, чтобы режущий инструмент, разнообразный по назначению и конструктивному исполнению, расположить в шпинделе станка. Вспомогательный инструмент является промежуточным элементом между шпинделем станка и режущим инструментом. От конструкции вспомогательного инструмента, не в меньшей степени, чем от конструкции режущего инструмента, зависит надежность всей автоматизированной системы в целом, а также производительность и качество обработанной поверхности.

К вспомогательному инструменту предъявляются следующие требования:

1. Обеспечение надежности закрепления режущих инструментов различных по типам, конструкциям и размерам.

2. Легкость и быстрота смены режущего инструмента, особенно важно это требование при автоматизированном цикле смены инструмента с использованием автооператоров.

3. Возможность настройки режущего инструмента на размер на станке или вне станка с требуемой точностью.

4. Высокая взаимозаменяемость при использовании большой номенклатуры различных по конструкциям и размерам режущих инструментов, переходных оправок и т.п.

5. Высокая жесткость.

6. Высокая износостойкость.

Во ВНИИинструмента разработана система вспомогательного инструмента, которая включает минимальное количество различных переходных оправок и в то же время позволяет закреплять большое количество разнообразных по размерам и конструкциям режущих инструментов.

Хвостовики вспомогательного инструмента, используемого на станках с ЧПУ фрезерной, сверлильной и расточной групп, содержат элементы для закрепления его в шпинделе, а на станках с автоматической сменой инструмента, содержат также элементы для захвата и транспортировки инструмента из магазина шпинделя.

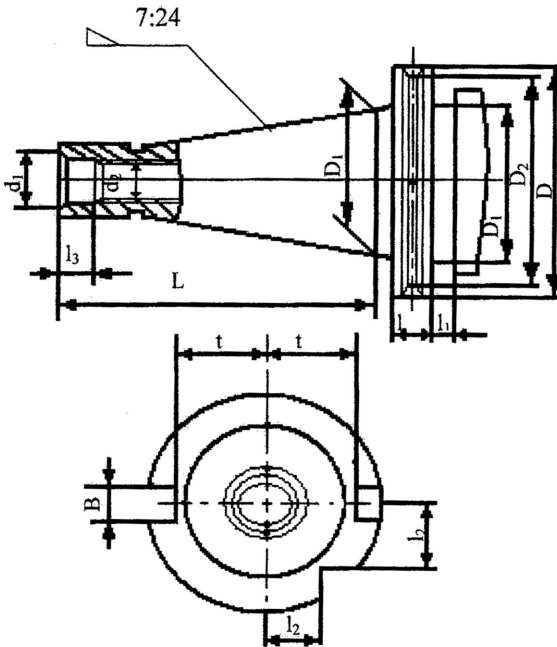
В настоящее время, с учетом рекомендаций ISO, разработан стандарт СЭВ СТСЭВ 1859–79 «Хвостовики инструмента конусностью

7:24 для станков с ЧПУ. Основные размеры». Размеры хвостовиков с конусами 40 и 50 мм приведены в табл. 2.21.

Оправки для насадных фрез предназначены для крепления торцевых трехсторонних и других фрез с торцевыми или продольными шпонками (табл. 2.22, 2.23 и 2.24).

Таблица 2.21.

Хвостовики инструмента конусностью 7:24 (СТ СЭВ 1859-79)



Размеры	Конус 7: 24		Размеры	Конус 7: 24	
	40	50		40	50
D, мм	63	100	l ₁ , мм	10	16
D ₁ , мм	44,45	69,85	l ₂ , мм	18,5	30
D ₂ , мм	58	94	l ₃ , мм	8	11
D ₃ , мм	55	85	b, мм	16,1	25,7
d ₁ , мм	17	25	t, мм	22,5	35,3
d ₂ , мм	M 16	M 24	a, мм	6,6	9,2
L, мм	93,4	126,8	l, мм	10	12

Таблица 2.22.

Оправки для насадных торцевых фрез с поперечной шпонкой

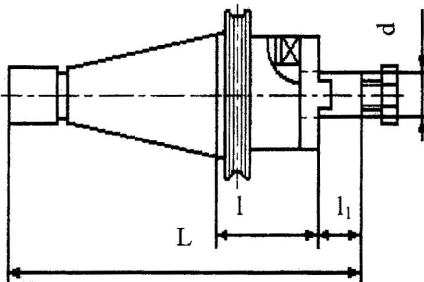
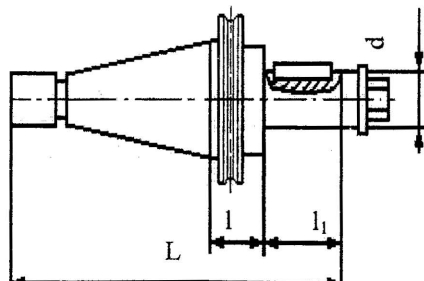
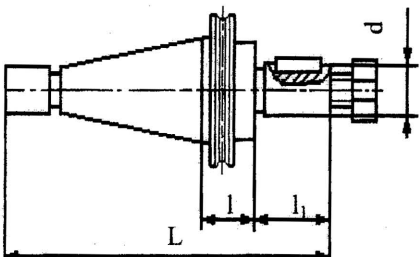
	d_1 , мм	L, мм	l, мм	l_1 , мм	Конус 7:24
	22	161,4	50	18	40
27	163,4	50	20	40	
32	165,4	50	22	40	
40	169,4	50	26	40	
22	199,8	55	18	50	
27	201,8	55	20	50	
32	203,8	55	22	50	
32	207,8	55	25	50	
40	203,8	55	22	50	
40	211,8	55	30	50	
50	206,8	55	25	50	

Таблица 2.23.

Оправки для насадных торцевых фрез с продольной шпонкой

	d_1 , мм	L, мм	l, мм	l_1 , мм	Конус 7:24
	22	228	50	60	40
27	328	150	60	40	
27	287	60	102	40	
27	377	150	102	40	
32	291	60	102	40	
22	262	50	60	50	
22	362	150	60	50	
27	321	60	102	50	
27	411	150	102	50	
32	325	60	102	50	
32	415	150	102	50	
40	321	50	102	50	

Оправки для насадных фрез с продольной шпонкой (ТУ 2 035-698-79)



d_1 , мм	L, мм	l, мм	l_1 , мм	Конус 7:24
16	158,4	35	30	40
22	168,4	35	40	40
27	188,4	35	60	40
32	188,4	35	60	40
40	188,4	35	60	40
16	191,8	35	30	50
22	201,8	35	40	50
27	221,8	35	60	50
32	221,8	35	60	50
40	221,8	35	60	50
50	221,8	35	60	50

Оправки с цанговыми патронами предназначены для закрепления инструмента с цилиндрическими хвостовиками, сверл, зенкеров, фрез, разверток (табл. 2.25, 2.26). Преимуществом цанговых патронов является возможность крепления инструмента с минимальным вылетом и простота регулировки инструмента на размер.

Патроны позволяют закреплять инструменты с хвостовиками размером 20 – 49 мм и 3 – 25 мм.

Оправки для крепления концевых фрез с помощью боковых прижимных винтов (табл. 2.27).

Оправки с нерегулируемыми переходными втулками, предназначены для закрепления инструмента с конусом Морзе 2, 3, 4, 5 (табл. 2.28 и 2.29).

В системе вспомогательного инструмента предусмотрено наличие различных переходных оправок для закрепления зенкеров и разверток, насадных фрез, а также патронов (табл. 2.30, 2.31, 2.32 и 2.33).

Таблица 2.25.

Патроны цанговые с диапазоном зажима 20 – 40 мм
(ТУ2 035-490-76)

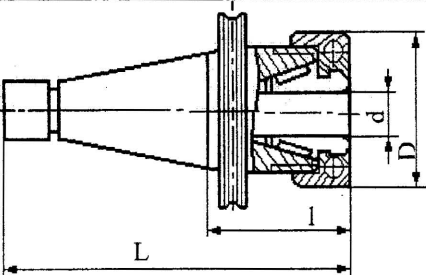
	d, мм	D, мм	L, мм	l, мм	Конус 7:24
	20- 40	100	231	137,6	40
20- 40	100	231	104,2	40	

Таблица 2.26.

Патроны цанговые с диапазоном зажима 3 – 25 мм
(ТУ2 035-490-76)

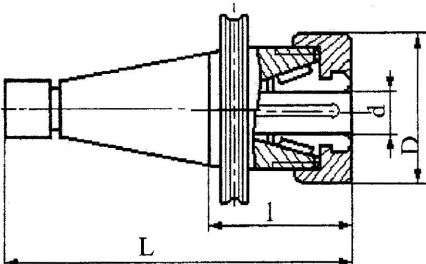
	d, мм	D, мм	L, мм	l, мм	Конус 7:24
	3- 25	63	155	62,5	40
3- 25	63	180	53,2	40	

Таблица 2.27.

Патроны цанговые с диапазоном зажима 20 – 40 мм
(ТУ2 035-490-76)

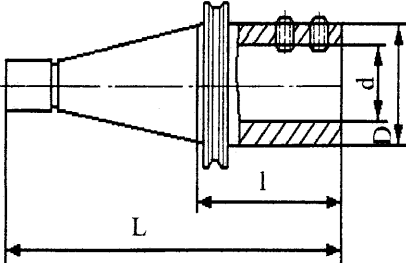
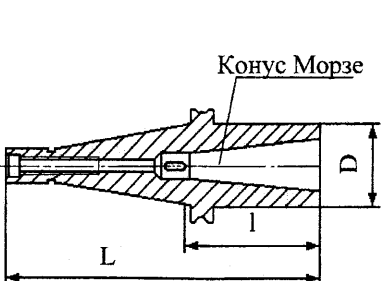
	d, мм	D, мм	L, мм	l, мм	Ко- нус 7:24
	12	42	143,4	50	40
16	48	156,4	63	40	
20	52	156,4	63	40	
25	62	183,4	90	40	
32	72	193,4	100	40	
12	42	189,8	63	50	
16	48	189,8	63	50	
20	52	189,8	63	50	
25	65	206,8	50	50	
32	72	206,8	50	50	
40	80	216,8	90	50	
50	90	241,8	115	50	

Таблица 2.28.

Втулки переходные для инструментов с конусом Морзе с лапкой
(ТУ2 035-762-80)

	D, мм	l, мм	L, мм	Конус 7 : 24	Конус Морзе
	50	50	143,4	40	2
50	50	143,4	40	3	
50	80	173,4	40	4	
55	45	171,8	50	2	
60	60	186,8	50	3	
60	60	186,8	50	4	

Втулки переходные для инструмента с конусом Морзе
с резьбовым отверстием (ТУ2 035-762-80)

	D, мм	l, мм	L, мм	Конус 7 : 24	Конус Морзе
	50	50	143,4	40	2
	50	50	143,4	40	3
	55	45	171,8	50	2
	63	60	186,8	50	3
	63	60	186,8	50	4

Таблица 2.30.

Втулки регулируемые с внутренним конусом Морзе

Короткие							Длинные						
d	D, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	L, мм	l, мм	Конус Морзе	d	D, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	L, мм	l, мм	Конус Морзе
	49,6	36	-	118	14- 49		2	Трап 36*3	49, 6	36	32	238	
	49,6	36	-	118	14- 49	3	49, 6		36	32	238	134 - 16	4

Продолжение табл. 2.30.

66,6	48	-	114	18- 63	2	Трап 48*3	66, 6	48	44	184	58- 103	2
66,6	48	-	114	18- 63	3		66, 6	48	44	184	58- 103	3
66,6	48	-	114	18- 63	4		66, 6	48	44	184	58- 103	4
49,6	36	32	148	44- 79	1		66, 6	48	44	224	98- 143	2
49,6	36	32	148	44- 79	2		66, 6	48	44	224	98- 143	3
49,6	36	32	148	44- 79	3		66, 6	48	44	224	98- 143	4
49,6	36	32	178	44- 79	1		66, 6	48	44	264	138 - 183	2
49,6	36	32	178	44- 79	2		66, 6	48	44	264	138 - 183	3
49,6	36	32	178	44- 79	3		66, 6	48	44	264	138 - 183	4
49,6	36	32	208	104 - 139	1		66, 6	48	44	304	178 - 223	2
49,6	36	32	208	104 - 139	2		66, 6	48	44	304	178 - 223	3
49,6	36	32	208	104 - 139	3		66, 6	48	44	304	178 - 223	4
49,6	36	32	208	134 - 166	1							

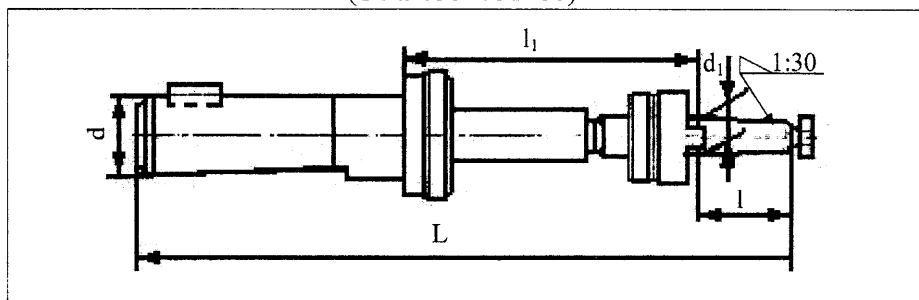
Таблица 2.31.

Втулки переходные для инструментов с конусом Морзе с лапкой
(ТУ2 035-762-80)

d, мм	d ₁ , мм	l, мм	L, мм
36	5 – 25	90 – 124	195
48	5 – 25	55 – 100	181

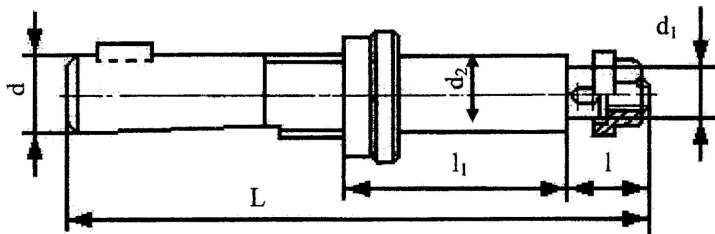
Таблица 2.32.

Оправки регулируемые для насадных зенкоров и разверток
(ТУ2 035-751-80)



d, мм	d ₁ , мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм
36	16	300	30	168 – 200
36	16	300	45	153 – 185
36	19	300	34	162 – 195
36	19	300	50	148 – 180
36	22	307	38	165 – 200
36	22	319	55	165 – 200
36	27	379	55	220 – 265
48	27	391	55	210 – 255
48	32	396	60	210 – 255
48	40	416	65	220 – 265
48	50	416	65	220 – 265

Оправки регулируемые для дисковых фрез



d, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	L, мм	l, мм	l ₁ , мм
36	10	25	195	16	75 – 110
36	16	40	197	18	75 – 110
48	10	25	242	16	100 – 145
48	16	40	244	18	100 – 145
48	22	50	246	20	100 – 145
48	27	60	248	22	100 – 145
48	32	64	256	30	100 – 145

Для установки и закрепления осевого инструмента – сверл, зенкоров, разверток, а также насадных инструментов – зенкоров, разверток, дисковых и прорезных фрез применяются сборные вспомогательные инструменты со сменными регулируемыми элементами.

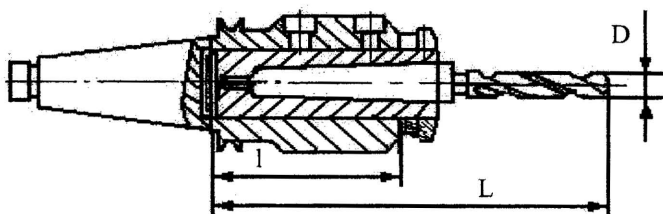
Сборные вспомогательные инструменты позволяют осуществлять регулировку в осевом направлении в широких пределах.

Регулировка вылета инструмента осуществляется с помощью регулировочной гайки с трапецеидальной резьбой. По окончании операции регулировки гайка фиксируется с помощью стопорного винта. Переходная втулка или оправка предохраняется при регулировке от поворота с помощью шпонки.

Сама оправка или втулка стопорится после регулировки двумя винтами (табл. 2.34 и 2.35).

Таблица 2.34.

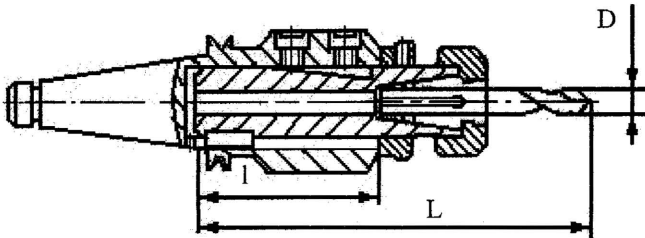
Сборная переходная втулка



Числитель – инструмент
с конусом 40,
знаменатель –
с конусом 50.

Конус Мор- зе	D, мм	l, мм	L, мм	
			min	max
2	14,25– 16,0	120/60	270/215	305/250
2	16,25– 23,0	120/60	300/245	335/280
3	23,25– 25,0	120/60	320/265	355/300
3	25,25– 31,5	120/60	340/285	375/320
3	30,75– 32,0	120/60	360/305	395/340

Сборный цанговый патрон



D, мм	l, мм	L, мм		D, мм	l, мм	L, мм	
		min	max			min	max
5,0–5,3	120/105	210/180	300/320	10,1– 10,6	120/105	230/195	340/280
5,4–6,0	120/105	215/180	310/240	10,7– 11,8	120/105	235/200	345/280
6,1–6,7	120/105	215/185	315/245	11,9– 13,2	120/105	240/205	350/280
6,8–7,5	120/105	220/185	320/250	13,2– 14,0	120/105	240/210	355/285
7,6–8,5	120/105	225/190	325/255	14,25– 15,0	120/105	245/210	365/290
8,6–9,5	120/105	225/190	330/260	15,25– 16,0	120/105	250/215	370/300
9,6–10	120/105	230/165	340/270	16,25– 17,0	120/105	255/220	375/305

2.8. Приборы для настройки инструмента на размер вне станка

На фрезерных станках с ЧПУ в большинстве случаев используется инструмент определенных размеров и установленный в определенном положении относительно системы координат станка. Для этого инструмент предварительно настраивается вне станка на требуемый размер с помощью специальных устройств. Возможна настройка инструмента на размер и на станке, но настройка вне станка в значи-

тельной степени повышает эффективность использования станка с ЧПУ сокращая подготовительно – заключительное и вспомогательное время на наладку и поднастройку станка. Также способствует повышению производительности механической обработки и качество обработанных поверхностей.

Приборы и устройства для настройки инструмента на размер к станкам с ЧПУ обладают большой универсальностью и позволяют без предварительных операций производить настройку различных по конструкциям и типоразмерам инструментов.

Прибор для размерной настройки инструмента мод. БВ–2013 предназначен для размерной настройки режущего инструмента для станков фрезерной, сверлильной и расточной групп (рис. 2.19).

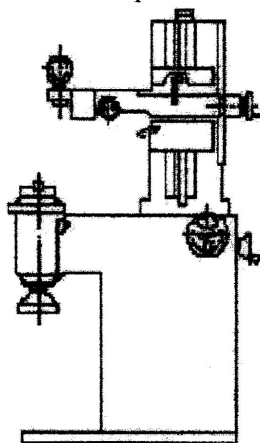


Рис. 2.19. Прибор для размерной настройки инструмента мод. БВ–2013

Установка координат производится по линейкам, установочным мерам длины, конусам и фиксацией положения режущей кромки инструмента по индикаторам, как по диаметру, так и по вылету инструмента.

Техническая характеристика прибора мод. БВ–2013

Диаметр настраиваемого инструмента, мм	0 – 300,
Вылет настраиваемого инструмента, мм	70 – 400,
Цена делений, фиксируемая индикатором	
по диаметру, мм	0,002,
по вылету, мм	0,01,

Погрешность координат

по диаметру, мм0,002,

по вылету, мм0,06.

Приборы для размерной настройки инструмента мод. БВ-2014, БВ-2015 и БВ-2016 аналогичны по конструкции прибору БВ-2013.

Прибор БВ-2015 оснащен отсчетными микроскопами СОМ-21 и МО-В (рис. 2.20). Установка координат производится по шкалам и отсчетным микроскопам. Положения режущей кромки производится по визирному микроскопу.

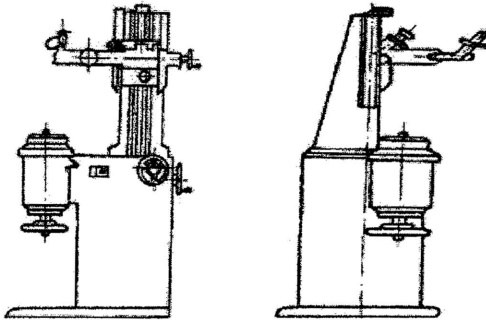


Рис. 2.20. Прибор для размерной настройки инструмента мод. БВ-2015

Диаметр настраиваемого инструмента, мм.....0 – 300,

Вылет настраиваемого инструмента, мм 70 – 400,

Увеличение визирного микроскопа, 30^x

Поле зрения микроскопа, мм 7,0,

Установка координат микроскопа

по диаметруМОС-21

по вылетуМО-В

Цена деления отсчетного устройства, мм

по диаметру0,001

по вылету0,01

Погрешность координат, мм

по диаметру0,003

по вылету0,01

Прибор для размерной настройки инструмента мод. БВ-2027 снабжен индуктосинами и устройством цифровой индикации Ф-5147. Это повышает точность настройки инструмента на размер.

3. КИНЕМАТИКА И КОНСТРУКЦИЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

3.1. Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13Ф3

Также как и универсальные фрезерные станки, все консольно-фрезерные станки с ЧПУ (вертикально фрезерные, горизонтально-широкоуниверсально-фрезерные станки) имеют схожую кинематику, которую можно рассмотреть на примере вертикально-фрезерного станка с ЧПУ мод. 6Р13Ф3 (рис. 3.1). Этот станок одноинструментальный и предназначен для обработки деталей сложного профиля фрезерованием, сверлением и зенкерованием в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Компоновка, основные узлы и движения в станке

Станина станка А состоит из основания и корпуса, скрепленных болтами. По вертикальным направляющим корпуса станины движется консоль, осуществляющая установочное движение по оси Z. По горизонтальным направляющим консоли в поперечном направлении, по координате Y, перемещаются поперечные салазки Е, а по направляющим салазок в продольном направлении, по координате X, стол Д. Названные перемещения представляют собой движения подачи, а главное движение сообщается от коробки скоростей Б шпиндельному узлу В, который установлен на ползуне, имеющем вертикальное перемещение (движение подачи по оси Z). Таким образом, компоновка станка описывается формулой $X Y W O Z C_v$.

Кинематика станка

Главное движение задается асинхронным двигателем М1, и идет через коробку скоростей с тремя передвжными блоками зубчатых колес Б₁, Б₂, Б₃ и передачи Z = 39 – 39, 48 – 48 в шпиндельной головке. Это обеспечивает 18 значений частот вращений шпинделя в пределах 40 – 2000 об/мин. Минимальное значение частоты вращения обеспечивается следующим уравнением кинематической цепи.

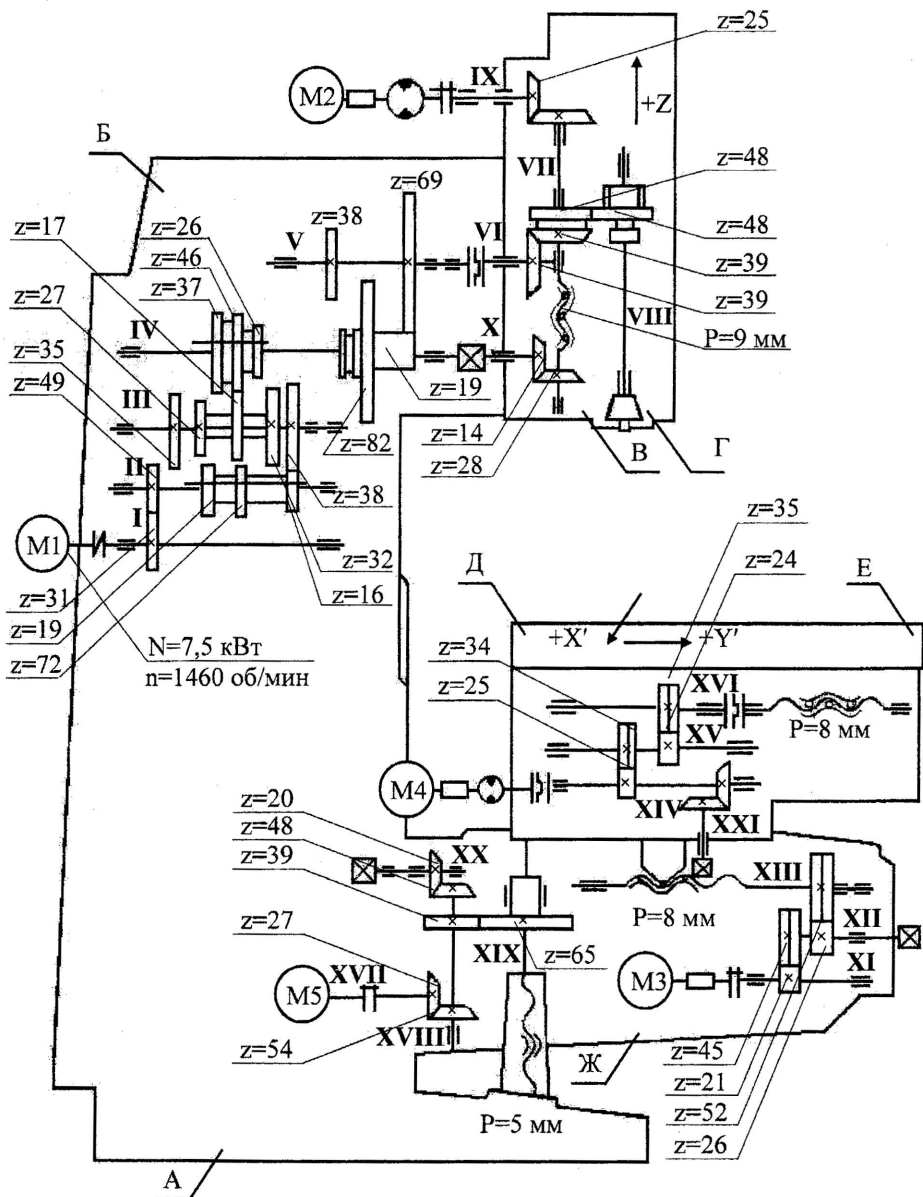


Рис. 3.1. Кинематика станка 6P13Ф3

$$n_{\min} = 1460 \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{16}{38} \cdot \frac{17}{46} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{48}{48} = 40 \text{ об/мин}$$

Движения подачи осуществляются от одинаковых шаговых электродвигателей M_2 – для вертикальной, M_3 – для поперечной и M_4 – для продольной подачи, которые через гидроусилители и соответствующие кинематические цепи осуществляют перемещение исполнительных механизмов. Для вертикальной подачи эта цепь выглядит следующим образом – конические колеса $Z = 25 - 25$, винтовая передача качения с шагом $T = 8$ мм.

Для поперечной подачи – беззазорный редуктор $Z = 27 - 45$ и $26 - 52$ и винтовая передача качения $T = 8$ мм.

Для продольной подачи – беззазорный редуктор и косозубые колеса $Z = 25 - 34$, $24 - 35$, а также на винт $T = 8$ мм.

Установочное вертикальное перемещение консоли осуществляется от гидродвигателя M_5 через зубчатые передачи $Z = 27 - 54$, $39 - 65$ и ходовой винт скольжения $T = 6$ мм.

3.2. Вертикально-фрезерный станок с крестовым столом и ЧПУ МА655Ф3

Такие станки выпускаются в трех модификациях – как одноинструментальные станки, станки с револьверной головкой и как многооперационные станки с магазином сменных инструментов. Станки названной модели являются типичными представителями пятой подгруппы – вертикальных бесконсольно-фрезерных станков.

Компоновка, основные узлы и движения в станке

Главное движение (рис. 3.2) вращение задается шпиндельному узлу, расположенному в подгруппе В. Задается это вращение через коробку скоростей, расположенную в шпиндельной бабке Г. Продольная и поперечная подачи осуществляются крестовым столом. По горизонтальным направляющим станины А перемещаются салазки крестового стола Б (координата У, поперечная подача), а по направляющим салазок, в продольном направлении – стол (координата Х). Вертикальная подача (координата Z), осуществляется за счет перемещения ползуна В по направляющим шпиндельной бабки Г. Кроме того имеется установочное перемещение шпиндельной бабки Г в вертикальном на-

правлении по направляющим станины. Таким образом, структурная формула компоновки такого станка имеет вид $X Y O W Z C_V$.

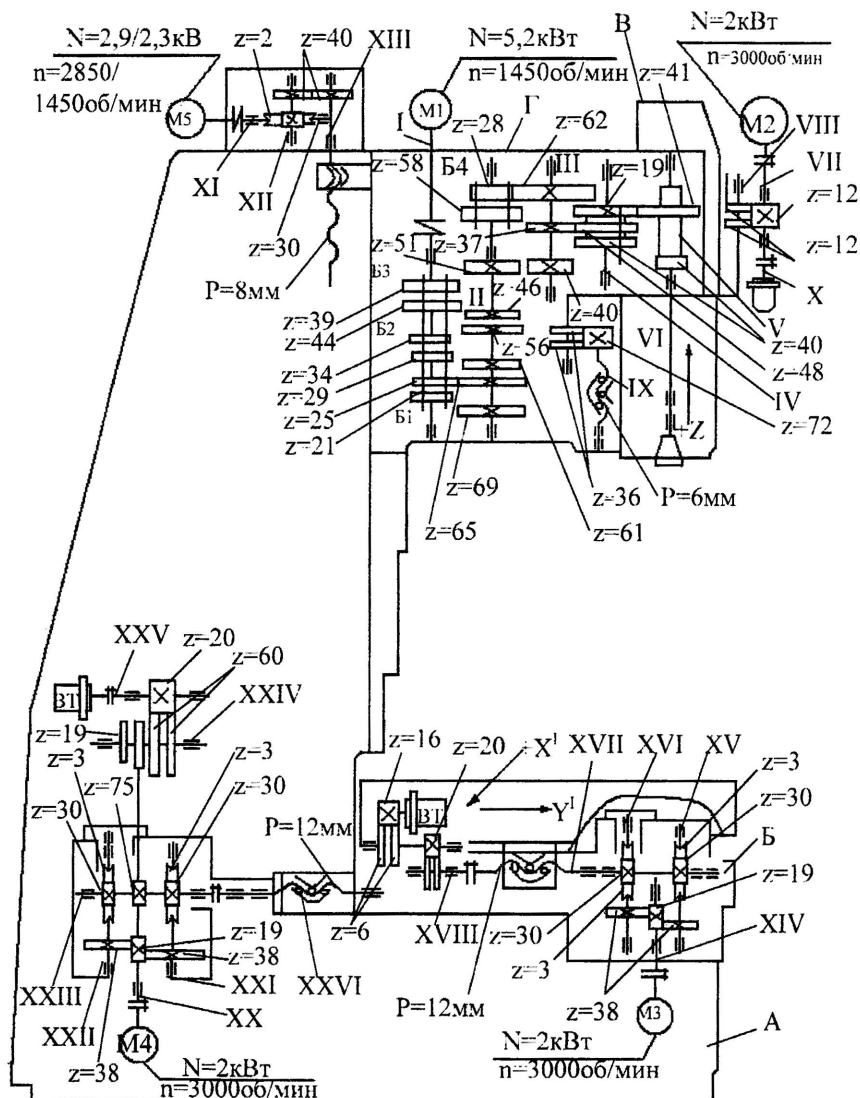


Рис. 3.2. Кинематика станка МА655Ф3

Кинематика станка

Главное движение осуществляется от асинхронного электродвигателя М1 и передается на восемнадцатиступенчатую коробку скоростей. Однако, передвижные блоки зубчатых колес Б1, Б2, Б3, Б4 и Б5 обеспечивают лишь 17 практических значений частот вращения шпинделя в пределах 63 – 2500 об/мин. Это связано с тем, что два значения частот совпадают. Минимальная частота шпинделя

$$n_{\min} = 1450 \cdot \frac{21}{69} \cdot \frac{28}{62} \cdot \frac{32}{48} \cdot \frac{19}{41} = 63 \text{ об/мин}$$

Приводы подачи по координатам Х и У – идентичны. Эти приводы следящие, с использованием регулируемых двигателей постоянного тока с тиристорным управлением. Слежение обеспечивается использованием двухконтурной системы автоматического регулирования с жесткими обратными связями по скорости и пути. Для контроля скорости используют тахогенераторы (ТГ) для путевого контроля – вращающиеся трансформаторы (ВТ), которые соединены с ходовым винтом через беззазорные редукторы.

От электродвигателя М3 и М4 движение передается через зубчатые пары $Z = 19 - 38$ и червячные редукторы $Z = 3 - 30$ на шариковые винтовые пары с шагом 12 мм, которые перемещают стол и салазки. С винтов движение снимается с помощью беззазорных редукторов обратной связи $Z = 60 - 20$ и $64 - 16$ и передается на ВТ.

Для устранения зазоров в зубчатых зацеплениях редуктора подачи имеют две параллельные кинематические ветви, а в редукторах обратной связи подпружиненные разрезные шестерни.

Привод вертикальной подачи осуществляется от регулируемого двигателя постоянного тока через беззазорные передачи $Z = 12 - 12$ и $36 - 72$ и передачу винт-гайка качения с шагом 6 мм.

Привод установочного перемещения шпиндельной бабки осуществляется от двухскоростного асинхронного двигателя М5 через червячную пару $Z = 2 - 30$, зубчатую передачу $Z = 40 - 40$ и ходовой винт с шагом 8 мм.

3.3. Горизонтальный фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ 6904ВМФ2

Он является типичным представителем станков 9-ой подгруппы, в которую чаще входят станки горизонтальной компоновки, предназначенные для комплексной обработки корпусных деталей средних размеров с одного установа.

Компоновка, основные узлы и движения в станке

Станок имеет горизонтальную компоновку. Станина представляет собой основание, на котором установлена колонна. По вертикальным направляющим колонны перемещается шпиндельная головка (движение подачи по координате У) главным движением является вращение горизонтально расположенного в шпинделе головке шпиндельного узла.

По горизонтальным направляющим основания перемещается крестовый поворотный стол, который обеспечивает продольную подачу Х, поперечную Z и круговую, поворот вокруг вертикальной оси β. На лицевой стороне колонны размещен механизм смены инструмента, состоящий из магазина и автооператора. Структурная формула станка для модификации, не имеющей устройства автоматической смены инструмента имеет вид β X Y Z O Y C_v.

Кинематика станка

Главное движение. Шпиндель станка получает вращение от электродвигателя постоянного тока М1 (рис. 3.3) через зубчатоременную передачу 18 – 45, коническую пару зубчатых колес 35 – 35 и подвижной блок Б1, обеспечивающий переключение двух диапазонов частот вращения. Переключение блока Б1 осуществляется отдельным двигателем М2 со встроенным редуктором через пару конических колес Z = 18 – 50 и систему рычагов. Контроль положения блока осуществляется микропереключателем. Частота вращения шпинделя определяется выражением

$$n_{\text{шп}} = \frac{18}{45} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{57}{33} \cdot \left(\frac{23}{68} \right).$$

Механизмы подачи, включающие продольное и поперечное перемещение стола, его поворот, а также вертикальное перемещение шпиндельной головки, конструктивно выполнены одинаково. От двигателей постоянного тока М3, М4 и М5 с тиристорным управлением движение передается через двухступенчатые (координаты Z и У) и трехступенчатые (координата X) редукторы винтовым передачам качения с шагом 10 мм. Круговая подача осуществляется от электродвигателя М6 через трехступенчатый редуктор и червячную передачу. Уравнения кинематического баланса, описывающие движения подач, имеют вид

$$S_{\text{верт}} = \frac{22}{55} \cdot \frac{50}{50} \cdot \frac{36}{72} \cdot 10 \text{ мм/мин}$$

$$S_{\text{прод}} = \frac{22}{32} \cdot \frac{32}{37} \cdot \frac{20}{72} \cdot 10 \text{ мм/мин}$$

$$S_{\text{поп}} = \frac{25}{42} \cdot \frac{20}{72} \cdot 10 \text{ мм/мин}$$

$$S_{\text{круг}} = \frac{25}{49} \cdot \frac{25}{34} \cdot \frac{23}{40} \cdot \frac{1}{100} \cdot 360$$

Отсчетно-измерительная система станка – замкнутая с индуктивными и фотоэлектрическими датчиками. Отсчет продольного перемещения производится фотоимпульсным датчиком, а углового перемещения круговым электроиндуктивным датчиком (все датчики обозначены буквой Д). Отсчет поперечных и вертикальных перемещений осуществляется с помощью индуктивных датчиков, якоря которых соединены с дополнительными ходовыми винтами, соответственно, XIX и XXXIII, в свою очередь связанными с соответствующими ходовыми винтами подачи через дифференциальные механизмы. Сигнал рассогласования измеренный датчиками поступает в блок управления приводов и, через систему слежения, посредством электродвигателей М7 и М8 производит доворот отсчетных винтов в сторону уменьшения сигнала рассогласования.

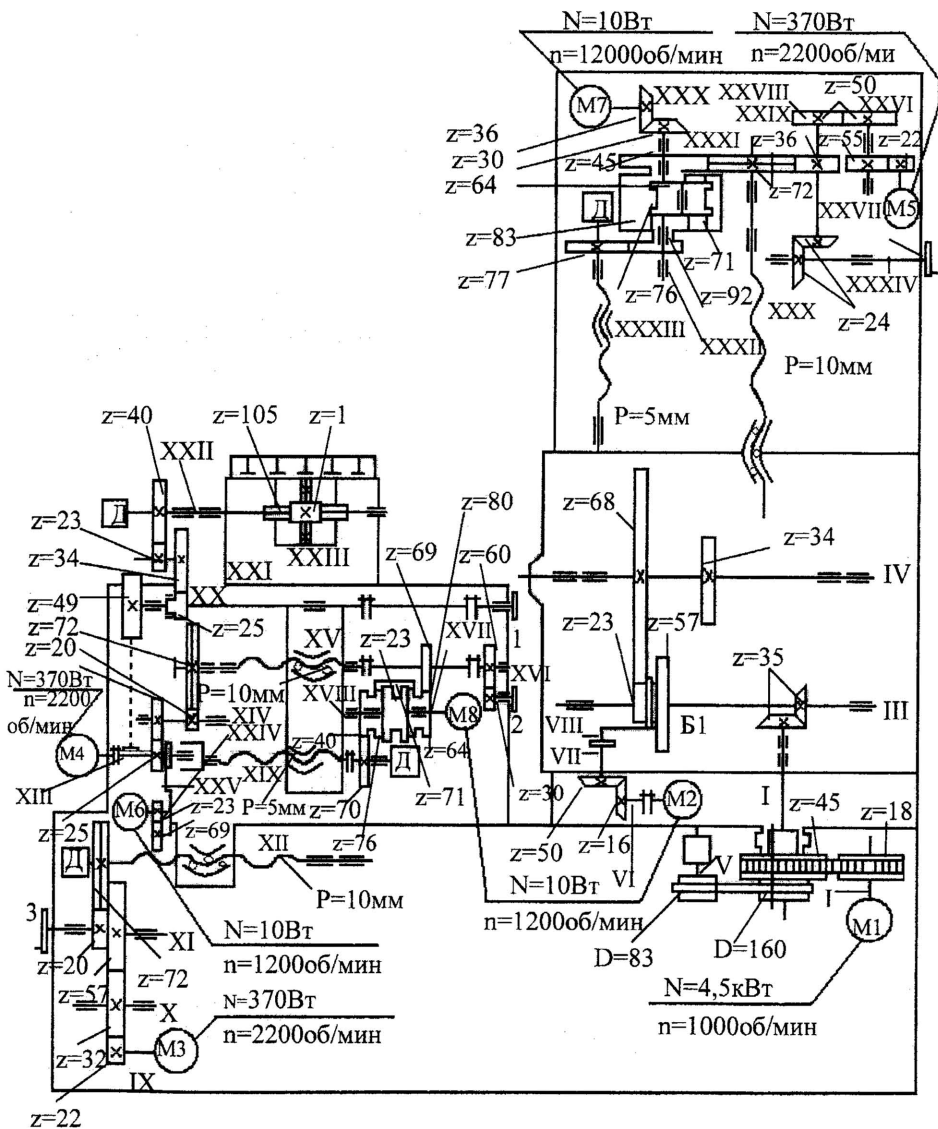


Рис. 3.3. Кинематика станка 6904ВМФ2

3.4. Горизонтальный фрезерный бесконсольный станок с ЧПУ 6305Ф4

В классификации станков с ЧПУ, принятой в СССР, третья подгруппа для универсальных станков, является свободной, однако, имеются станки с ЧПУ, включенные в эту подгруппу. Как правило это фрезерные станки, имеющие бесконсольную горизонтальную компоновку, тяжелые, с большим числом управляемых координат и автоматической сменой инструмента. Станок 6305Ф4 является типичным представителем семейства станков этой подгруппы.

Компоновка, основные узлы и движения в станке

Шпинделю IV (рис. 3.4) с инструментом сообщается главное движение вращения. Продольную подачу совершает стол Б по направляющим, которые установлены на станине А. На этом столе монтируется круглый стол В, который вращается вокруг вертикальной оси β , на который устанавливается деталь.

По вертикальным направляющим перемещаются салазки Д (установочное перемещение) с ползуном Е (подача по оси Y) и магазин Г. Ползун Е вместе со шпинделем имеет горизонтальное перемещение (подача по оси Z) по направляющим салазок. Таким образом, структурная формула этого станка имеет вид $\beta X O Y Z C_V$.

Двигатель М5 предназначен для поворота магазина инструментов. Движение от электродвигателя идет через зубчатые передачи $Z = 20 - 39$, $22 - 60$, $37 - 60$ (или $40 - 63$) и червячную передачу $Z = 1 - 24$. Муфты М3 и М4 предназначены для реверсирования поворота магазина, муфта М2 – для торможения.

3.5. Вертикально-фрезерные станки моделей ЛФ-260МФ3 и 6520Ф3-36 с крестовым столом

Конструкция станка. Станки моделей ЛФ-260МФ3 и 6520Ф3-36 с крестовым столом шириной 320 мм выпускаются на одной конструктивной базе. Различаются они следующим: станок мод. ЛФ260МФ3-многоцелевой, оснащен 15-позиционным инструментальным магазином, устройством автоматической смены инструментов и электродвигателем постоянного тока в качестве привода главного движения; в станке мод. 6520Ф3-36 инструментальный магазин отсутствует, а в качестве при-

вода главного движения используют асинхронный электродвигатель и коробка скоростей.

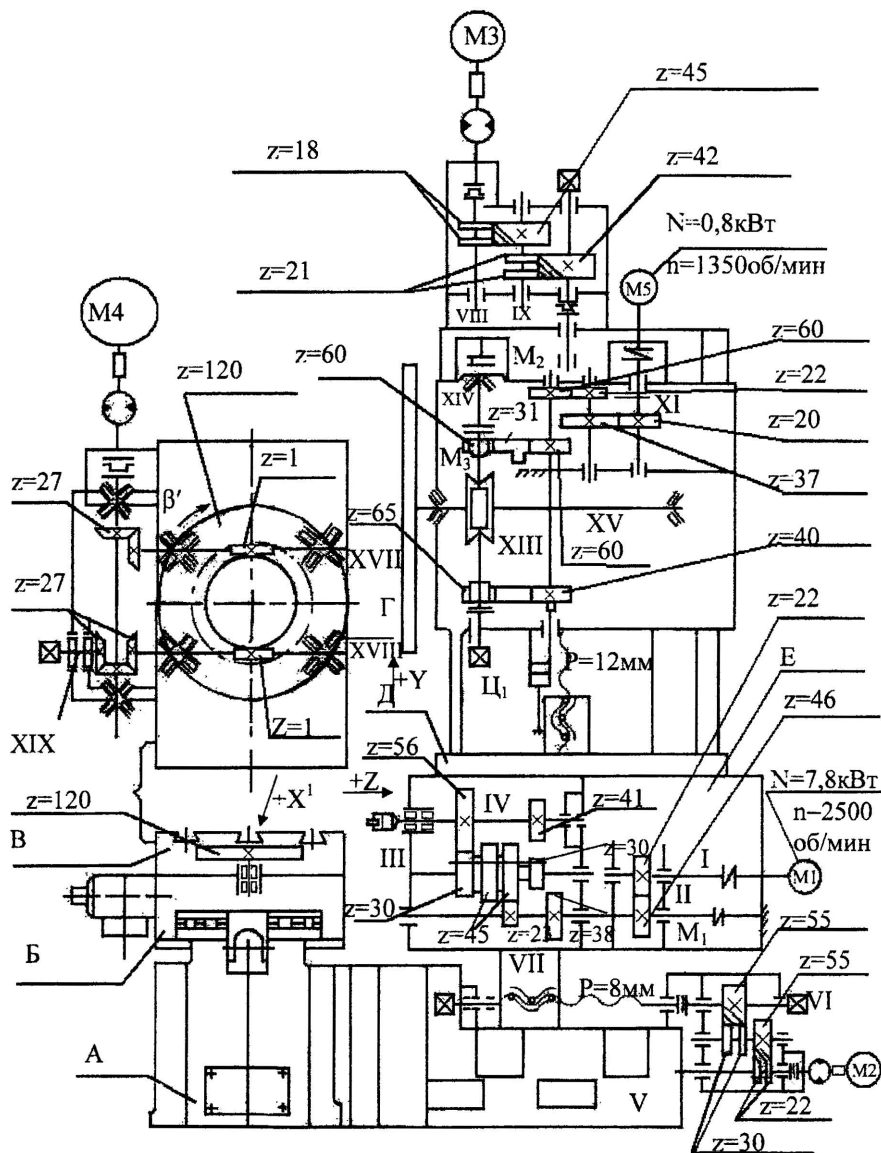


Рис. 3.4. Кинематика станка 6305Ф4

Техническая характеристика:

	ЛФ-260МФ	6520ФЗ-36
Размеры рабочей поверхности стола, мм:		
длина.....	630	630
ширина	320	320
Наибольшее перемещение стола, мм:		
продольное.....	500	500
поперечное	320	250
Наибольшее вертикальное перемещение		
Фрезерной бабки, мм.....	350	350
Частота вращения шпинделя, об/мин.....	31,5 – 1600	31,5 – 1600
	(по заказу 50 – 4000)	
Мощность электродвигателя главного		
движения, кВт.....	8	4
Наибольшие рабочие перемещения по осям		
X, Y и Z, мм/мин	5 – 1800	5 – 1800
	(по заказу 5 – 3200)	
Скорость быстрых перемещений по осям		
X, Y и Z, мм/мин.....	8000	8000
Максимальный диаметр инструмента, устанавливаемого в магазине, мм:		
без пропуска гнезда.....	80	-
с пропуском гнезд	125	-
Габарит станка, мм:		
длина.....	2000	1480
ширина	2020	1890
высота.....		2185
Масса станка (без электрооборудования), кг ...	3300	3000

Общий вид станка мод. ЛФ-260МФЗ показан на рис. 3.5.

Стойка 1 станка установлена на массивном основании 2, имеющем направляющие для поперечного перемещения салазок 3 со столом 4. Внутренняя полость основания используется как резервуар для охлаждающей жидкости. На передней стороне стойки находятся прямоугольные направляющие для вертикального перемещения фрезерной бабки 5. Между направляющими стойки установлен цилиндр вертикального перемещения фрезерной бабки. На боковой стороне стойки установлен кронштейн 6 с инструментальным магазином 7 и механизмом смены инструмента 8. Сверху стойки находится электродвигатель

и редуктор 9 привода главного движения фрезерной бабки.

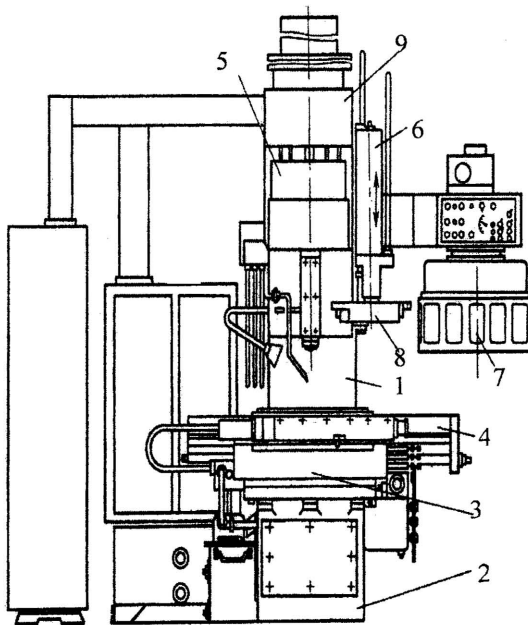


Рис. 3.5. Общий вид вертикально-фрезерного станка мод. ЛФ-260МФЗ с ЧПУ станка

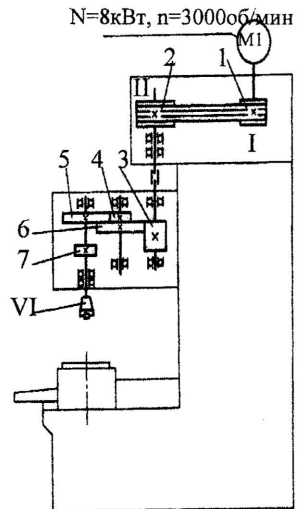


Рис. 3.6. Кинематическая схема главного привода мод. ЛФ-260МФЗ

Кинематическая схема станка показана на рис. 3.6. Привод главного движения осуществляется от электродвигателя М1 постоянного тока. От вала I электродвигателя вращения (через шкивы 1 и 2 клиноременной передачи и шлицевого вала II) передается на входной вал III фрезерной головки; затем через зубчатые колеса 3 и 6 вала IV, далее через зубчатые передачи 4 и 5 (или 6 и 7) – шпиндель VI станка. Изменение частоты вращения шпинделя производится автоматически (по программе) путем переключения блока колес 4 и 6 и изменением (с помощью тиристорного преобразователя) частоты вращения электродвигателя.

Для перемещения стола, салазок и фрезерной головки применен

гидравлический привод, особенностью которого является то, что обратная связь по перемещению достигается креплением опор задающего винта непосредственно на рабочем органе станка (столе, салазках и фрезерной бабке). Следящий золотник, используемый в станке, показан на рис. 3.7.

Кинематическая связь между золотником 11 и задающим винтом 5 осуществляется ощупывающим устройством, представляющим собой двухплечный рычаг 10, смонтированный на шарикоподшипниках в корпусе 8. Нижнее плечо рычага (с помощью шатуна, выполненного в виде плоской пружины 12) шарнирно соединено с золотником. На верхнем плече рычага установлен щуп 9 с шарикоподшипником, который контактирует с ниткой задающего винта 5. Прижим рабочего щупа к нитке обеспечивается пружиной 13 и щупом 16, установленным на планке 14, закрепленной на оси 15. В корпусе следящего золотника смонтированы микропереключатели 6, 7, 1 и 4. Микропереключатели 1 и 4 – аварийные; при отклонении золотника от нейтрального положения более чем на 3 мм они отключают вращение шагового двигателя. Микропереключатели 6 и 7 работают от упоров 19 и 17, расположенных на кронштейне 18, а переключатель 1 и 4 от упоров 2 и 3; по команде с УЧПУ они обеспечивают выход рабочих органов станка в исходное (нулевое) положение. Микровыключатель 7, имеющий толкатель с демпфером, дает команду на переход с ускоренной подачи на замедленную, а микровыключатель 6 – на остановку в исходном положении. Во избежание преждевременного выхода из строя подшипников, установленных на щупах 9 и 16, усилие прижатия их к нитке задающего винта не должно превышать 40 – 45 Н.

Винты (рис. 3.8), задающие движение по трем координатам, конструктивно выполнены аналогично. Винт 3 смонтирован в подшипниках 2. Резьба на задающих винтах специальная прямоугольная. Вращение винтов осуществляется шаговыми электродвигателями через одноступенчатые понижающие редукторы и полумуфту 1. Для отсчета перемещений на винтах имеются лимбы 4 с ценой деления 0,05 мм.

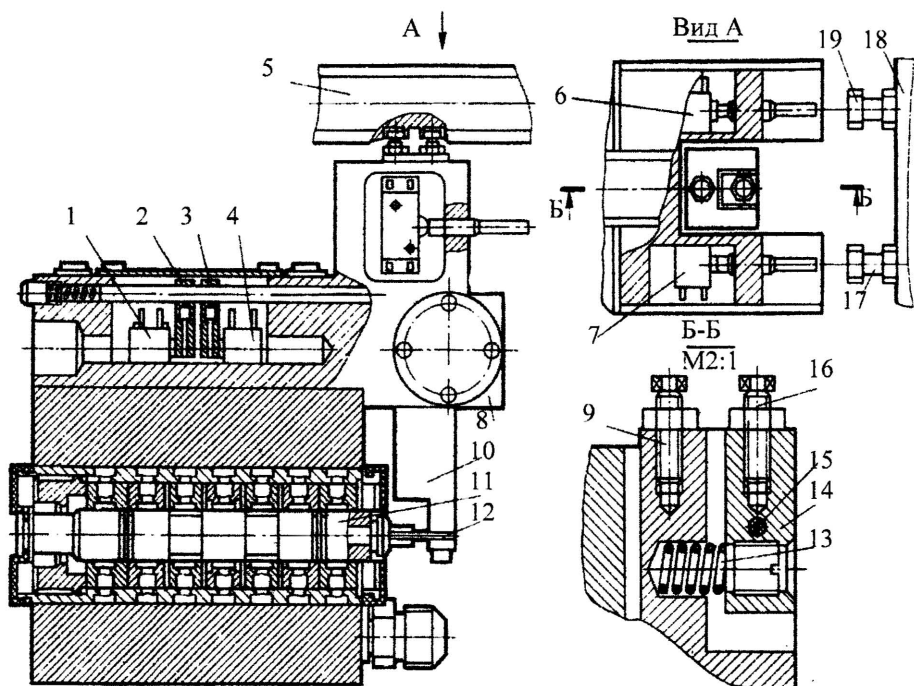


Рис. 3.7. Следящий золотник

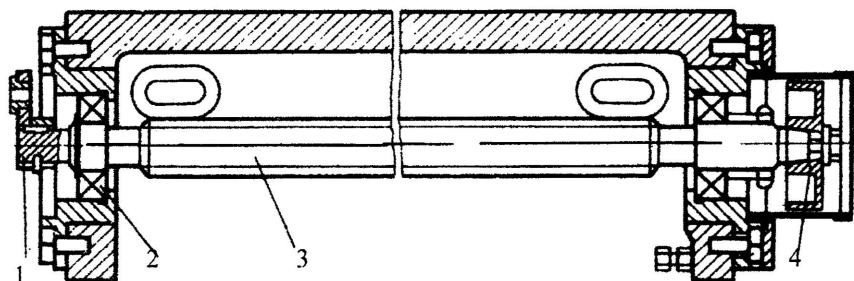


Рис. 3.8. Задающий винт

Пульт управления станком мод. ЛФ-260МФЗ показан на рис. 3.9.

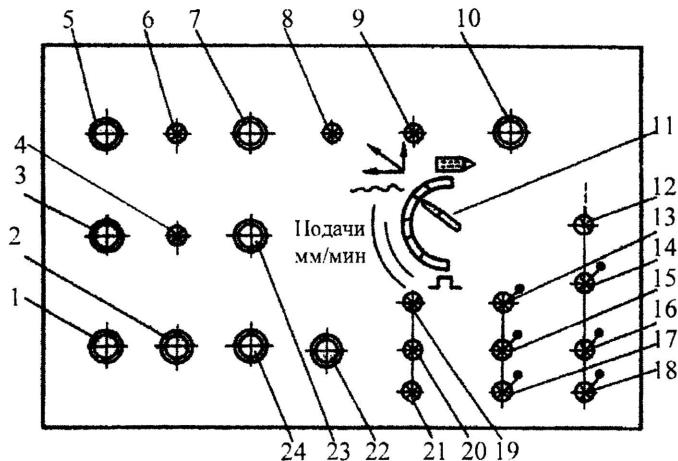


Рис. 3.9. Главный пульт управления станком: 1 – кнопка разжима ползуна шпинделя, 2 – кнопка вращения магазина инструментов, 3 – пуск привода, 4, 6, 8, 19–21 – сигнальные лампочки, 5 – кнопка включения станка, 7 – кнопка «Стоп», 9 – переключатель «Технологический останов», 10 – кнопка «Пуск программы», 11 – переключатель режимов, 12 – переключатель «Стоп подача», 13 – тумблер выбора направления перемещения стола, 14 – то же, наладочных перемещений автооператора, 15 – то же, направления перемещений салазок, 16 – то же, наладочного подъема автооператора, 17 – то же, направления перемещения ползуна шпинделя, 18 – наладочный поворот автооператора, 22 – кнопка «Подача в ручном режиме», 23 – кнопка «Стоп привода», 24 – кнопка «Снятие фиксации инструмента в магазине».

Станок мод. ЛФ–260МФЗ оснащен УЧПУ мод. НЗЗ–1М; пульт этого УЧПУ показан на рис. 3.10.

В верхней части пульта расположена полоса 8 световой числовой информации, на которой с помощью специальных ламп высвечиваются номера кадров УП, номера инструментов и трехразрядные числа коррекции. Световое табло 1 информирует о ходе выполнения УП. В случае каких-либо неполадок высвечиваются надписи 2 ("Сбой станка") или 3 ("Сбой ЧПУ"). При нормальной работе высвечиваются надпись 4 ("Автомат") и указатели, информирующие оператора о месте (адресе) выполнения команды например, ОХ, ОУ и ОZ. Возвращение в нуль по коор-

динатным осям X, Y и Z; КВ - "Конец ввода", ТО - "Технологический останов", КП - "Конец программы"). Клавиши ("Привод"), 6 ("ЧПУ") и 7 ("Технологический останов") предназначены для подтверждения команд УП, записанных на перфоленте. Например, если команда "Технологический останов" была задана не как безусловная, то ее осуществление возможно только при нажатии клавиши 7. Эти же клавиши используют при работе в режиме "Ручной ввод".

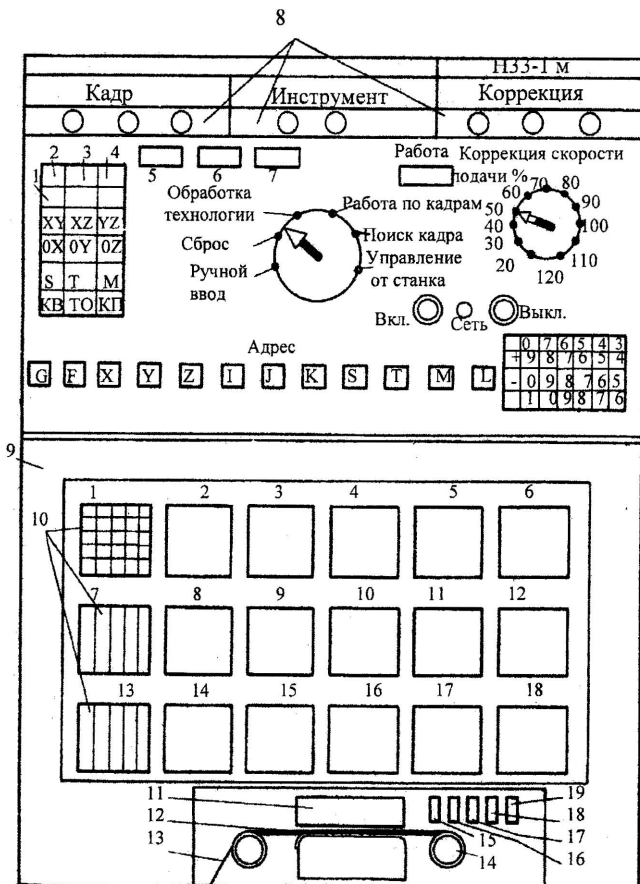


Рис. 3.10. Пульт УЧПУ мод.НЗЗ-1М

Под названием "Адрес" расположены клавиши, обозначенные буквенными символами и служащие для адресования различного

вида команд, вносимых в УЧПУ при работе в режиме "Ручной ввод" (как правило, при наладке станка). При наладке станка от УЧПУ коррекции (под адресом 4) осуществляются с технологического пульта 9, расположенного ниже основного пульта УЧПУ. На пульте 9 размещены 18 декадных переключателей 10, на которых могут быть набраны четырехзначные числа (например, максимальное 99,99 и знаки "+" или "-"). Ниже технологического пульта (в нише) помещено фотосчитывающее устройство "Консул 337-6", предназначенное для перфолент 13 (с восемью дорожками) и состоящее из считывающего аппарата 11, считывающей головки 12, двух бобин 14; последние служат для сматывания и наматывания лент с записью УП. На пульте 9 помещены также клавиши управления: 15 (включение фотосчитывающего устройства); 16 (пуск); 17 (направление ленты влево); 18 (направление ленты вправо); 19 (выключение фотосчитывающего устройства).

Режимы работы УЧПУ следующие: ручной ввод; сброс; обработка технологии; работа по кадрам; поиск кадра; управление от станка.

Режим "Управление от станка" предусматривает два варианта работы – ручной (наладочный) и автоматический.

В ручном режиме управления рабочими органами станка, осуществляемом с помощью кнопок и переключателей, расположенных на пульте управления, производят следующие операции: включение и отключение электродвигателя гидропривода; изменение подачи рабочих органов станка; перемещение рабочих органов в обоих направлениях; установка рабочих органов в исходное положение; стоп подачи; освобождение-зажим инструмента; расфиксация инструмента в магазине; поворот инструментального магазина; раздвижение захватов манипуляторов; опускание и подъем манипулятора; поворот манипулятора.

Последовательность работы в ручном режиме.

1. Включают вводный автомат, при этом на дверке электрошкафа загорается сигнальная лампочка.

2. Включают электродвигатель гидропривода нажатием на кнопку "Пуск" на пульте управления станком; при наличии давления в гидросистеме на этом пульте загорается сигнальная лампочка, а на пульте оператора, УЧПУ – сигнальная лампочка "Сеть". Включают

(кнопкой на пульте станка) преобразователь привода главного движения, при этом загорается сигнальная лампочка на пульте управления станком.

3. Включают УЧПУ кнопкой "Сеть".

4. Переключатель рода работы на пульте УЧПУ устанавливают в положение "Сброс", нажимают кнопку "Сброс привода" и "Сброс ЧПУ", а затем указанный переключатель устанавливают в положение "Управление от станка".

5. Переключатель "Стоп-подача" устанавливают в положение 1.

6. Переключателем выбора режима на пульте управления выбирают одну из фиксированных подач.

7. Одним из переключателей выбора направления координат выбирают направление перемещения рабочего органа и нажимают кнопку "Подача". Перемещение по координате прекращается при отпуске кнопки. Переключатель выбора направления после отработки перемещения возвращают в нейтральное положение. Аналогичным образом проверяют перемещение по остальным координатам.

В режиме "Шаг" за одно нажатие кнопки "Подача" происходит перемещение на один импульс (дискету). Выход подвижных органов станка в исходное положение (выход в "0") осуществляют в ручном режиме (по каждой координате раздельно) на подаче 2400 мм/мин.

За положительное направление перемещения на станке принято: по координате X – движение стола влево; по координате Y – движение салазок на оператора; по координате Z – движение фрезерной бабки вверх.

Для приведения стола станка, по координате X в исходное положение необходимо: выполнить пункты 1 – 5 указанной последовательности работы в ручном режиме; переключатель выбора режимов установить в положение "Выход в 0"; переключатель направления перемещения по координате X установить в положение "Влево"; нажать кнопку "Подача" и удерживать ее в нажатом состоянии до окончания цикла.

Стол начинает перемещаться влево на подаче быстрого хода. При наезде на микровыключатель шаговый двигатель тормозит до подачи 240 мм/мин. Стол за время торможения переместится примерно на 10 мм, после чего срабатывает микровыключатель, по сигналу которого УЧПУ "дотягивает" шаговый двигатель до начального состояния

его фаз (при этом на табло оператора УЧПУ горят лампочки координаты X). Исходное положение стола индицируется лампочкой на пульте управления и лампочкой на световом табло УЧПУ. После выхода стола в исходное положение переключатель направления перемещения устанавливают в нейтральное положение.

Стол по координате Y и фрезерную бабку по координате Z устанавливают в исходное положение аналогично.

Операции "Быстрый ход" и "Установка рабочих органов в исходное состояние" можно выполнить только после прогрева масла.

Для освобождения инструмента, находящегося в шпиндельной бабке, необходимо нажать соответствующую кнопку; если в шпинделе находится инструмент, то его нужно придерживать от выпадания.

Для изъятия инструмента из инструментального магазина нажимают соответствующую кнопку; если в магазине в позиции "Смена инструмента" находится инструмент, его нужно придерживать от выпадания.

Для поворота инструментального магазина (при установке в него инструмента) нажимают соответствующую кнопку и держат ее в нажатом состоянии до тех пор, пока пустое гнездо магазина не пройдет несколько дальше позиции смены инструмента, после чего кнопку отпускают. При этом магазин поворачивается в противоположном направлении до установки на жесткий упор и в позиции "Смена инструмента" окажется пустое гнездо.

Для проверки работы манипулятора в ручном режиме служат переключатели, которые действуют только при нахождении шпиндельной бабки в исходном состоянии. При левом положении переключателя захваты манипулятора раздвигаются и инструмент в магазине расфиксируется.

При правом положении переключателя захваты манипулятора раздвигаются, инструмент в магазине расфиксируется, инструмент в шпиндельной бабке освобождается, шпиндель вращается с частотой примерно 100 об/мин. Эта операция используется при проверке опускания и подъема манипулятора с раздвинутыми захватами и с инструментом.

После выполнения нужной операции переключатель устанавливают в нейтральное положение, при этом захваты манипулятора сдвигаются.

При нажатии переключателя вниз манипулятор опускается в нижнее положение, где находится до тех пор, пока переключатель не будет нажат в противоположную сторону, в результате чего манипулятор поднимется вверх.

Поворот манипулятора можно осуществлять только при сдвинутых его захватах.

Используя органы ручного управления с помощью манипулятора можно полностью осуществить цикл смены инструмента.

Если в шпинделе (магазине) имеется инструмент, то после опускания манипулятора вниз нельзя раздвигать его захваты, так как при этом инструмент выпадает из шпинделя (магазина). Перед началом работы в автоматическом режиме манипулятор устанавливают в исходное положение.

При работе в автоматическом режиме перемещение подвижных органов станка по трем координатам осуществляется по УП, считываемой УЧПУ с восьмидорожечной перфоленты. В УП также могут быть записаны, а станком отработаны технологические команды. Помимо этого в автоматическом режиме действуют следующие органы управления станком: выключатель "Стоп-подача"; кнопка "Запуск программы"; кнопка "Запуск преобразователя"; кнопка "Общий стоп".

Последовательность работы в автоматическом режиме приведена ниже.

1. Выполняют пункты 15, указанные в последовательности проведения работ в ручном режиме.

2. Заправляют перфоленту в фотосчитывающее устройство согласно инструкции его эксплуатации.

3. Переключатель выбора режимов устанавливают в положение "Автоматическая работа", при этом на световом табло загорается лампочка "Автомат".

4. Нажимают кнопку "Запуск программы" или заблокированную с ней кнопку "Работа".

В УЧПУ предусмотрен режим "Технологический останов", задаваемый с перфоленты командами M00 и M01. Эти команды являются внутренними и на станок не выдается.

Имеются два варианта работы в режиме "Технологический останов".

1. Безусловный останов, задаваемый командой M00. В этом случае после считывания команды отработка УП прекращается и на световом табло УЧПУ загорается лампочка ТО. Дальнейший ввод кадров возможен лишь после нажатия кнопки "Запуск программы" (на пульте станка) или кнопки "Работа" (на пульте УЧПУ).

2. Условный останов, задаваемый командой M01. В этом случае

даже при поступлении команды M01 отработка УП прекращается только при нажатой клавише "Технологический останов" на пульте УЧПУ. Дальнейшая отработка УП осуществляется нажатием кнопки "Запуск программы" или "Работа".

В последнем кадре УП записывается команда M02, означающая конец программы. После ее считывания отработка УП прекращается и на световом табло загорается лампочка "КП". Для повторной отработки УП нужно переключатель рода работ (на пульте УЧПУ) установить в положение "Сброс".

Выключатель "Стоп-подача", расположенный на пульте станка, предназначен для прекращения подачи без потерь информации.

Если перед пуском УП рабочие органы станка находились в исходном положении и отработка УП прошла без сбоев, то по окончании программы рабочие органы должны вернуться в исходное положение.

Правильность отработки УП контролируют состоянием фаз шаговых двигателей (имеются соответствующие лампочки на пульте УЧПУ) и положением лимбов на рабочих органах станка.

При сбое УЧПУ отработка УП прекращается, а сбой индицируется на световом табло лампочкой "Сбой ЧПУ".

При наезде на микропереключатели, ограничивающие перемещение по любой координате, загорается лампочка "Сбой станка". Отвод подвижных органов от крайних положений производится в ручном режиме движением в противоположную сторону. При срабатывании теплового реле защиты двигателя шпинделя также загорается надпись "Сбой станка".

Режим ручного ввода используют для проверки совместной работы УЧПУ и станка без перфоленты. При этом информацию (аналогичную информации, считываемой с перфоленты) для отработки УП набирают вручную с помощью кнопок и декадных переключателей на пульте УЧПУ.

В режиме ручного ввода возможно перемещение рабочих органов по любой координате (или координатам), а также выполнение всех технологических команд.

Если переключатель выбора режимов работы на пульте станка находится в положении ручной работы, то команды M06 (смена инструмента) и команды по адресу T (поиск инструмента) не обрабатыва-

ются.

Последовательность работы в режиме ручного ввода следующая.

1. Включают станок и УЧПУ.

2. Переключатель рода работы на пульте УЧПУ устанавливают в положение "Сброс" и соответствующими кнопками на пульте УЧПУ производят "Сброс ЧПУ" и "Сброс привода", после чего переводят переключатель в положение "Ручной ввод".

3. Переключатель "Стоп подача" устанавливают в положение "1".

4. На пульте УЧПУ набирают (с помощью кнопок и декадных переключателей) необходимую информацию.

В режиме "Отработка технологии" отрабатывают технологические команды без перемещения рабочих органов.

В режиме "Поиск кадра" разыскивают нужный кадр на перфоленте, для чего набирают (на декадном переключателе) номер кадра, предшествующий искомому, и нажимают кнопку "Работа". В результате перед устройством фотоввода будет находиться искомый кадр.

В режиме "Покадровая работа" отрабатывают УП по одному кадру. Для ввода и отработки последующего кадра необходимо нажать кнопку "Работа на устройстве ЧПУ". Конец отработки кадра контролируют с помощью надписи "Работа" на световом табло УЧПУ; эта надпись должна исчезнуть.

При наладке следует помнить, что управление станком от УЧПУ в режиме "Проверка" запрещается. Для перемещения рабочих органов в исходное положение переключатель на пульте управления устанавливают в положение "Выход в 0". Один из переключателей устанавливают в положительном направлении и нажимают кнопку "Подача". Выход в исходное положение осуществляют для каждой координаты отдельно. Исходное положение по координатам подвижных органов станка соответствует исходному состоянию фаз шагового двигателя, что индицируется лампочками на пульте УЧПУ.

Во всех режимах работы станка команде "Смена инструмента" обязательно должна предшествовать команда "Поиск инструмента" (даже в случаях, когда инструмент находится в позиции его смены). Инструмент кодируют (с помощью набора колец-упоров, расположенных на хвостовике инструментальной оправки) следующим образом. С оправки (рис. 3.11, а) снимают кодирующие кольца 1, 2, 3 и 4. Затем эти кольца устанавливают на оправке в соответствии с таблицей

(рис. 3.11, б), где указаны номера инструментов и кодовые комбинации, определяющие порядок воздействия колец-упоров на микропереключатели.

Регулировка станка и устранение неисправностей. В процессе эксплуатации станка возникает необходимость в регулировании отдельных его узлов с целью восстановить их работоспособность.

Натяжение ремней привода главного движения регулируют специальным винтом, предварительно ослабив винты крепления подmotorной плиты к стойке станка.

Высокое давление ($p = 4$ МПа) в гидросистеме настраивают регулировочным винтом предохранительного клапана высокого давления, а низкое давление ($p = 2,5$ МПа) регулировочным винтом предохранительного клапана низкого давления при движении одного из рабочих органов станка на ускоренном ходу.

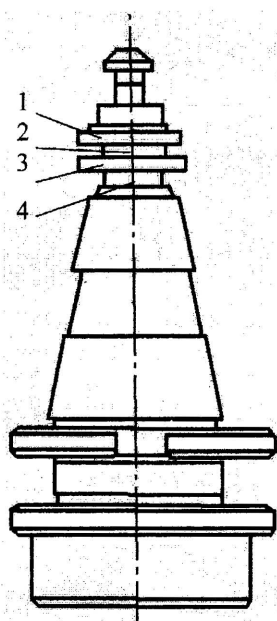
Зазоры в направляющих стола и салазок в горизонтальной плоскости и в направляющих фрезерной бабки в вертикальной плоскости регулируют клиньями с помощью винтов.

Зазоры в направляющих салазок в вертикальной плоскости и направляющих фрезерной головки в горизонтальной плоскости регулируют подшлифовкой поджимных планок. Результаты регулирования проверяют щупом толщиной 0,04 мм, который не должен проходить между сопряженными поверхностями (допускается "закусывание" щупа на длине не более 20 мм).

После регулировки проверяют легкость перемещения стола, салазок, фрезерной бабки и механизма смены инструмента; перемещение этих узлов должно осуществляться при давлении в гидросистеме до 0,5 МПа.

Аварийные конечные выключатели, ограничивающие ход рабочих органов, регулируют двумя упорами, а конечные выключатели выхода в исходное положение – винтами, установленными в кронштейнах задающих винтов.

Конечный выключатель замедления должен срабатывать за 10 – 10,5 мм до конца хода подвижного органа (так как путь торможения шагового двигателя 10 мм). Конечный выключатель "Зоны нуля" должен срабатывать за 0,2 – 0,4 мм до конца хода подвижного органа.



а)

Номер инструментов	Кодовые комбинации			
	$1=2^0$	$2=2^1$	$4=2^2$	$8=2^3$
1	+			
2		+		
3	+	+		
4			+	
5	+		+	
6		+	+	
7	+	+	+	
8				+
9	+			+
10		+		+
11	+	+		+
12			+	+
13	+		+	+
14		+	+	+
15	+	+	+	+

б)

Рис. 3.11. Инструментальная оправка с набором кодирующих колец (а) и таблица кодирования номеров инструментов (б)

4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Приспособления, используемые для закрепления заготовок, обрабатываемых на станках с ЧПУ, должны отличаться высокими точностью, жесткостью и виброустойчивостью. Конструкция приспособления должна позволять быстро сориентировать его по отношению к системе координат станка, а также быстро перенастроить его для обработки другой заготовки. Приспособление должно обеспечивать минимальное время установки и снятия заготовки детали приспособления не должны препятствовать подходу режущего инструмента к поверхности заготовки.

Указанным требованиям в значительной степени отвечают приспособления сборно-разборные (СРП) и универсально-сборные (УСП). При обработке больших партий деталей кроме УСП и СРП используют и специальные приспособления.

При обработке деталей на станках с ЧПУ очень важно правильно ориентировать контур обрабатываемой детали относительно нулевой точки станка и его координатных осей. Рекомендуются следующие способы установки и ориентации приспособлений.

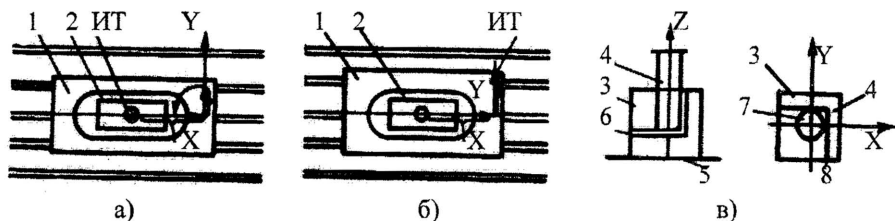


Рис. 4.1. Схемы установки приспособления и заготовки в исходные точки (ИТ)

Способ 1. Приспособление 1 (рис. 4.1., а) и закрепленная на нем заготовка 2 ориентируются базировочными поверхностями параллельно направлениям перемещения стола станка. Центральное отверстие в заготовке, расположенное (согласно чертежу изделия) точно относительно обрабатываемого контура, является исходной точкой траектории режущего инструмента. В конусном отверстии шпинделя станка закрепляют гладкий валик, центрируемый цанговым патроном. На валик надевают скользящую по нему втулку, наружный диаметр которой равен диаметру центрального отверстия в заготовке. С помощью этого устройства ось шпинделя совмещают с осью отверстия в заготовке, что и определяет правильное положение приспособления, в котором его закрепляют. На пульте управления нажимают кнопку "Установка в 0". Работа по УП начнется с начального перемещения на величину а (по оси X) и на величину б (по оси Y), в этой точке шпиндель (со своего исходного крайнего верхнего положения) перемещает инструмент в рабочую зону. После обработки шпиндель вернется в исходную точку (ИТ).

Способ 2. Приспособление 1 с закрепленной на нем заготовкой 2 (рис. 3.12,6) ориентируют параллельно направлениям перемещений стола станка. Ось шпинделя (с помощью валика со втулкой) устанавливают в ИТ, отстоящую на величину a по оси X и на величину b по оси Y от центрального базового отверстия в заготовке. Если высокой точности не требуется, стол может быть перемещен на расстояния a и b по отсчетным линейкам. На пульте управления нажимают кнопку "Начало отсчета 0". При таком задании ИТ путь инструмента короче, установка проще, однако точность положения заготовки (или приспособления) меньше.

Способ 3. Его принципиальное отличие от способов 1 и 2 состоит в том, что шпиндель устанавливают в ИТ с помощью установа (рис. 4.2.). Установ 3 (см. рис. 4.1., в), закрепленный на приспособлении 5, занимает положение ИТ, предусмотренное УП. Валик 4, закрепленный в шпинделе, ручным перемещением стола устанавливают относительно установа 3 так, чтобы в зазоры 7 и 8 проходили пластины (цупы) толщиной 0,03 мм. Если вместо контрольного валика 4 закрепить режущий инструмент, то, контролируя зазор 6, можно установить расчетный вылет инструмента. На установе, как правило, выгравированы координатные оси X , Y и Z .

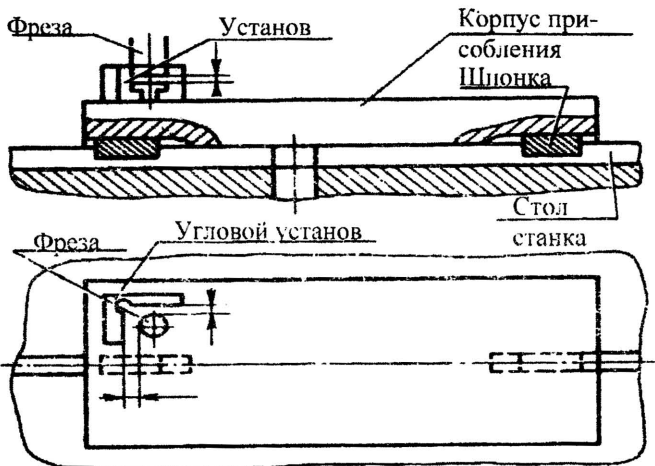


Рис. 4.2. Схемы установки приспособления и заготовки в исходные точки (ИТ) с помощью установа

Ориентировать приспособление можно также с помощью координатной плиты, закрепленной на столе станка. Плита (рис. 4.3.) имеет калиброванные отверстия, расположенные в определенной последовательности, и Т-образные пазы для крепления приспособлений или заготовок. Приспособления базируются на плите с помощью фиксирующих штырей. Использование координатной плиты позволяет осуществлять быструю смену приспособлений.

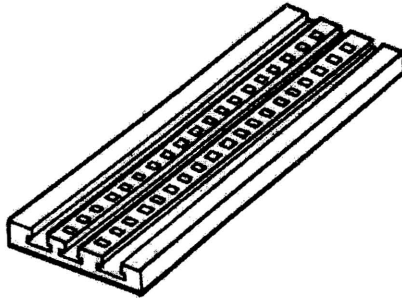


Рис. 4.3. Координатная плита

5. НАЛАДКА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Работы по наладке фрезерных, а также сверлильных и расточных станков с ЧПУ включают в себя: наладку режущего инструмента; установку инструмента; ввод коррекции на размеры инструмента и на режимы обработки; ориентирование и установку приспособлений изаготовок; зарядку считывающего устройства; пробную обработку первой детали.

Наладка режущего инструмента. Инструмент, необходимый для выполнения операции на станке с ЧПУ, комплектуют в точном соответствии с картой обработки. Для подготовки инструмента к определенной операции необходимы карты комплектации, операционные карты, составляемые при разработке технологического процесса. Карты комплектации содержат схему сборки инструмента, его настроечные и размерные параметры, требования к точности сборки, коды и др.

При наладке инструмент настраивают на размер на специальных приборах, отсчетные устройства которых разнообразны по конструкции.

Прибор мод. БВ-2013 с устройством отсчета по мерным плиткам показан на рис. 5.1. Инструмент с конусным хвостовиком устанавливают в шпинделе 3 и затягивают маховичком 1, при этом фиксатор 3 исключает поворот шпинделя. На стойке прибора размещены вертикальная 10 и горизонтальная 9 каретки. Вертикальную каретку перемещают (вращая маховичок 12) ходовым винтом 11 и фиксируют рукояткой 4. На прямоугольных направляющих этой каретки смонтирована горизонтальная каретка 9, предназначенная для установки измерительного инструмента. На каретке 9 размещены насадка 5 и два индикатора с ценой деления 0,01 мм (для определения длины вылета инструмента) и 0,02 мм (для определения наибольшего радиуса или радиального биения инструмента).

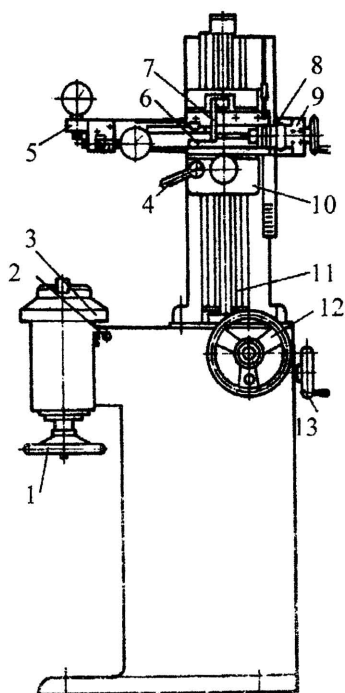


Рис. 5.1. Прибор мод. БВ-2013 с устройством отсчета по мерным плиткам

На призме 6 расположена концевая мера. Поворачивая лимб

микрометрической головки 8 (винт которой через концевую мсру прижат к неподвижному упору 7), устанавливают необходимый размер по координатным осям X и Y. Для предварительной установки каретки служит маховичок на торце ходового винта. Гайка ходового винта имеет гарантированный осевой зазор, который выбирается пружиной, обеспечивающей упругий контакт упора 7 с винтом головки 8.

При горизонтальном перемещении каретки 9 одновременно вращают (маховичком 1) шпиндель 3; в результате штифт индикатора вначале коснется инструмента в точке наибольшего радиуса, определяя тем самым его размер. Длину вылета инструмента измеряют по вертикальной шкале, медленно перемещая картку 10 маховичком 13. Размер определяют в момент, когда торцовое режущее лезвие инструмента коснется (в горизонтальной плоскости) штифта индикатора.

На рис. 5.2. показан прибор мод. БВ-2015 с оптическим отсчетным устройством.

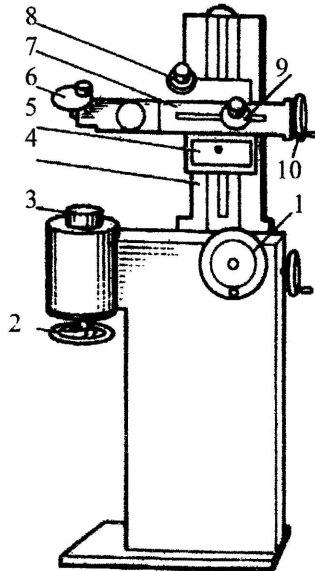


Рис. 5.2. Прибор мод. БВ-2015 с оптическим отсчетным устройством

Стойка 4 прибора имеет вертикальные направляющие, по которым перемещается каретка 5. Визирный микроскоп 6 смонтирован на конце траверсы 7, перемещающейся в поперечном направлении по

горизонтальным направляющим каретки 5. Шпиндель 3 смонтирован в подшипниках и поворачивается от руки. В верхней части шпинделя имеется коническое отверстие для установки переходной оправки, несущей режущий инструмент, закрепляемый рукояткой 2. Координатные расстояния вершины режущей кромки устанавливаются по отсчетным микроскопам 8 и 9. Микроскоп 6 служит для необходимо смазать тонким слоем наблюдения за инструментом. Каретку 5 перемещают маховичком 1, а поперечину 7 – маховичком 10.

Прибор нужно оберегать от ударов и сотрясений. Направляющие перед началом работы индустриального масла И-20А. Наружные поверхности оптических деталей следует сначала очистить от пыли кистью (из меха) и при необходимости протереть чистым обезжиренным ватным тампоном, смоченным в гидролизном этиловом спирте или эфире.

Ниже изложен порядок настройки на оптическом приборе расточной оправки.

1. С помощью ключа и винта грубой регулировки устанавливают резец примерно на требуемый радиус и замеряют штангенциркулем длину вылета резца от тела оправки.

2. Протирают конический хвостовик оправки, устанавливают (без удара) ее в гнездо шпиндельной втулки приспособления и закрепляют с помощью зажимного механизма.

3. Устанавливают оптическую часть приспособления на заданный для данного инструмента координаты вылета вершины резца от оси и от торца шпинделя. Координаты с помощью микроскопов отсчитывают по соответствующим шкалам.

4. Поворачивая шпиндельную втулку приспособления, наблюдают на экране проектора положение режущих кромок резца. В момент, когда резец займет наиболее удаленное положение, вращение втулки прекращают.

5. Замечают на экране проектора отклонение вершины резца от перекрестия. Если инструментальная оправка имеет устройство для изменения вылета, то, пользуясь им, устанавливают вершину резца на вертикальную линию перекрестия. Если такое устройство отсутствует, то смещают оптическую часть приспособления, предназначенную для настройки инструмента вдоль оси оправки, до положения, когда вершина резца выйдет на вертикальную линию перекрестия.

6. С помощью лимба резцовой вставки смещают резец до совпадения его вершины с горизонтальной линией перекрестия. Если вершина отклонилась от этой линии, то добиваются совпадения с помощью регулировочных устройств, а при их отсутствии смещают оптическую часть приспособления в осевом направлении.

7. Отсчитывают по микроскопу фактический вылет инструмента, записывают его значение на специальной бирке, которую прикрепляют к инструментальной оправке.

8. Освобождают оправку, снимают ее с приспособления и устанавливают на специальную тележку для доставки к станку.

С помощью оптического прибора можно также проверить правильность и точность изготовления режущей части инструмента.

Установка инструмента. На станках с ручной сменой инструмента первый инструмент устанавливают до начала операции, а последующие – во время пауз, предусмотренных в УП.

В момент паузы на световом табло пульта оператора в рубрике "Инструмент" индицируется светящееся число, соответствующее номеру инструмента, которым следует заменить инструмент, установленный на станке. Оператор нажимает кнопку на пульте управления станком, и, сняв прежний инструмент (после его автоматического освобождения), устанавливает новый, после чего возобновляет работу в автоматическом режиме нажатием кнопки "Работа".

На многоцелевых станках с автоматической сменой инструментов все участвующие в операции инструменты до начала обработки устанавливают в гнезда магазина. Причем в станках с кодированными гнездами инструмент устанавливают в точном соответствии с кодами (номерами) гнезд, указанными в операционной карте. Ошибка в установке инструмента может вызвать аварию станка и поломку инструмента.

В станках с кодированными инструментальными оправками инструмент в гнездах располагают произвольно.

В некоторых станках кодируют инструмент; выполнение такого кодирования будет рассмотрено ниже.

Ввод коррекции на размеры инструмента и на режимы обработки. Коррекция (исправление) вносят в УП, записанную на перфоленте. Коррекции чаще всего вызваны отклонениями размеров ин-

струментов и заготовок от расчетных значений.

Коррекции вводят с пульта УЧПУ (в положении "Нуль отсчета") до начала обработки УП. Корректируют геометрические размеры инструмента (диаметр, длину вылета, и др.) и режим обработки (подачу, частоту вращения шпинделя).

Подачу корректируют: в коррекции выражаются числом импульсов, любое время в процессе обработки УП, если ее скорость не превышает 1200 мм/мин (для УЧПУ моделей НЗЗ-1М, НЗЗ-2М, 2С-85 и др.). Значения геометрических коррекций выражаются числом импульсов.

Допустим, что радиус фрезы оказался больше расчетного на 0,28 мм. Чтобы получить значение коррекции траектории центра фрезы, следует указанное отклонение (0,28 мм) разделить на значение цены импульса и присвоить полученной величине знак "+", так как в нашем примере поправочное перемещение имеет направление от заготовки. Например, при цене импульса 0,01 мм коррекция составит $0,28 : 0,01 = 28$.

Величину и знак коррекции записывают под номером того корректора на пульте УЧПУ, который в соответствии с УП предусмотрен для ее выполнения. Одновременно рекомендуется записать вид коррекции. Могут быть введены только те коррекции, которые предусмотрены в УП, что устанавливает при чтении технологической карты наладки и распечатки УП. Каждая строка УП содержит информацию одного кадра и начинается с его номера. Например, N - 001G01 X - 008450 Y - 004280 Z - 002476F - 4724L - 301LF.

Внесение коррекции возможно, если в кадре есть слова с адресом L, который всегда располагают в конце фразы (кадра).

На рис.3.17, (а) показана схема коррекции при линейной интерполяции на размер радиуса фрезы 1. Пунктиром 2 показан неправильный (расчетный) путь центра фрезы, требующий исправления. Коррекции Δx и Δy вводят со знаком "-".

На рис. 5.2. (б) показана схема коррекции при круговой интерполяции. Для изменения размера радиуса дуги 1 координата X ее начальной точки А должна быть увеличена на Δx , т.е. фрезу 2 относят от центра дуги вправо. В записи соответствующих кадров должны быть заданы подготовительная функция 053 и коррекция L306, где 6 - номер корректора.

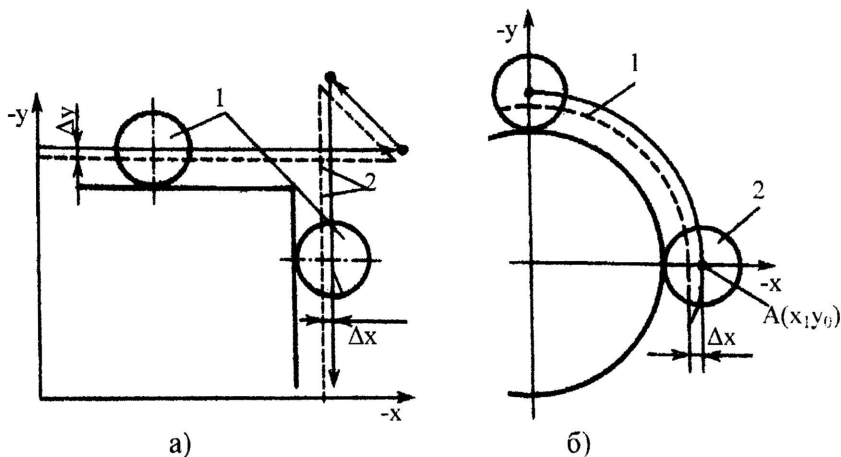


Рис. 5.2. Схемы коррекций: а – при линейной интерполяции, б – при круговой интерполяции против часовой стрелки

После пробной обработки заготовки и измерения полученных размеров при необходимости вносят новые поправки путем сброса в нуль (переключателем режимов на пульте оператора УЧПУ) ранее набранных коррекции и набора новых (уточненных) коррекции на тех же корректорах.

Установка детали. В современных УЧПУ начало отсчета системы координат можно смещать в пространстве (так называемый "плавающий нуль"), что создает удобства для настройки станка при установке детали. Если при любом положении рабочих органов на пульте УЧПУ нажать кнопку сброса геометрической информации, то на табло цифровой индикации загорятся нули, что означает, что начало отсчета координат сместилось в новую точку, соответствующую данному положению рабочих органов.

Положение начала УП (нуль программы) фиксируют смещением рабочих органов по соответствующим командам УП или вручную. Для этого на пульте УЧПУ имеются переключатели "Смещение 0" или "Сдвиг 0", а так же команды на смещение рабочих органов (G58M61) или на отмену смещения (G53M61). После выполнения всех

перемещений, заданных УП, рабочие органы вернутся в нуль программы, если смещение нуля не отменено.

Для удобства первоначальной отладки новой УП целесообразно разделить ее на части так, чтобы каждый переход начинался и завершился в нуле программы. Еще удобней иметь возможность в конце каждого перехода перейти в нуль станка. Для этого в УП есть исключаемые кадры (отмеченные знаком "/"), внутри которых заключены команды G58M61 (в начале перехода) и G53M61 (в конце перехода).

Настроив станок, нажимают кнопку "/" на пульте управления, что исключит все кадры с этим знаком и позволит вести последующую обработку из нуля программы, а нуль станка возвращаться только при необходимости.

Современные УЧПУ позволяют также пересчитывать положения программируемой точки, что необходимо при работе несколькими инструментами или при обработке деталей, установленных в многопозиционных приспособлениях.

При работе в абсолютной системе команда G92, подтверждающая любое новое положение программируемой точки относительно начала координат, предшествует работе каждого нового инструмента. По этой команде без фактических перемещений рабочих органов станка смещается положение отсчетной программируемой точки относительно одного и того же начала координат и происходит совмещение этой точки с вершиной инструмента.

Для отыскания положения программы в процессе наладки станка наладчик использует ряд приемов, описанных ниже.

По карте наладки выясняет, на каком расстоянии от обрабатываемой поверхности заготовки располагается исходное положение инструмента, и в этом положении приблизительно (в покадровом режиме) смещает заготовку, измеряя расстояние между инструментом и заготовкой линейкой или штангенциркулем.

По результатам замеров (а в отдельных случаях и путем пробной обработки) уточняет нулевое положение УП, изменяя фактическое положение инструмента относительно заготовки. Убедившись в правильности расположения нуля программы относительно заготовки, производит сброс показаний цифровой индикации и кнопками направляет рабочие органы в нуль станка. Возникшие показания цифровой индикации отражают расстояние между нулем станка и нулем

программы. Однако описанный способ является довольно трудоемким.

Обладая достаточным опытом, наладчик для более быстрого и точного определения расстояния между нулем станка и нулем программы может в нужном режиме обработать в размер крайние (к инструменту) поверхности заготовок и затем сбросить в нуль показания цифровой индикации. После этого, отведя в нуль рабочие органы станка, рассмотреть показания цифровой индикации по каждой из координат как сумму величин, где первая величина – искомое расстояние между нулем станка и нулем программы (смещение нуля), а вторая – перемещение по программе от нуля программы до обрабатываемой поверхности (вторую часть суммы наладчик берет из текста программы или из карты наладки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бломберг, В. А. Справочник фрезеровщика / В. А. Бломберг, Е. И. Зазерский – Л.: Машиностроение, 1984.
2. Гавриш, А. П. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства / А. П. Гавриш, А. И. Ефремов – К.: Техника, 1982.
3. Дерябин, А. П. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ – М.: Машиностроение, 1984.
4. Зазерский, Е. И. Технология обработки деталей на станках с программным управлением / Е. И. Зазерский, С. И. Жолнерчик – Л.: Машиностроение, 1975.
5. Костоюков, К. М. Автоматические врезные устройства / К. М. Костоюков, В. Н. Михелькевич – М.: Машиностроение, 1980.
6. Косовский, В. Л. Справочник молодого фрезеровщика – М.: Высш. шк., 1985.
7. Оснастка для станков с ЧПУ: Справ. / Под ред. Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков – М.: Машиностроение, 1983.
8. Колка, И. А. Многооперационные станки / И. А. Колка, В. В. Кувшинский – М.: Машиностроение, 1983.
9. Марголит, Р. Б. Наладка станков с программным управлением – М.: Машиностроение, 1983.
10. Микитянский, В. В. Точность приспособлений в машиностроении – М.: Машиностроение, 1984.
11. Кузнецов, Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ. Справ. – М.: Машиностроение, 1983.
12. Грачев, Л. Н. Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов / Л. Н. Грачев, В. Л. Косовский, А. Н. Ковшов – М.: Высш. шк., 1989.
13. Горбунов, Б. И. Современные фрезерные станки и их технологическая оснастка / Б. И. Горбунов, М. М. Аршанский, Ю. Б. Маркевич, В. И. Козлов – М.: ВЗМИ, 1984.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет»

С. А. РЯБОВ

**СОВРЕМЕННЫЕ ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ
И ИХ ОСНАСТКА**

Учебное пособие

**Научно-техническая
библиотека КузГТУ**

Кемерово 2006

Рецензенты:

Кафедра автоматизации производственных процессов и АСУ Кемеровского технологического института пищевой промышленности

Проректор по учебной работе Российского государственного торгово-экономического университета, Кемеровский филиал (институт), кандидат технических наук С. А. Муравьев

Рябов, С. А. Современные фрезерные станки и их оснастка: учеб. пособие; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. – 102 с.

ISBN 5-89070-486-9

Подготовлено по дисциплине «Металлорежущие станки». Рассмотрены основные типы компоновок фрезерных станков, их классификация, процесс резания и процесс формообразования при фрезеровании на станках с ЧПУ, кинематика, конструкция и наладка фрезерных станков с ЧПУ, конструкции режущего и вспомогательного инструмента для фрезерных станков с ЧПУ.

Для студентов, обучающихся по специальности 120200 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» и 120100 «Технология машиностроения».

Печатается по решению редакционно-издательского совета ГУ КузГТУ.

УДК 621.914.6

© ГУ КузГТУ, 2006

© Рябов С. А., 2006

ISBN5-89070-486-9

Рябов Сергей Александрович

СОВРЕМЕННЫЕ ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ И ИХ ОСНАСТКА

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 28.12.2005. Формат 60×84/16.

Бумага белая писчая. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 6,50. Тираж 179 экз. Заказ 25

ГУ КузГТУ, 650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография ГУ КузГТУ, 650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ ..	3
1.1. Основные понятия.....	3
1.2. Основные типы компоновок фрезерных станков.....	4
1.3. Классификация фрезерных станков с ЧПУ.....	10
1.4. Динамические характеристики фрезерных станков с ЧПУ...	11
2. ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ И ПРОЦЕСС ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ НА СТАНКАХ С ЧПУ	15
2.1. Обработка деталей на станках с ЧПУ.....	15
2.2. Элементы режима резания и срезаемого слоя при фрезеровании.....	16
2.3. Точность обработки на фрезерных станках.....	19
2.4. Режущий и вспомогательный инструмент для станков с ЧПУ.....	22
2.5. Основные конструкции фрез для станков с ЧПУ.....	29
2.6. Особенности эксплуатации режущего инструмента для фрезерных станков с ЧПУ и выбора режимов резания.....	45
2.7. Вспомогательный инструмент для фрезерных станков с ЧПУ.....	51
2.8. Приборы для настройки инструмента на размер вне станка..	62
3. КИНЕМАТИКА И КОНСТРУКЦИЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ	65
3.1. Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13ФЗ.....	65
3.2. Вертикально-фрезерный станок с крестовым столом и ЧПУ МА655ФЗ.....	67
3.3. Горизонтальный фрезерно-сверлильно-расточной станок с ЧПУ 6404ВМФ2.....	70
3.4. Горизонтальный фрезерный бесконсольный станок с ЧПУ 6305Ф4.....	73
3.5. Вертикально-фрезерные станки моделей ЛФ-260МФЗ и 6520ФЗ-36 с крестовым столом.....	73
4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК	88
5. НАЛАДКА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	100