

Министерство образования Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«ШЕБЕКИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора (по УМР)
_____ В.Н. Долженкова
«__» _____ 2022

Методические указания к выполнению практических работ

«МДК 03.01 Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса»

профессия **15.01.32 Оператор станков с программным управлением**

Составитель преподаватель _____ А.В. Шараева

Рассмотрены и одобрены на заседании
цикловой комиссии _____

«__» _____ 2022 Протокол № _____

Председатель цикловой комиссии _____ Г.В. Долгодуш
(подпись)

Шебекино, 2022

Перечень практических работ

Название работы	Кол-во часов
1. Составление таблицы с указанием кнопок пульта управления станков с ЧПУ токарной группы при выполнении на станках различных операций	2
2. Выбор режущего инструмента и выполнение расчёта режимов резания	4
3. Отработка навыков работы с устройством для автоматической замены деталей	4
4. Отработка навыков работы с устройством для автоматической смены инструментов	4
5. Отработка навыков работы с электроприводами и датчиками станков с ЧПУ	4
6. Отработка навыков работы с устройствами для транспортирования стружки	4
7. Установка нулевой точки заготовки	4
8. Наладка станков с ЧПУ и техническое обслуживание станков	4
9. Участие в подготовке УП	4
ИТОГО	34

Информационные источники

Основные источники:

1. Босинзон М.А. Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных). Учебник – М.: Академия, 2018
2. Мещерякова В.Б. Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса. Учебник – М.: Академия, 2018
3. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебное пособие. – М.: Академия, 2018

Дополнительные источники:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки. Учебник для техникумов – М.: Машиностроение, 1988
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. Учреждений СПО. – М.: Академия, 2013
3. Новиков О.А. Автоматизация проектных работ в технологической подготовке машиностроительного производства. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2007
4. Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ. - М.: Академия, 2007
5. Холодкова А.Г. Общие основы технологи металлообработки и работ на металлорежущих станках, М.: Академия, 2018

Электронные учебники:

1. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ : учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование).

Интернет-ресурсы

1. <http://znanium.com> –ЭБС -Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - база данных «Научно-издательского центра ИНФРА-М», (26.08.2022)
2. <http://www.fsapr2000.ru> Крупнейший русскоязычный форум, посвященный тематике CAD/CAM/CAE/PDM-систем, обсуждению производственных вопросов и конструкторско-технологической подготовки производства (26.08.2022)
3. <http://www/i-mash.ru> Специализированный информационно-аналитический интернет- ресурс, посвященный машиностроению (26.08.2022)

Практическая работа №1

«Составление таблицы с указанием кнопок пульта управления станков с ЧПУ токарной группы при выполнении на станках различных операций»

Цели и задачи: Научится составлению таблиц с указанием кнопок пульта управления станков с ЧПУ токарной группы при выполнении на станках различных операций

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Описание стойки ЧПУ EMCO

Ход практического занятия:

- Ответить на вопросы.
- Составить таблицу пульта управления станком ЧПУ

Теоретические сведения

2.1. Описание клавиш

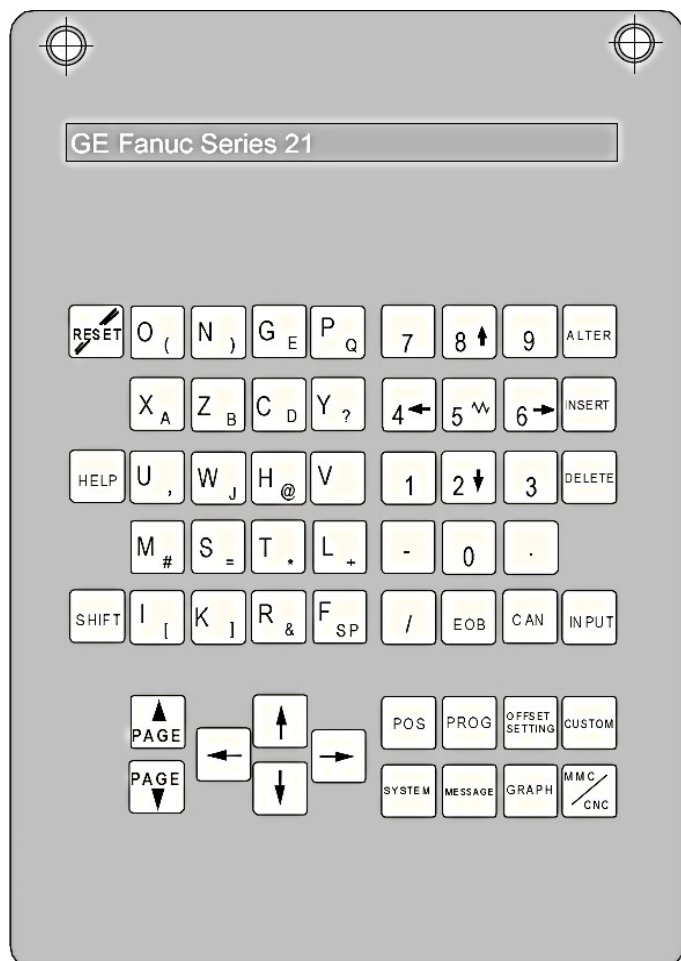


Рисунок 2.1 – Клавиатура управления клавиш

RESET	Отмена, сброс ЧПУ (например, прерывание программы)
HELP	Помощь
CURSOR	Функция поиска, строка вверх/вниз
PAGE	Страница вверх/вниз
ALTER	Изменение слова (замена)
INSERT	Вставка слова, создание новой программы
DELETE	Удаление (программы, кадра, слова)
EOB	Конец блока
CAN	Удаление ввода
INPUT	Ввод слова, ввод данных
POS	Текущее положение
PROG	
OFFSET SETTING	Ввод и отображение данных переменных коррекции износа инструмента
SYSTEM	Ввод и отображение параметров и диагностических данных
MESSAGES	Дисплей тревог и сообщений об ошибках
GRAPH	Графический дисплей

Рисунок 2.2 – Описание

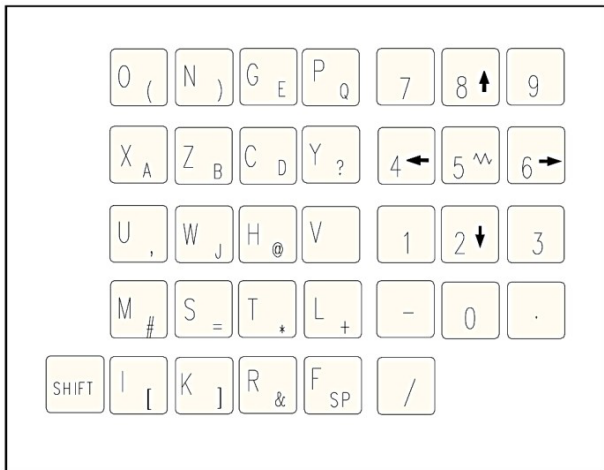


Рисунок 2.3 – Клавиши ввода данных
Рисунок 2.4 – Функциональные клавиши

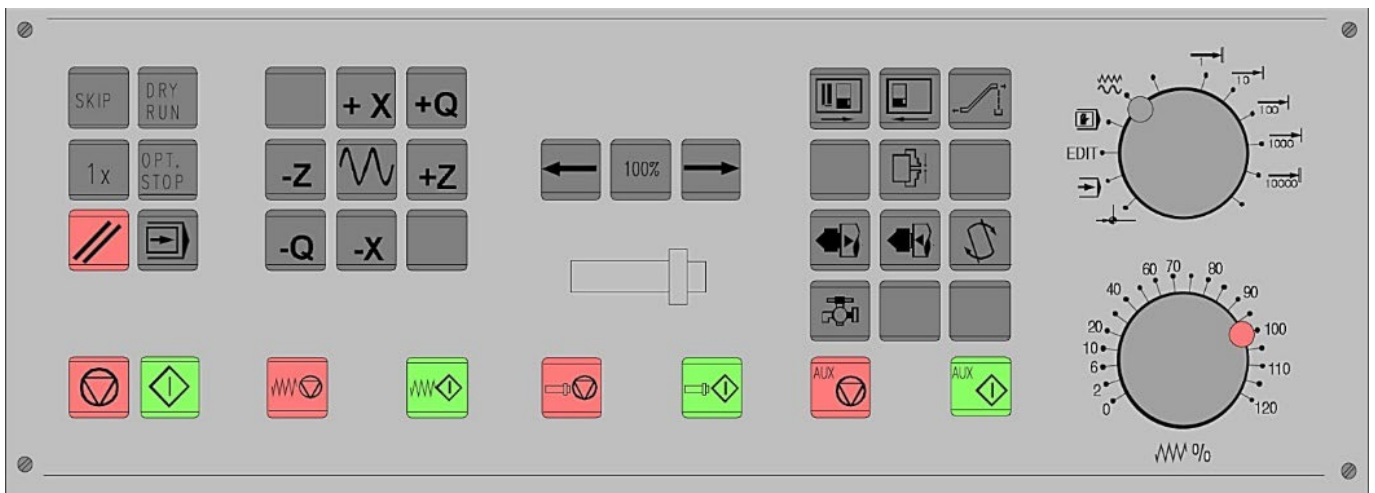
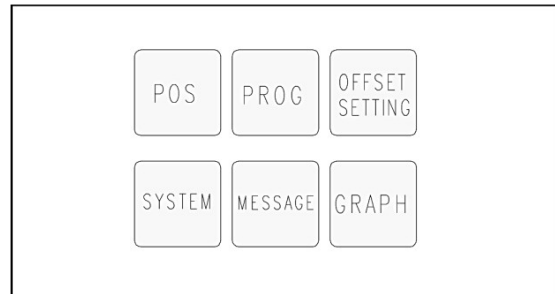
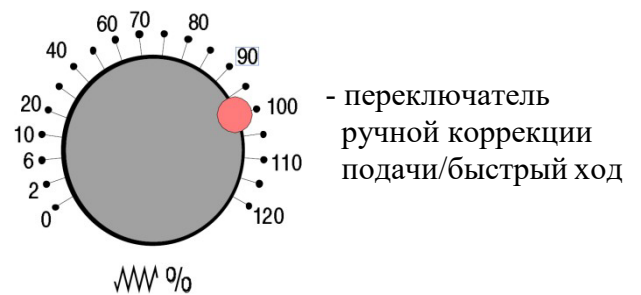
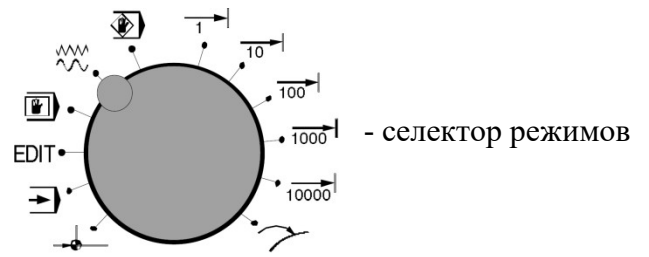
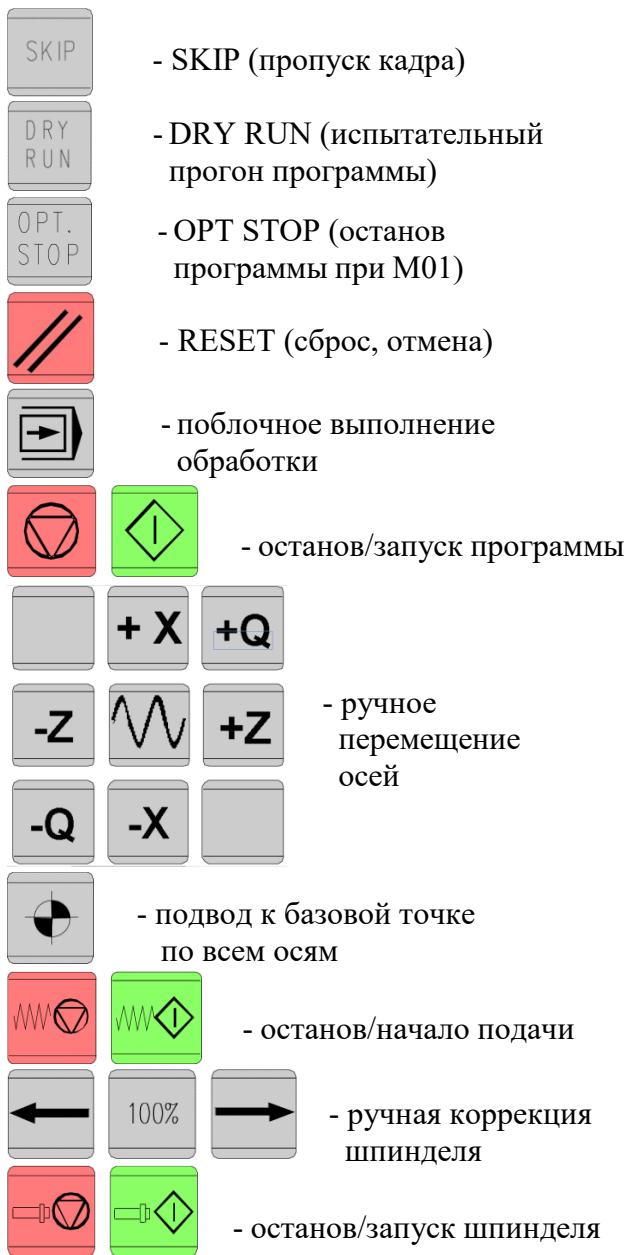
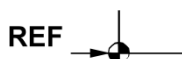


Рисунок 2.5 – Клавиши управления станком на клавиатуре EMCO



2.2. Рабочие режимы



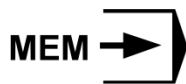
В данном рабочем режиме выполняется подвод к базовой точке.

По достижении базовой точки дисплей фактического положения устанавливается на значение координат базовой точки.

Тем самым система управления определяет положение направляющих в рабочей зоне.

Подвод к базовой точке необходимо выполнять в следующих ситуациях:

- После включения станка.
- После прерывания питания.
- При появлении тревоги «Подвод к базовой точке» или «Не достигнута базовая точка».
- После столкновений или если направляющие заблокированы по причине перегрузки.



Для выполнения программы обработки система управления выполняет вызов кадров по одному и обрабатывает их.

При обработке учитываются все коррекции, вызов которых осуществляется в программе.

Обработанные таким образом кадры выполняются по одному.

EDIT

В режиме EDIT выполняется ввод программ обработки детали и передача данных



В режиме MDI выполняется включение шпинделя и поворот инструментальной оправки.

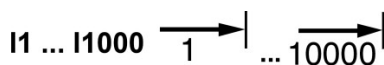
Система управления обрабатывает введенные кадры и удаляет промежуточные данные для нового ввода



При помощи клавиш KONV может выполняться ручное перемещение направляющих.



Создание программ в диалоговом режиме в режиме MDA

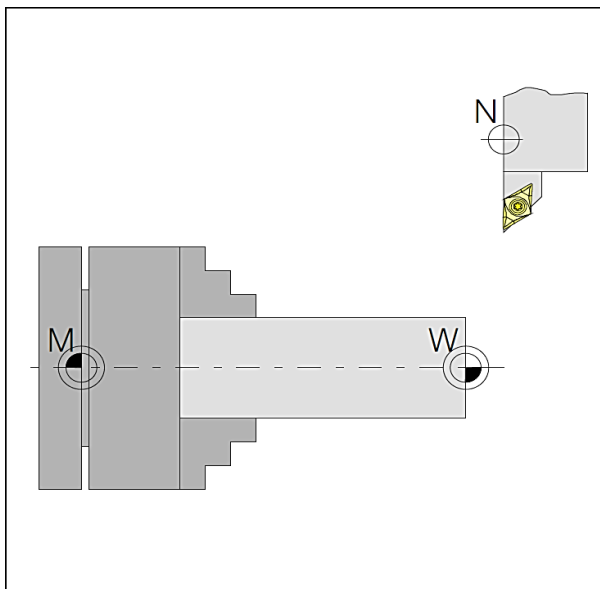


В данном операционном режиме направляющие могут перемещаться на требуемое значение приращения (1...1000) при помощи JOG -X, +X, -Z, +Z.

Выбранный инкремент (1, 10, 100, ...) должен быть больше разрешения станка (наименьший допустимый момент перемещения), иначе движения не происходит.



Повторное позиционирование, подвод обратно к контуру в режиме JOG.



Базовые точки в рабочей зоне

M – Нуль отсчета станка

Неизменная базовая точка, устанавливаемая изготовителем станка и принятая за начало координат станка.

Все измерения станка выполняются от этой точки. В то же время точка «M» является точкой отсчета системы координат.

R – Исходная точка

Точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП.

N – Исходная точка резцедержателя

Исходная точка для измерения параметров

инструмента. «N» находится в некоторой точке системы резцедержателя, и устанавливается изготовителем

W – Нуль отсчета детали

Исходная точка для установки всех размеров в программе обработки. Свободно устанавливается программистом, и может перемещаться по желанию в программе обработки.

Зарисовать таблицу, дать краткое описание.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой клавиатура ввода?
2. Нуль отсчета станка.

Практическое занятие № 2

«Выбор режущего инструмента и выполнение расчёта режимов резания»

Цели работы:

1. Формирование навыков расчета режимов резания при фрезеровании.
2. Закрепление навыков использования справочной литературы.

1. Общие сведения

Конфигурация обрабатываемой поверхности и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы (цилиндрическая, торцовая, дисковая, концевая, фасонная, шпоночная). Её размеры определяются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя (рисунок 1). Диаметр фрезы для сокращения основного технологического времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом жесткость технологической системы, схему резания и размеры обрабатываемой заготовки.

При торцовом фрезеровании для достижения производительных режимов резания диаметр фрезы $D = (1,25 \dots 1,5)B$, где B – ширина фрезерования. При обработке стальных заготовок обязательным является их несимметричное расположение относительно фрезы. Несоблюдение указанных правил ведет к значительному снижению стойкости инструмента.

Глубина t и ширина B фрезерования. Во всех видах фрезерования, кроме торцевого, t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой. Глубина резания при

2.2. Рабочие режимы фрезерования зависит от припуска, а так же от жесткости и мощности станка. Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании. При торцевом фрезеровании эти понятия меняются местами

Подача. При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z , подачу на один оборот фрезы S и подачу минутную S_m мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \times n = S_z \times z \times n,$$

где n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число зубьев фрезы.

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб S_z , при чистовом фрезеровании – на один оборот фрезы S , по которой для дальнейшего использования вычисляют величину подачи на один зуб $S_z = S/z$.

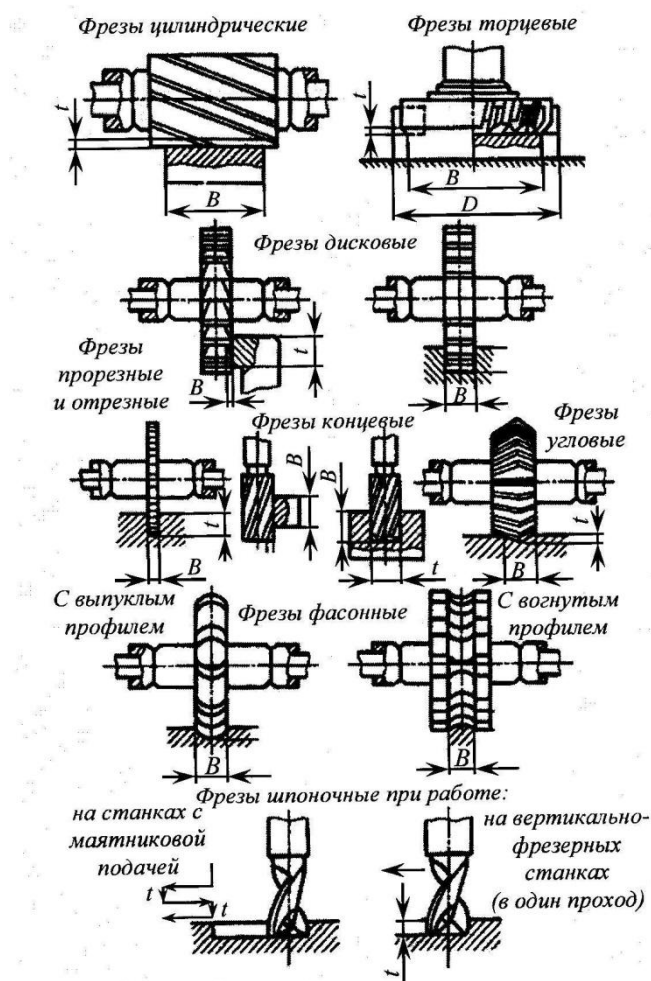


Рисунок 1 – Виды фрезерования

Рекомендуемые подачи для различных фрез и условий резания приведены в таблицах 2.78 – 2.83 [4].

Скорость резания – окружная скорость фрезы, м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

2.2. Рабочие режимы Коэффициента C_v и показателей степени приведены в таблице 2.84, а периода стойкости T – в таблице 2.85 [4].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_v = K_{Mv} K_{nv} K_{uv},$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (см. таблицы 2.1 – 2.4);

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (см. таблицу 2.5);

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента (см. таблицу 2.6) [4].

Сила резания. Составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{MP}$$

где z - число зубьев фрезы;

n - частота вращения фрезы, об/мин.

Значение коэффициента и показателей степени приведены в таблице 2.86, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала для стали и чугуна – таблица 2.8, а для медных и алюминиевых сплавов – таблица 2.7. Величины остальных составляющих силы резания устанавливаются из соотношения с главной составляющей по таблице 2.87 [4].

Крутящий момент, Нм, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \times 100}$$

где D - диаметр фрезы, мм.

Мощность резания. Эффективная мощность резания, кВт

$$N_s = \frac{P_z v}{1020 \times 60}$$

- Задание:** По заданным исходным данным подберите инструмент, определите режимы резания при фрезеровании (подачу, скорость резания, общий поправочный коэффициент на скорость резания, силу резания, крутящий момент и мощность резания)

Исходные данные для расчета:

№ вариант а	Мощность станка	Обрабатываемый материал	Способ обработки	Глубина фрезерования t , мм	Число зубьев в фрезе	Ширина фрезерования B , мм

2.2. А

1.	2 кВт	Сталь Т15К6	Черновое фрезерование	3	4	30
1.	4 кВт	Сталь Т5К10	Черновое фрезерование	5	6	40
1.	6 кВт	Чугун ВК6	Черновое фрезерование	8	8	30
1.	8 кВт	Чугун ВК8	Черновое фрезерование	12	4	40
1.	10 кВт	Сталь Т15К6	Черновое фрезерование	3	6	30
1.	2 кВт	Сталь Т5К10	Черновое фрезерование	5	8	40
1.	4 кВт	Чугун ВК6	Черновое фрезерование	8	4	30
1.	6 кВт	Чугун ВК8	Черновое фрезерование	12	6	40
1.	8 кВт	Сталь Т15К6	Черновое фрезерование	3	8	30
1.	10 кВт	Сталь Т5К10	Черновое фрезерование	5	4	40

1. Порядок выполнения работы:

- Исходные данные для расчета записать из таблицы исходных данных по своему варианту.
- По заданной ширине фрезерования определить диаметр фрезы $D = (1,25 \dots 1,5)B$, мм, полученное значение округлить в большую сторону до размерного ряда диаметров (20,25,40,60,75,90,110....)
- По таблице 2.79 определить подачу на один зуб S_z при средней жесткости системы.
- Определить скорость резания (окружную скорость фрезы) v , м/мин для **торцовой** фрезы, необходимые значения коэффициентов и показателей степени приведены в таблицах 2.84 и 2.85
- Определить общий поправочный коэффициент на скорость резания, необходимые коэффициенты определяем из таблиц 2.1 – 2.9. ($\sigma_{вд}$ для стали и НВ для чугуна принять из таблицы 2.86)
- Определить силу резания, принимая степени и коэффициенты по таблице 2.86.
- Определить крутящий момент на шпинделе, Н м.

2.2. Рабочие режимы

Вывод:

Приложения

Таблица 2.1

Поправочный коэффициент K_{MV} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{MV} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Примечание: 1. σ_B и HB – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.
2. Коэффициент K_r , характеризующий группу стали по обрабатываемости и показатель степени n_v , см. в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Значения коэффициента K_r и показателя степени n_v в формуле для расчёта коэффициента обрабатываемости стали K_{MV} , приведённого в табл. 2.1

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_r для материала инструмента		Показатели степени n_v при обработке					
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами	
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Сталь:								
углеродистая ($C < 0,6\%$), σ_B МПа: < 450	1,0	1,0	-1,0		-0,9		-0,9	
450-550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9	
> 550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9	
повышенной и высокой обрабатываемости резанием								
хромистая	1,2	1,1	1,75		1,05		-	
углеродистая ($C > 0,6\%$)	0,85	0,95	1,75				1,45	
хромоникелевая, хромомолибденованадиевая	0,8	0,9	1,5		0,9		1,35	
хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая	0,7	0,8	1,25	1,0		1,0		1,0
хромованадиевая	0,85	0,8	1,25					
марганцовистая	0,75	0,9	1,5					
хромоникельвольфрамовая, хромомолибденовая	0,8	0,85	1,25				1,0	
хромомолибденованадиевая	0,75	0,8	1,25					
хромоникельванадиевая	0,75	0,85	1,25					
быстрорежущая	0,6	0,7	1,25					
Чугун:								
серый	-	-	1,7					
ковкий	-	-	1,7					
				1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
				1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

Таблица 2.5

Поправочный коэффициент K_{lv} , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
с корки					
Без корки	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные и алюминиевые сплавы
			нормальной	сильно загрязненной	
1,0	0,9	0,8			0,9

Таблица 2.6

Поправочный коэффициент K_{lv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента K_{lv} в зависимости от марки инструментального материала						
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4	BK8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	BK8	T5K10	T15K6	P18	–		
	1,0	1,4	1,9	0,3			
Сталь закаленная	HRC35-50				HRC51-62		
	T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	–	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	–
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

Поправочный коэффициент K_{lv} , учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозионно-стойких сталей на скорость резания

Марка стали или сплава	σ_B , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{lv}	Марка стали или сплава	σ_B , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{lv}
12X18H9T	550	1,0	XП60BT	750	0,48
13X11H2B2MФ	1100 – 1460	0,8 – 0,3			
14X17H2	800 – 1300	1,0 – 0,75	XН77ТЮ	850 – 1000	0,40
13X14H3B2ФР	700 – 1200	0,5 – 0,4	XН77ТЮР	950	0,26
37X12H8Г8МФБ	–	0,95 – 0,72	XП35BT	1000 – 1250	0,50
45X14H14B2M	700	1,06	XН70ВМТЮ	1000 – 1250	0,25
10X11H20Т3Р	720 – 800	0,85	XН55ВМТКЮ	900 – 1000	0,25
12X21H5T	820 – 10000	0,65	XП65ВМТЮ	900 – 950	0,20
20X23H18	600 – 620	0,80	XН35ВТЮ	950 – 1200	0,22
			BT3-1; BT3	750 – 950	0,40
31X19H9МВБТ	730	0,40	BT5; B14	900 – 12	0,70
15X18H12C4ТЮ	780	0,50	BT6; BT8	900 – 1400	0,35
XН78Т	–	0,75	BT14	600 – 1100	0,53 – 0,43
XН75МБТЮ	–	0,53	12X13	850 – 1100	1,5 – 1,2
			30X13; 40X13	–	1,3 – 0,9

Таблица 2.4

Поправочный коэффициент K_{lv} , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	K_{lv}	Алюминиевые сплавы	K_{lv}
Гетерогенные: HB > 140 HB100 – 140	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_B = 200 – 300$ МПа, HB > 60	0,8
Слитые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), $\sigma_B = 400 – 500$ МПа, HB > 100	
Слитые с содержанием свинца < 10 % при основной гомогенной структуре	2,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_B = 100 – 200$ МПа, HB < 65.	1,0
Медь	4,0 8,0	Дюралюминий, $\sigma_B = 300 – 400$ МПа, HB < 100	
Слитые с содержанием свинца > 15 %	12,0	Дюралюминий, $\sigma_B = 200 – 300$ МПа	1,2

Практическое занятие № 3

«Отработка навыков работы с устройством для автоматической замены деталей»

Цели и задачи: Отработать навыки с устройством для автоматической замены деталей

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Устройство для автоматической смены инструмента

Ход практического занятия:

- Ответить на вопросы.

Провести отработку навыков с устройством для автоматической замены деталей

Теоретические сведения

Дальнейшее повышение степени автоматизации станков с ЧПУ позволило освободить оператора от функции загрузки обрабатываемой заготовки и съема готовой детали (на токарных станках с ЧПУ) или производить установку заготовки на многоцелевых станках во время обработки предыдущей заготовки. Это позволяет сократить простой станка.

Первоначально эту задачу решали на основе применения промышленных роботов (рис. 3.34). Однако это получило применение в основном на токарных станках с ЧПУ, где имеется относительно определенная форма заготовки (вал), удобная для захвата роботом.

2.2.1

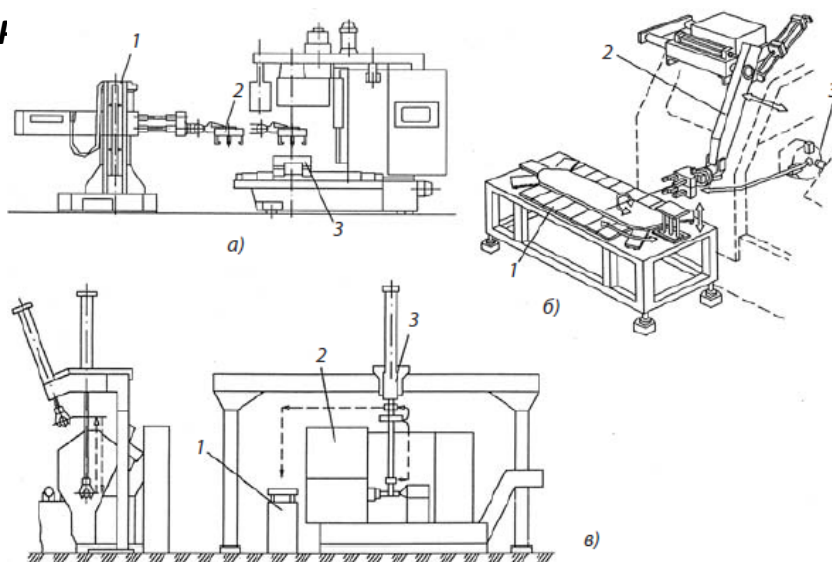


Рис. 3.34. Схемы автоматизации загрузки-разгрузки заготовок и деталей на станках с ЧПУ: *а* — с напольным роботом для фрезерного станка (1 — робот, 2 — захват с заготовкой, 3 — стол станка); *б* — с приставным роботом на токарном станке с ЧПУ (1 — конвейер с заготовками и обработанными деталями, 2 — робот, 3 — патрон токарного станка); *в* — с порталным роботом на токарном станке с ЧПУ (1 — кассета-магазин с заготовками и обработанными деталями, 2 — станок, 3 — робот с двумя захватами)

При обработке заготовок типа плит и корпусных деталей возникают большие проблемы с конструкцией захватов роботов. Токарные станки с ЧПУ с промышленными роботами получили название *роботизированные технологические комплексы (РТК)*.

Для данных РТК относительно удобно производится предварительный ориентированный набор обрабатываемых заготовок. Заготовки-валы укладываются заранее в специальные кассеты-магазины. Заготовки-фланцы (штулки, диски) укладываются заранее в определенном порядке в магазине или на конвейере, который, как и кассеты-магазины, устанавливается около токарного станка с ЧПУ (рис. 3.34, б).

Промышленный робот снимает из патрона изготовленную деталь и устанавливает новую заготовку. Разжим и зажим патрона производятся автоматически.

В РТК оператор освобождается от монотонной и физически утомительной работы — разгрузки детали и загрузки заготовки. В этом случае токарный станок с ЧПУ — уже автомат. Простой станка значительно сокращаются, что повышает его производительность. Однако необходимо отметить и отрицательные стороны такой автоматизации. У каждого токарного станка с ЧПУ находится промышленный робот — достаточно сложное и дорогое устройство. В цикле обработки заготовки робот работает очень короткое время (разгрузка-загрузка), остальное время он простаивает. При применении робота увеличивается занимаемая производственная площадь (особенно при применении напольных роботов) (рис. 3.34, а). Зона работы такого РТК должна быть огорожена по требованиям техники безопасности.

2.2. Рабочий режим — напольный промышленный робот для автоматизации работы двух или трех станков (например, токарный и фрезерный станки с ЧПУ и моечная машина). Это позволяет увеличить время непосредственной работы промышленного робота.

Необходимо также отметить, что применение РТК освободило оператора, но потребовало присутствия другого рабочего — оператора, который периодически укладывает заготовки в кассеты-магазины и на конвейер и убирает готовые детали, а также контролирует работу не только станка с ЧПУ, но и робота.

Промышленный робот при установке заготовки в патрон станка может поставить ее неточно, поэтому необходимо предусматривать контроль правильности зажима патроном заготовки. Он также не видит возможного наличия стружки на губках патрона, что может привести к такому же результату.

При обработке заготовок плоских и корпусных деталей на многоцелевых станках применяется другая система автоматизации их загрузки и съема готовых деталей. В этом случае на станке делается съемный стол — паллета, на которой закрепляется в приспособлении заготовка. Паллеты нормализованы, имеют разные размеры для разных многоцелевых станков (320 × 320, 320 × 400, 500 × 500 мм и др.). Паллеты могут иметь разные крепежные элементы на своей поверхности для крепления приспособлений. На станке используются две паллеты: на одной установлена обрабатываемая заготовка, и она находится на столе станка в рабочей зоне. В это время оператор снимает со второй паллеты, находящейся вне рабочей зоны станка, изготовленную деталь и устанавливает новую заготовку. Затем эта паллета с заготовкой автоматически устанавливается на стол станка в рабочую зону, а паллета с изготовленной деталью удаляется в зону разгрузки.

На рис. 3.35 показаны разные наиболее широко применяемые варианты смены паллет на многоцелевых станках.

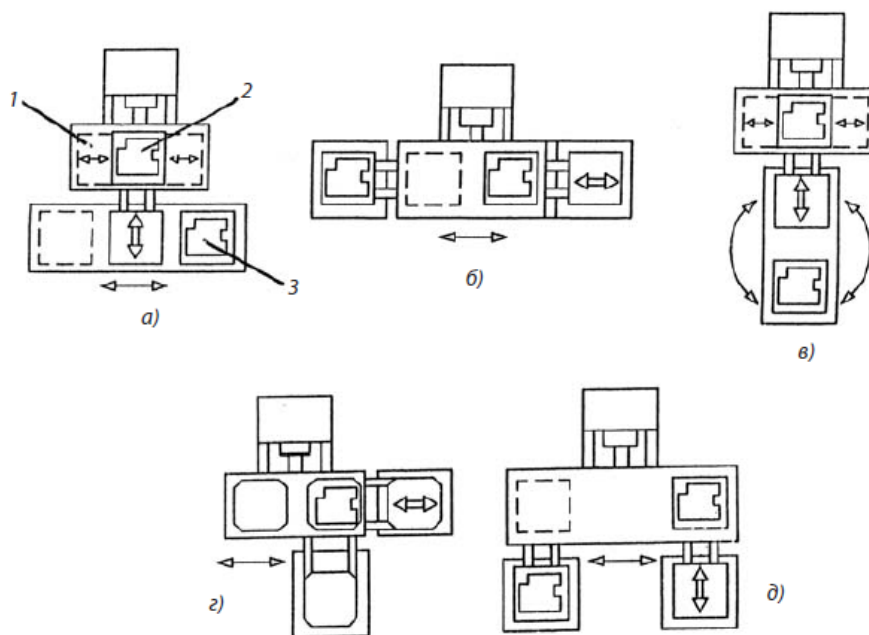


Рис. 3.35. Схемы последовательности автоматической смены паллет на многоцелевых станках:

а и *б* — при челночном перемещении паллет; *в* — с поворотным столом; *г* и *д* — с двумя стационарными загрузочно-разгрузочными позициями, расположенными

2.2. Рабочие режимы

с разных и с одной стороны станка

Хотя съём и загрузка паллет на стол многоцелевого станка производятся автоматически, здесь в отличие от ранее рассмотренных РТК оператор должен присутствовать около станка. Ему необходимо производить съём готовой детали с паллеты и установку новой заготовки на паллету. Делает он это во время работы станка, сокращая его простои, которые имели бы место при непосредственной загрузке-разгрузке заготовок на рабочий стол станка. Оператор может отсутствовать, когда на станке применяются магазины с паллетами (см. далее рис. 4.5).

Применяется другой вариант, когда установка заготовки на паллету и съём с паллеты готовой детали производятся в другом месте. В этом случае паллеты доставляются на станок и возвращаются от станка в зону разгрузки специальными автоматизированными транспортными тележками — робокарами.

Одной из проблем для данного способа автоматизации загрузки-разгрузки заготовок является необходимость иметь другую конструкцию стола многоцелевого станка для точной установки и зажима на нем паллеты. При этом необходимо иметь при одном варианте две, а при другом — несколько абсолютно одинаковых взаимозаменяемых паллет для их точной установки и зажима на одном и том же столе одного или нескольких станков. Применяются также магазины (круглые, овальные, прямолинейные) для паллет с заготовками, устанавливаемые около станка с ЧПУ.

Контрольные вопросы

1. Какие схемы автоматизации загрузки-разгрузки заготовок и деталей на станках с ЧПУ вы знаете?
2. Какая система при обработке заготовок плоских и корпусных деталей на многоцелевых станках применяется?

Практическое занятие № 4

«Отработка навыков работы с устройством для автоматической смены инструментов»

Цели и задачи: Отработать навыки с устройством для автоматической смены инструментов

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Устройство для автоматической смены инструментов

Ход практического занятия:

Ответить на вопросы.

Теоретические сведения

Системы автоматической смены инструмента (АСИ) являются одним из неотъемлемых средств автоматизации процесса обработки на ГПМ. В состав устройств АСИ входят инструментальные магазины, являющиеся накопителем инструментальных оправок, блоков режущих инструментов или инструментальных шпинделей; автооператоры, предназначенные для съёма и установки инструментов в шпинделе (суппорте) станка или

2.2. Рабочие режимы — гибочные транспортные устройства — перегружатели, служащие для передачи инструмента из установленного на значительном расстоянии от рабочего органа инструментального магазина к автооператору и обратно.

В отношении организации системы накопления и транспортирования инструмента в ГПМ интерес представляет использование многоцелевых станков с кассетным инструментальным магазином. Пример такого станка показан на рис. 6.6. На данном станке инструменты укладываются в так называемые магазинные кассеты 1, устанавливаемые на основной раме 2. Кассета имеет 25 мест, отмеченных определенным кодом. На раме 2 устройства предусмотрено 9 постоянных мест (позиция 4), которые обычно заняты универсальным инструментом и частично служат для ручной замены отдельного инструмента.

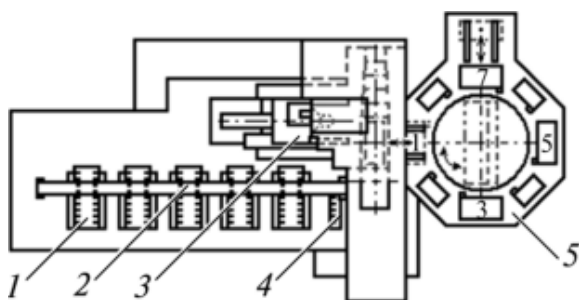


Рис. 6.6. Многоцелевой станок с кассетным инструментальным магазином: 1 — магазинные кассеты; 2 — основная рама; 3 — многоцелевой станок; 4 — инструментальная позиция; 5 — система автоматической смены заготовок

Смену кассет можно производить механизированно с помощью управляемого вручную автопогрузчика или автоматически с помощью индуктивно управляемого напольного транспортного средства.

Использование в устройствах АСИ револьверных головок целесообразно в модулях со сравнительно небольшим количеством инструментов. Такие устройства получили распространение в станках токарной группы, в том числе с двумя или тремя головками. В этих станках применяются также револьверные головки, в которых автоматически заменяются блоки с закрепленными в них режущими инструментами.

На рис. 6.7. показано устройство АСИ токарного ГПМ с двумя револьверными головками, в которых инструменты могут устанавливаться под различными углами к оси обрабатываемого изделия и перемещаться по двум взаимно перпендикулярным осям координат.

2.2.1

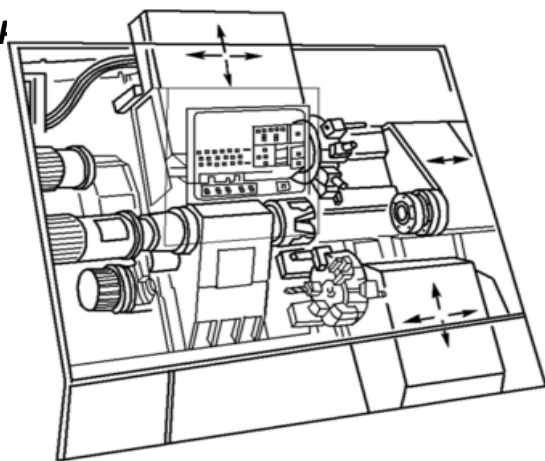


Рис. 6.7. Инструментальная система с револьверными головками токарного ГПМ

В каждой револьверной головке устанавливается до 12-18 инструментов для определенной номенклатуры обрабатываемых деталей.

Принципиальная схема устройств для автоматической смены инструментов на станках с ЧПУ показана на рис. 6.8.

Для передачи инструмента из магазина в шпиндель станка и обратно предусмотрена механическая рука с двумя захватами.

Подготовка к смене инструмента производится во время работы станка. Захват руки 2 выдвигается из корпуса 1 и защемляет оправку с инструментом 4. Перемещением корпуса вдоль оси оправка с инструментом вытаскивается из гнезда 5 цепи магазина. По окончании очередного перехода свободный захват 3 механической руки подводится к шпинделю путем соответствующего поворота и осевого перемещения корпуса руки.

Отработавший инструмент извлекается из отверстия шпинделя, которое автоматически очищается продувкой воздухом, после чего двумя движениями руки (поворот на 90° и осевой ход) в шпиндель вставляется новый инструмент и автоматически закрепляется. Непосредственно на смену инструмента (раскрепление — замена — закрепление) требуется 6 с, после чего выполняется следующий технологический переход, во время которого отработавший инструмент механической рукой переносится в магазин и к замене подготавливается следующий.

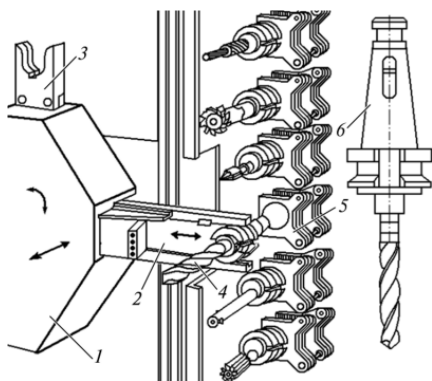


Рис. 6.8. Принципиальная схема устройства для автоматической смены инструментов на станках с ЧПУ:

2.2. Рабочие режимы захвата руки; 2 — захват руки; 3 — свободный захват механической руки; 4 — инструмент; 5 — гнездо цепи инструментального магазина станка;

- 6 — конусная оправка

Перемещение механической руки и ее захватов осуществляется гидравлическими механизмами. Все инструменты устанавливаются непосредственно или с помощью переходных втулок в одинаковые конусные оправки 6 и настраиваются на размер вне станка; оправки нумеруются, что облегчает расстановку инструментов по гнездам магазина в соответствии с программой обработки.

Модули для обработки корпусных и плоских деталей оснащаются системами АСИ с инструментальными оправками, имеющими конусные хвостовики. Оправки также снабжены фланцами с К-об-разной кольцевой канавкой для их захвата автооператорами и прямоугольными пазами для стыковки со шпонками на торце шпинделя. Инструментальные оправки для токарных модулей в большинстве случаев имеют цилиндрические хвостовики с нарезанной зубчатой рейкой для их зажима на рабочей позиции в револьверной головке. В шлифовальных модулях инструментальные оправки также выполняются с коническим или цилиндрическим хвостовиком.

Инструментальные оправки в сверлильно-фрезерно-расточных ГПМ обычно устанавливаются в шпиндель с помощью автооператоров с механической рукой, представляющей собой двуплечий рычаг с захватами, расположенными на его концах. Для смены инструмента механическая рука автооператора должна поступательно перемещаться параллельно оси шпинделя и вращаться вокруг своей оси. Емкость инструментальных магазинов сверлильно-фрезерно-расточных модулей должна быть достаточно большой, чтобы они могли вместить необходимый комплект инструментов для обработки нескольких деталей с учетом их замены в случае поломки или затупления.

Конструктивная схема устройства АСИ с установленным на столе станка магазином показана на рис. 6.9.

В этом устройстве используется автооператор 1 с клещевыми захватами 9 инструментальных оправок 2. Когда губки захвата разведены, фланцы оправок при движении цепи магазина свободно переходят мимо автооператора, стоящего в позиции возле него. После того как найден нужный инструмент, цепь останавливается, губки захвата сжимаются, автооператор извлекает из гнезда этот инструмент и перемещается по жестко связанной со шпиндельной бабкой 8 направляющей 7 к шпинделю 10, где губки второго захвата зажимают отработанный инструмент. Затем, перемещаясь в осевом направлении, механическая рука извлекает отработавший инструмент из шпинделя, поворачивается на 180° и при обратном осевом движении вводит новый инструмент в шпиндель. После зажима нового

2.2.1

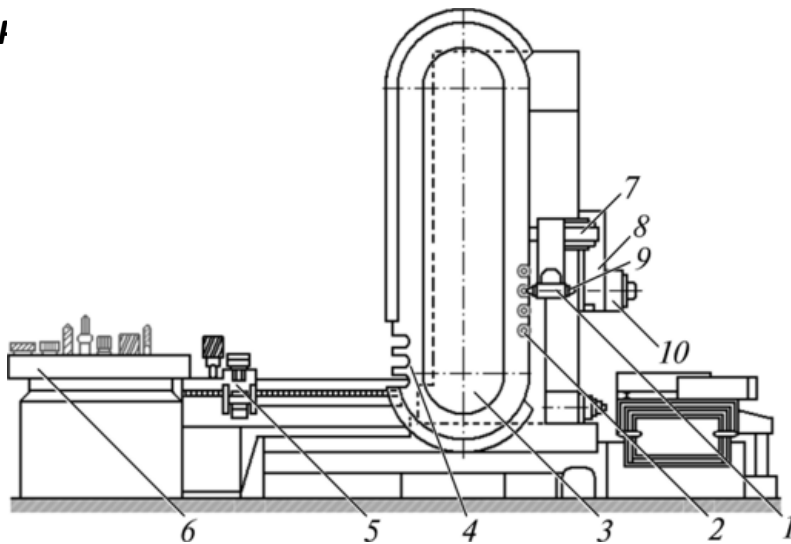


Рис. 6.9. Схема устройства АСИ с перемещающимся между магазином и шпинделем автооператором:

- 1 — автооператор; 2 — инструментальные оправки; 3 — магазин инструментов; 4 — цепь магазина; 5 — автооператор; 6 — дисковый инструментальный магазин; 7 — направляющая; 8 — шпиндельная бабка; 9 — клещевые захваты;
- 10 — шпиндель станка инструмента в шпинделе губки держащего его захвата разжимаются и автооператор с отработавшим инструментом перемещается к магазину и вставляет этот инструмент в выведенное в позицию смены свободное гнездо. Время смены «от раза до раза» при использовании такого устройства получается короче, однако конструкция его автооператора достаточно сложная.

В устройствах АСИ с неподвижно установленным автооператором для возможности расположения инструментального магазина в удобном по различным конструктивным причинам месте могут применяться транспортные перегружатели. При расположении магазина на стойке перегружатели обычно выполняются в виде поворотных на 90° или подвижно-поворотных кантователей, устанавливающих инструмент параллельно оси шпинделя.

Когда магазин расположен отдаленно от шпиндельной бабки, то применяют перегружатель в виде подвижной на специальных направляющих каретки, на которой смонтированы механизмы захвата и ориентации инструмента.

В инструментальных системах ГПМ, предназначенных для обработки деталей большой номенклатуры в режиме безлюдной технологии, применяют инструментальные магазины типа ячеистых стеллажей или кассет, а в качестве устройств, предназначенных для поиска и транспортирования между магазином и автооператором, используются манипуляторы (ПР) различного типа.

В настоящее время широко применяются традиционные системы АСИ с двумя основными типами инструментальных магазинов: дисковыми (барабанными) и цепными. Дисковые и барабанные магазины достаточно просты по конструкции, однако их цилиндрическая форма не всегда удобна для всех компонентов станка. С увеличением количества инструментов габариты таких магазинов существенно растут, поэтому их емкость редко превышает 40 инструментов.

2.2. Рабочие режимы многшпиндельных магазинов является возможность наращивания их емкости до значительных пределов без существенного изменения узлов и деталей магазина, а также более широкие возможности при встраивании в станок, определяемые гибкостью несущего гнезда элемента — цепи.

Для расширения емкости системы АСИ используют либо сменные магазины, либо постепенно заменяют весь комплект или одиночные инструменты по мере их износа из дополнительного магазина, который может быть общим для нескольких модулей, входящих в состав ГПС.

Для работы в составе ГПС, предназначенных для серийного и крупносерийного производства корпусных деталей, созданы гибкие производственные модули с автоматическими сменяемыми многшпиндельными головками, устанавливаемые на револьверных головках, магазинах дискового или цепного типа или магазинах-складах значительной емкости, располагаемых возле модуля. Если ГПМ используются для комплексной обработки постоянной номенклатуры корпусных деталей, то они оснащаются двумя системами смены инструментов: для одиночных инструментов и для многшпиндельных головок. При этом модуль может иметь как два отдельных шпиндельных узла, так и общий для обоих типов инструментов шпиндель. В последнем случае посадочные места для различных типов инструментов являются разными: одиночные инструменты устанавливаются в отверстие шпинделя, а головки — на переднем торце шпиндельной бабки, причем шпиндель используется для центрирования головок и их вращения.

Для всех систем АСИ существует проблема поиска требуемых по программе обработки инструментов, которая в настоящее время решается с помощью кодирования гнезда инструментальных магазинов или непосредственно самих инструментальных оправок или блоков.

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав устройств АСИ
2. Схема устройства АСИ с перемещающимся между магазином и шпинделем автооператором
3. Принципиальная схема устройства для автоматической смены инструментов на станках с ЧПУ

Практическое занятие № 5

«Отработка навыков работы с электроприводами и датчиками станков с ЧПУ»

Цели и задачи: научиться работать с электроприводами и датчиками станков с ЧПУ

Оборудование, технические средства и инструменты:

1. Тетрадь для практических работ
2. Станок с ЧПУ

Ход практического занятия:

Ответить на вопросы.

2.2. Режимы работы с электроприводами и датчиками станка.

Электроприводы станков с ЧПУ

Современные многофункциональные станки и промышленные роботы оснащены многодвигательными электроприводами, осуществляющие перемещение исполнительных органов по нескольким координатным осям (рис. 1).

Управление работой станка с ЧПУ выполняется с использованием типовых систем, вырабатывающих команды в соответствии с заданной в цифровой форме программой. Создание высокопроизводительных микроконтроллеров и однокристалльных микроЭВМ, составляющих программируемое ядро ЧПУ дало возможность с их помощью автоматически выполнять множество геометрических и технологических операций, а также осуществлять прямое цифровое управление системой электроприводов и электроавтоматикой.

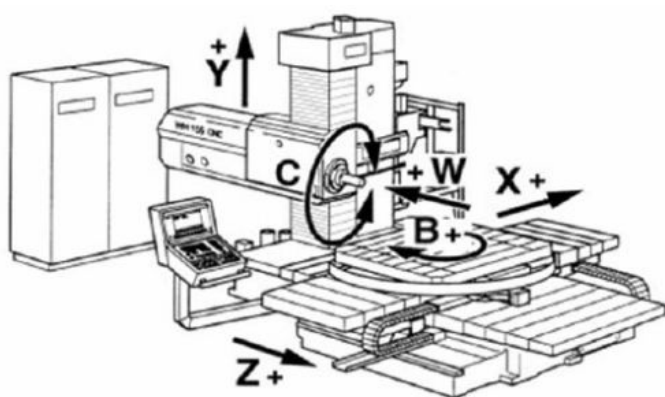


Рис. 1. Система приводов фрезерного станка с ЧПУ

Разновидности электроприводов станков с ЧПУ и требования к ним

Процесс металлообработки резанием осуществляется посредством взаимного перемещения обрабатываемой заготовки и лезвия режущего инструмента. Электроприводы являются частью станочного оборудования, которое предназначено для осуществления и регулирования процессов металлообработки посредством системы ЧПУ.

При обработке принято выделять основные движения, обеспечивающие управляемые процессы резания при взаимном движении инструмента и заготовки, а также вспомогательные перемещения, способствующие процедурам автоматической работы оборудования (подвод и отвод приборов для осуществления контроля, замену инструмента и т. п.).

К основным относят главное движение резания, имеющее наибольшую скорость и мощность, которые обеспечивают необходимое усилие резания, а также движение подачи, необходимое для перемещения рабочего органа по пространственной траектории с заданной скоростью. Для получения поверхности изделия заданной формы рабочие органы станка сообщают заготовке и инструменту движения нужной траектории с установленной скоростью и силой. Электроприводы сообщают рабочим органам вращательное и поступательное движения, сочетания которых кинематической структурой станков обеспечивают требуемые взаимные перемещения.

Назначение и тип металлообрабатывающего станка во многом зависит от формы изготавливаемой детали (корпус, вал, диск). Возможности многооперационного станка по

2.2. Рабочие режимы

Требуемых при обработке траекторий перемещений инструментов и заготовки определяется количеством координатных осей, а, следовательно, числом взаимосвязанных электроприводов и структурой системы управления.

В настоящее время приводы преимущественно выполняют на базе надежных электродвигателей переменного тока с частотным управлением, осуществляемым цифровыми регуляторами. Различные типы электроприводов реализуют с применением типовых промышленных модулей (рис. 2).

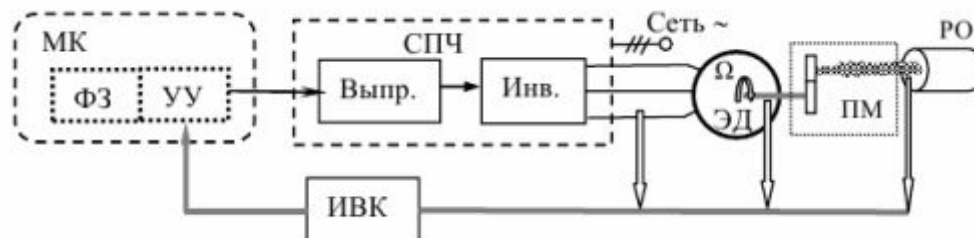


Рис. 2. Типовая функциональная схема электропривода

Минимальный состав блоков электропривода составляют следующие функциональные блоки:

- исполнительный электродвигатель (ЭД);
- силовом преобразователь частоты (СПЧ), преобразующий электроэнергию промышленной сети в трехфазное напряжение питания двигателя с требуемой амплитудой и частотой;
- микроконтроллер (МК), выполняющий функции управляющего устройства (УУ) и формирователя задания (ФЗ).

Промышленный блок силового преобразователя частоты содержит выпрямитель и силовой инвертор, вырабатывающий с использованием микропроцессорного управления выходным ШИМ коммутатором синусоидальное напряжение с требуемыми параметрами, определяемые сигналами устройства управления.

Алгоритм управления работой электропривода осуществляется микроконтроллером посредством выработки команд, полученных в результате сопоставления сигналов формирователя задания и данных, получаемых с информационно-вычислительного комплекса (ИВК) на основе обработки и анализа сигналов с совокупности датчиков.

Электропривод главного движения в большинстве приложений содержит асинхронный электродвигатель с короткозамкнутой обмоткой ротора и редуктор в качестве механической передачи вращения на шпиндель станка. Редуктор часто выполняется в виде коробки скоростей с электромеханическим дистанционным переключением передач. Электропривод главного движения обеспечивает необходимое усилие резания при определенной скорости вращения и поэтому целью регулирования скорости является поддержание постоянной мощности.

Требуемый диапазон регулирования скорости вращения зависит от диаметров обрабатываемых изделий, их материалов и многих других факторов. В современных автоматизированных станках с ЧПУ привод главного движения выполняет сложные функции, связанные с нарезанием резьбы, обработкой деталей разного диаметра и многие

2.2. Рабочие режимы приводит к необходимости обеспечения весьма большого диапазона регулирования скорости, а также применения реверсивного привода. В многооперационных станках требуемый диапазон изменения скорости вращения может составлять тысячи и более.

В приводах подач также требуются весьма большие диапазоны изменения скорости. Так при контурном фрезеровании теоретически надо иметь бесконечный диапазон скорости, т. к. минимальное значение в некоторых точках стремится к нулю. Часто быстрое перемещение рабочих органов в зону обработки также осуществляется посредством привода подач, что значительно увеличивает диапазон изменения скорости и усложняет системы управления приводами.

В приводах подач нашли применение синхронные двигатели и бесконтактные двигатели постоянного тока, а также в ряде случаев асинхронные двигатели. К ним предъявляются следующие основные требования:

- широкий диапазон регулирования скорости;
- высокая максимальная скорость;
- высокая перегрузочная способность;
- высокое быстродействие при разгоне и торможении в режиме позиционирования;
- большая точность позиционирования.

Стабильность характеристик приводов должна обеспечиваться при вариациях нагрузки, изменении температуры окружающей среды, напряжения электропитания и множества других причин. Этому способствует разработка рациональной адаптируемой системы автоматического управления.



Механическая часть станочного привода

Механическая часть привода может представлять сложную кинематическую конструкцию, содержащую множество вращающихся с разными скоростями частей. Обычно выделяют следующие элементы:

- ротор электродвигателя, создающий момент (вращающий или тормозной);
- механическую передачу, т. е. систему, определяющий характер движения (вращательное, поступательное) и изменяющую скорость перемещения (редуктор);
- рабочий орган, преобразующий энергию движения в полезную работу.

Следящий асинхронный привод главного движения металлорежущего станка

2.2. Режимы работы Регулируемый электропривод главного движения металлообрабатывающих станков с ЧПУ преимущественно выполняется на базе асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора, чему способствовало множество факторов, среди которых следует отметить совершенствование элементной базы информационной и силовой электроники.

Регулирование режимов двигателей переменного тока осуществляется посредством изменения частоты питающего напряжения с помощью силового преобразователя, осуществляющего наряду с регулированием частоты изменение и других параметров.

Характеристики следящего электропривода в значительной степени зависят от эффективности встроенной САУ. Применение высокопроизводительных микроконтроллеров предоставило широкие возможности организации систем управления электроприводом.



Рис. 3. Типовая структура управления асинхронным двигателем с использованием преобразователя частоты

Контроллер привода генерирует числовые последовательности для силового коммутатора, осуществляющего регулирование режима работы электродвигателя. Контроллер автоматики обеспечивает требуемые характеристики в режимах пуска и торможения, а также автоматическую настройку и защиту оборудования.

Аппаратная часть вычислительной системы также содержит: - аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи для ввода сигналов с датчиков и управления их работой;

- модули ввода и вывода аналоговых и цифровых сигналов, оснащенные интерфейсным оборудованием и кабельными разъемами;
- интерфейсные блоки, осуществляющие внутренние межмодульные передачи данных и связи с внешним оборудованием.

Большое количество вводимых разработчиком параметров настройки преобразователя частоты с учетом подробных данных конкретной электродвигателя обеспечивают заданные процедуры управления, среди которых можно отметить:

- многоступенчатое регулирование скорости,
- верхнее и нижнее ограничение частоты,
- ограничение крутящего момента,

2.2. Рабочие режимы

- защита от перегрузки по току и от перегрева, обеспечение режим экономии электроэнергии.

Привод на основе бесконтактных двигателей постоянного тока

К приводам подач металлорежущих станков предъявляются высокие требования к диапазону регулирования частоты вращения, линейности регулировочных характеристик и быстродействия, поскольку они определяют точность взаимного позиционирования инструмента и детали, а также скорость их перемещения.

Приводы подач преимущественно были реализованы на основе двигателей постоянного тока, которые обладали необходимыми характеристиками управления, но в то же время наличие механического щеточно-коллекторного узла было сопряжено с низкой надежностью, сложностью обслуживания, высоким уровнем электромагнитных помех.

Развитие средств силовой электроники и цифровой вычислительной техники способствовало их замене в электроприводах бесконтактными двигателями постоянного тока, что позволило улучшить энергетические показатели и повысить надежность станочного оборудования. Однако бесконтактные двигатели отличает сравнительно высокая стоимость вследствие сложности системы управления.

Но по принципу действия бесколлекторный двигатель представляет собой электрическую машину постоянного тока с магнитоэлектрическим индуктором на роторе и обмотками якоря на статоре. Количество статорных обмоток и число полюсов магнитов ротора выбирается в зависимости от требуемых характеристик двигателя. Их увеличение способствует улучшению плавности хода и управляемости, однако приводит к усложнению конструкции двигателя.

В станочном электроприводе преимущественно применяется структура с тремя якорными обмотками, выполненными в виде нескольких соединенных секций, и системы возбуждения от постоянных магнитов с несколькими парами полюсов (рис. 4).

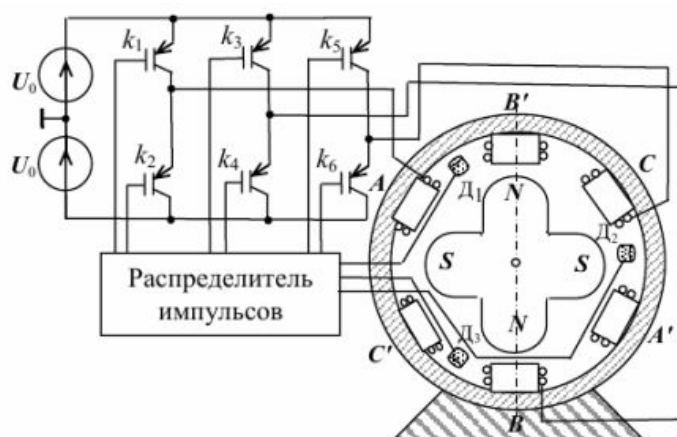


Рис. 4. Функциональная схема бесконтактного двигателя постоянного тока

Вращающий момент образуется за счет взаимодействия магнитных потоков, создаваемым токами в обмотках статора, и постоянными магнитами ротора. Неизменное направление электромагнитного момента обеспечивается соответствующей коммутацией подводимую к

2.2. Режимы работы постоянного тока. Последовательность подключения обмоток статора к источнику U_0 осуществляется силовыми полупроводниковыми ключами, которые переключаются под действием сигналов распределителя импульсов при подаче напряжений с датчиков положения ротора.

В задаче регулирования режимов работы электропривода на бесконтактных двигателях постоянного тока выделяют следующие взаимосвязанные вопросы:

- разработка алгоритмов, способов и средств управления электромеханическим преобразователем посредством воздействия на доступные для измерения физические величины;
- создание системы автоматического управления привода с помощью теории и методов автоматического регулирования.

Электрогидропривод на основе шагового двигателя

В современных станках получили распространение совместные электрогидроприводы (ЭГП), в которых поступающие от электронной системы ЧПУ дискретные электрические сигналы преобразуются посредством синхронных электродвигателей во вращение вала. Развиваемый под действием сигналов контроллера привода (КП) системы ЧПУ электродвигателем (ЭД) вращающий момент служит входной величиной для гидроусилителя, связанное механической передачей (МП) с исполнительным органом (ИО) станка (рис. 5).



Рис. 5. Функциональная схема электрогидропривода

Управляемое вращение ротора электродвигателя посредством входного преобразования (ВП) и гидрораспределителя (ГР) приводит к вращению вала гидромотора (ГМ). С целью стабилизации параметров гидроусилителя обычно используется внутренняя обратная связь.

В электроприводах механизмов со старто-стопным характером движения или непрерывного перемещения нашли применение шаговые двигатели (ШД), которые относятся к разновидности синхронных электродвигателей. Шаговые двигатели с импульсным возбуждением наиболее приспособлены для использования в СЧПУ прямого цифрового управления.

Прерывистое (пошаговое) перемещение ротора на определенный угол поворота на каждый импульс предоставляет возможность получения достаточно высокой точности позиционирования очень большим диапазоном изменения скорости практически от нулевого значения.

При использовании шагового двигателя в электроприводе управление им осуществляется с помощью устройства, содержащего логический контроллер и коммутатор (рис. 6).

2.2.1



Рис. 6. Устройство управления шаговым электродвигателем

Под действием управляющей команды выбора n -ю канала контроллер привода СЧПУ вырабатывает цифровые сигналы для управления силовым транзисторным коммутатором, который в требуемой последовательности подключает постоянное напряжение к статорным обмоткам. Для получения малых значений углового перемещения за один шаг $\alpha = \pi/p$ на роторе помещают постоянный магнит с большим количеством пар полюсов p .

Датчик инструмента для ЧПУ – прибор, выполняющий функцию контактных измерительных систем. Благодаря его наличию станки с ЧПУ способны работать в автономном или полуавтономном режиме. Существуют различные виды датчиков. Они являются частью системы ЧПУ, без которых она не будет полноценной. Каждый аппарат данного типа имеет свое предназначение, и работает по определенному принципу действия. Предназначение Первый контактный датчик был создан в семидесятых годах двадцатого века. Благодаря ему координатно-измерительные машины стало возможным использовать в промышленной области. Прибор позволил проводить трехмерные измерения, что положительно повлияло на качество работы станочного оборудования. Уже в восьмидесятых годах была модернизирована система ЧПУ под взаимодействие с измерительным датчиком. С этого момента начинают создаваться первые станки с ЧПУ. Устройства данного типа были восприняты критично. Многие предполагали, что их использование увеличит время, затраченное на осуществление задачи. Измерительная функция считалась ненужной для станочных агрегатов. Но датчик для ЧПУ показал себя эффективным. Его использование позволило повысить производительность и автоматизировать производство. Прибор инструмента числового программного управления стал неотъемлемым компонентом нового станка. Современное оборудование не только предполагает наличие данного прибора, но и ценится выше, если он является частью конструкции. Контактные измерительные системы используются для:

- наладки рабочего механизма;
- точного подключения к устанавливаемой детали;
- измерения детали.

Применение датчика инструмента обеспечивает целым рядом преимуществ при осуществлении производственных задач.

Преимущества

Наладка прибора ручным способом является затратным по времени действием. Наличие датчика позволяет автоматизировать наладку. Даже если ранее коэффициент наладки показывал ноль, измерительный прибор решит эту проблему. При этом подключить прибор к конструкции станка с ЧПУ можно без особых усилий. Благодаря его установке осуществляется:

- снижение периода, на протяжении которого станок простаивает;
- повышение точности измерительных данных, произведенных инструментом;
- автоматизация процесса коррекции данных;

2.2. Рабочие режимы

способности возникновения ошибок, допущенных оператором, до поля;
-выявление неисправностей при работе аппарата.

Устанавливая заготовку, требуется помощь специальных зажимов. Данные компоненты отличаются высокой стоимостью. При наличии датчика необходимость в использовании зажимов отпадает. Подключаем аппарат, после чего гарантируется наличие комплекса преимуществ: снижается скорость износа рабочего инструмента; заготовка закрепляется в автоматическом режиме; минимизируется участие оператора; снижается риск возникновения брака; повышается показатель производительности и универсальности. Датчики связаны со шпинделем и револьверной головкой. Они способны произвести замеры заготовки, когда осуществляется задача. При серийном производстве приборы контролируют, чтобы настройки не сбивались при переходе от заготовки к заготовке. В качестве измерительного аппарата основные достоинства механизмов заключаются в наличии:

- способности осуществлять коррекцию детали в автоматическом режиме;
 - условий, способных обеспечить надежное производство изделий;
 - функции проверки размеров заготовки перед переходом к изготовлению следующей.
- Комплекс этих особенностей сделал датчик инструмента числового программного управления востребованным элементом при производстве современного станка, используемого как для массового производства, так и для собственных целей.

Контрольные вопросы:

1. Привод на основе бесконтактных двигателей постоянного тока
2. Датчик инструмента для ЧПУ

Практическая работа № 6

«Отработка навыков работы с устройствами для транспортирования стружки»

Цели и задачи: Отработать навык с устройством транспортировки стружки

Автоматизированный сбор и удаление стружки на станках с ЧПУ являются очень важной задачей.

Эффективный отвод стружки от станка с ЧПУ позволяет:

- • предотвратить концентрацию теплоты в местах контакта стружки с узлами станка и снизить их температурные деформации;
- • повысить время непосредственной работы станка за счет сокращения простоев для уборки стружки;
- • улучшить использование СОЖ, так как стружка в этом случае будет находиться в контакте с ней в течение непродолжительного времени;
- • улучшить условия труда оператора и уменьшить опасность несчастного случая из-за контакта со стружкой.

Трудность решения этой задачи часто связана с недостаточным рабочим пространством станка и большим объемом отводимой стружки; большим количеством подвижных узлов станка с заготовкой и инструментом; разнообразием форм и материалов стружки. Поэтому компоновка и конструкция станков должны способствовать свободному перемещению

2.2. Рабочие режимы

выполняющим поверхностям или желобам на транспортное устройство ее отвода.

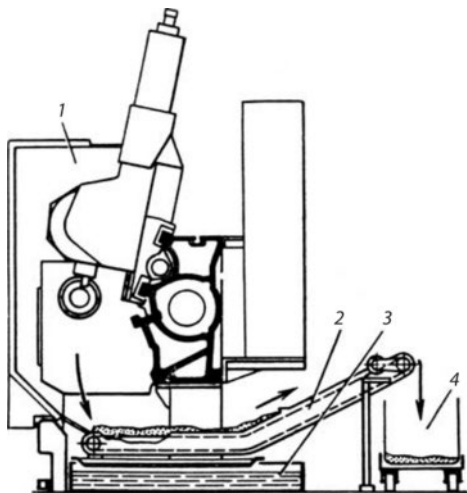
Удаление стружки с инструмента, с обрабатываемой заготовки, с зажимного приспособления и других узлов станка производят двумя способами: принудительно (смыв обильной струей жидкости, выдувание, вакуумный отсос и т.д.) и под действием силы тяжести стружки.

Для облегчения отвода стружки из зоны резания в современных станках с ЧПУ предусматривают свободное пространство под зоной резания и обрабатываемой заготовкой. В токарных станках с ЧПУ свободному сходу стружки способствует наклонное положение направляющих суппортов (рис. 3.36). В станках с ЧПУ небольших размеров (для изготовления корпусных деталей) рабочую поверхность стола выполняют вертикально.

Удаление стружки от станков в общем случае выполняют встроенные в них конвейеры различных конструкций в зависимости от обрабатываемых материалов, формы и объемов удаляемой стружки. При проектировании и применении таких конвейеров необходимо соблюдать следующие требования: легкость очистки и ремонта, простота конструкции, достаточная пропускная способность и минимальные затраты энергии.

На практике применяются устройства для транспортирования стружки разного принципа действия: пластинчатые, скребково- толкающего типа, вибрационные, шнековые, магнитные и гидроконвейеры.

Рис. 3.36. Схема удаления стружки на токарном станке с ЧПУ:



- 7 — защитный кожух;
- 2 — конвейер для удаления стружки; 3 — бак для СОЖ;
- 4 — бак для сбора и хранения стружки

Для удаления легкой (например, алюминиевой) стружки, а также стружки из мелкой чугунной крошки и пыли (при обработке без СОЖ) применяют стружкоотсасывающие устройства (гидроциклоны). Однако их можно применять при небольшой зоне стружко- образования (например, при сверлении

печатных плат).

При обработке отверстий стружку выдувают из них сжатым воздухом или вытряхивают специальным поворотным устройством. Применяют также электромагнитный способ удаления стружки, при котором устройство с электромагнитом хранится в инструментальном магазине и периодически устанавливается в шпинделе станка, который по программе обходит места образования стружки и транспортирует ее в приемное устройство.

При создании гибких производственных систем в их состав включают моечную машину, в которой обработанная деталь очищается от стружки и других элементов. В частности, это производится перед измерением изготовленных деталей.

2.2. Рабочие режимы данного транспортирования дробленой стружки от станков применяются системы линейных и магистральных конвейеров, представляющих унифицированный ряд модульных транспортеров. Более длинные конвейеры могут набираться из унифицированных модульных секций.

В целях экономии производственной площади конвейеры монтируются в углублении в полу, закрываемом металлическими плитами.

При обработке заготовок без применения СОЖ в условиях, когда станки не приспособлены к автоматическому отводу дробленой стружки в зоне резания за счет гравитации, а также при обработке заготовок из различных материалов применяются модульные групповые пневмоустановки всасывающего типа МПТ. Групповая пневмоустановка предусматривает размещение у каждого станка индивидуальных стружкоприемников и стружкоотделителей, наличие которых позволяет удалять из зоны резания стружку по видам обрабатываемых материалов, накапливать ее в емкостях стружкоотделителей и автоматически выгружать на конвейеры, обеспечивающие ее перемещение на участок переработки.

На основе групповой пневмоустановки с индивидуальными стружкоотделителями может быть разработан комплекс машин, обеспечивающих автоматическое удаление стружки и пыли из зон резания и транспортировку стружки на участок ее переработки по видам обрабатываемых материалов.

Кроме пневмотранспортной установки в комплекс входят линейные и магистральные конвейеры.

Алгоритм выбора способа транспортировки стружки приведен на рис.2

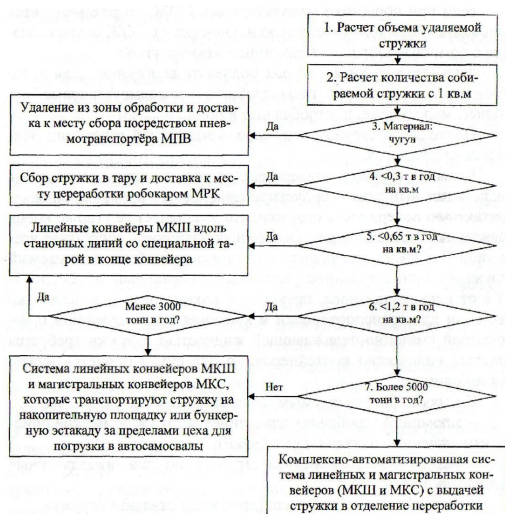


Рис. 2. Алгоритм выбора способа транспортировки стружки

Способы переработки стружки

Переработка является заключительным этапом в автоматизированной системе удаления отходов. От эффективности переработки во многом зависит эффективность работы всего производства. Это касается в особенности производств с применением дорогих материалов.

Процесс переработки стружки состоит из нескольких этапов.

Поступающая в участок переработки стружка неоднородна, и поэтому она подлежит сортировке;

2.2. Рабочие режимы использовалась СОЖ, то рекомендуется проводить обезжиривание стружки. Очистка от СОЖ осуществляется с помощью центрифуг различных конструкций;

если стружка витая, то она подлежит дроблению. Для этого применяются различные типы дробилок: ножевые валковые, конусные, молотковые, центробежные и пр.

После этого стружка с помощью магнитной сепарации очищается от примесей.

Влажная стружка подвергается сушке, а затем поступает на заключительный этап - брикетирование. Брикетирование снижает контактную поверхность стружки, что уменьшает её угар во время плавления в несколько раз. Остаточная влажность составляет всего лишь 3 - 7%. Очень значительно снижается объем, занимаемый стружкой. Брикетирование уменьшает занимаемый объём до 7-10% от первоначального, превосходя пакетирование в несколько раз. Если для транспортировки и хранения непрессованной и намоченной смазочно -охлаждающей жидкостью стружки требуется большое количество контейнеров, то для сухих брикетов нужен только один.

На процесс брикетирования отрицательное влияние оказывает наличие в стружке большого количества смазочно-охлаждающей жидкости, ухудшая качество брикетов. Небольшие количества СОЖ при брикетировании почти полностью удаляются из стружки. Количество выжимаемой смазочно- охлаждающей жидкости часто достигает 10-15% веса. Остаточная влажность зависит от плотности материала. Она определяется размером стружки, типом смазочно-охлаждающей жидкости и использованным давлением. Обычно остаточная влажность составляет всего лишь 3-7%.

Контрольные вопросы

1. Способы переработки стружки
2. Эффективный отвод стружки от станка с ЧПУ позволяет....

Практическая работа № 7 **«Установка нулевой точки»**

Цель работы:

научиться настройке станка с ЧПУ для выполнения готовой программы обработки изменять положение нулевой точки заготовки при настройке станка. Установка нулевой точки заготовки при работе на токарно-револьверном станке с системой ЧПУ “Fanuc 0i TC” без использования специального датчика».

Последовательность выполнения работы.

Теоретические

сведения

Осуществить включение станка поворотом соответствующего выключателя. Включить электропитание системы управления и осуществить загрузку драйверов. Произвести вывод револьверной головки в референтную позицию, для чего нажать клавишу быстрых перемещений в ручном режиме , затем стрелками налево и вниз сначала сместить револьверную головку на 1-5 мм по X и по Z, а затем нажать клавишу вывод в референтную позицию и с помощью стрелок вверх и вправо осуществить вывод. Головка сама остановится в этой

2.2. Рабочие режимы одной оси, затем по другой. При этом прозвучит звуковой сигнал и включится соответствующий оси светодиод.

Произвести настройку гидравлического патрона на диаметр заготовки (при необходимости). Для этого каждый кулачок необходимо открепить, переместить на нужное число зубцов и закрепить снова. При этом следить, чтобы не получилось эксцентричной установки кулачков относительно друг друга. Настройка усилия зажима заготовки (при необходимости) осуществляется регулировкой гидравлического регулятора давления. Установить резцы в револьверную головку, для чего поворачивать револьверную головку свободной позицией в рабочее положение и закреплять резцы в соответствии с программой обработки.

Изучить чертеж детали, проанализировать программу обработки и определить координаты нулевой точки заготовки.

Рассчитать длину вылета заготовки для выполнения программы обработки станком. Установить заготовку в патрон и зажать патрон, обеспечив рассчитанный в п.7 вылет. Подготовить станок к проведению измерений инструмента. Выбрать инструмент, который будет считаться основным и включить его в рабочее положение.

Включить ручной режим работы от шкентеля (штурвала), нажав соответствующую клавишу.

Повернуть рукоятку управления скоростью шпинделя в ручном режиме против часовой стрелки до упора (минимальная скорость), затем включить вращение шпинделя в прямом направлении, нажав соответствующую клавишу, установить с помощью рукоятки управления скорость вращения шпинделя $S=800$ об/мин.

Вращая шкентель и переключая направление X - Z с помощью соответствующих клавиш, осуществить подрезку торца, сняв 1 мм. Закончив обработку, не следует отводить резец по Z, а только по X вывести из детали и отвести на 25-30 мм, после чего остановить шпиндель, нажав соответствующую клавишу.

Включить экран корректоров и вывести таблицу данных измерения инструментов. Произвести запись в командную строку: "Z0". Перевести курсор в положение соответствующего корректора (зона, куда будет произведена запись выделена черным).

Нажать клавишу "MEASURE" ("ИЗМЕРЕНИЕ"). В соответствии с введенными данными система пересчитает расстояние от нуля станка до револьверной головки, соответствующее введенному значению обработанного торца и запишет это расстояние в корректор. Это станет нулевым положением основного резца.

Остальной инструмент измеряется относительно данного положения заготовки относительно обработанного торца. Каждый инструмент необходимо поочередно ставить в это положение и повторять действия пунктов 9.4 – 9.6.

После зануления всех инструментов, используемых в программе обработки данной детали, нулевая точка заготовки будет установлена на правом торце детали, зажатой в патрон станка. Смещение положения этой точки возможно с помощью специальной таблицы, которая находится в экране корректоров и называется «смещение заготовки». Изменяя значение Z в этой таблице можно смещать ноль заготовки налево или направо. Составить отчет о проделанной работе с указанием действительных размеров, полученных в результате измерения и записанных в корректор чисел с указанием номера резца и номера корректора.

Примерное содержание отчета.

Тип станка и его основные технические характеристики.

2.2. Рабочие режимы включения станка и других действий, производимых при включении. Описание действий оператора для установки инструмента на станок. Описание действий оператора для подготовки станка к установке нулевой точки заготовки при отсутствии датчиков измерения инструментов. Описание действий оператора при осуществлении этой установки.

Контрольные вопросы:

1. Что такое нулевая точка
2. Устройство гидравлического патрона

Практическое занятие № 8

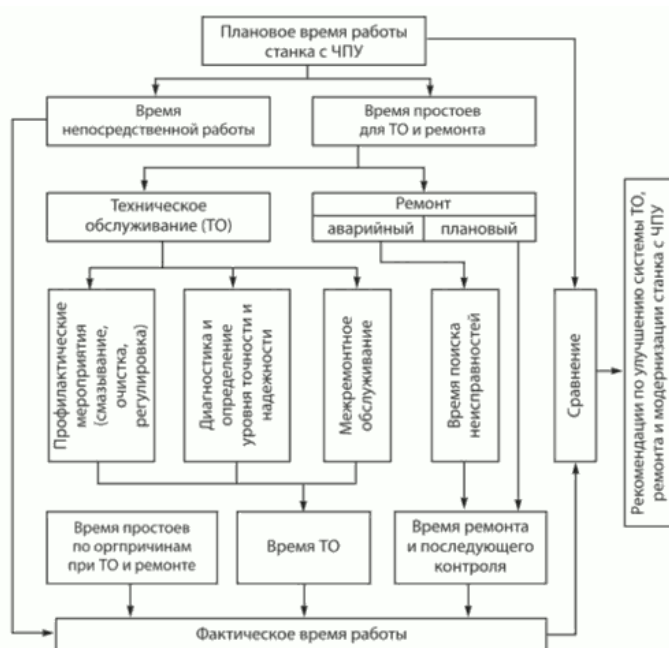
«Наладка станков с ЧПУ и техническое обслуживание станков»

Цель работы: Научится производить несложное тех.обслуживания станков с ЧПУ, добавлять и заменять рабочие жидкости, производить тестирование геометрических свойств станка.

Теоретическая часть

Обслуживание станков с ЧПУ – комплекс мер, направленных на поддержание станочного оборудования в работоспособном состоянии и устранение возможных неполадок. ЧПУ станки – сложные приборы, обеспечивающие автономную или полуавтономную обработку заготовок с высокой точностью. Из-за сложной конструкции любая проблема может привести к ухудшению точности выполняемой задачи, ввиду чего потребуется ремонт станков с ЧПУ. Техническое обслуживание Техническое обслуживание проводится тогда, когда станок с ЧПУ находится еще в исправном состоянии. Цель обслуживания – предотвратить возникновение поломок. Профилактика предполагает диагностику исправного агрегата с целью обслуживания и выявления возможных технических неисправностей. Профилактические работы могут проводить люди, имеющие специальную подготовку. Комплекс действий включает: смазку комплектующих; очистку конструкции от грязи; очистку или замену воздушных фильтров и электронных систем. Последняя задача осуществляется при помощи электроников. Смазка требуется деталям, которые подвергаются наибольшему трению при работе. Для смазки используется вазелиновое или индустриальное масло 30. Вместе со станками следует документация, в которой указано, как ими пользоваться. Неисправности могут возникать даже при соблюдении нормы использования. Техническое обслуживание станков с ЧПУ включает в себя совокупность организационных и технических мероприятий, обеспечивающих поддержание их выходных параметров на заданном уровне в течение всего периода эксплуатации: осмотр и контроль технического состояния станка и системы управления; чистку, промывку и смазывание механизмов станка; долив масла; регулирование отдельных механизмов станка и элементов системы управления; замену отдельных износившихся деталей и вышедших из строя элементов и блоков УЧПУ; проверку и наладку гидро- и электроприводов, а также работы по устранению обнаруженных неисправностей.

2.2.1



Геометрическая точность, характеризующая качество изготовления и сборки станка, является необходимым условием достижения заданной точности обработки на станке.

Проверка геометрической точности включает в себя:

1. проверку точности базовых поверхностей;
2. проверку взаимного расположения базовых поверхностей.
3. проверку формы траектории движения исполнительных органов
- 4.. проверку соответствия перемещений исполнительного органа номиналу.

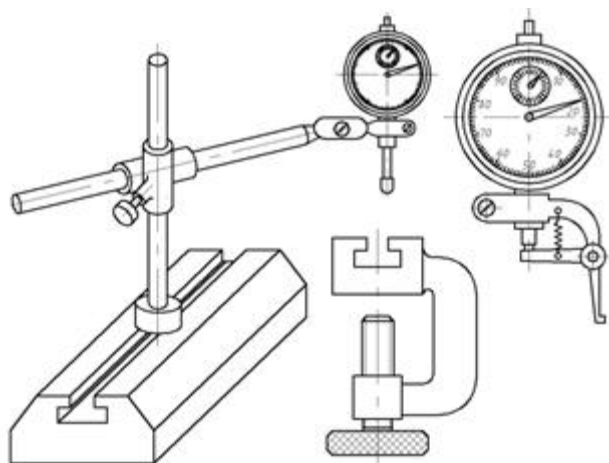
Индикаторы и миниметры. При испытании станков на точность рекомендуется использовать индикаторы нулевого класса точности с ценой деления шкалы 0,01 мм. Шкала индикатора должна быть достаточно большой (расстояние между ее штрихами не должно быть меньше 1 мм), что облегчает чтение показаний индикатора. Применять индикаторы с более мелкой ценой делений нецелесообразно, так как действительная точность показаний самого индикатора будет колебаться в пределах 1 — 1,5 делений его шкалы. При отсутствии качественного индикатора с указанными данными или при необходимости проверки с более высокой, чем 0,01 мм, точностью следует применять миниметры. Стойка и стержень индикатора или миниметра должны быть достаточно жесткими, так как измерительный прибор часто закрепляется на конце стержня, который, в свою очередь, зажат на верхнем конце стойки. Стойка индикатора должна надежно крепиться большой зажимной гайкой к массивной подставке (основанию). Во избежание погрешностей измерения, вызываемых вибрациями, перекасами или действиями опрокидывающих усилий, подставка должна иметь широкую опорную плоскость. Особенно надежными являются электромагнитные подставки.

В отдельных случаях стойка индикатора укрепляется не на подставке, а на струбцинке, которая может быть установлена и с помощью зажимного винта закреплена на любой достаточно жесткой выступающей части станка.

При измерениях в труднодоступных местах, где измерительный штифт индикатора нельзя установить в рабочее положение (например, при проверке биения отверстия), на шпинделе индикатора укрепляется специальный угловой рычажок.

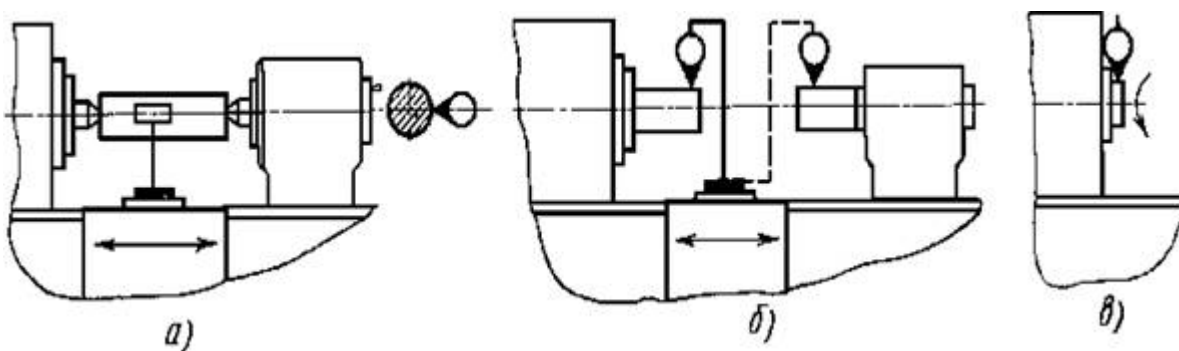
Описанные средства крепления индикатора или миниметра, применяемые при проверке точности станков, показаны на рис. 1.

2.2.1



Одним из необходимых условий для обеспечения требуемой точности и долговечности работы станка является его правильная установка и крепление на фундаменте. Тип фундамента зависит от нагрузки, передаваемой основанию станка, массы станка и сил инерции, действующих во время работы станка. Фундаменты под [металлорежущие станки](#) бывают двух типов: первый – фундаменты, которые являются только основанием для станка, второй – фундаменты, которые жестко связаны со станком и придают станку дополнительную устойчивость и жесткость. Токарные станки устанавливают, как правило, на фундаментах второго типа согласно установочному чертежу, который дается в руководстве по эксплуатации станка.

Испытание станка на холостом ходу. Привод главного движения последовательно проверяют на всех ступенях частоты вращения. Затем проверяют взаимодействие всех механизмов станка; безотказность и своевременность, включения и выключения механизмов от различных управляющих устройств; работу [органов управления](#); исправность системы подачи СОЖ и гидро - и [пневмооборудования](#) станка. В процессе испытания на холостом ходу станок должен на всех режимах работать устойчиво, без стуков и сотрясений, вызывающих вибрации. Перемещение рабочих органов станка механическим или гидравлическим приводом должно происходить плавно, без скачков и заеданий. При испытании станка на холостом ходу проверяются также его паспортные данные (частота вращения шпинделя, подача, перемещения кареток суппорта и др.). Фактические данные должны соответствовать значениям, указанным в паспорте.



Требования к точности изложены в руководстве по эксплуатации станка. При проверке на точность станка проверяют прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости; одновысотность оси вращения шпинделя передней бабки и оси отверстия пиноли задней бабки по отношению к направляющим станины в вертикальной плоскости; радиальное биение центрирующей поверхности шпинделя передней бабки под установку патрона; осевое биение шпинделя передней бабки и др.

2.2. Рабочие режимы продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости проверяют с помощью цилиндрической оправки, закрепленной в центрах передней и задней бабки, и индикатора, установленного на суппорте, рисунок ниже - а). Смещением задней бабки в поперечном направлении добиваются, чтобы показания индикатора на концах оправки были одинаковы или отличались не более чем на 0,02 мм на 1 м хода суппорта.

Контрольные вопросы

1. Какие виды работ включает тех. обслуживание станков с ЧПУ.
2. Для каких целей производится замена СОЖ в станке.
3. Почему важно своевременно производить чистку станка и его смазку

Практическая работа № 9

«Участие в подготовке УП»

Цель работы: Создание управляющей программы, использование системы параметрического программирования. Ознакомление с УП для обработки различных деталей, порядком подготовки и редактирования УП с использованием G-кодов и CAD/CAM систем. Изготовление пробной детали.

Теоретическая часть

Основные теоретические сведения представлены в п. 7; 12.1-12.4 учебника [1].

Символ	Описание	G-коды для ЧПУ: таблица подготовительных команд Таблица основных G- команд для станков с ЧПУ
G00-04	установка инструмента в позицию	
G17-19	переключение между плоскостями – XY, XZ и YZ соответственно	
G20-21	вычисления в английской (дюймовой) или метрической системе измерений	
G40-44	компенсация длины, диаметра, размеров рабочего органа	
G53-59	переход от одних координат к другим	
G80-84	активация циклов сверления или резбования	
G90-92	переключение от абсолютных координат к относительным и наоборот	
Символ	Описание	
G00	перемещение инструмента на холостом ходу с ускорением	
Задание интерполяции		
G01	линейной	
G02	круговой по часовой стрелке	
G03	в направлении, обратном предыдущему (против)	
G04	включение задержки (в миллисекундах)	
G10	задание новых начальных точек отсчета	
G11	отмена	
G15		

2.2.1	G16	работа в полярной системе координат	
	Режим измерений		
	G20	в дюймах	
	G21	в метрах	
	G22	активация стоп-рамок станка – пределов перемещения	
	G23	отмена	
	G28	возврат к референтной точке	
	G30	перемещение по Z-оси вверх	
	Компенсация габаритов рабочего органа		
	G40	отмена (для размеров)	
	G41	радиуса слева	
	G42	радиуса справа	
	G43	высоты положительно	
	G44	высоты отрицательно	
	G53	переход на координаты оборудования	
	G54-59	переключение на заданные оператором значения	
	G68	поворот под нужным углом	
	G69	отмена	
	Цикл сверления		
	G80	отказ	
	G81	включение	
	G82	с задержкой	
	G83	с отходом	
	G84	резьбование	
	Активация системы координат		
	G90	абсолютной	
	G91	относительной	
	Формат подачи F		
	G94	мм/мин	
	G95	мм/об	
	G98	отмена	
	G99	отказ от возвращения на точку «подхода» после выполнения цикла	
	Символ	Описание	Таблица вспомогательных (технологических) команд G и M кода для станков ЧПУ Теперь Вы видите, чем между собой отличаются, например, G49, G94 и G99 коды ЧПУ, но ведь есть функции и с другими литерами. Что делают они?
	M00	остановка до нажатия на «старт»	
	M01	аналогично предыдущей, но при условии действия режима подтверждения	
	M02	завершение алгоритма	
	Начало вращения шпинделя		
	M03	по часовой стрелке	
	M04	против	
	M05	остановка	
	M06	смена рабочего органа	
	M07	активация дополнительного охлаждения	

2.2. А	Основное охлаждение		Предлагаем разобраться в данном вопросе. Параметры команд, заданные латинскими буквами
M08	включение		
M09	выключение		
M30	конец вывода данных		
M98	начало подпрограммы		
M99	ее завершение, возврат к главному алгоритму		
Символ	Описание		
Координаты точек по соответствующим осям			
X			
Y			
Z			
Скорость			
F	рабочей подачи		
S	вращения шпинделя		
R	радиус (либо, реже, показатель стандартного цикла)		
I, J, K	габариты дуги, наблюдаемой в случае круговой интерполяции		
D	коррекция действующего инструмента		
P	задержка (или количество вызовов подцикла)		
L	подпрограмма по метке		

Требования к написанию алгоритмов

Они должны быть четко структурированы и разбиты на кадры, каждый из которых обязан завершаться разделителем CR/LF. В конце необходимо поставить M02 либо M30. Сопутствующие комментарии оставляют в круглых скобках – либо сразу после символов, либо на отдельной строке. Одни и те же функции можно повторять в любой выбранной последовательности и какое угодно количество раз, если это является рациональным решением.

Если алгоритм генерирует САПР, оператору требуется проконтролировать результат. Для этого ему необходимо знать размеры детали, толщину слоя съема, параметры резца, глубину введения лезвия.

Под термином Computer-aided manufacturing (CAM) понимают как программы, используемые технологами для подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), так и сам процесс компьютеризированной подготовки производства. Традиционно, САМ системы представляют собой средства формирования траекторий движения инструмента на основании 2D и/или 3D геометрии (обычно сгенерированной в САД системе) и перевода (постпроцессирования) их в команды системы ЧПУ станка. Многие из программно-вычислительных комплексов совмещают в себе решение задач САД/САМ, САЕ/САМ, САД/САЕ/САМ, но существуют и узкоспециализированные САМ системы, направленные на создание управляющих программ для специфического оборудования, например вышивальных машин, производства печатных плат и т.п.

Программа для станка с ЧПУ представляет собой последовательность кодов, в результате трансляции которых станок формирует траектории движения инструмента, задаёт параметры работы (подача, скорость и направление вращения шпинделя и т.п.) и выполняет вспомогательные функции (смена инструмента, подача СОЖ и т.д.). Традиционная последовательность действий, необходимых для создания программы обработки детали для станка ЧПУ в САМ системе, выглядит следующим образом:

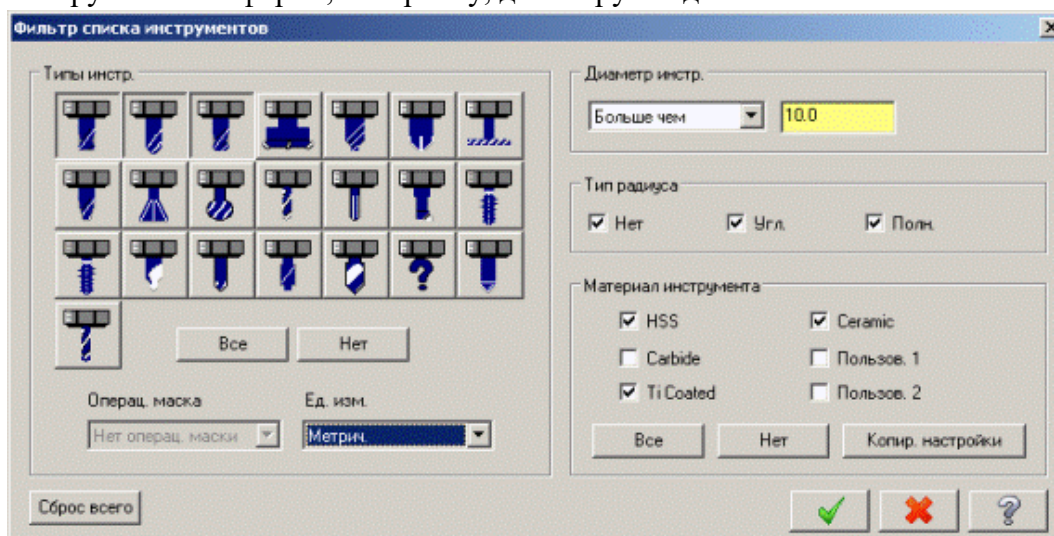
2.2. Рабочие режимы

2. Определение управляющей геометрии.
3. Выбор стратегии и параметров обработки.
4. Вычисление траекторий движения инструмента.
5. Визуальный контроль траекторий (бэкплот) и их симуляция.
6. Постпроцессирование (перевод траекторий движения и вспомогательных операций в коды станка).

Если геометрия простая, двумерная, её создание происходит непосредственно в САМ системе. Такой подход применяется чаще всего при создании программ токарной обработки, так как для неё необходим лишь контур детали, обычно заданный чертежом. Средства моделирования и редактирования двумерных и трехмерных объектов используются также при изменении импортированной геометрии и дополнительных построениях, таких как ограничения, обозначения оснастки, рабочей зоны и т.п.

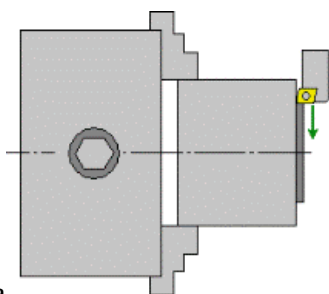
При расчёте траектории САМ система формирует траектории движения инструмента с учётом его геометрических, а, в некоторых случаях, и физических параметров. В частности, при расчёте траекторий с компенсацией радиуса инструмента непосредственно в компьютере (а не в стойке) необходимо знать как минимум диаметр используемого инструмента. Поэтому каждая система обладает возможностями для хранения, выбора, коррекции параметров инструментов и создания новых инструментов, в том числе и сложной формы (например, фасонные инструменты). Зачастую данная подсистема называется библиотекой инструментов. При задании нового инструмента генерируется его твердотельная модель, которая в дальнейшем служит для формирования результата обработки в простейшем случае путём цепочки твердотельных булевых 11 операций (вычитания) над моделью исходной заготовки и моделью инструмента в каждой точке его пути. В некоторых случаях, особенно это актуально для многокоординатной обработки, используются модели оправок для инструмента для осуществления контроля соударений их с элементами станка, заготовкой либо оснасткой.

На конкретном производстве удобно создавать библиотеки, состоящие только из инструмента, имеющегося на предприятии, в арсенале оператора, либо загруженные инструментальный магазин станка. Библиотеки инструментов позволяют осуществлять быструю выборку инструментов по заданному комплексу параметров. На рисунке показан фильтр библиотеки инструмента системы MasterCAM, позволяющий выбрать необходимые инструменты по форме, материалу, диаметру и т.д.

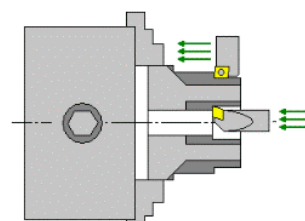


2.2. Рабочие режимы на токарных станках ограничивается перемещение инструмента вдоль двух осей, она является несложной для расчёта и использует простые стратегии. Кроме того опытный программист гораздо быстрее создаёт программу в «ручном» режиме по чертежу используя встроенные в стойку ЧПУ циклы обработки, что приводит к малой популярности САМ систем в среде программирования для токарных станков.

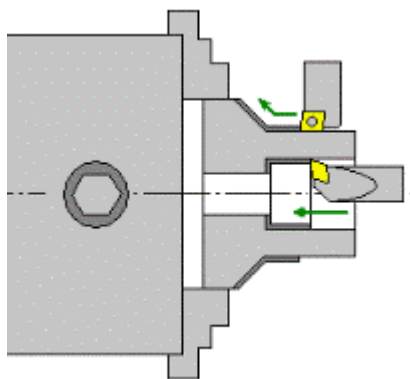
Приведем типовые операции при токарной обработке:



- Подрезка торца
- Черновая токарная обработка ·



Чистовая обработка



Многие САМ системы позволяют также формировать коды для вспомогательных операций:

- Управление люнетом (подвод, отвод, открытие, закрытие)
- Управление задней бабкой.
- Управление шпинделем и протившпинделем.

В силу простоты токарные операции обладают очень высоким уровнем автоматизации. Системы самостоятельно рассчитывают снимаемые припуски, подходы к траектории и т.п., зачастую не требуя от пользователя дополнительной настройки параметров кроме инструмента и режимов резания. Развитие токарного оборудования, появление многошпиндельных, токарно-фрезерных и станков с несколькими револьверными головками привело к появлению новых задач, таких как синхронизация обработки и программирование приводных инструментов, необходимость в САМ системах возросла. Синхронизация используется на станках, которые могут одновременно производить обработку двумя или больше инструментами и на двух и более шпинделях. Сложность работы на станках с несколькими револьверными головками заключается в том, что необходимо исключить столкновение одновременно перемещающихся элементов станка и инструментов, что очень тяжело реализовать при ручном программировании. Менеджер синхронизации показывает программу ЧПУ, разделенную на каналы, которые представляют револьверные головки в виде навигатора операций, а так же рассчитывает время обработки, создает события синхронизации каналов и события задержки, переупорядочивает операции в рамках канала и позволяет исключить столкновения, обеспечивая безопасность обработки.

При токарно-фрезерной обработке совместно используются стратегии токарного и фрезерного модуля САМ системы.

Контрольные вопросы

2.2. Рабочие режимы с точки зрения преобразования информации содержит система «чертеж—деталь» при подготовке УП для станков с ЧПУ?

2. Какие задачи решаются при подготовке УП?
3. Что включает в себя подготовка исходных данных для проектирования технологического процесса изготовления детали на станке с ЧПУ?
4. Какие задачи решаются при разработке маршрутной технологии?
5. Какие задачи решаются при разработке операционной технологии?
6. Какие методы подготовки УП вы знаете?
7. Что такое оперативное диалоговое программирование для станков с ЧПУ?

отчет: разработать УП для обработки по заданному чертежу, выполнить обработку на станке и предоставить деталь мастеру на проверку ответить на контрольные вопросы.