

**УСТРОЙСТВО, НАЛАДКА
И ПРОГРАМИРОВАНИЕ
ОБРАБОТКИ НА МНОГООПЕРАЦИОННОМ
СТАНКЕ МОДЕЛИ МС 12 – 250**



✓ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ✓

ББК К630.22-64я73-5
УДК 621.91(076)

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент И. В. Милованов

Составители:

В. К. Лучкин, В. А. Ванин, В. Х. Фидаров

Лабораторная работа № 1

КОНСТРУКЦИЯ И НАЛАДКА МНОГООПЕРАЦИОННОГО СТАНКА С ЧПУ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНОЙ ИНСТРУМЕНТА МОД. МС 12 - 250

Цель работы: ознакомление с назначением, особенностями конструкции и методикой наладки многооперационного станка с ЧПУ мод. МС 12 - 250

1. Порядок выполнения работы

- 1.1. Ознакомиться с назначением и особенностями конструкции станка.
- 1.2. Ознакомиться с органами управления станком и устройством ЧПУ.
- 1.3. Ознакомиться с методикой наладки станка.
- 1.4. Изучить работу станка в различных режимах.
- 1.5. Произвести наладку станка на обработку конкретной детали.
- 1.6. Составить отчет о проделанной работе.

2. Сведения о станке

2.1. Назначение и особенности конструкции станка мод. МС 12 - 250.

Многоцелевой станок с ЧПУ с подъемно-поворотным столом и автоматической сменой инструмента предназначен для выполнения разнообразных работ (сверления, рассверливания, зенкерования, развёртывания, нарезания резьб, производства расточных и легких фрезерных работ по обработке прямоугольных контуров и т.д.) последовательно несколькими инструментами в автоматическом цикле с установкой изделия относительно оси шпинделя.

Станок оснащен позиционной системой ЧПУ мод. "Размер 2М" и его целесообразно использовать в серийном производстве приборостроительной промышленности.

Станок состоит из следующих основных узлов (рис.1): основания 1, станины 2, суппорта 3, стола подъемно-поворотного 4, головки шпиндельной 7 со шпинделем 8 и механизма смены инструмента 10.

Станина 2 монтируется на основании 1 коробчатой формы, отсеки которой используются для смазочно-охлаждающей жидкости, установки насоса охлаждения и части электропроводки. В верхней части станины имеются горизонтальные направляющие для перемещения шпиндельной головки 7, а во внутренней части станины расположены механизм зажима шпиндельной головки, привод ориентации шпинделя при автоматической смене инструмента и коробка скоростей привода вращения шпинделя. На передней торцевой стенке станины 2 имеются прямоугольные вертикальные направляющие для перемещения суппорта 3. На горизонтальных направляющих суппорта 3 размещен стол подъемно-поворотный 4 с салазками 6, которые осуществляют подачу в продольном направлении, и поворотный стол 5 с вертикальной осью вращения планшайбы. К задней верхней торцевой части станины крепится кронштейн с базовой поверхностью для крепления механизма смены инструмента 10 с инструментальным магазином 11 на 20 инструментов, кантователем 12 и манипулятором с

рычагом (схватом) 9. На боковой стенке станины со стороны рабочего места рядом расположены пульт управления станком 13 и механизм управления переключением коробки скоростей 14.

Конструктивными особенностями станка являются:

- разгрузка шпинделя от радиальных усилий;
- автоматический зажим суппорта, салазок и шпиндельной головки (бабки) при их остановке;
- гидравлическая разгрузка суппорта;
- применение беззазорных шариковых пар винт - гайка, что обеспечивает плавность перемещения рабочих органов и КПД их приводов;
- автоматический выбор и смена инструмента по программе.

2.2. Основные технические данные и характеристики станка

1. Класс точности станка по ГОСТ 8-82E	-П		
2. Диаметр планшайбы поворотного стола, мм	-250		
3. Количество фиксированных позиций поворотного стола		-24	
4. Координатные перемещения, мм:			
салазок (X)	-250	суппорта (Y)	-280
головки (Z)	-200		шпиндельной
5. Дискретность отложения координат X,Y,Z, мм		-0.01	
6. Расстояние от оси шпинделя до плоскости поворотного стола, мм:			
наименьшее	-60		
наибольшее	-340		
7. Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	-45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 1400, 2000		
8. Скорости рабочих подач, мм/мин:			
салазок	-10,16,25, 40, 63, 100		
суппорта	-160,250,400		
шпиндельной головки	-630,1000		
9. Скорость быстрых перемещений салазок, суппорта, шпиндельной головки, не менее, м/мин		-2,4	
10. Скорости позиционирования, мм/мин:			
суппорта		-2,5	
салазок и шпиндельной головки		-16	
11. Мощность привода главного движения, кВт		-2,2	
12. Наибольший крутящий момент на шпинделе станка (при $n = 45 \text{ мин}^{-1}$), Н·см		-5000	
13. Мощность привода подач, кВт		-0.55	
14. Наибольшие допустимые усилия по координатным осям от усилий резания, Н:			
по координатам X, Y вверх, Z		-1000	
по координате Y вниз		-3000	
по координате Z при сверлении		-3500	
15. Количество инструментов в магазине		-20	
16. Наибольший диаметр сверления, мм		-12	
17. Наибольший диаметр нарезаемой резьбы			

(по стали ($\sigma_{вр.} = 600\text{МПа}$), мм	-12
18. Наибольший диаметр растачиваемого отверстия, мм	-60
19. Габаритные размеры станка (длина, ширина, высота),мм	-147x1240x1900
20. Масса станка, кг	-2000

2.3. Кинематика станка

2.3.1. Цепь главного движения

Шпиндель получает вращение от электродвигателя 5-МЗ (рис.2) через клиноременную передачу со шкивами 1 и 2 через шестерни 3, 4, внешнее зацепление шестерен 5, 6 или внутреннее зацепление шестерен 3,6, затем вращение передается через шестерню 7 и подвижную шестерню 13 или блок шестерен 8,9 на шестерни 10,12 и далее через шестерни 11, 12 и блок шестерен 14,15, затем через одиночные передачи 14, 16 и 16, 17.

2.3.2. Цепи подачи салазок, суппорта и шпиндельной головки

Подача салазок (координата X), суппорта (координата Y) и шпиндельной головки (координата Z) осуществляется по одинаковой кинематической цепи, а именно: вращение от электродвигателей, соответственно, 1-М1,2-М1 и 3-М1 (рис.2) передается через редуктор с передаточным отношением $i=12$ на ходовой винт качения с шагом $t=6\text{мм}$. Ходовые винты салазок, суппорта и шпиндельной головки кинематически связаны с датчиками обратной связи, служащие для слежения за положением в процессе работы этих подвижных органов станка.

Датчики обратной связи являются датчиками абсолютного отсчета и представляют собой блоки из четырех сельсинов, кинематически связанных между собой (рис. 2): 1-Сс1, 1-Сс2, 1-Сс3, 1-Сс4; 2-Сс1, 2-Сс2, 2-Сс3, 2-Сс4; 3-Сс1, 3-Сс2, 3-Сс3, 3-Сс4.

Фиксация салазок, суппорта и шпиндельной головки осуществляется системой рычагов, работающих от гидроцилиндров, управляемых микропереключателями 1-ВЗ, 1-ВЧ, 2-ВЗ, 2-ВЧ и 3-ВЧ (рис.2).

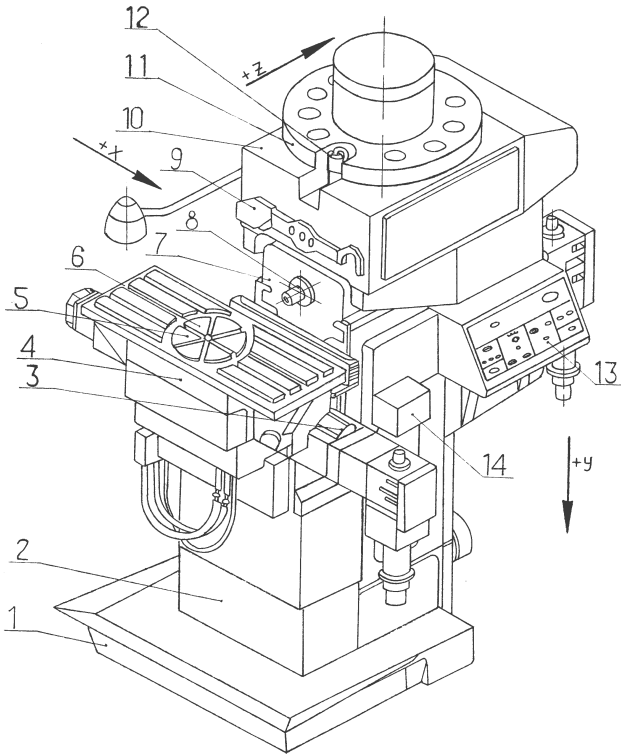
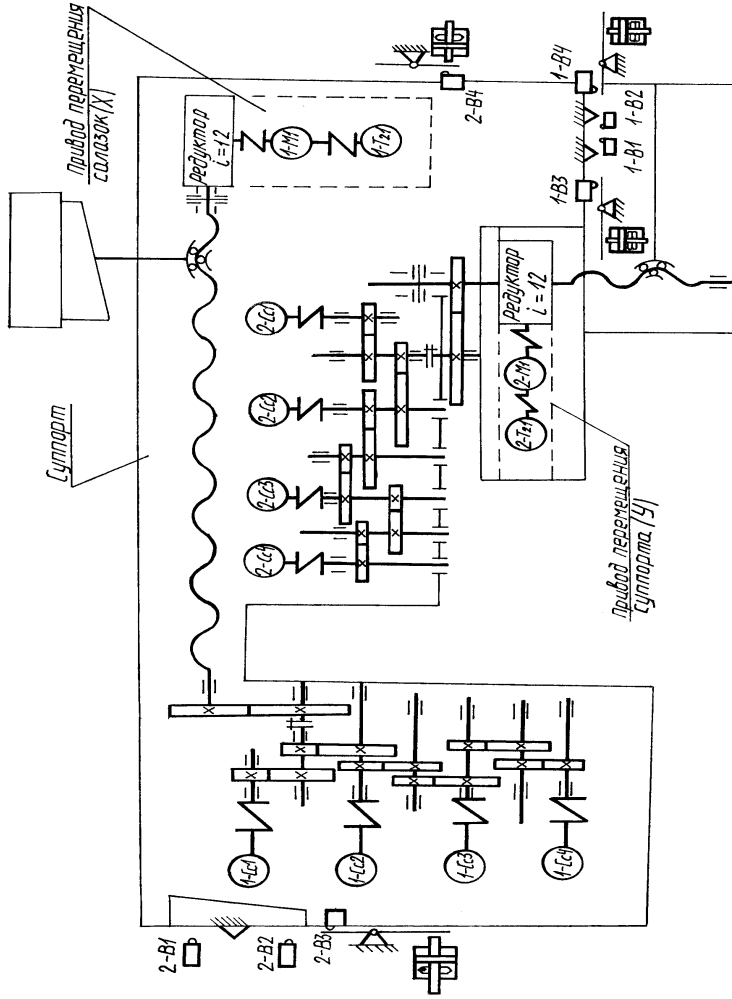


Рис.1. Многооперационный станок мод. MC12-250

2.3.3. Цепь поворотного стола

От электродвигателя постоянного тока 4-М1 (рис. 3) через шестерни 20, 21 и червячную пару 22, 23 вращение передается на ось 24, жестко связанную с планшайбой 25 и резьбовым соединением с червячным колесом 23. В процессе смены позиции поворотного стола в первоначальный момент вращения червячного колеса 23 планшайба 25 поднимается вверх на 4,2 мм резьбовым соединением оси с червячным колесом 23.

Управление углом поворота стола осуществляется датчиком обратной связи (сельсином) 4-Сс1 (рис. 3), соединенным с шестернями 26, 27. При отработке сельсином 4-Сс1 угла поворота планшайбы 25 стола подается сигнал на реверс двигателя 4-М1, останов которого происходит после затяжки планшайбы, её фиксации и включения микропереключателя 4-В1.



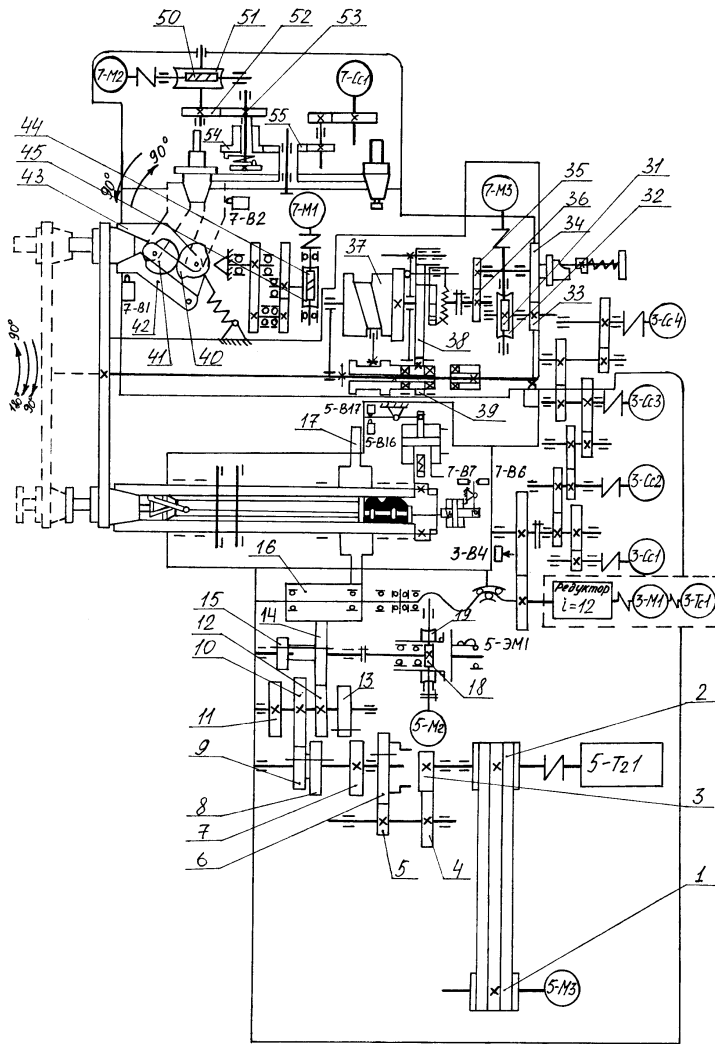


Рис2. Кинематическая схема

2.3.4. Механизм переключения скоростей

Механизм переключения скоростей вращения шпинделя работает в автоматическом цикле от системы ЧПУ. Переключение скоростей осуществляется рычагами, сцепленными с блоками шестерен. Поворот рычагов для переключения блоков шестерен осуществляется кодирующим диском, который получает вращение от электродвигателя 5-М1 (рис. 4) через шестерни 28 и 29. Микропереключатель 5-В14 подает сигнал на включение двигателя 5-М1, а микропереключатель 5-В13 на его отключение.

Управление углом поворота кодирующего диска осуществляется от системы ЧПУ через бесконтактный датчик БС-155, получающего вращение от электродвигателя 5-М1 через шестерни 28, 29 и 30.

2.3.5. Механизм ориентации шпинделя

При автоматической смене инструмента необходимо чтобы выступы на переднем торце шпинделя 8 (рис. 1) занимали строго вертикальное сориентированное положение. Для ориентации шпинделя он получает "вялое" вращение от электродвигателя постоянного тока 5-М2 (рис.2) через червячную пару 18, 19 (червячное колесо соединяется с валом электромагнитной муфты 5 - ЭМ1), шестерни 14, 16 и 17. При этом фиксатор поршня под давлением масла в гидроцилиндре при совпадении с ориентирующим пазом на шпинделе заходит в него и отключает микропереключателем 5-В16 привод ориентации. Сигнал об освобождении фиксатором паза подается в цепь управления микропереключателем 5-В17.

2.3.6. Механизм смены инструмента

Механизм смены инструмента состоит из следующих основных узлов (рис.1), смонтированных на одной плите и связанных общим циклом с механизмом ориентации шпинделя и зажима инструмента в шпинделе: магазина 11, кантователя 12 и манипулятора с рычагом (схватом) 9. Механизм служит для смены инструмента в шпинделе станка в следующем автоматическом цикле:

а) в исходном положении рычаг (схват) 9 находится в горизонтальном положении, в шпинделе 8 инструмент зажат, инструмент в кантователе зажат и находится в горизонтальном положении, головка шпиндельная 7 - в заднем крайнем (фиксированном) положении, шпиндель 8 - в сориентированном положении на жестком упоре;

б) поворот схвата 9 по часовой стрелке на 90° из горизонтального в вертикальное положение, захват инструментов в шпинделе 8 и кантователя 12 (в конце поворота осуществляется разжим инструмента в шпинделе головки);

в) ход вперед схвата 9 на 72 мм, вынос инструментов из шпинделя 8 и кантователя 12;

г) поворот схвата 9 по часовой стрелке на 180° , смена местами отработавшего и вновь вступающего в работу инструментов;

д) ход назад схвата 9 на 72мм, подача инструментов в шпиндель 8 и в стакан кантователя 12 (в конце хода осуществляется затяжка инструмента в шпинделе 8);

е) поворот назад схвата 9 против часовой стрелки на 90° в исходное горизонтальное положение (по окончании поворота подается сигнал - цикл смены инструмента закончен).

Все движения рычаг (схват) 9 получает от манипулятора по следующей кинематической цепи (рис. 2): от электродвигателя постоянного тока 7-МЗ, редуктор с червячной парой 31, 32 и зубчатой передачей 33, 34 вращение передается кулачковому барабану 37, который через торцевой кулачек, сектор 38 и шестерню 39 осуществляет поворот вала и схвата, а через периферийный радиальный кулачок и осевую тягу осуществляет ход вала и схвата вперед и назад.

Затяжка инструмента в шпинделе (рис.2) осуществляется за хвостовик инструмента с помощью четырех захватов, тяги и набора тарельчатых пружин, а разжим - с помощью гидроцилиндра, шток которого упирается в торец тяги. Сигнал о затяжке и разжиге инструмента подается в цепь управления микропереключателями 7-В6 и 7-В7.

Кантователь 12 (рис.1) выполняет функции кантователя инструмента из вертикального положения, в котором он находится в магазине 11 на исходной позиции, в горизонтальное, которое является начальным для производства смены инструмента.

Кантователь состоит из двух губок 42 и 43 (рис.2), кинематически связанных между собой зубчатыми секторами 40 и 41. Зажим инструментального стакана в кантователе осуществляется губками при поджатии одной губки к другой пружиной. Приводится кантователь в действие от электродвигателя постоянного тока 7-М1 через редуктор с червячной парой 44, 45 и зубчатой передачей 46, 47 далее через шестерни 48, 49 и зубчатые сектора 40, 41. Для подачи сигналов о начале и конце процесса кантования инструмента установлены два микропереключателя 7-В1 и 7-В2.

Инструментальный магазин 11 (рис.1) служит накопителем инструмента и представляет собой диск с 20-ю прорезями, расположенными по окружности, в которые вставляются стаканы с инструментом. Диск получает вращение относительно оси от электродвигателя постоянного тока 7-М2 (рис.2) через редуктор с червячной парой 50, 51 и зубчатой передачей 52, 53, затем через шестерню 54 и шестерню 55, жестко связанную с диском. Инструментальный диск кинематически связан с сельсином 7-Сс1, который определяет номер позиции инструмента в исходном положении при работе с системой ЧПУ.

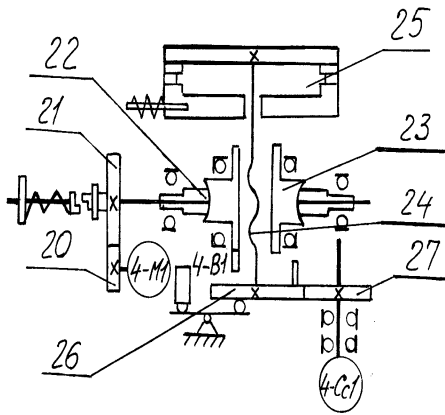


Рис.3. Механизм подъемно-поворотного стола

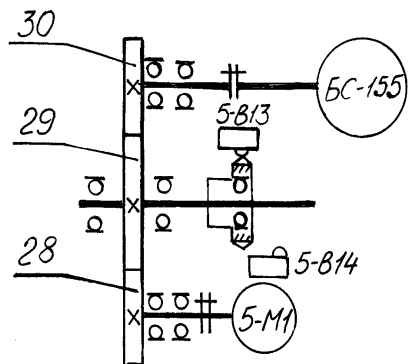


Рис.4. Механизм переключения скоростей

2.4. Органы управления станком

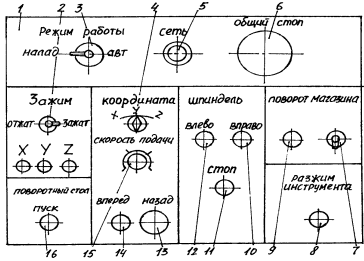
Управление станком осуществляется с двух пультов: пульта ручного управления станком (рис.5) и пульта устройства ЧПУ «Размер-2М» (рис.6).

Перечень органов управления и сигнализации, размещенных на пульте ручного управления станком, приведен в таблице 1.

Таблица 1. Органы управления и сигнализации пульта ручного управления станком

Позиция на рисунке 5	Назначение
1	Лицевая панель управления
2	Переключатель зажима и отжима исполнительных органов по координатам X, Y, Z
3	Переключатель установки работы станка в наладочный или автоматический режим
4	Переключатель выбора координаты перемещений подвижных органов (X – салазки, Y – суппорт, Z – шпиндельная головка)
5	Сигнальная лампа «Станок подключен к сети»
6	Кнопка «Общий стоп» (отключение от сети)
7	Переключатель выбора режима поворота магазина (непрерывно или на шаг)
8	Кнопка разжима инструмента в шпинделе станка
9	Кнопка включения (пуска) поворота магазина для выбора нужного инструментального гнезда
10 11 12	Кнопки пуска и останова шпинделя (влево – вращение по часовой стрелке, вправо – против часовой стрелки при взгляде с переднего торца шпинделя)
13 14	Кнопки выбора направления перемещения подвижных органов по координатам X, Y, Z
15	Ручка выбора скорости движения подвижных органов по координатам X, Y, Z
16	Кнопка включения поворота стола

Рис.5 Пульт управления станком



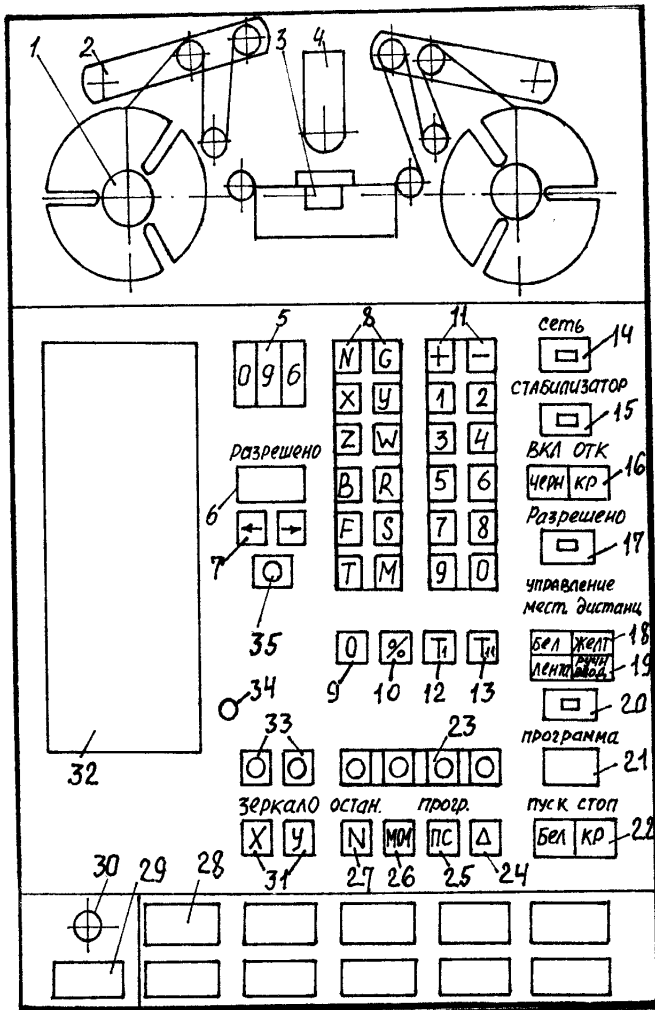


Рис.6. Пульт устройства ЧПУ «Размер-2М»

Перечень органов управления и индикации пульта устройства ЧПУ (УЧПУ) «Размер-2М» приведен в табл.2.

Таблица 2. Органы управления и индикации пульта УЧПУ «Размер-2М»

Позиция на рисунке 6	Наименование, назначение
1	2
1	Защелки катушек перфоленты
2	Рычаги натяга перфоленты
3	Включение считывающего устройства
4	Осветитель считывающего устройства
5	Набор номера кадра упора
6	Сигнал разрешения протяжки ленты
7	Пуск протяжки ленты вперед или назад
8	Панель адресов
9	Стирание задания по последнему введенному адресу
10	Стирание задания
11	Панель ввода знаочисловой информации
12	Перезапись номера инструмента из регистра программы в регистр носителя
13	Перезапись номера из регистра программы в регистр шпинделя
14	Сигнал подачи напряжения в УЧПУ
15	Сигнал включения УЧПУ
16	Включение-отключение УЧПУ
17	Сигналы разрешения работы с ЧПУ
18	Выбор местного УЧПУ или дистанционного (станок) пульта управления
19	Выбор режима работы вручную или от перфоленты
20	Сигнал «Готово» (задание отработано)
21	Сигнал «Программа включена»
22	Пуск и стоп работы по программе
23	Сигнал включенного упора
24	Упор «Δ» стандартного цикла по частям
25	Упор «ΠС» отработки по кадрам
26	Упор «M01» подтверждения остановки на ближайшем кадре с M01
27	Упор «N» отработки программы до заданного кадра
28	Панель ввода размера инструмента

29	Панель установки плавающих нулей
30	Кнопка вывода на цифровую индикацию информации из узла датчиков обратной связи
31	Выбор оси зеркальной обработки
32	Экран цифровой индикации

Продолжение таблицы 2.

1	2
33	Сигнализация оси зеркальной обработки
34	Регулятор яркости индикации
35	Стол протяжки ленты

Контроль выполнения программы осуществляется с помощью цифрового дисплея, на экране которого в левой части отражается информация о фактическом состоянии станка, а в правой – задание (рис.7). Перечень индицируемой информации приведен в таблице 3.

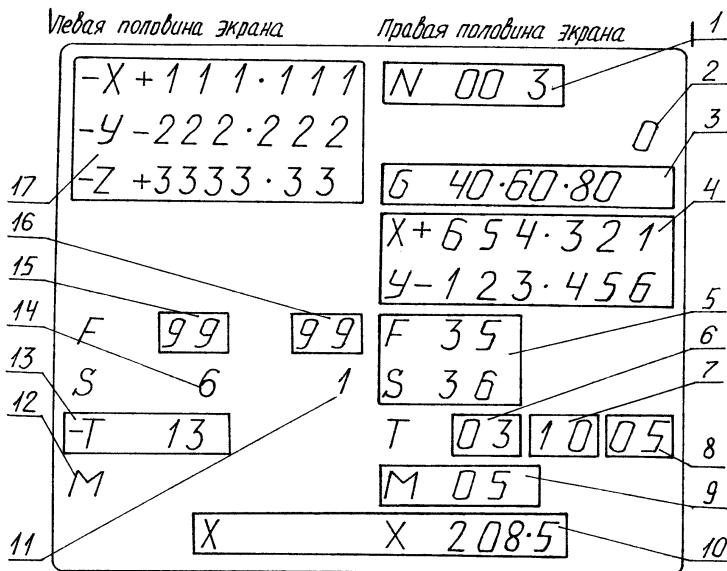


Таблица 3. Индикатируемая информация на экране

Позиция на рисунке 7	Содержание информации
1	Номер последнего считанного кадра
2	Номер обрабатываемой части стандартного цикла
3	Код подготовительных функций
4	Координатное задание по осям
5	Коды заданных режимов обработки
6	Номер инструмента в регистре носителя
7	Номер инструмента в регистре шпинделя
8	Номер инструмента в регистре программы
9	Код заданной вспомогательной функции
10	Код и место неисправности
11	Номер диапазона скорости шпинделя
12	Код невыполнения задания или неправильный ввод адреса
13	Номер гнезда в позиции перегрузки
14	Код скорости шпинделя внутри диапазона
15	Код подачи по приводу первого канала
16	Код подачи по приводу второго канала
17	Положение исполнительных органов и систем отсчета детали

3. Наладка станка и отработка режимов

3.1. Наладка станка

Наладка станка включает установку и закрепление обрабатываемой детали, установку базы отсчета (нуля станка), установку исполнительных органов в базовое положение (нуля детали), зарядку инструментального магазина, установку размеров инструментов.

Автоматическое управление координатными перемещениями исполнительных органов станка от системы "Размер-2М" возможно, если измерительная система станка согласована с системой координат детали. Это согласование осуществляется с помощью органов установки начала отсчета (нуля отсчета), предусмотренного в системе для всех координат. Направления осей координат станка показаны на рис.1.

Ось Z всегда параллельна оси шпинделя и ее положительное направление - от устройства для крепления детали (от поворотного стола) к инструменту.

Ось X всегда горизонтальна и перпендикулярна оси Z. Положительное направление оси X - влево, если смотреть от детали со стороны шпинделя вдоль его оси.

Ось Y перпендикулярна плоскости XZ и ее положительное направление - вниз (перемещение стола из крайнего верхнего положения в крайнее нижнее).

Для угловых координат шпинделя и поворотного стола положительным направлением вращения считается вращение по часовой стрелке при взгляде вдоль положительного направления соответствующей оси.

Начало отсчета устанавливается при наладке станка относительно абсолютного нуля отсчета. За абсолютный нуль отсчета в станке принимается такая точка, в которой сигналы с датчиков обратной связи равны нулям. За абсолютный нуль отсчета по оси X принимается крайнее левое положение салазок (если смотреть на шпиндель спереди) плюс 100 мм., по оси Z - точка на расстоянии 200 мм. от центра стола в сторону противоположную шпиндельной головке.

Для установки базы отсчета (нуля станка или "0" координаты) необходимо нажать кнопку "Запись нуля" на пульте УЧПУ, установив ее в положение "Включено", и поочередно салазки и суппорт переместить в крайние положения в сторону абсолютного нуля соответствующей координаты, а шпиндельную головку переместить в крайнее заднее положение. После этого еще раз нажать кнопку "Запись нуля", переводя ее в исходное положение.

Установка исполнительных органов в базовое положение (в нуль детали) заключается в наборе на декадных переключателях установки плавающих нулей в соответствии с картой наладки координат фактического положения соответствующих рабочих органов, которые индицируются на левой стороне экрана при нажатии кнопки "Установка нуля" пульта УЧПУ.

При обработке деталь можно располагать относительно начала отсчета в одном, двух или четырех квадрантах.

Система отсчета текущего положения координат позволяет вести отсчет координат с цифровой индикацией на экране пульта УЧПУ как при ручном управлении перемещениями исполнительных органов станка, так и при автоматическом.

Инструмент устанавливается в магазин с учетом технологической последовательности, определенной программой. Инструмент, работающий по программе первым, устанавливается в шпиндель, а последующий - в кантователь.

Размеры инструментов, т.е. их вылет от торца шпинделя, устанавливаются на панели ввода размеров инструмента.

3.2. Режимы работы станка и их отработка.

Органы управления станком предусматривают три режима работы: режим ручного (наладочного) управления; режим ручного ввода программы (преднабора); режим работы по программе, записанной на перфоленте.

Режим ручного управления с пульта управления станком (рис.5) используется при наладке станка и позволяет управлять перемещением стола, салазок, шпиндельной головки только последовательно (одновременное перемещение двух рабочих органов невозможно).

Режим ручного ввода программы (преднабора) может быть использован для разового ввода коррекции в программу при проверке и добавке перфолент, а также при обработке единичных деталей, для которых запись программы на перфоленте нецелесообразна.

Режим работы станка по программе, записанной на перфоленте, обеспечивает автоматический цикл процесса обработки.

3.2.1. Последовательность отработки ручного режима.

1. Включить питание станка и системы ЧПУ тумблером на шкафу электроавтоматики.
2. Включить гидростанцию кнопкой на шкафу электроавтоматики.
3. На пульте станка (рис.5) установить переключатель режима работы в положение "Наладка" (далее все управление осуществляется с пульта станка).
4. Установкой переключателя 4 выбрать перемещаемый орган (X- салазки, Y- суппорт, Z- шпиндельная головка). Скорость подачи регулируется рукояткой 14.
5. Пуск перемещения осуществляется нажатием на кнопку, соответствующую направлению перемещения, т.е. 13 и 15.
6. Поворот стола осуществляется нажатием кнопки 16.
7. Цикл смены инструмента выполняется в три этапа кратковременным включением переключателя "Смена": выем инструмента из магазина, смена инструмента в шпинделе, возврат инструмента в магазин. При непрерывном включении переключателя цикл смены инструмента происходит непрерывно.
Примечание. Смену инструмента можно производить только при крайнем заднем положении шпиндельной головки.
8. Выполнить наладочные перемещения рабочих органов станка в ручном режиме в соответствии с заданием преподавателя.

3.2.2. Последовательность отработки режима ручного ввода программы.

1. Выполнить пункты 1 и 2 для ручного режима.
2. На пульте станка установить переключатель 3 (рис.5) в положение "Автомат".
3. Включить устройство ЧПУ левой черной кнопкой 16 (здесь и далее позиции соответствуют рис.6).
4. Ввести команду на местное управление, нажав левую кнопку 18.
5. Включить режим ручного ввода программы, нажав кнопку 19.
6. Набрать на панели адресов (поз.8) и знакочисловой информации (поз.11) кадр управляющей программы и нажать левую белую кнопку "Пуск программы" 22.
7. По окончании отработки задания при наличии сигнала "Готово" ввести следующий кадр.
8. При необходимости произвести зеркальную обработку относительно координат X или Y с повторным использованием набранного кадра управляющей программы (перед пуском программы следует нажать соответствующую кнопку 31 на пульте устройства ЧПУ).

3.3.3. Последовательность отработки автоматического режима работы станка по программе.

1. Выполнить пункты 1,2 и 3 для ручного ввода программ.
2. Вставить перфоленту и подготовить считывающее устройство к работе, для чего (см.рис.6):
 - установить рычаги натяга ленты 2 в нижнее положение;
 - провести ленту и закрепить ее в правой пустой кассете;
 - освободить рычаги натяга ленты и, подматывая вручную кассету с лентой вперед, установить рычаги 2 в горизонтальное положение;
 - включить считывающее устройство (поз.3);

- включить режим "Перфолента" (левая кнопка поз.19);
- проверить наличие сигнала разрешения протяжки ленты (поз.6);
- установить упор "ПС" отработки по кадрам (поз.25);
- нажатием пуска считывателя назад (поз.7) перемотать ленту до начала программы;
- нажатием пуска считывателя вперед (поз.7) ввести первый кадр;
- убедиться в правильности ввода первого кадра на экране индикации (поз.32);
- отключить упор "ПС" (поз.25).

3. Нажать белую кнопку "Пуск программы" (поз.22).

4. Нажать красную кнопку "Стоп программы" (поз.22), при этом все сигналы из устройства ЧПУ снимаются, на станке останавливаются приводы подачи, шпиндель, насос охлаждения.

Для продолжения работы станка по программе необходимо нажать белую кнопку "Пуск программы" (поз.22), а для пуска шпинделя и охлаждения нужно предварительно задать и отработать соответствующие вспомогательные функции.

Примечание. Обработку первой детали по новой перфоленте рекомендуется производить при включенном упоре "Δ" (поз.24), позволяющем обрабатывать стандартный цикл с остановкой после каждой части. При этом задание вводится пуском считывателя (поз.7) вперед. После проверки правильности задания по экрану индикации (поз.32) белой кнопкой "Пуск программы" (поз.22) дается команда на его исполнение.

Упор "N" (поз.27) может быть использован для автоматического поиска кадра, заданного на переключателях (поз.7). Упор "ПС" (поз.25) может быть использован для покадровой протяжки ленты пуском считывателя (поз.7) соответственно вперед или назад.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название и цель работы. 2. Краткая характеристика станка. 3. Основные узлы станка. 4. Схемы пультов управления станком и устройством ЧПУ и назначение органов управления. 5. Режимы работы станка, их особенности и порядок отработки. 6. Порядок наладки станка.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные узлы станка мод. МС12-250?
2. Особенности конструкции станка и его узлов?
3. Органы управления станком и устройством ЧПУ?
4. Режимы работы станка и порядок их отработки?
5. Последовательность наладки станка?

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Многоцелевой станок мод. МС12-250. Руководство по эксплуатации.БПКО "Техника", 1976. -146с.

2. Устройство ЧПУ "Размер 2М". Инструкция по эксплуатации и программированию. -М.: Внешторгиздат, 1976. –16с.

Лабораторная работа №2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ДЛЯ МНОГООПЕРАЦИОННОГО СТАНКА С ЧПУ МОД. МС 12 – 250

Цель работы: изучение методики разработки технологического процесса обработки деталей на многооперационном станке с ЧПУ и методики программирования; приобретение практических навыков в разработке управляющих программ.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.1. Ознакомиться с методикой разработки технологического процесса и методикой программирования.

1.2. В карте наладки вычертить эскиз детали в соответствии с вариантом задания приложения 3.

1.3. Выбрать последовательность обработки, подобрать инструмент и режимы резания.

1.4. Выбрать положение центра базовых поверхностей и исходной точки инструмента.

1.5. Вычертить геометрический план.

1.6. Записать полный текст управляющей программы.

1.7. Оформить отчет о проделанной работе.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Разработка технологических процессов для обработки деталей на многооперационных станках состоит из следующих этапов:

- а) анализ чертежа обрабатываемой заготовки и детали;
- б) назначение базовых поверхностей и выбор схемы установки на станке;
- в) выбор схемы обработки каждого сочетания поверхностей;

- г) выбор режущих инструментов и назначение режимов резания;
 - д) привязка детали к осям координат;
 - е) заполнение технологической карты наладки.
- Содержание этапов «а» и «г» и их решение рассмотрены в [1].

2.1. Назначение базовых поверхностей и выбор схемы установки на станке

При обработке деталей на многооперационных станках и особенно на станках оснащенных поворотным столом, стремятся за одну установку детали полностью обработать ее поверхности. Однако это вызывает определенные трудности в выборе баз и места крепления обрабатываемой детали, так как элементы крепления не должны мешать подходу режущих инструментов ко всем подлежащим обработке участкам.

Важным условием при определении технологических баз являются принципы их постоянства. Технологические базы и метод крепления детали должны обеспечивать надежную устойчивость последней в процессе обработки, отсутствие деформации, постоянство положения детали относительно начала отсчета координат. С выбором баз связан и вопрос выбора схемы установки детали на столе станка. Детали можно устанавливать непосредственно на столе станка в закрепленном на нем приспособлении или в приспособлении, закрепленном на промежуточной плите, установленной на столе станка.

Выбор схемы установки и метода крепления обрабатываемой детали на столе станка зависят от конструкции многооперационного станка и типа производства. В условиях опытного и мелкосерийного производства для крепления заготовок следует применять универсальные зажимные устройства: прихваты, наборы опор, скоб и т.д. Такие зажимные устройства можно оснащать механогидравлическими и пневмогидравлическими приводами.

В условиях серийного производства следует применять специальные приспособления. При обработке корпусных деталей небольшого размера в серийном производстве необходимо использовать многоместные приспособления, особенно в том случае, когда время смены инструмента значительно больше времени позиционирования.

2.2. Выбор схемы обработки каждого сочетания поверхностей

Выбор схемы обработки каждого сочетания поверхностей производится на основе анализа чертежа заданной детали.

Существует несколько вариантов схем обработки деталей на многооперационных станках, отличающихся количеством смен инструментов, смен режимов обработки, числом поворотов стола, числом наборов координат, сложностью программы и т.д. Изменение последовательности обработки вызывает изменение числа включений и срабатываний отдельных элементов и механизмов станка, а от этого зависит производительность, точность обработки и надежность работы станка.

Оптимальный вариант последовательности выполнения отдельных переходов определяют в каждом конкретном случае, сравнивая их между собой.

При обработке отверстий сложной формы высокой степени точности с большим количеством переходов, а также, если все обрабатываемые отверстия различны, целесообразна следующая схема обработки: полная обработка сначала одного отверстия при одном позиционировании относительно шпинделя станка, далее второго, третьего и т.д. на одной стороне детали; затем поворот детали и полная обработка каждого по очереди отверстия с

другой стороны детали и так далее до полной обработки детали со всех сторон.

При обработке большого количества отверстий с малым количеством переходов (например, крепежные отверстия) рекомендуется следующая схема: последовательная обработка каждого отверстия одной группы отверстий, расположенных с одной стороны детали сначала одним инструментом по первому переходу, затем вторым по второму переходу и т.д.; далее таким же образом обрабатываются отверстия других групп на этой же стороне детали; после окончания обработки всех отверстий, расположенных с одной стороны, деталь поворачивают и обрабатывают в такой же последовательности группы отверстий, расположенных с другой стороны и т.д.

Разновидностью последнего варианта является схема, когда производится последовательная обработка одним инструментом всех отверстий одной группы, расположенных в различных плоскостях детали.

Учитывая, что у многооперационных станков смена инструмента является более сложным элементом цикла работы, чем позиционирование стола, рекомендуется осуществлять меньше смен инструментов, т.е. обрабатывать деталь по второму варианту. По той же причине целесообразнее выполнять и меньшее число поворотов стола с деталью.

При составлении схемы обработки детали на многооперационном станке, кроме того, необходимо учитывать следующие рекомендации:

- а) для предотвращения увода сверла и получения точных межцентровых расстояний перед сверлением отверстий диаметром до 15 мм следует предусматривать центрирование;
- б) ступенчатые и сложные по конфигурации отверстия для сокращения машинного времени целесообразно обрабатывать специальным комбинированным инструментом;
- в) фрезерование плоскостей необходимо производить в самом начале операции обработки сложной корпусной детали.

2.3. Привязка детали к осям координат

Привязку детали к осям координат необходимо выполнять так, чтобы одна из осей станка совпадала с направлением размера детали. Это позволяет ликвидировать погрешность позиционирования по взаимно перпендикулярной оси и повысить точность обработки.

При обработке корпусных деталей ось поворота детали совмещают с осью поворотного стола станка, а оси координат станка X и Y рекомендуется совмещать с базовыми поверхностями или с осями симметрии детали, если они имеются. Координата оси поворотного стола, совмещенная с осью шпинделя, должна быть привязана к базовым координатам, что обеспечивает соосность отверстий с двух сторон.

Центр базовых координат является нулевой точкой детали (нуль детали), от которой, как от нового начала координат, производится перерасчет координат всех обрабатываемых поверхностей детали. Данные перерасчета заносятся на новый чертеж детали в карте наладки. Переработанный чертеж детали с указанием на нем последовательности обработки отдельных поверхностей является геометрическим планом расположения обрабатываемых поверхностей. Для корпусных деталей геометрический план вычерчивается на каждую сторону детали. Каждое отверстие (поверхность) на геометрическом плане нумеруется по порядку. При этом одинаковые отверстия, которые обрабатываются одним инструментом, нумеруются последовательно. Положение плоскости отсчета по оси Z выбирается из условий обеспечения минимальных холостых ходов и беспрепятственной смены наибольшего по длине инструмента.

Начало координат цикла обработки (нуль цикла) выбирают по каждой координате за пределами зоны обработки, исходя из условия удобства установки и съема детали, т.е. чтобы в конце цикла обработки деталь вместе со столом были сдвинуты в сторону оператора.

2.4. Заполнение карты наладки

Используя данные чертежа детали и технологического маршрута ее обработки, заполняется технологическая карта наладки (см. прил. 1), которая является основным документом при настройке станка и составлении управляющей программы.

Карта наладки содержит: геометрический план расположения обрабатываемых поверхностей; перечень инструмента и позиции его расположения в магазине; диаметры и длины инструментов; координаты начала и конца обработки для каждого инструмента; режимы обработки.

3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ

3.1. Описание системы

СПУ (система программного управления) «Размер 2М» является абсолютной позиционной системой с записью информации в коде ISO – 7bit на восьмидорожечной перфоленте.

Информация о технологических командах и геометрических размерах, необходимая для обработки детали, записывается на перфоленте в виде последовательности отдельных кадров. Совокупность последовательности кадров составляют программу обработки. Кадр программы состоит из определенного количества слов:

- а) слово «Номер кадра»;
- б) слова основной информации;
- в) символ «Конец кадра».

К словам основной информации относятся следующие слова:

- а) подготовительная команда;
- б) размер;
- в) скорость шпинделя;
- г) подача;
- д) инструмент;
- е) вспомогательные команды.

Каждое «слово» в свою очередь состоит из двух частей: из буквенного символа, называемого «адресом» и числового значения, которое может быть кодом или размером.

Цифровая индикация введенной программы и текущего положения подвижных органов станка высвечивается на экране пульта шкафа. Система обеспечивает управление по пяти координатам. Число одновременно работающих координат – 2. В системе возможен последовательный ручной ввод с пульта управления всей информации, вводимой с перфоленты.

Установка нуля отсчета возможна по всем координатам в пределах всего перемещения.

Учет размеров инструмента осуществляется по номеру гнезда магазина инструментов и обеспечивается набором полного размера инструмента или его коррекции на наборном поле пульта шкафа.

Система обеспечивает режимы работы:

- а) автоматический;
- б) полуавтоматический;
- в) преднабор.

3.2. Символы, применяемые в системе

В управляющей программе (УП) для станка мод. МС 12 – 250 используются символы, указанные в таблице 4.

Таблица 4. Символы программирования для станка мод. МС 12 – 250

Символ	Значение
<i>B</i>	Угловой размер относительно «Y»
<i>F</i>	Функция подачи
<i>G</i>	Подготовительная команда
<i>M</i>	Вспомогательная команда
<i>N</i>	Номер кадра
<i>R</i>	Размер быстрого перемещения по оси Z
<i>S</i>	Функция частоты вращения шпинделя
<i>T</i>	Функция инструмента
<i>X</i>	Размер перемещения, параллельно оси «X»
<i>Y</i>	Размер перемещения, параллельно оси «Y»
<i>Z</i>	Размер перемещения, параллельно оси «Z»
<i>0...9</i>	Цифры от 0 до 9
+	Алгебраический знак «плюс»
–	Алгебраический знак «минус»
%	Начало программы
<i>ЗБ</i>	Забой
<i>ПС</i>	Конец кадра

3.3. Порядок записи информации в кадре УП

Состав и рекомендуемый порядок записи в кадре УП (формат кадра):

N3. G2. G2. G2. Z ±4,2. R4,2. I ±4,2. II* ±4,2. F2. S2. M2. ПС*

Цифры, стоящие за каждым адресом, указывают на число десятичных разрядов, программируемых под данным адресом. Цифры, стоящие за адресами *Z*, *R*, *I**, *II**: первая цифра указывает на количество десятичных разрядов влево от подразумеваемой запятой, а вторая цифра – вправо от нее. Количество слов, содержащихся в кадре, определяется объемом программируемой в них информации.

При составлении кадра необходимо помнить:

- а) в одном кадре нельзя записывать две команды одного канала управления, например, *X–Z*;
- б) в одном кадре нельзя записывать две вспомогательные команды *M* (*M06*, *M05*, *M03*, *M04*, *M08*, *M09*, *M00*);
- в) отход на позицию смены инструмента нельзя совмещать в одном кадре с командой *M06*;
- г) перед поворотом стола необходимо предусматривать отключение охлаждения, т.к. во время подъема стола на 4...8 мм планшайба работает как поршневой насос, затягивая под себя охлаждающую жидкость со стружкой;
- д) инструмент диаметром более 55 мм необходимо расставлять в магазине станка через гнездо.

3.4. Кодирование различных команд

3.4.1. Кодирование угловых координат

Угловой размер поворота стола относительно Y задается угловой координатой, и вводится в СПУ под адресом B в долях π , выраженного шестизначным десятичным числом.

Полный оборот планшайбы разбит на 24 фиксируемых положений, кодовые обозначения которых и соответствующие им значения углов приведены в таблице 5.

Таблица 5. Кодовые обозначения угловых координат

Угол поворота стола в градусах	Кодовое обозначение размера поворотного стола в долях « π »	Угол поворота стола в градусах	Кодовое обозначение размера поворотного стола в долях « π »
0°	B + 000002	180°	B + 000102
15°	B + 000010	195°	B + 000110
30°	B + 000019	210°	B + 000119
45°	B + 000027	225°	B + 000127
60°	B + 000035	240°	B + 000135
75°	B + 000044	255°	B + 000144
90°	B + 000052	270°	B + 000152
105°	B + 000060	285°	B + 000160
120°	B + 000069	300°	B + 000169
135°	B + 000077	315°	B + 000177
150°	B + 000085	330°	B + 000185
165°	B + 000094	345°	B + 000194
		360°	B + 000002

Приходя в координату 360° , система сбрасывает размер в «0».

3.4.2. Кодирование скорости подач

Функция подачи вводится в СПУ под адресом F номера ступени скорости, выраженного двузначным десятичным числом.

Весь диапазон изменения скорости подач разбит на 13 фиксируемых значений (ступеней). Каждой ступени присвоен определенный номер. Значения скорости в мм/мин по координатам X , Y , Z и соответствующие им номера ступеней (кодовые обозначения) приведены в таблице 6.

Таблица 6. Кодовые обозначения скоростей подач по координатам X , Y , Z

N n/n	Код ступени	Скорость подачи в мм/мин		
		«X»	«Y»	«Z»
1	F00	00	00	00
2	F20	10	10	10
3	F24	16	16	16
4	F28	25	25	25
5	F32	40	40	40

6	F36	63	63	63
7	F40	100	100	100
8	F44	160	160	160
9	F48	250	250	250
10	F52	400	400	400
11	F56	630	630	630
12	F60	1000	1000	1000
13	F99	Ускоренный ход 3000 мм/мин		

3.4.3. Кодирование подготовительных команд

Подготовительные команды *G* имеют свои обозначения и режимы отработки. Все подготовительные команды (см. таблицу 7) условно можно разбить на три группы. К первой группе относятся подготовительные команды, учитывающие размер инструмента. Ко второй группе относятся команды, определяющие (задающие) точность подхода к месту обработки при позиционировании. К третьей группе относятся команды постоянных автоматических циклов. В программе все три группы *G* – функций записываются в одном кадре.

Таблица 7. Подготовительные команды *G*

Кодовое обозначение	Наименование команд	Функции команд
G40	Отмена коррекции инструмента (коррекция о/о).	Команда отменяет всякую коррекцию.
G45	Коррекция инструмента.	Команды <i>G42...G52</i> указывают, что значение величин коррекции инструмента, набранных на органах управления, складываются или вычитываются из соответствующих координатных размеров или равны нулю.
G46		
G47	+/+	
G48	+/-	
G49	-/-	
G50	-/+	
G51	0/+	
G52	0/-	
G53	+/0	
	-/0	
G60	Отмена коррекции инструмента, установки нуля и смещения плоскости.	
G61	Позиционирование точное I.	Задается режим

G62	Позиционирование точное II.	точного позиционирования с подходом к заданной позиции со стороны движения. Задается режим
G63	Позиционирование грубое I.	точного позиционирования с подходом к заданной позиции в положительном направлении осей координат. Задается режим
G64	Позиционирование грубое II.	позиционирования с подходом к заданной позиции в отрицательном направлении оси с перебегом, а в положительном направлении оси с недобегом. Зона торможения определяется величиной уставки P_4 , которая подбирается при
G65	Позиционирование грубое III (изменение скорости).	наладке станка. Задается режим грубого позиционирования с подходом к заданной позиции в отрицательном направлении оси с недобегом, а в положительном направлении оси с перебегом. Зона торможения
G66	Обработка с точным подходом к заданной позиции I.	определяется величиной установки P_4 . Задается режим грубого
G67		позиционирования с изменением

	Обработка точным подходом заданной позиции II.	с к	величины скорости от максимальной до заданной скорости подачи при подходе к заданной позиции со стороны движения.
G68	Обработка грубым подходом заданной позиции I.	с к	Зона торможения определяется заданной скоростью подачи и может изменяться в пределах уставок $P_1...P_4$, которые подбираются при наладке станка.
G69	То же II.		Задается режим обработки с точным подходом к заданной позиции со стороны движения на скорости подачи.
G80	То же III.		То же, дополнительно используется для задания паузы определенной длительности в конце обработки.
G81 – G99	Отмена автоцикла. Автоматические циклы.		Пауза определяется при наладке станка. Задается режим обработки с изменением величины скорости от заданной скорости подачи до нуля при подходе к заданной позиции в отрицательном направлении оси с перебегом, а в положительном направлении оси с недобегом. Зона торможения определяется величиной

		<p>установки <i>P4</i>. То же, что и <i>G67</i>. Дополнительно используется для задания паузы определенной длительности в конце обработки. Величина паузы определяется при наладке станка. То же, что и <i>G67</i>. задается режим обработки с изменением скорости от заданной скорости подачи до нуля при подходе к заданной позиции в отрицательном направлении оси с недобегом и в положительном направлении оси с перебегом. Команда используется для отмены автоциклов с <i>G81 - G99</i>. Функции команд с <i>G81 - G99</i> указаны в описании.</p>
--	--	---

Для учета размеров инструментов в системе используются подготовительные команды с *G40* – *G53* (см. таблицу 7). Команды этой группы относятся к инструментам типа фрез и учитывают расположение инструмента относительно обрабатываемого контура для введения в систему коррекции.

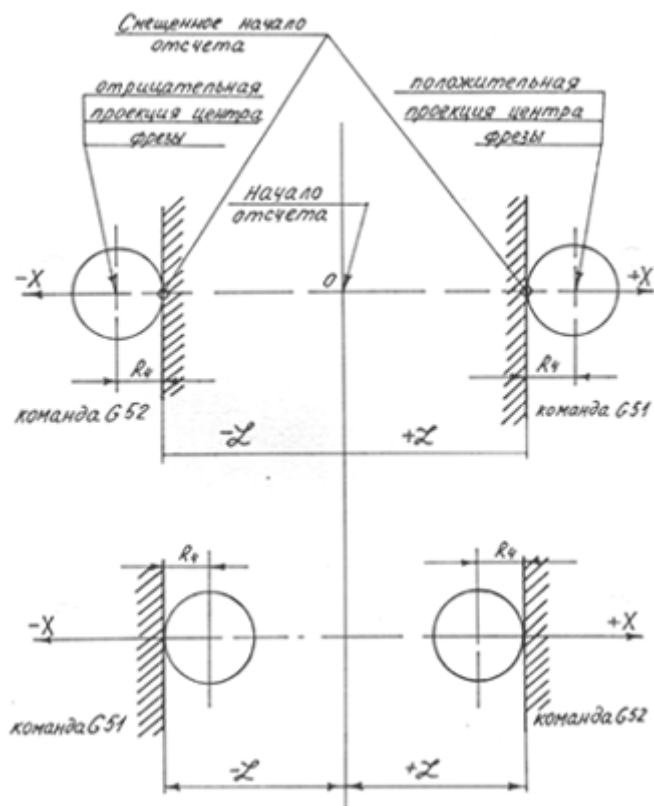


Рис. 8. Определение знака коррекции

Так как изменение размера инструмента типа фрез не оказывает влияния на размеры по координате Z , коррекция учитывает изменение размера по координатам X и Y . Заложенные в системе команды для учета (коррекции) размера инструмента позволяют учесть любые возможные комбинации изменения инструмента по координатам X и Y . Команды этой группы записываются в программу первыми по порядку и их кодовые обозначения приведены в таблице 7.

Выбор команд данной группы производится по правилу: если начало отсчета по программируемой оси координат (X или Y) перенести в точку пересечения плоскости обрабатываемой поверхности и координаты, то при положительной проекции центра инструмента на эту ось координат задается «+», а при отрицательной «-» (пояснения к правилу см. рис. 8).

3.4.2. Позиционирование

Для позиционирования в системе используются команды $G60...G69$ (см. рис. 9). Действие этих команд распространяется на все программируемые координаты станка. В зависимости от точности позиционирования применяют ту или иную команду $G60...G63$. Команды $G60$, $G61$ – команды точного позиционирования. Под точным позиционированием $G60$ понимается точный (без перебега) подход механизмов станка к точке позиционирования с любой стороны.

Команда $G61$ при движении в отрицательном направлении имеет перебег, а затем возвращается к заданной точке в положительном направлении оси координат, что позволяет вести выборку люфта в механизмах станка.

Команды $G62...G63$ – команды грубого позиционирования. Величины недоходов и перебегов для этих команд устанавливаются при отладке станка по каждой координате.

Команды $G65...G69$ – команды рабочей подачи, которые действуют так же как и команды позиционирования с той лишь разницей, что они работают на заданной скорости подачи F .

При записи $G60...G64$ заданная по программе подача F не отменяется для последующих кадров, но в кадре с командами $G60...G64$ будет действовать подача $F99$, которая не программируется, а вводится системой.

Автоматически команды $G66$, $G68$ имеют паузы длительностью от 1 до 10 секунд. Действительное значение паузы определяется при наладке станка.

Команды G этой группы записываются вторыми по порядку.

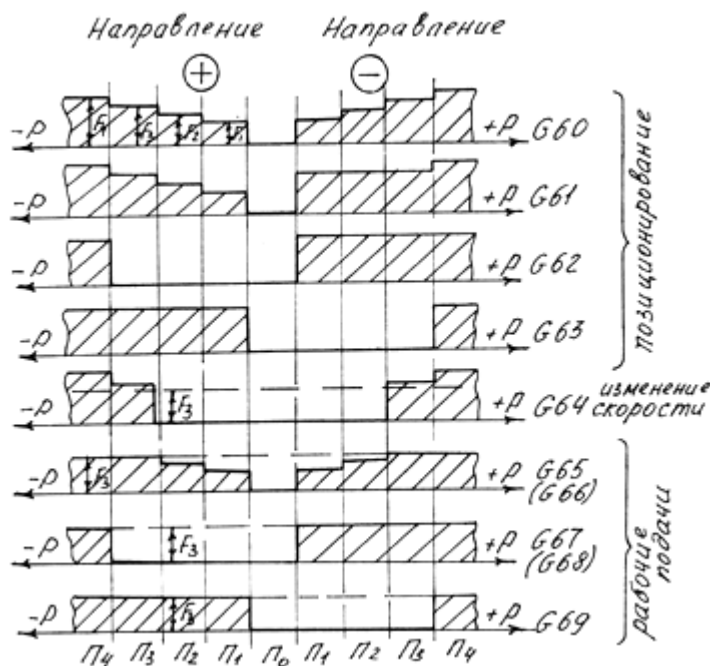


Рис. 9. Режимы движения и торможения.

P_0 – заданная точка позиционирования,

$P_1...P_4$ – установки пути торможения,

$F_1...F_4$ – установки скорости подачи,

F_3 – заданная скорость подачи,

F_4 – ускоренный ход,

P – рассогласование, «+» «-» соответственно, движение в положительном и отрицательном направлении оси.

3.4.3.3. Постоянные автоматические циклы

В ходе обработки имеет место повторение отдельных технологических операций по оси «Z», например, сверление, растачивание отверстий, нарезание резьбы и т.д. Такие операции могут быть выделены в отдельные группы – автоматические циклы. Для управления автоциклами в системе используются команды с G80...G90 (см. таблицу 8). Для включения нужного автоцикла достаточно записать на ленте соответствующую команду.

Автоцикл состоит из четырех частей. В первой части цикла включается шпиндель и обрабатывается на ускоренном ходу (команда G64) записанная на ленте величина R. Величина R определяет перемещение шпинделя с инструментом из исходного положения (плавающий нуль) к точке, удаленной на установленное расстояние от поверхности детали. Введение R вызывает смещение точки отсчета вдоль оси Z относительно установленного нуля в отрицательном направлении. Знак перед величиной R при программировании опускается.

Таблица 8. Автоматические циклы по оси Z.

команды	Схема АЦ	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
G-81 (G-91)		G64 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z	G63 R-Z R0;Z=0	G63 R-Z R0;Z=0	
G-82 (G-92)		G64 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z	G63 R-Z R0;Z=0	G63 R-Z R0;Z=0	
G-84		G64 R-Z Z=0 M03	G67 R-Z M05	G60 R-Z M05	G65 R-Z R0;Z=0	
G-85 (G-95)		G64 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z	G69 R-Z I=0	G63 R-Z R0;Z=0	
G-86 (G-96)		G69 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z M05	G63 R-Z R0;Z=0	G63 R-Z R0;Z=0	
G-87 (G-97)		G64 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z	G67(G65) R-Z	G67(G65) R-Z	
G-88 (G-98)		G69 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z	G67(G65) R-Z	G67(G65) R-Z	
G-89 (G-99)		G64 R-Z Z=0 M03	G67(G65) R-Z	G69 R-Z Z=0	G63 R-Z R0;Z=0	

Схема графа

Ускоренный ход

Подача глуби - G80
Подача длины - G70

Направление вращения
за привода

Пауза

Частота АЦ

$\Delta 1 - \Delta 5$

При программировании величины R (изменение нуля отсчета по оси Z) необходимо иметь в виду, что в станке MC 12 – 250 использован набор полной длины инструмента.

Во второй части цикла производится обработка детали, при этом шпиндель с инструментом с заданной скоростью подачи и частотой вращения перемещается до заданной глубины обработки (величина Z). Подход к этой точке может быть грубым (автоциклы 8...) или точным (автоциклы 9...)...

В третьей и в четвертой частях цикла осуществляется возврат шпинделя с инструментом в исходное положение на скоростях, заложенных в каждой части, при этом направление вращения

шпинделя может оставаться прежним, может быть изменено на противоположное (автоцикл *G84* – резьбонарезание самозатягиванием), или остановлено (автоциклы *G86*, *G96*). В автоциклах *G87*, *G97*, *G88*, *G98* третья и четвертая части отсутствуют.

В некоторых автоциклах после отработки программы второй части переход к третьей части (автоциклы *G82*, *G92*, *G89*, *G99*) или смена кадра (автоциклы *G88*, *G98*) производятся через паузу, которая может быть выбрана от 1 до 10 секунд при отладке станка. После отмены автоцикла обязательно перед сменой инструмента должна быть записана вспомогательная команда *M05* (остановка вращения шпинделя), а в автоцикле *G84* – резьбонарезание, она записывается после отработки каждого кадра с автоциклом.

3.4.4. Кодирование вспомогательных команд.

Управление вспомогательными операциями технологического процесса осуществляется с помощью специальной группы команд. Эти команды объединены под адресом *M* и вводятся в СПУ двузначным десятичным числом (см. таблицу 9).

В одном кадре программы может быть задана только одна вспомогательная команда. Команда запоминается в СПУ только на время отработки этого кадра. Команды, действие которых должно распространяться на несколько кадров программы, запоминаются в станции управления станком. Отмена действия таких команд осуществляется другой командой.

Таблица 9. Вспомогательные команды.

Код команды	Действие (функция)	Действие команд на станке в соответствии с рекомендациями ISO
M00	Запрограммированный останов.	Действие команды начинается после отработки заданных в этом же кадре координатных перемещений. Применяется для останова главного привода, отключения охлаждения, привода магазина инструментов.
M01	Останов с подтверждением.	Продолжение работы по программе возможно только после нажатия кнопки «Пуск программы».
M02	Конец программы.	То же, что и M00, только команда будет выдана для исполнения, если на пульте управления в любое время работы по программе до кадра
M03		

M04	Вращение шпинделя по часовой стрелке (правое вращение).	M01 была нажата кнопка M01. Команда записывается в отдельном кадре, равносильна сигналу «Стоп» программы и команде M00.
M05	Вращение шпинделя против часовой стрелки (левое вращение).	Включение вращения шпинделя в таком направлении, при котором винт с правой резьбой ввинчивается в деталь.
M06	Отключение главного привода (стоп).	То же, только в обратном направлении.
M08	Смена инструмента №1.	Команда выдается после отработки перемещений, заданных в кадре. Действие команды продолжается до замены на M03 или M04.
M09	Включение системы охлаждения (пуск).	Команда записывается в отдельном кадре, используется как сигнал начала жесткого цикла смены инструмента.
M40...M49, M73...M75, M80...M89, M90...M99.	Отключение охлаждения (стоп I).	Команда выдается в начале отработки кадра, включает систему охлаждения, сохраняет свое действие до появления команд M09, M00, M01, M02. Команда выполняется в начале отработки кадра. Сигнал команды используется для отключения системы охлаждения. Для резбонарезания по копиру.

3.4.5. Кодирование частоты вращения шпинделя.

Функция частоты вращения шпинделя вводится в СПУ под адресом *S*, за которым идут две цифры номера ступени частоты вращения (см. таблицу 10).

Коррекция частоты вращения шпинделя в СПУ не предусмотрена. Заданное значение ступени частоты вращения шпинделя действует до отмены новым значением.

Таблица 10. Кодовое обозначение частоты вращения шпинделя

№ n/n	Код ступени	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹
1	S00	0
2	S33	45
3	S36	63
4	S39	90
5	S42	125
6	S45	180
7	S48	250
8	S51	355
9	S54	500
10	S57	710
11	S60	1000
12	S63	1400
13	S66	2000

3.4.6. Кодирование смены инструмента.

Функция инструмента вводится в СПУ под адресом *T*, за которым идут две цифры номера гнезда инструмента с *T00* по *T19*, необходимого для обработки на программируемой операции. Для подачи выбранного инструмента в рабочую позицию (в шпиндель) необходимо задать вспомогательную команду *M06*. При наличии команды *T* кантователь из горизонтального положения переходит в вертикальное, затем отыскивается нужный инструмент, и кантователь с инструментом возвращается в горизонтальное продолжение. Как только в систему поступает сигнал команды *M06*, происходит замена инструмента с помощью манипулятора, в то же время отыскивается гнездо инструмента, которое находится в шпинделе.

Перед сменой инструмента записывается команда *G53* и координата *Z* – крайнее заднее положение шпиндельной головки (позиция смены инструмента), отсчитываемое от абсолютного

нуля. Затем в следующем кадре обязательно записывается команда *G40* (для отмены *G53*) и вся остальная необходимая информация.

Команды группы *G45...G52* (коррекция по радиусу) можно задавать только тогда, когда инструмент, на который дается коррекция, уже выбран, т.е. находится в рабочей позиции (в шпинделе). Команду *T* – поиск инструмента, можно записывать в любом кадре, совмещая поиск инструмента с операциями обработки.

3.4.7. Кодирование перемещений.

По оси *X* горизонтальное и по оси *Y* вертикальное перемещения осуществляет стол с деталью. Выбрав начало отчета по отношению к точке абсолютного нуля, набирают эту величину на декадных переключателях. Координата перемещения стола в нужную позицию задается со знаком (+) или (–) в зависимости от того, где выбрано начало отчета.

По оси *Z* перемещение осуществляет шпиндельная головка с инструментом. Величина перемещения определяется размером *R* и величиной координаты *Z* со знаком (–), если движение шпинделя происходит на деталь, со знаком (+) – при противоположном движении шпиндельной головки.

3.5. Пример записи кадра.

N004 G81 Z-005500 F48 S54 M08 PC, где

N004 – номер кадра 4;

G81 – подготовительная команда (автоматический цикл – сверление);

Z005500 – глубина сверления 55 мм;

F48 – 48-ая ступень скорости подачи;

S54 – 54-ая ступень частоты вращения шпинделя;

M08 – вспомогательная команда (включение охлаждения);

PC – символ «Конец кадра».

3.6. Пример составления программы.

Для рассмотрения порядка составления УП взята деталь, изображенная на эскизе в карте наладки (см. приложение 1). Пусть данная деталь устанавливается непосредственно на столе станка, базируясь по специальным упорам, и закрепляется прихватами.

На основе анализа чертежа детали и заготовки выбирается последовательность обработки. Для каждого перехода выбирается необходимый режущий инструмент, назначаются режимы обработки. Все данные заносятся в карту наладки.

Далее выбирается положение центра базовых координат и положение исходной точки инструмента. Вычерчивается геометрический план расположения обрабатываемых поверхностей, на котором проставляются опорные точки движения инструментов с указанием их координат относительно нуля детали (см. рис.10).

Используя карту наладки и геометрический план, составляется УП обработки (см. приложение 2).

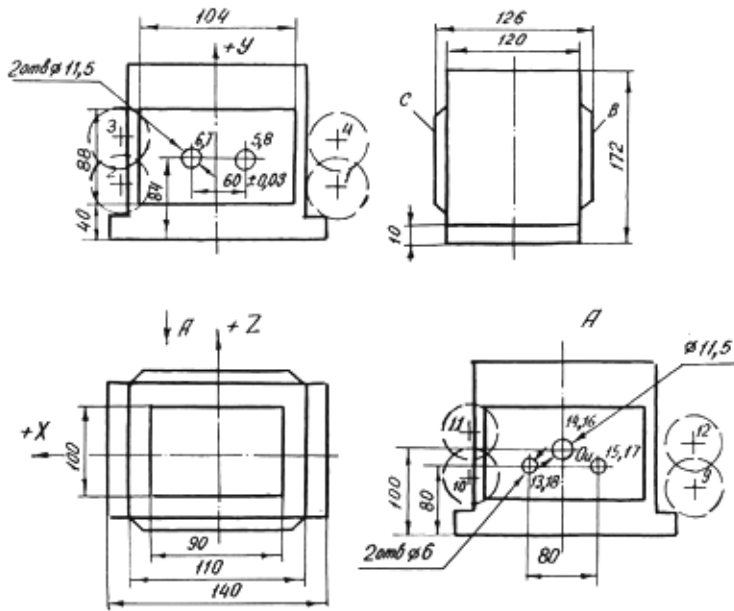


Рис.10. Геометрический план расположения обрабатываемых поверхностей

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.

1. Название и цель работы.
2. Заполненная карта наладки с подготовкой необходимых данных.
3. Геометрический план расположения обрабатываемых поверхностей детали.
4. Полный текст УП с комментариями.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Каковы особенности разработки технологического процесса для многооперационных станков?
2. Что такое геометрический план расположения обрабатываемых поверхностей?
3. Что такое карта наладки, и какие сведения в ней содержатся?
4. G – функции, их назначение и разновидности?
5. В каких случаях используются стандартные автоматические циклы и как они задаются?
6. Как программируется пуск и останов шпинделя, смена инструмента, включение и выключение охлаждения?
7. Какой знак в УП обозначает ее начало и конец?

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.

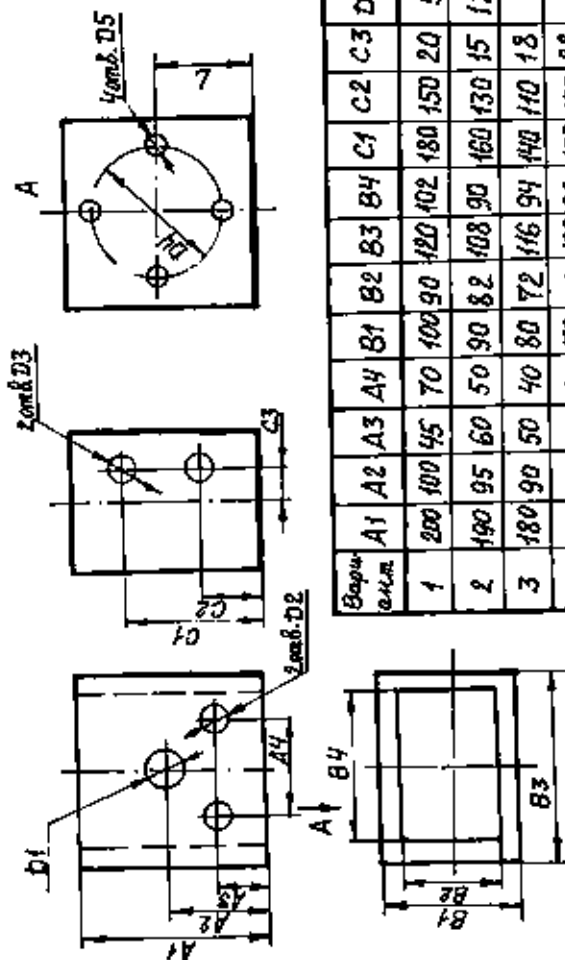
1. Ванин В.А., Лучкин В.К., Фидаров В.Х. Проектирование и программирование технологических операций на станках с ЧПУ. Учебное пособие. ТГТУ, 1997. Тамбов. – 126 с.
2. Устройство ЧПУ «Размер 2М». Инструкция по эксплуатации и программированию. – М.: Внешторгиздат, 1976. – 16 с.

Материал	КАРТА НАПЛАДКИ										Группа			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
<p>Детали модели</p> <p>Содержание перечислов</p> <ol style="list-style-type: none"> Фрезеровать деталь по плоскости В Заготовить 2 отборотки Ø 11,5 Сверлить 2 отборотки Ø 11,5; деформировать их 180° Фрезеровать деталь по плоскости С. Заготовить 2 отборотки Ø 6 и отборотки Ø 11,5 Сверлить отборотки Ø 11,5 Сверлить 2 отборотки Ø 6 	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
<p>Материал</p> <p>Титан</p> <p>Фрезеровать диаметр Ø 50</p> <p>Диаметр отверстия / 36,6</p> <p>Сверлить Z - 102</p> <p>Фрезеровать R</p> <p>Сверлить R</p> <p>Сверлить R</p> <p>Фрезеровать диаметр 250</p> <p>Диаметр 11</p> <p>Титан</p> <p>Фрезеровать диаметр Ø 11,5</p> <p>Диаметр 191,6</p> <p>Сверлить Z - 17,5</p> <p>Фрезеровать R 15</p> <p>Фрезеровать диаметр 1400</p> <p>Фрезеровать диаметр 400</p> <p>Диаметр 21</p> <p>Титан</p> <p>Фрезеровать диаметр</p> <p>Диаметр 2</p> <p>Фрезеровать R</p> <p>Сверлить R</p> <p>Сверлить R</p> <p>Фрезеровать диаметр</p>	10,6	102	1400	250	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<p>Деталь</p> <p>4,00 мм Ø 4</p> <p>10,6</p> <p>-11,5</p> <p>19,5</p> <p>2000</p> <p>150</p> <p>Сверло Ø 6</p> <p>10,6</p> <p>-17,5</p> <p>15</p> <p>500</p> <p>63</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p>														

Приложение 2

- %
- N001 G53 G60 G80 Z+053241 T01
- N002 B+000002 M06
- N003 G49 G61 X-008200 Y-003800 S63
- N004 G40 G60 Z-001700 M03
- N005 G67 X+005700 F48 M08
- N006 G50 G61 Y+000900

N007 G40 G69 X-008200 T06
N008 G53 G60 Z+053241 M05
N009 G40 S66 M06
N010 G61 G91 Z-001150 R001950 X-003000 Y-001600 F44 M03
N011 X+003000 T12
N012 G53 G60 G80 Z+053241 M05
N013 G40 S63 M06
N014 G81 Z-001750 R001500 F52 M03
N015 X-003000
N016 G53 G60 G80 Z+053241 M05
N017 G40 B+000102 T01 M09
N018 G49 G61 X-008200 Y-003800 S63
N019 G40 G60 Z-001700 M03
N020 G67 X-005700 F48 M08
N021 G50 G61 Y+000900
N022 G40 G69 X-0082 T06
N023 G53 G60 Z+053241 M05
N024 G40 S66 M06
N025 G61 G91 Z-001150 R001950 X+004000 Y-002000 F44 M03
N026 X-000000 Y+000000
N027 X-004000 Y-002000 T12
N028 G53 G60 G80 Z+053241 M05
N029 G40 S63 M06
N030 G81 Z-001750 R001500 X+000000 Y+000000 F52 M03 T15
N031 G53 G60 G80 Z+053241 M05
N032 G40 S54 M06
N033 G81 Z-001750 R001500 X-004000 Y-002000 F36 M03
N034 X+004000 M05
N035 G53 G60 G80 Z+053241 M09
N036 M00
%



Вариант с/н.п.	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	D5	L
1	200	100	45	70	100	90	120	102	180	150	20	5	8	4	100	6	55
2	190	95	60	50	90	82	108	90	160	130	15	12	6	8	90	4	60
3	180	90	50	40	80	72	116	94	140	110	18	8	12	6	102	12	60
4	150	70	30	60	70	58	100	82	130	100	28	5	4	10	80	10	48
5	140	70	40	70	78	66	90	74	110	90	16	8	10	12	78	6	40
6	210	120	70	60	86	78	120	98	190	150	22	10	4	8	106	8	52

**УСТРОЙСТВО, НАЛАДКА
И ПРОГРАМИРОВАНИЕ
ОБРАБОТКИ НА МНОГООПЕРАЦИОННОМ
СТАНКЕ МОДЕЛИ МС12-250**

Лабораторные работы
для студентов 4 и 5 курсов всех форм обучения

специальности 120100
Тамбов
Издательство ТГТУ
2001

Учебное издание

**УСТРОЙСТВО, НАЛАДКА
И ПРОГРАМИРОВАНИЕ
ОБРАБОТКИ НА МНОГООПЕРАЦИОННОМ
СТАНКЕ МОДЕЛИ МС 12 - 250**

Методические указания

Составители: **Лучкин** Вячеслав Кузьмич,
Ванин Василий Агафонович,
Фидаров Валерий Хазбиевич

Редактор В. Н. Митрофанова

Компьютерное макетирование М. А. Филатовой

ЛР № 020851 от 13.01.99 П_лр № 020079 от 28.04.97

Подписано в печать 24.07.2001

Формат 60×84/16. Гарнитура Times. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Объем: 2,56 усл. печ. л.; 2,49 уч.-изд. л.

Тираж 200 экз. С. 510.

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14