

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени АКАДЕМИНА С. П. КОРОЛЕВА

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, КИНЕМАТИКИ,  
СИСТЕМЫ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
СТАНКА ТПК-125В**

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института  
в качестве  
методических указаний  
для студентов

УДК 621. 9. 06-529

В методических указаниях изложено описание станка ТПК-125В, его исполнительных механизмов, системы числового программного управления П22-1М, приемы программирования и пример составления программы чистовой обработки детали.

Методические указания предназначены для самостоятельного изучения станка и способов его наладки, а также при курсовом и дипломном проектировании студентам дневного и вечернего факультетов специальностей 0535, 0537.

Составители: К. Ф. Митряев, Ю. А. Конытин

Рецензенты: М. К. Клебанов, Ю. В. Яницкий

Цель работы: изучить назначение, принцип работы, область применения, рабочие органы, узлы, механизмы, кинематику, систему числового программного управления многооперационного токарного станка ТПК-125В, его наладку на изготовление детали; ознакомиться с методом записи программы на перфоленту в коде ИСО-7 бит, с органами управления при автоматической работе и в наладочном режиме.

### *ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ*

1. Ознакомиться с принципом работы станка, основными узлами, рабочими органами.
2. Детально изучить кинематику, механизмы и органы управления станком.
3. Изучить принципиальную схему СЧПУ Н22-1М, методы управления станком в автоматическом и ручном режиме, способы задания программы.
4. Ознакомиться с наладкой станка на изготовление детали.
5. Выполнить расчеты, связанные с наладкой станка и настройкой системы ЧПУ по заданию преподавателя.
6. Составить отчет по работе.

### *НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАНКА*

Токарный специализированный многооперационный станок модели ТПК-125В с числовым программным управлением предназначен для чистовой обработки высокоточных деталей сложной формы. На станке можно производить обточку и расточку цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, подрезку торцов, проточку канавок. В качестве инструментов применяются различные резцы, сверла, зенкера, развертки. Обработка производится в один или несколько подходов по замкнутому автоматическому циклу по программе, записанной на бумажной перфорированной ленте в коде ИСО-7 бит. Для обеспечения наивысшей точности

обработки и сохранения точностных параметров станка глубину резания рекомендуется устанавливать не более 0,5 мм. На станке также можно производить обработку без программы в наладочном режиме. Станок укомплектован системой числового программного управления H22-IM со встроенным интерполятором, позволяющем производить непрерывную одновременную обработку по двум координатам.

## *ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СТАНКА И ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ*

Общий вид, основные узлы и органы управления станком показаны на рис. 1.

Основной частью станка является чугунная станина А коробчатой формы, усиленная продольными и поперечными ребрами. На станине устанавливаются: передняя бабка Б, двухкоординатный крестовый суппорт Г с шестипозиционной револьверной головкой Д и задняя бабка Е. Внутри станины и в нишах размещаются: пульт управления Ж, блок револьверной автоматики, главный двигатель, реле давления.

Передняя бабка служит для размещения в ней шпинделя и приводного коллектора. Задняя бабка с выдвинутой пинолью и задним центром выполняет функцию второй опоры при обработке заготовки в центрах. В пиноле может быть также установлен инструмент для обработки отверстий с ручной подачей.

При обработке заготовка закрепляется в трехкулачковом патроне В, установленном на шпинделе станка, получает вращательное движение с заданной скоростью. Закрепление заготовки может производиться в цанговом патроне с быстродействующим пневматическим устройством. Инструменты закрепляются в револьверной головке, получают рабочие движения подачи в продольном и поперечном направлениях с заданной скоростью, определяемой программой или с помощью ручного управления. Сверла, зенкера и развертки устанавливаются в специальных державках. Настройка инструментов по координатам в соответствии с картой наладки производится с точностью  $\pm 0,01$  мм с помощью индикаторного накладного устройства.

Высокая точность обработки обеспечивается: точностью позиционирования поперечного и продольного суппортов; стабильностью положения режущего инструмента в револьверной головке (РГ) при автоматической смене ее позиции; высокой жесткостью суппорта, обеспечиваемой предварительным натягом направляющих качения; высокой жесткостью шпинделя, установленного на

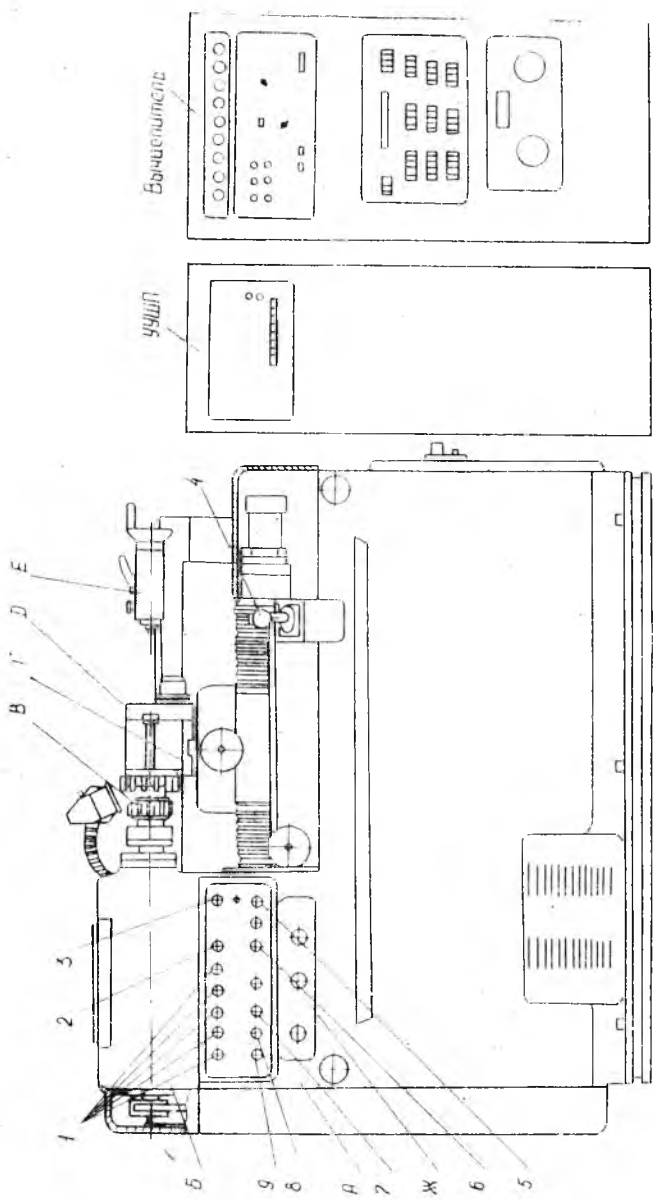


Рис. 1. Основные узлы и органы управления станком ТПК-125В: 1 — задатчик частоты вращения шпинделя при автоматическом управлении; 2 — пуск программы; 3 — общий стоп; 4 — крестовый переключатель направления подачи суппорта; 5 — общий пуск станка; 6 — поворот револьверной головки при ручном управлении; 7 — переключатель «ручная работа — автоматическая работа»; 8 — задатчик частоты вращения шпинделя; 9 — реверс шпинделя при ручном управлении

прецизионных опорях качения; изоляцией главного привода от несущей станины виброзащитным устройством.

В результате проведенных мероприятий на станке можно обрабатывать детали по 8...9-му качеству точности с получением шероховатости поверхности  $R_a = 1 \dots 0,2$  мкм (7...9-й классы).

Высокая производительность станка достигается за счет: возможности предварительной и финишной обработки большого количества поверхностей за один установ с использованием типовых державок, устанавливаемых в шестипозиционной РГ; компенсации износа инструмента, посредством электронной коррекции его положения; применение быстродействующего пневмомеханического устройства для закрепления обрабатываемой детали.

*Техническая характеристика станка  
и пульта управления*

Наибольшие рекомендуемые диаметр и длина обрабатываемой детали, мм	200
Дискретность задания перемещения суппорта, мм	
по оси Z (вдоль оси детали)	0,002
по оси X (перпендикулярно оси детали)	0,001
Изменение частоты вращения шпинделя бесступенчатое, об/мин	100...3000
Точность позиционирования суппорта, мм	
продольного	0,002
поперечного	0,001
Мощность электродвигателя главного движения кВт	1,75
Диапазон рабочих подач, мм/мин	
продольного суппорта	0...200
поперечного суппорта	0...100
Скорость холостых ходов, мм/мин	
продольного суппорта	720
поперечного суппорта	360
Максимальная величина коррекции на размер, мм	
при дискретности 0,001 мм	± 0,5
при дискретности 0,002 мм	± 1,0
Вид интерполяции	Линейно- круговая
Масса станка, кг	1750

## ПРИВОД ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ

Кинематическая схема станка представлена на рис. 2.

От электродвигателя постоянного тока ЭД1 вращение передается шпинделю через клиноременную передачу 112/112 и привод коллектора.



Шпиндельный узел представляет собой чугунный корпус, в котором крепится стальной стакан. В стакане монтируется шпиндель на высокоточных подшипниках качения. Передняя опора шпинделя — жесткий триплекс из двух радиально-упорных подшипников и одного двухрядного роликового подшипника с внутренним конусным отверстием. Задняя опора — радиальный роликовый двухрядный подшипник, плавающий в осевом направлении с целью компенсации температурных колебаний. Шпиндель соединен с приводом коллектора эластичной муфтой (ЭМ) для снятия усилия натяжения приводного ремня.

Частота вращения шпинделя изменяется бесступенчато в диапазоне от 100 до 3000 об/мин с помощью электродвигателя постоянного тока (ЭД1) и тиристорного преобразователя. На пульте управления станка находится пять задатчиков 1 (рис. 1) частоты вращения шпинделя. На каждом из них можно установить любую частоту вращения из указанного выше диапазона скоростей. Частота вращения шпинделя устанавливается оператором при наладке станка на каждом задатчике по картам наладки.

При работе в автоматическом режиме включается тот задатчик скорости, номер которого запрограммирован на перфоленте для данного перехода, и происходит изменение частоты вращения шпинделя.

Для работы в ручном режиме на станке имеется дополнительный задатчик скорости 8 с тем же диапазоном регулирования.

Для поддержания заданных в программе режимов резания в станке установлена система стабилизации частоты вращения электродвигателя. Датчиком скорости в этой системе является тахогенератор, смонтированный на одном валу с двигателем. Сигналы управления системы стабилизации скорости попадают в тиристорный преобразователь, где сравниваются с сигналом задатчика.

Величина напряжения на выходе тиристорного преобразователя, а следовательно, и частота вращения электродвигателя зависят от суммарного сигнала задатчика и системы стабилизации скорости.

### *ПРИВОД ДВИЖЕНИЯ ПОДАЧИ*

Продольное и поперечное движение подач осуществляется перемещением каретки и салазок суппорта от шаговых электродвигателей 1 и 2 (рис. 2) типа ШД-5Д1 через зубчатые редукторы 15/125 с помощью шариковых винтовых пар: винтов 3, 4 и гаек 5, 6 с шагами  $P = 2$  и 4 мм. Скорость рабочих подач регулируется изменением частоты импульсов, подаваемой на обмотки шаговых двигателей, в пределах от 0 до 1670 Гц.



Шаговый двигатель ШД5-Д1 представляет собой двухпакетную (двухсекционную) машину с активным статором и реактивным ротором (рис. 3). Магнитопроводы каждого пакета (статоры 2 и 3 и роторы 4 и 7) набирают из тонких (изолированных друг от друга) колец, изготовленных из магнитной стали с высокой индукцией насыщения. Зубцы одного статора сдвинуты относительно зубцов другого на  $3^\circ$ . Статоры запрессованы в корпус и зафиксированы штифтами. На каждом статорном пакете двигателя, управляемых обмотками 5 и 6, расположено по три пары полюсов, т. е. двигатель имеет три фазы в каждом пакете, а в целом явля-

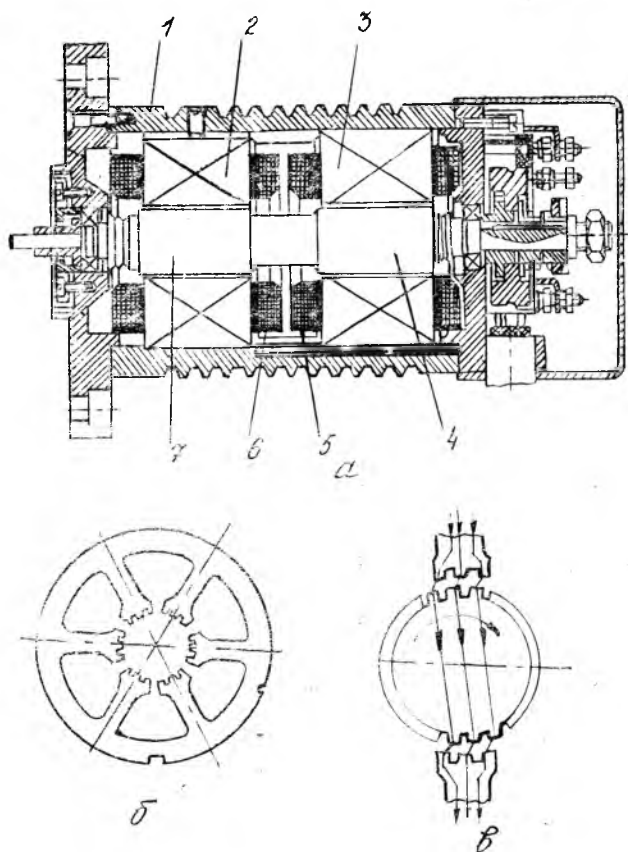


Рис. 3. Принципиальное устройство электрошагового двигателя ШД5-Д1

ра 2 и 3 и ротора 4 и 7) набирают из тонких (изолированных друг от друга) колец, изготовленных из магнитной стали с высокой индукцией насыщения. Зубцы одного статора сдвинуты относительно зубцов другого на  $3^\circ$ . Статоры запрессованы в корпус и зафиксированы штифтами. На каждом статорном пакете двигателя, управляемых обмотками 5 и 6, расположено по три пары полюсов, т. е. двигатель имеет три фазы в каждом пакете, а в целом явля-

ется шестифазным. Полюсные башмаки статора завершаются зубцами — по три на каждом башмаке (рис. 3, б). Шаг зубцов статора и секций ротора составляет  $1/20$  окружности. Если зубцы ротора расположить соосно с зубцами одной диаметрально расположенной парой полюсных башмаков, то они окажутся смещенными на  $1/6$  шага зубца по отношению соседних полюсных башмаков. Поэтому каждому переключению обмоток управления соответствует поворот ротора под действием магнитного поля (рис. 3, в) на  $1/6$  часть зубца и дискретность по углу определяется так:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{6 \cdot 20} = 3^\circ.$$

Управление ШД осуществляется по 12-тактной схеме (табл. 1), благодаря которой в работу вводится одновременно несколько фаз. Это позволяет увеличить крутящий момент, развиваемый ШД, и уменьшить дискретность шага до  $\alpha = 1,5^\circ$ .

Таблица 1

Последовательность подключения напряжения к обмоткам управления ШД5-Д1

Фаза	Такт											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+	+								+	+	+
2	+	+	+	+								+
3		+	+	+	+	+						
4				+	+	+	+	+				
5						+	+	+	+	+		
6								+	+	+	+	+

Мощность ШД5-Д1 при частоте 16кГц составляет 0,036 кВт, момент на частоте 100 Гц—30 Н·см, на частоте 16 кГц—10 Н·см.

Уравнения движений продольной и поперечной подач имеют следующий вид:

$$S_{м пр} = \frac{f \alpha 60}{360} \cdot \frac{15}{125} \cdot 4 = 0 \dots 200 \text{ мм/мин},$$

$$S_{м поп} = \frac{f \alpha 60}{360} \cdot \frac{15}{125} \cdot 2 = 0 \dots 100 \text{ мм/мин},$$

где  $f$  — частота импульсов, Гц.

Ускоренное перемещение каретки и салазок суппорта осуществляется при частоте  $f=6000$  Гц и обеспечивает:  $S_{пр уск} = 720$  мм/мин,  $S_{поп уск} = 360$  мм/мин. В автоматическом режиме направление, скорость и величина перемещения задаются программой с перфоленты или ручным вводом.

В режиме ручного управления направление перемещения задается с помощью крестового переключателя 9 (рис. 1), расположенного на станине. Скорость перемещения на рабочих подачах задается переключателями на пульте устройства управления шаговым приводом (УУШП), а быстрое перемещение — нажатием кнопки на ручке крестового переключателя.

Ручное продольное перемещение суппорта осуществляется вращением вала 7 через колеса 60/60 и ходовой винт 3, поперечное — вращением вала 8 и винта 4. Точность отсчета по лимбам составляет: продольному — 0,010 мм, поперечному — 0,005 мм.

### *ПРИВОД РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ*

В ручном режиме, при нажатии кнопки 5 (рис. 1) на пульте станка с помощью реле и электромагнита происходит расфиксация РГ, включается ЭД2, от которого вращение передается через зубчатые колеса 51/74 оси РГ. После опускания кнопки с помощью реле происходит реверсирование ЭД2 и обратное вращение РГ до упора. После чего двигатель ЭД2 отключается.

В автоматическом режиме из СЧПУ поступает сигнал «Адрес Т», включающий реле и двигатель ЭД2. При выдаче числа импульсов, заданного программой, сигнал «Адрес Т» исчезает, реле выключается, а далее, как при ручном режиме.

### *СИСТЕМА ЧИСЛОВОГО УПРАВЛЕНИЯ Н22-1М*

СЧПУ Н22-1М предназначена для автоматического управления токарными станками с приводами от шаговых двигателей типа ШД5-Д1 с 12-тактной системой коммутации.

Тип системы ЧПУ непрерывный; число управляемых координат — две, в том числе одновременно управляемых также две; тип привода — шаговый; смена инструмента — автоматическая.

Устройство обеспечивает задание геометрической информации в приращениях и в абсолютных значениях, осуществляет линейную и круговую интерполяцию. Точность интерполяции не ниже  $\pm 0,01$  мм. Максимальная длина прямой линии, запрограммированная в одной фразе,  $\pm 999999$  единиц дискретности. Наибольший радиус окружности 499999 единиц дискретности.

Программа информации кодируется в системе ИСО-7 бит (ГОСТ 13052-74) на восьмидорожечной бумажной перфоленте шириной 25,4 мм. Способ кодирования адресный. Скорость последовательного считывания информации с перфоленты не менее 300

строк/с; фотосчитывающее устройство реверсивное. Устройство обеспечивает: автоматический разгон и торможение по линейному закону; поддержание постоянства контурной скорости; задание дуги окружности в пределах одного квадранта в одной фразе; контроль ввода информации по структуре адреса и по четности отверстий; смещение нуля по обеим координатам.

Ручное изменение скорости подачи осуществляется ступенями 0 — 20 — 40 — 50 — 60 — 70 — 80 — 90 — 100 — 110 — 120% по отношению к запрограммированной.

Устройство обеспечивает ввод коррекции: по координатам  $Z-9$ , по  $X-9$ , парные коррекции по  $X$  и  $Z-9$ . Коррекция на положение инструмента выполняется автоматически по номеру коррекции, заданному в программе. На пульте коррекции производится индикация номера отработанной коррекции.

В устройстве предусмотрена цифровая индикация: номера кадра  $N$ , скорости шпинделя  $S$ , вспомогательной команды  $M$  и инструмента  $T$ ; величины геометрической информации ( $X, Z$ ) и скорости подачи  $F$ .

Структурная схема устройства ЧПУ Н22-1М (рис. 4) состоит из вычислителя (В) и устройства управления шаговым приводом (УУШП). Вычислитель состоит из устройств: ввода программы (УВ), управления и преобразования сигналов (УУП), интерполяции (УИ); задания скорости (УЗС), синхронизации (УС), ячейки индикации (ЯИ), блока реле (БР) и устройства питания (ПИТ).

Основным назначением вычислителя является выработка и выдача сигналов в схему устройства управления шаговыми двигателями, обеспечивающими траекторию движения инструмента относительно заготовки по заданному в программе на перфоленте закону с линейной или круговой интерполяцией, с заданной точностью аппроксимации методом оценочной функции и распределением импульсов по двум координатным осям. Вычислитель выполняет следующие функции: считывание управляющей информации с перфоленты в УВ; дешифрацию и контроль ее на четность и по структуре адреса; преобразование двоично-десятичного кода, в котором была задана информация на ленте, в двоичный код (УВ и УУП) для передачи в буферную память регистров УИ и УЗС; преобразование двоичного кода в десятичный с выдачей информации на ячейки индикации (ЯИ) текущего значения выбранной координаты  $X, Z$ ; линейно-круговую интерполяцию в УИ, обеспечивающую одновременное управление по двум координатам (выдача сигналов на усилители УУШП); автоматическое управление величиной контурной скорости подачи (УЗС). В БР поступают сигналы обратной связи (ОС) и управление с пульта ручного управления (РУ).

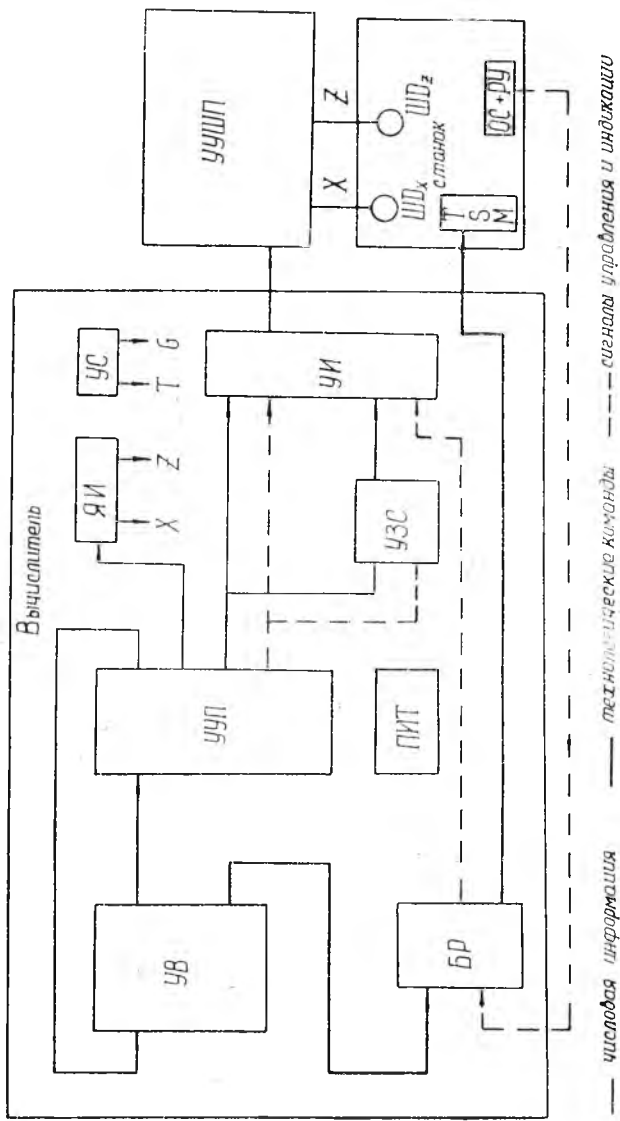


Рис. 4. Структурная схема системы ЦПУ Н22-1М

Кроме того, в устройстве Н22-1М предусмотрен ручной ввод данных по адресам:  $G$  — подготовительной функции;  $X$  и  $Z$  — координат конечной точки и величин приращения;  $K$  и  $I$  — координат начальной точки дуги окружности по осям  $X$  и  $Z$ ;  $F$  — скорости подачи, мм/мин;  $S$  — скорости вращения шпинделя, об/мин;  $M$  — вспомогательной функции;  $L$  — номера коррекции;  $T$  — номера инструмента, а также смещения «0» по обеим координатным осям; задания режимов работы устройства с пульта оператора (ПО).

УУШП предназначено для преобразования, формирования и усиления сигналов унитарного кода, поступивших из интерполятора, в сигнал управления током фазовых обмоток шаговых двигателей типа ШД-5 Д1. Функционально УУШП состоит из логических схем, коммутатора по каждой из осей  $X$  и  $Z$ , усилителей мощности, устройства контроля и устройства питания.

### ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ЧПУ Н22-1М

Органы управления устройством расположены на пульте оператора (ПО) вычислителя, пульте коррекции (ПКР) вычислителя и пульте УУШП.

*Пульт оператора* предназначен для управления работой станка, проверки системы ЧПУ и контроля за работой станка с ЧПУ. На пульте оператора (рис. 5) расположены:

кнопка ПУСК — для запуска устройства при программном управлении;

кнопки ПРИВОД, ЛОГИКА — для установки устройства в исходное положение (при установке переключателя РЕЖИМ в положение СБРОС);

переключатель РЕЖИМ — для выбора режима работы устройства;

кнопка СТОП ПОДАЧИ — для остановки работы в любом месте программы;

кнопка ПРОПУСК КАДРА — при зафиксированной в нажатом состоянии кнопке производится пропуск кадров, выделенных в программе;

кнопка ОСТАНОВ ПО КОНЦУ КАДРА — при зафиксированной в нажатом состоянии кнопке выполнение программы оканчивается при отработке кадра. Запуск программы (отработка следующего кадра) осуществляется нажатием кнопки ПУСК;

кнопка ТЕХНОЛОГ. ОСТАНОВ — при зафиксированной в нажатом состоянии кнопке происходит останов по команде «M001», записанной в программе;

кнопка ШАГ — разрешает выдачу одного сигнала с устройства задания скорости при нажатой кнопке СТОП ПОДАЧИ;

H22-1M

К А Д Р Г / S / M / Г Е О М Е Т Р И Ч Е С К А Я И Н Ф О Р М А Ц И Я



Рис. 5. Пульт оператора системы ЧПУ H22-1M

переключатель ПОДАЧА — для ручного изменения скорости подачи в процентах от заданной по программе;

кнопка БЫСТРЫЙ ХОД — для включения быстрого хода при ручном управлении ( $f = 6000$  Гц);

тумблер 6, 400 Гц — для выбора скорости перемещения суппорта при ручном управлении;

тумблеры  $\pm X$  и  $\pm Z$  — для задания направления перемещения по координатам  $X$  и  $Z$  при ручном управлении.

Кроме того, на пульте оператора расположены сигнальные лампы включения пульта и обработки устройством ряда команд, а также индикации номера кадра, номеров команд, обрабатываемых устройством по адресам  $T$ ,  $S$ ,  $M$  и текущей геометрической информации по координатам  $X$  и  $Z$ . В устройстве предусмотрена индикация причины сбоя работы станка (из-за ввода программы, неполадок СЧПУ или станка).

*Пульт ручного ввода информации и коррекции* служит для ручного ввода информации и коррекции положения исходной точки программы (нуля) для отдельных инструментов.

На пульте расположены (рис. 6):

переключатель АДРЕС РВ — для выбора адреса вводимой информации при ручном вводе;

переключатель РУЧНОЙ ВВОД — для набора цифровой информации с ее знаком при ручном вводе;

кнопка ВВОД — для ввода в устройство информации, набранной на переключателях РУЧНОЙ ВВОД;

переключатель СМЕЩЕНИЕ  $OX$  и СМЕЩЕНИЕ  $OZ$  — для задания координат плавающего нуля при работе в абсолютной системе координат;

переключатели величины коррекции по  $X$  и  $Z$  — для задания величины коррекции инструмента.

Пульт имеет также девять переключателей коррекции координат инструмента с фиксированными номерами. Коррекция инструмента происходит в том случае, если в программе имеется команда  $L$  — коррекция инструмента. После этой команды стоит номер корректирующего переключателя, информацию с которого требуется внести в программу.

*Пульт управления.* УУШП предназначен для ручного управления работой шаговых двигателей и контроля за их работой при автоматическом управлении станком.

На пульте УУШП (рис. 7) расположены:

тумблер РАБОТА — ПРОВЕРКА — для включения УУШП при работе в автономном режиме (ПРОВЕРКА) и от устройства интерполяции (РАБОТА);

кнопка ВКЛ — для включения устройства ЧПУ в сеть;





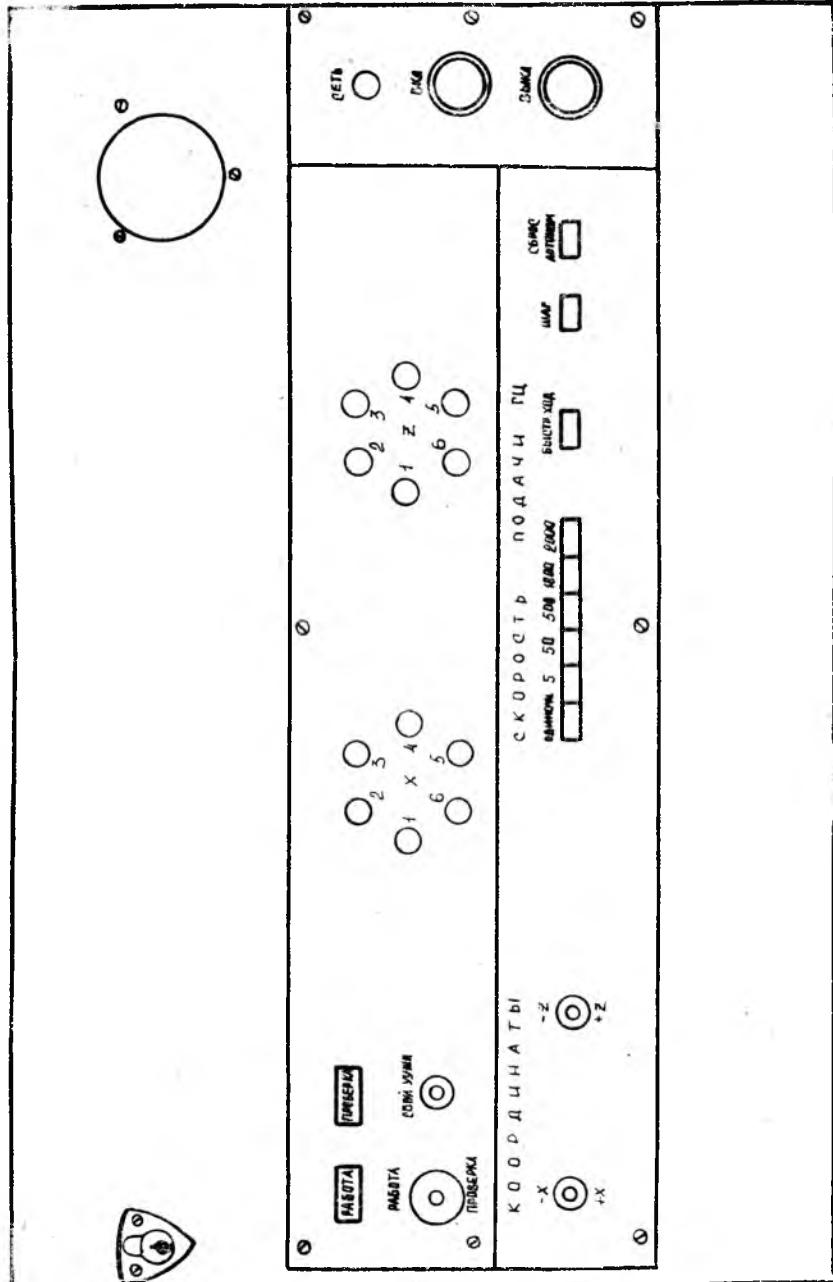


Рис. 7. Пульта управления УУПП

кнопка ВКЛ — для выключения устройства ЧПУ из сети;  
кнопки ОДИНОЧ., 5, 50, 500, 1000, 2000, БЫСТР. ХОД, ШАГ —  
для управления скоростью подачи УУШП в автономном режиме;  
кнопка СБРОС — для сброса информации из памяти при пере-  
воде устройства из одного режима в другой;

сигнальные лампы включения секций шаговых двигателей.

Пульт фотосчитывающего устройства (ФСУ) предназначен  
для размещения ленты с программой и ее перемещения относи-  
тельно ФСУ и управления перемещением ленты при ее запуске.  
На пульте ФСУ (рис. 8) расположены:

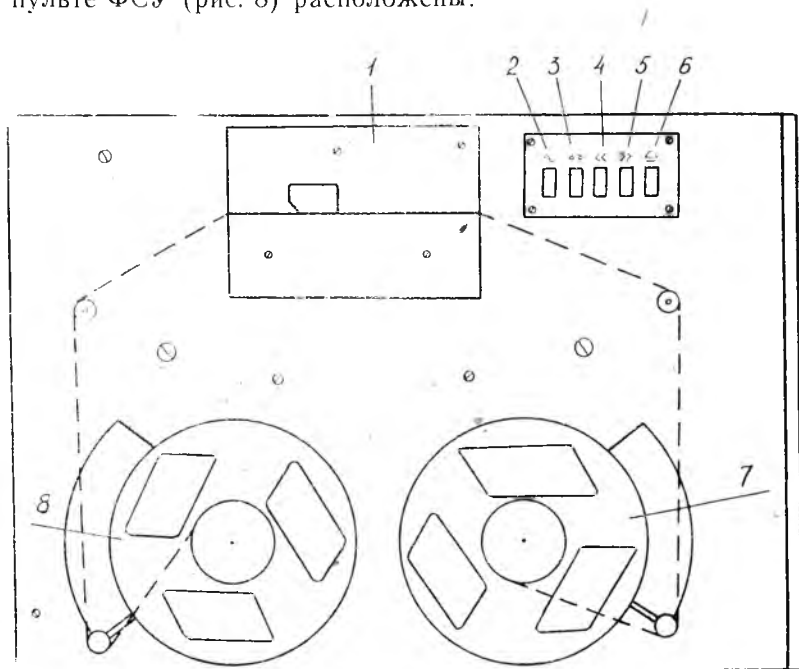


Рис. 8. Пульт управления ФСУ

лентоприемная 7 и лентоподающая 8 кассеты;  
лоток лентопротяжного механизма 1;  
кнопка 2 — для включения ФСУ;  
кнопка 3 для включения механизма подмотки ленты;  
кнопки 4 и 5 для ускоренной перемотки ленты в прямом и об-  
ратном направлении;  
кнопка 6 для растормаживания ленты при ее заправке.

## *ПОРЯДОК РАБОТЫ И УПРАВЛЕНИЯ НА СТАНКЕ с ЧПУ H22-1M*

1. Включить автоматический выключатель станка.
2. Включить кнопку ПУСК на пульте управления станком (см. рис. 1, поз. 5).
3. С помощью кнопки ВКЛ на стойке УУШП включить питание устройства. При включении питания устройство автоматически устанавливается в исходное состояние.
4. Нажать кнопку включения 2 на панели ФСУ (рис. 8). При этом загорится сигнальная лампа на передней панели ФСУ, лампа осветительного источника и начинает вращаться приводной электродвигатель.
5. Нажать на выключатель 6 тормоза на панели ФСУ.
6. Вставить перфоленту в лентопротяжный лоток так, чтобы ведущая дорожка находилась ближе к передней панели.
7. После вставки ленты кнопку 6 тормоза вернуть в исходное положение повторным нажатием. Устройство подготовлено к работе.

Переключателем РЕЖИМ на пульте оператора устанавливают требуемый режим работы устройства ЧПУ и производят пуск устройства в следующем порядке.

### *РЕЖИМ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ*

При работе в режиме ручного управления требуется:

1. Установить переключатель РЕЖИМ (рис. 5) в положение РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ.
2. Установить тумблер X или Z в направлении плюс или минус. При этом происходит перемещение суппорта станка по соответствующей координате в заданном направлении. Величина перемещения зависит от скорости подачи, заданной тумблером 6, 400 Гц и времени нахождения переключателя отработки координаты во включенном положении. Нажатие кнопки БЫСТРЫЙ ХОД при включенных тумблерах X и Z обеспечивает максимально возможную скорость перемещения.

### *РЕЖИМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ*

1. Включить кнопку 2 ФСУ (рис. 8), установить перфоленту с программой на начало программы.
2. Произвести сброс устройства (см. РЕЖИМ СБРОСА) и установить переключатель режима работы в положение АВТОМАТ (см. рис. 5).
3. При необходимости ввода коррекции по координатам и сме-

щения нуля, при наличии в программе команд ввода коррекций (адрес  $L$ ) и смещения нуля (адрес  $G58$ ), набрать на соответствующих переключателях пульта коррекции требуемую информацию.

4. Нажать кнопку ПУСК (рис. 5), при этом происходит автоматическое считывание и обработка программы.

#### *РЕЖИМ СБРОСА ИНФОРМАЦИИ ИЗ ПАМЯТИ*

Сброс необходимо производить при переводе устройства из одного режима в другой.

1. Переключатель режимов установить в положение СБРОС (см. рис. 5).

2. Нажать на кнопки ЛОГИКА, ПРИВОД.

#### *РЕЖИМ РУЧНОГО ВВОДА ИНФОРМАЦИИ С ПУЛЬТА*

1. Переключатель режимов на пульте аппарата установить в положение РУЧНОЙ ВВОД.

2. На переключателе АДРЕС (см. рис. 6) нажать кнопку требуемого адреса.

3. На переключателях РУЧНОЙ ВВОД набрать требуемую информацию.

4. Нажать кнопку ВВОД.

5. Ввести информацию по новому адресу, повторив п.п. 2...4.

6. После набора всего кадра нажать кнопку ПУСК (см. рис. 5).

7. По окончании обработки данного кадра приступить к набору следующего и т. д.

#### *РЕЖИМ ПОИСКА КАДРА*

1. Установить перфоленду с программой в ФСУ на начало программы.

2. Поставить переключатель режимов в положение ПОИСК КАДРА (см. рис. 5).

3. На переключателях РУЧНОЙ ВВОД набрать номер требуемого кадра (см. рис. 6).

4. Нажать кнопку ПУСК (см. рис. 5). ФСУ будет автоматически считывать перфоленду до заданного на переключателях номера кадра с высвечиванием его на цифровых индикаторах.

#### *РЕЖИМ ПРОВЕРКИ ЛЕНТЫ*

1. Установить перфоленду на начало программы.

2. Переключатель режимов установить в положение ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ.

3. Нажать кнопку ПУСК.

При наличии сбоя в программе происходит останов ФСУ и загорается табло: СБОЙ ЧПУ — при сбое по структуре адреса. СБОЙ ВВОДА — при сбое четности (см. рис. 5).

#### *РЕЖИМ ВОЗВРАТА В 0 (ноль)*

1. Переключатель режимов установить в положение ВОЗВРАТ В 0.

2. Тумблер направления по оси  $X$  поставить в положение  $+X$ .

3. После выхода в 0 по оси  $X$  на пульте оператора загорается лампа  $0X$  и дальнейшее перемещение прекращается.

4. Поставить тумблер направления  $Z$  в положение  $+Z$ .

5. После выхода в 0 по оси  $0Z$  на пульте оператора загорается лампа  $0Z$  и прекращается перемещение по оси  $Z$ .

#### *РЕЖИМ РЕВЕРС*

1. Переключатель режимов поставить в положение РЕВЕРС (см. рис. 5).

2. Нажать кнопку ПУСК.

ФСУ перемотает ленту до начала программы.

### *ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММИРОВАНИИ*

Программа управления станком — последовательность команд, обеспечивающая заданное функционирование рабочих органов станка. Она включает в себя геометрическую информацию (ГИ) — координаты опорных точек кривой ( $X, Z, I, K$ ), по которой движется вершина резца, закрепленного в суппорте станка; скорости и направления движения рабочих органов ( $F, S$ ); технологические команды, управляющие автоматикой станка ( $G, M$ ), сведения о режиме работы устройства ЧПУ. Устройство аппроксимирует отрезки между опорными точками методом линейной или круговой интерполяции и выдает управляющие сигналы на шаговый привод.

Вся информация содержится в технологической карте, в соответствующих символах заносится на перфоленту в двоично-десятичном коде ИСО-7 бит (рис. 9).

Информация записывается словами и кадрами. Несколько строк перфоленты, описывающих работу одного исполнительного органа, составляет слово. Слово состоит из адресной и числовой части ( $G04, X + 12500$ ). Числовая часть задается только целыми числами. Перед числами ГИ обязательно указывается знак «+»

Контр. Нач. др.	Кодовые обозначения								Символы	Содержание команд	
	Призн букв		8		4	2	I				
	Пр. цифр		обозначение дорожки								
8	7	6	5	4	Tr.	3	2	1			
		•	•		•					0	Цифры
•		•	•		•				•	1	
•		•	•		•		•		•	2	
		•	•		•		•	•	•	3	
•		•	•		•	•				4	
		•	•		•	•	•		•	5	
•		•	•		•	•	•	•	•	6	
•		•	•	•	•					7	
		•	•	•	•				•	8	
		•	•	•	•				•	9	
		•		•	•		•	•	•	+	Знаки цифр
		•		•	•		•	•	•	-	
•		•			•	•			•	%	Начало программы
	•			•	•	•	•			N	Номер кадра
	•				•	•	•	•		G	Подготов функция
•	•				•	•	•			F	Скорость подачи, мм/мин
•	•		•	•	•					X	Перемещ. по оси X (коорд)
	•		•	•	•			•		Z	Перемещ. по оси Z, коорд.
•	•			•	•				•	J(x)	Координаты нач. точки
	•			•	•		•	•		K(z)	дуги окр. стн. центра оси
	•			•	•	•			•	M	Вспомогат функция
	•		•		•		•	•		S	Скорость вр. шпинделя
•	•		•		•	•				T	Номер инструмента
•	•			•	•	•				L	Номер коррекции
				•	•			•		LF	Конец кадра
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	del	Забой
•		•		•	•	•	•	•	•		Пропуск кадра
					•					TR0	Пробел

Рис. 9. Изображение чисел и команд на перфоленте в коде ИСО-7 бит

N 001 G 26 M003 S001 LF

N 002 G 10 Z -000500 LF I0600

8 7 6 5 4 3 2 1

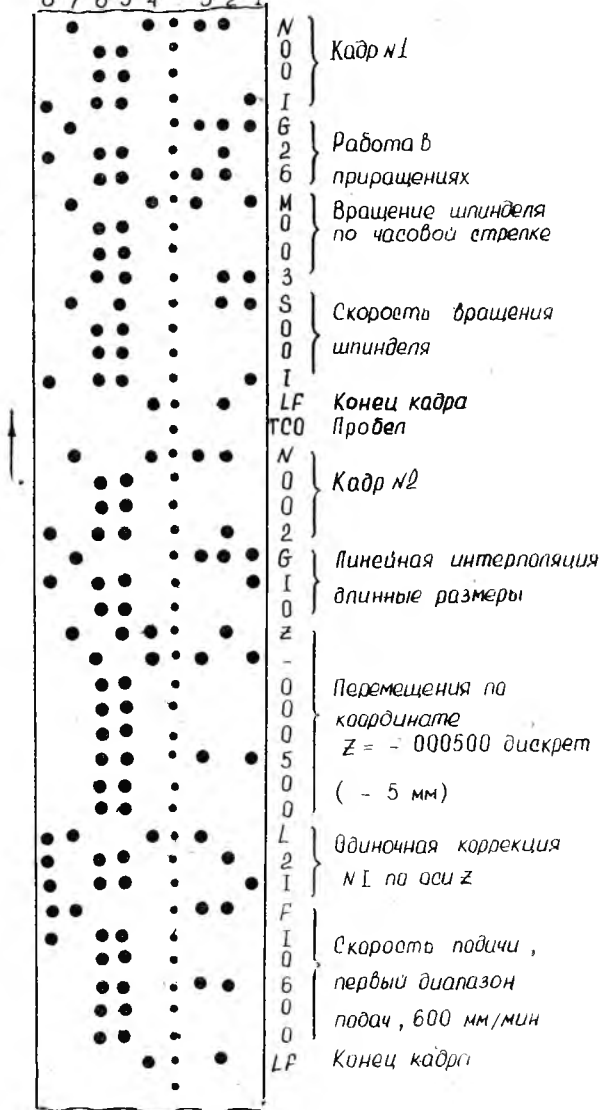


Рис. 10. Пример записи и изображения кадров на перфоленте в коде ИСО-7 бит



или « — ». В состав кадра входит несколько слов, описывающих обработку определенного участка детали. Каждый кадр начинается с номера кадра и ряда команд, адреса которых и последовательность их записи приводятся в табл. 2. Закачивается кадр кодовым сигналом «Конец кадра» *LF*. В одном кадре один и тот же адрес повторяться не может. Кадры между собой разделяются пропуском (не менее двух пробивок синхродорожки). Пример записи кадров и их изображение на перфоленте приведены на рис. 10

Таблица 2

Значения адресов и содержание команд в устройстве ЧПУ П22-1М

Адрес	Количество занимаемых строк без адреса	Содержание команд	Наличие адреса в коде
%	—	Начало программы	
<i>N</i>	3	Номер кадра	Обязательно
<i>G</i>	2	Подготовительная функция	Ввод при изменении условий перемещения
<i>F</i>	5	Скорость подачи, мм/мин	Ввод при изменении подачи
<i>X</i>	7, 6, 5	Координата конечной точки и величина приращения по оси <i>X</i>	В зависимости от контура
<i>Z</i>	7, 6, 5	То же по оси <i>Z</i>	То же
<i>I</i>	7, 6, 5	Координата начальной точки дуги по оси <i>X</i> относительно центра	При круговой интерполяции
<i>K</i>	7, 6, 5	То же по оси <i>Z</i>	То же
	7	Шаг резьбы	Только при функции <i>G33</i>
<i>M</i>	3	Вспомогательная функция	В зависимости от технологии
<i>S</i>	3	Скорость вращения шпинделя, об/мин	Ввод при изменении скорости вращения шпинделя
<i>T</i>	3	Номер инструмента	Ввод при изменении инструмента
<i>L</i>	2	Номер коррекции	При смене инструмента и изменении размера
<i>LF</i>	—	Конец кадра	Обязательно
<i>del</i>	—	Забой	
ТСО	—	Пробел	

# ПРОГРАММИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ УСТРОЙСТВА ЧПУ H22-1M

- 1. Номер кадра в программе указывается первым. Порядок номеров кадров последовательный, но может быть произвольным. Номер кадра индуцируется на пульте оператора.

2. Подготовительные функции  $G$  определяются режимом работы устройства (табл. 3).

Таблица 3

Значения подготовительной  $G$ -функции и ввод в программу

Код $G$ -функции	Значение $G$ -функции	Ввод в программу
01, 10, 11	Линейная интерполяция: нормальные размеры — 5 разрядов, длинные — 6, короткие — 4 разряда	Перед адресами $X, Z, I, K$ в любом месте. Отдельным кадром, содержащим только адреса $T, S$ или $F$ . Повторный ввод при изменении $G$ -функции
02, 20, 21	Круговая интерполяция по адресам $I, K$ по часовой стрелке; нормальные размеры — 5 разрядов, длинные — 6, короткие — 4 разряда	
03, 30, 31	То же против часовой стрелки	
04	Рассчитанный во времени перерыв	Перед адресами $X, Z, K, I$ в любом месте, в каждом кадре
25	Возврат в 0 станка	
33	Режим резьбонарезания	
40	Отмена коррекции	
58	Ввод плавающего нуля (смещение 0)	То же, отдельным кадром, содержащим только адреса $T, S, F$ .
26	Работа в приращениях	Отдельным кадром
27	Работа в абсолютной системе координат	Повторный ввод при изменении $G$ -функции

Примечание: Для удобства  $G$ -функцию рекомендуется вводить после номера кадра  $N$ .

3. Каждое число может быть задано нормальным (5), длинным (6) и коротким (4) числом разрядов дискрет. Продольная дискретность ( $Z$ ) — 0,002 мм, поперечная ( $X$ ) — 0,002 мм на диаметр или 0,001 на радиус. При функциях  $G25, G33, G58$  автоматически устанавливается признак «Длинные размеры». Положитель-

ные направления перемещений показаны на рис. 11. Начало отсчета координат (нулевая точка) связывается с какой-либо точкой станка или детали. После адресов  $X$  и  $Z$  числовая информация

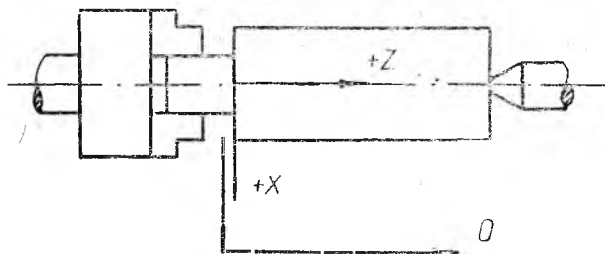


Рис. 11. Схема направления осей координат и движения реза при выходе в нулевую точку

означает приращения координат в относительной системе ( $G26$ ) или координаты конечной точки — в абсолютной системе ( $G27$ ). Знаки координат конечной точки зависят от квадранта, в котором она находится. Знак приращений зависит от того, с каким направлением координатных осей совпадает направление движения.

4. Возврат в 0 происходит только в положительных направлениях (рис. 11) поочередно по каждой из осей координат в соответствии с заданиями двух кадров и при наличии функции  $G25$ . При этом автоматически устанавливается быстрый ход.

5. Скорость подачи в программе задается в мм/мин по адресу  $F$ . Ввод в программе возможен как отдельным кадром, так и вместе с информацией, которая будет обрабатываться с данной скоростью. Место в кадре — обычно после номера кадра и  $G$ -функции перед любым адресом. Введенная скорость подачи сохраняется на все время обработки программы до ввода нового значения.

В устройстве возможно задание двух диапазонов скоростей рабочих подач (1 — от 1 до 1200, 2 — от 0,05 до 120 мм/мин) и быстрого хода: 4800 по оси  $Z$  и 2400 мм/мин по оси  $X$ .

Величина скорости подачи перфорируется пятью десятичными разрядами. В четырех младших разрядах перфорируется число скорости в мм/мин. Первый разряд может принимать следующие значения: 1 — первый диапазон рабочих подач; 2 — второй диапазон рабочих подач; 7 — признак быстрого хода с разгоном — торможением в одном кадре.

Во втором диапазоне скоростей все величины подач уменьшаются в 20 раз. При задании максимальной подачи — 2400 мм/мин действительная подача равна 120 мм/мин. При задании режима

быстрого хода перемещение допускается только по одной из координат. Величина подачи на быстром ходу не программируется.

Пример:  $N001F10600G01X + 10000Z + 05000LF$   
 $N002F70000X + 03000LF$

В первом кадре рабочая подача в первом диапазоне 600 мм/мин, во втором — быстрое перемещение 2400 мм/мин.

6. Смещение нулевой точки — начала отсчета осуществляется функцией  $G58$ , которая программируется либо отдельным кадром, либо вместе с геометрической информацией. Режим СМЕЩЕНИЕ возможен только в абсолютной системе координат ( $G27$ ). Смещение 0 нельзя задавать в одном кадре с коррекцией  $L$ .

Величина и знак смещения по каждой координате набирается на декадных переключателях СМЕЩЕНИЕ  $0X$  и СМЕЩЕНИЕ  $0Z$  на пульте оператора (см. рис. 7).

По функции  $G58$  смещение переписывается в соответствующие накопители и обрабатывается в кадре с соответствующими адресами  $X$  и  $Z$ . При этом величины смещения вычитаются от числовой информации, запрограммированной по адресам  $X$  и  $Z$ , полученная разность обрабатывается. Максимальное смещение по осям  $\pm 999999$  дискрет, что составляет по оси  $Z \pm 1999,998$  мм, по оси  $X \pm 999,999$  мм. Например, на декадных переключателях набрано:  $0X = +000300$ ;  $0Z = -000500$ .

На ленте задано:  $N002G58LF$

$N003X + 300500Z - 500300LF$ .

В третьем кадре устройство выдает на привод количество импульсов:

$$\Delta X = +300500 - 000300 = 300200,$$

$$\Delta Z = -500300 - (-000500) = -400800.$$

7. При круговой интерполяции необходимой геометрической информацией являются: числовая информация о координатах начальной точки дуги по адресам  $I (X)$ ,  $K (Z)$  относительно центра обрабатываемой дуги; числовая информация о приращениях по осям  $X$  и  $Z$  (рис. 12).

В одном кадре возможно задание дуги только одного квадранта. Приращениям присваивается знак в зависимости от того, с каким направлением координатных осей совпадает направление движения при обработке. Информация об адресах  $I$ ,  $K$  всегда со знаком «+».

Например, для участка кривой  $AB$ , расположенной в квадранте I с заданными координатами в миллиметрах (рис. 12), кадр программы можно записать в следующем виде:

$017G03I + 20000K + 05000X - 10000Z + 05000F10300$ ,

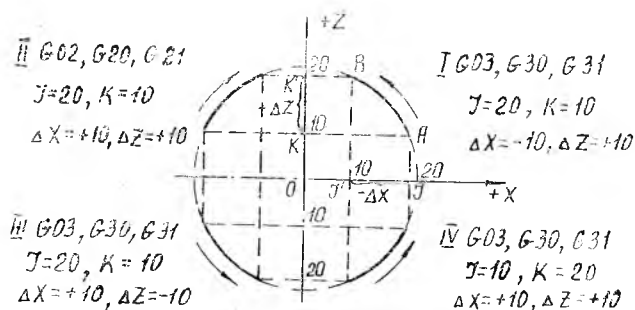


Рис. 12. Задание приращений при круговой интерполяции

В кадре 17 координаты  $I, K$  и приращения  $X$  и  $Z$  выражены числом импульсов,  $G03$  — нормальные размеры,  $F10300$  — подача 300 мм/мин.

8. Коррекция инструмента  $L$  позволяет компенсировать износ инструмента и разницу в установке инструмента между теоретической, принятой программистом, и действительной позицией. Необходимым условием для введения коррекции является режим линейной интерполяции ( $G01, G10, G11$ ).

Величина коррекции набирается на декадных переключателях технологического пульта перед началом работы. В устройстве возможен ввод коррекции по одной из осей или по двум (парная коррекция).

Обозначение коррекций: 1 — одиночная по оси  $X$ ; 2 — одиночная по оси  $Z$ ; 3 — парная по осям  $X$  и  $Z$ . В младшем разряде адреса  $L$  указывается номер корректора (1...9), в старшем — тип коррекции (1; 2; 3). Например,  $L23$  означает, что должна производиться одиночная коррекция по оси  $Z$ , набранная на корректоре 3.

Коррекция на переключателях набирается в виде количества дискрет по 0,002 мм по оси  $Z$  и по 0,001 мм по оси  $X$ . Величины, набранные на переключателях, алгебраически складываются с величинами введенных в этом же кадре приращений или конечных значений координат.

Во всех последующих кадрах до отмены коррекции ( $G40$ ) перемещение по координатам обрабатывается с учетом введенной ранее коррекции.

9. Необходимыми данными в кадре для резьбонарезания являются:

- а) подготовительная функция  $G33$ ;
- б) информация по адресу  $Z$  (длина участка с резьбой в дискретах 0,002 мм);

- в) информация по адресу  $X$  (число импульсов за 1 проход);
- г) информация по адресу  $K$  (шаг резьбы в дискретах 0,002 мм);
- д)  $S$  (частота вращения шпинделя), об/мин.

10. Скорость вращения шпинделя задается в программе по адресу с указанием номера задатчика, на котором оператором устанавливается необходимая частота вращения шпинделя для данного периода.

11. Адрес  $T$ —номер инструмента определяется из технологической карты обработки.

12. Адреса  $M$ —вспомогательные функции, рекомендуемые ИСО. Для станка ТПК-125В некоторые вспомогательные функции приведены в табл. 4.

Таблица 4

*Адреса M — вспомогательные функции*

Код команды	Наименование функции	Сохраняется действие до отмены команды или замены однородной командой (хранимой в памяти)	Действие в пределах кадра
00	Запрограммированный стоп		+
01	Останов с подтверждением		+
02	Конец программы		+
03	Вращение шпинделя по часовой стрелке	+	
04	То же, против часовой стрелки	+	
05	Останов шпинделя	+	
06	Команда на замену инструмента (не включает выбор инструмента, который задается адресом)	+	(в начале кадра)
07	Включение различных видов охлаждения		
08			
09			
50			
51			
68	Зажим заготовки	+	
69	Отжим заготовки	+	

### *ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА*

На рис. 13 приведены эскиз заготовки (а) и рабочего чертежа (б) ступенчатого валика, изготавливаемого по программе на токарном станке ТПК-125В из алюминиевого сплава Д16Т. Обра

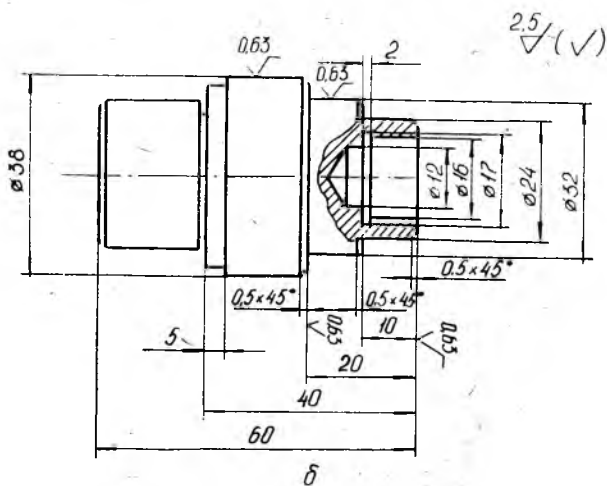
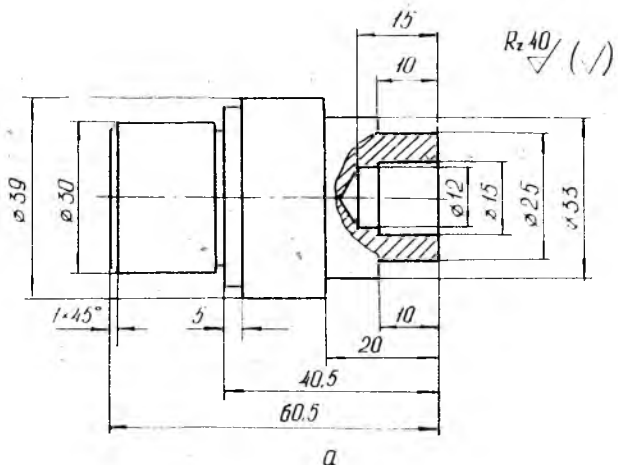


Рис. 13. Эскиз заготовки (а) и ступенчатого валика (б)

ботка состоит из следующих операций: полуступовая обточка поверху; проточка канавки в отверстии; расточка отверстия и снятие фаски; окончательная обточка поверху.

При обработке использовались четыре резца, оснащенные пластинами твердого сплава ВК8М: два подрезных, канавочный и расточной. Резцы устанавливались в револьверной головке в последовательности, соответствующей выполняемым операциям.





Изделие		Деталь				Материал			Внет		1
		Ступенчатый валик				Д16Т			Листоб		5
Операция		i		Тактовая		Позиция		i		Шифр инстру	
№ кодра	Траектория			Приращения		Номер кодр	Под мм/мин	Шпинт поз	Испл поз	Примеч нехобир	
	точка	Z, мм	X, мм	$\Delta Z, мм$	$\Delta X, мм$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
								00	1	начало прогн	
001	01	125	32								
002	10	125		-1		21	600			Шп. 4тк	
003	11		31,5		-0,5	11	200			Кодр - z	
004	12		7		-24,5		2400				
005	13	41,00		-63,00			4800				
006	14	40,05		-0,05			75				
007	15		11,5		+4,5		300				
008	16	39,50	12,05	-0,55	+0,55		300				
009	17	31,00		-8,5			400				
010	18	30,05		-0,05			125				
011	19		15,5		+3,45		300				
012	20	20,45	16,05	-0,55	+0,55		300				
013	21	21,00		-8,50			300				
014	22	20,05		-0,05			125				
015	23		18,50		+2,45						
016	24	19,50	19,05	-0,55	+0,55		300				
017	25	4,00		-15,5			400				
018	26		31,5		+12,45		2400				
019	11	125		+121			4800				
020	10		32		+0,5		200				
021						11				Кодр + X	
022	01	126		+1,0			600				
023						21				Кодр + z	
										продол	

На рис. 14 представлена расчетно-технологическая карта операции 1. В ней приведены следующие данные: эскиз заготовки с установочными базами и показом характера закрепления; обрабатываемые поверхности и размеры детали, которые должны быть обеспечены на данной операции; исходное положение резца с установочными координатами  $Z_0$ ,  $X_0$ ; траектория движения инструмента и опорные точки 1.0...2.5; таблица программы, включающая номера кадров, координаты опорных точек и приращения между ними, скорости подач и другие данные.

По расчетно-технологическим картам производится запись программы и настройка станка и инструментов для обработки. Пример записанной программы на указанные операции обработки ступенчатого валика приводится в приложении.

Приложение. Программа обработки ступенчатого валика на станке  
ТПК-125В

N001G26M003S001  
N002G10Z-000500L21F10600  
N003G10X-001000L11F10200  
N004X-024500F70000  
N005Z-039500F70000  
N006Z-000475F10075  
N007X+004500F10300  
N008Z-000275X+000550F10300  
N009Z-004250F10400  
N010Z-000475F10125  
N011X+003450F10300  
N012Z-000275X+000550F10300  
N013Z-004250F10300  
N014Z-000475F10125  
N015X+002450  
N016Z-000275X+000550F10300  
N017Z-007750F10400  
N018X+012450F70000  
N019Z+057800F70000S000  
N020X+001000F10200  
N021G40F10040L11  
N022G10Z+000500F10600  
N023G40F10120L21

N040G26S004  
N041T101  
N042G10Z-000500L23F10600  
N043G10X-000500L13F10200  
N044X-048850F70000  
N045Z-035250F70000  
N046Z-000500X-001000F10250  
N047Z-004500F10400  
N048X-000450  
N049Z+005000F70000  
N050Z+035250F70000  
N051X+050300  
N052X+000500F10200S000  
N053G40F10040L13  
N054G10Z+000500F10600  
N055G40F10120L23

N056G26S005  
N060G10Z-000500L23F10600  
N061G10X-000500L13F10200  
N062X-048850F70000  
N063Z-035250F70000  
N064Z-000500X-001000F10125  
N065Z-004500F10125  
N066X-000500F10200  
N067Z+005000F70000  
N068Z+035250F70000  
N069X+050350

N070X+000500F10200S000  
N071G40F10040L13  
N072G10Z+000500F10600  
N073G40F10120L23  
N074G26S010  
N075T101  
N057G84Z+001000F10300  
N157T101  
N058G04Z+001000F10300  
N059T101  
N076G10Z-000500L25F10600  
N077G10X-000500L15F10200  
N078X-024500F70000  
N079Z-039750F70000  
N080Z-000250F10125  
N081X+004500F10125  
N082Z-000250X+000500F10125  
N083Z-004750F10125  
N084X+003500F10125  
N085Z-000250X+000500F10125  
N086Z-004750F10125  
N087X+002500F10125  
N088Z-000250X+000500F10125  
N089Z-007750F10125  
N090X+012500F70000  
N091Z+058000F70000  
N092X+000500F10200S000  
N093G40F10040L15  
N094G10Z+000500F10200  
N095G40F10120L25  
N096T101  
N058G04Z+001000F10300  
N059T101  
N097M002  
N098M30

## СОДЕРЖАНИЕ

Порядок выполнения работы . . . . .	3
Назначение и область применения, принцип работы станка . . . . .	3
Основные узлы станка и особенности конструкции . . . . .	4
Привод главного движения . . . . .	6
Привод движения подачи . . . . .	8
Привод револьверной головки . . . . .	11
Система числового управления Н22-1М . . . . .	11
Органы управления системы ЧПУ Н22-1М . . . . .	14
Порядок работы и управления на станке с ЧПУ Н22-1М . . . . .	20
Общие сведения о программировании . . . . .	22
Программирование функций устройства ЧПУ Н22-1М . . . . .	26
Программирование чистовой обработки ступенчатого валика . . . . .	30
Приложение . . . . .	35

Составители *Константин Федорович Митряев*  
*Юрий Александрович Копытин*

### ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, КИНЕМАТИКИ, СИСТЕМЫ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА ТПК-125В

Редактор Т. К. Крестинина  
Техн. редактор Н. М. Каленюк  
Корректор Н. С. Куприянова

Сдано в набор 19.01.89 г. Подписано в печать 28.03.89 г.  
Формат 60 × 84 1/16. Гарнитура литературная. Печать  
высокая. Усл. п. л. 2,1. Уч.-изд. л. 2,0. Т. 500 экз.  
Заказ 90.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С. П. Королева,  
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

---

Типография ЭОЗ Куйбышевского авиационного института,  
443001, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.