

3127



Министерство образования
Республики Беларусь

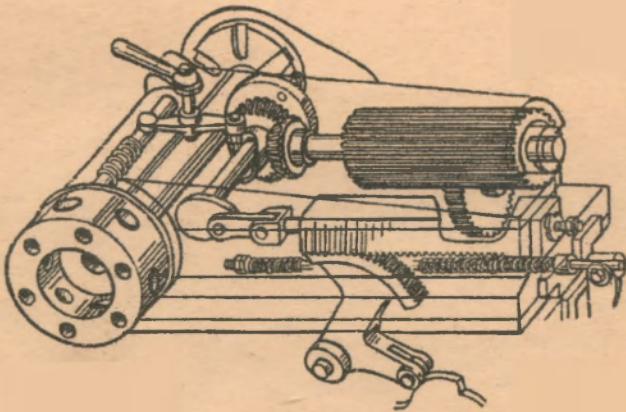
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

В.И. Туромша
В.И. Глубокий

ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ

Методическое пособие



Минск 2007

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

В.И. Туромша
В.И. Глубокий

ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ

Методическое пособие
по дисциплине «Технологическое оборудование»
для студентов машиностроительных специальностей

Минск 2007

УДК 621.941.235.8 (075.8)

~~ББК 34.632я7~~

Т 88

Рецензенты:

Н.В. Спиридонов, М.М. Кане

Туромша, В.И.

Т 88 Токарные автоматы: методическое пособие по дисциплине «Технологическое оборудование» для студентов машиностроительных специальностей / В.И. Туромша, В.И. Глубокий. – Минск: БНТУ, 2007. – 72 с.

ISBN 978-985-479-629-1.

Методическое пособие по дисциплине «Технологическое оборудование» предназначено для студентов машиностроительных специальностей.

В пособии рассматриваются принципы работы, технологические возможности и особенности кинематики токарно-продольных и токарно-револьверных автоматов. Излагаются методика расчета настройки указанных автоматов и порядок проведения лабораторных работ по наладке их на обработку конкретной детали.

УДК 621.941.235.8 (075.8)

ББК 34.632я7

ISBN 978-985-479-629-1

© Туромша В.И.,
Глубокий В.И., 2007
© БНТУ, 2007

В в е д е н и е

Токарные автоматы широко применяются в машиностроительном производстве. На токарно-продольных и токарно-револьверных автоматах могут обрабатываться детали сложной конфигурации из калиброванных прутков различных материалов.

Токарные автоматы имеют по сравнению с универсальными металлорежущими станками с ручным управлением автоматический цикл работы. Поэтому на автоматах имеются кроме главного движения резания еще ряд движений, необходимых для полной реализации программы обработки деталей и выполнения функции манипулирования по смене заготовок и режущих инструментов. Для обеспечения указанных движений кинематика автоматов имеет привод главного движения, приводы вспомогательных движений и кинематическую цепь управления. Система управления автоматов аналогового типа имеет распределительный вал с программоносителями в виде дисковых, барабанных и командных кулачков и обеспечивает требуемый цикл обработки детали. Для наладки автоматов производится полный расчет настройки на обработку конкретной детали, в том числе расчеты частот вращения шпинделя, профилей кулачков и частоты вращения распределительного вала управления.

1. ТОКАРНО-ПРОДОЛЬНЫЙ АВТОМАТ МОДЕЛИ 1В06А

1.1. Назначение и технологические возможности автомата

Токарно-продольный автомат модели 1В06А предназначен для изготовления деталей типа тел вращения диаметром до 6 мм и длиной до 60 мм из калиброванных прутков различных материалов методом фасонно-продольного точения. На автомате могут обрабатываться детали сложной конфигурации в области приборостроения и машиностроительной промышленности.

1.2. Компоновка и основные узлы автомата

1.2.1. Особенности компоновки автомата

У автоматов продольного точения ось шпинделя расположена горизонтально и шпиндельная бабка имеет продольное перемещение, а на станине установлена неподвижно суппортная стойка с поперечно перемещающимися суппортами.

1.2.2. Основные узлы автомата

Основными базовыми деталями и узлами автомата являются (рис. 1.1): тумба 1, редуктор 2, станина 3, балансир 4, суппортная стойка 5, шпиндельная бабка 6, загрузочное устройство 7, электрошкаф 8, выключатель распределителя 9 и ограждение 10. Тумба 1 служит основанием автомата, внутри которой расположены передачи привода рабочих механизмов и главный вал. Станина 3 предназначена для установки основных узлов автомата и устанавливается на тумбе. В правой части станины имеются направляющие, по которым перемещается шпиндельная бабка 6, в средней части установлена суппортная стойка 5 и в левой части устанавливаются резьбонарезное и шлицефрезерное приспособления. Суппортная стойка 5 несет три верхних суппорта, подача которых осуществляется кулачками через рычажные механизмы. В центре суппортной стойки в конусном отверстии установлен люнет. В нижней части стойки на оси установлен балансир 4 в виде коромысла с расположенными на нем горизонтальными суппортами, подача которых осуществляется поворотом балансира вокруг оси под действием кулачков.

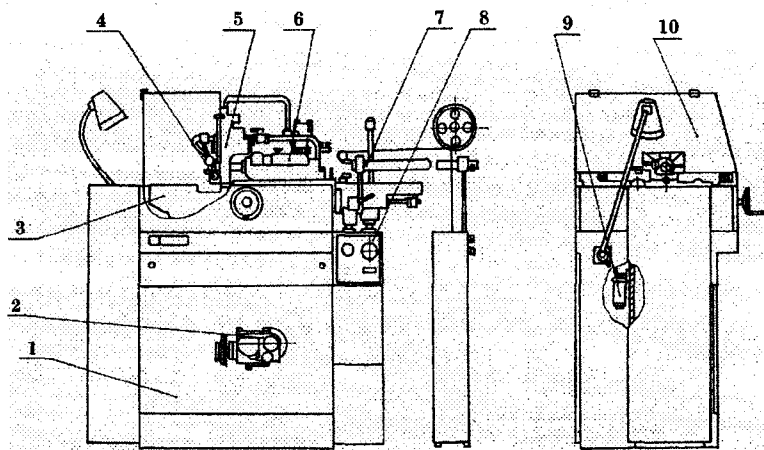


Рис. 1.1. Общий вид токарно-продольного автомата модели 1B06A

Шпиндельная бабка 6 предназначена для сообщения обрабатываемому материалу вращательного движения, продольной подачи и обеспечения его зажима.

Загрузочное устройство 7 обеспечивает поддержание, направление и прижим прутка к упору (отрезному резцу) в момент отхода шпиндельной бабки в крайнее заднее положение.

1.2.3. Органы управления и настройки

К органам управления и настройки автомата относятся (рис. 1.2): регулировка положения балансира 2, винты регулировки продольного и поперечного перемещения суппортов балансира 1 и 10, винт установки резцедержателя балансира относительно оси изделия 9, винты регулировки продольного и поперечного перемещения суппортов стойки 3 и 8, винт установки суппортов стойки относительно оси изделия 7, гайка установки соотношения плеч рычагов стойки 6, винт установки соотношения плеч рычагов шпиндельной бабки 4, регулировка упора шпиндельной бабки 5, винты регулировки пальцев рычага подачи шпиндельной бабки 14, рукоятка зажима кронштейна загрузочного устройства 15, регулировка натяжения пружины обратного хода шпиндельной бабки 16, регулировка зажима цанги 17, эксцентриковый палец регулировки усилия зажима цанги 18, рукоятка ручного вращения распределительного вала 11, кнопки пуска и остановки станка 13 и винт натяжения ремня электродвигателя 12.

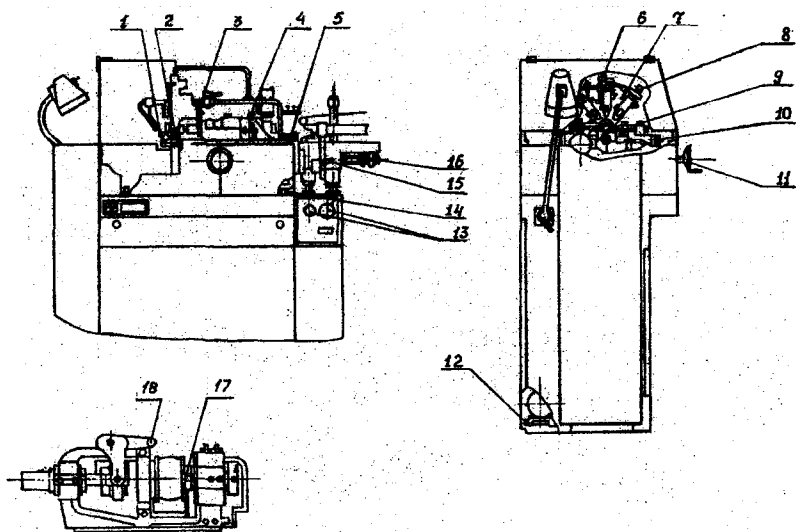


Рис. 1.2. Органы управления автомата модели 1B06A

1.3. Техническая характеристика автомата

Номинальный диаметр устанавливаемого прутка, мм	6
Наибольшая длина подачи прутка, мм	60
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	1250...12500
Количество частот вращения шпинделя	21
Пределы частот вращения распределвала, мин ⁻¹	0,23...50
Пределы времени изготовления детали, с	1,2...260
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	1,5
Габаритные размеры автомата, мм	1250x600x1450

1.4. Принципы работы токарно-продольных автоматов

Обработка на автоматах производится продольным точением, при котором профиль детали обрабатывается неподвижным резцом при продольной рабочей подаче обрабатываемого прутка, а также поперечно перемещающимися резцами при прекращении подачи прутка (рис. 1.3). Главным движением резания является вращение заготовки n , закрепленной в шпинделе 8, а движением продольной подачи s_1 – перемещение шпиндельной бабки 9 с прутком по направляющим станины относительно резцов 3 и 5, закрепленных в суппортах 1 и 6. Суппорта могут перемещаться только в поперечном направлении при фасонном обтачивании или отрезке, обеспечивая поперечную подачу s_2 . Станок имеет обычно несколько вертикальных суппортов 6 и суппорт балансирующего типа 1, несущий два резца 3 и совершающий качательные движения вокруг оси 2. Фасонное обтачивание может осуществляться при совместном продольном перемещении заготовки и поперечном перемещении резца.

Сверление, зенкерование, нарезание резьбы производятся с помощью специальных приспособлений 4, установленных слева против шпиндельной бабки. Шпиндель приспособлений имеет иногда независимое поступательное s_3 и вращательное n_1 движения.

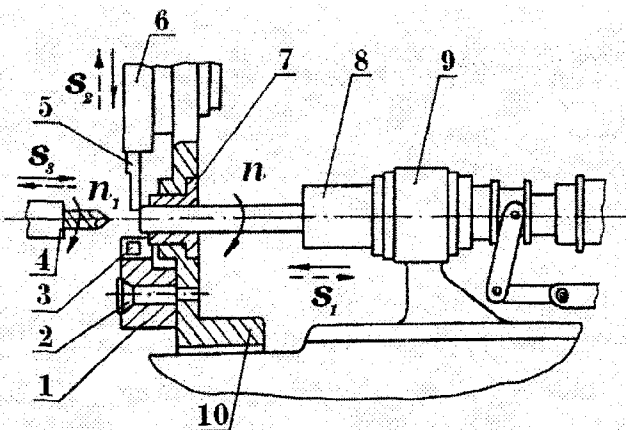


Рис. 1.3. Технологическая схема обработки и основные движения

Для исключения прогиба и вибрации прутка при его обработке передний конец прутка пропускается через отверстие люнета 7, закрепленного на суппортной стойке 10.

1.5. Кинематическая схема автомата

1.5.1. Привод главного движения

Главное движение резания шпиндель Ш (рис. 1.4) получает от электродвигателя 4АХ80В4У3 через клиноременную передачу со сменными шкивами А–Б и плоскоременную передачу 1–2.

Конечные звенья: электродвигатель М – шпиндель Ш.

Расчетные перемещения: n_3 , мин^{-1} , электродвигателя М $\rightarrow n$, мин^{-1} , шпинделя Ш.

Изменение частоты вращения шпинделя осуществляется сменными шкивами А и Б, диаметры которых выбираются по табл. 1.1 в зависимости от требуемой частоты вращения.

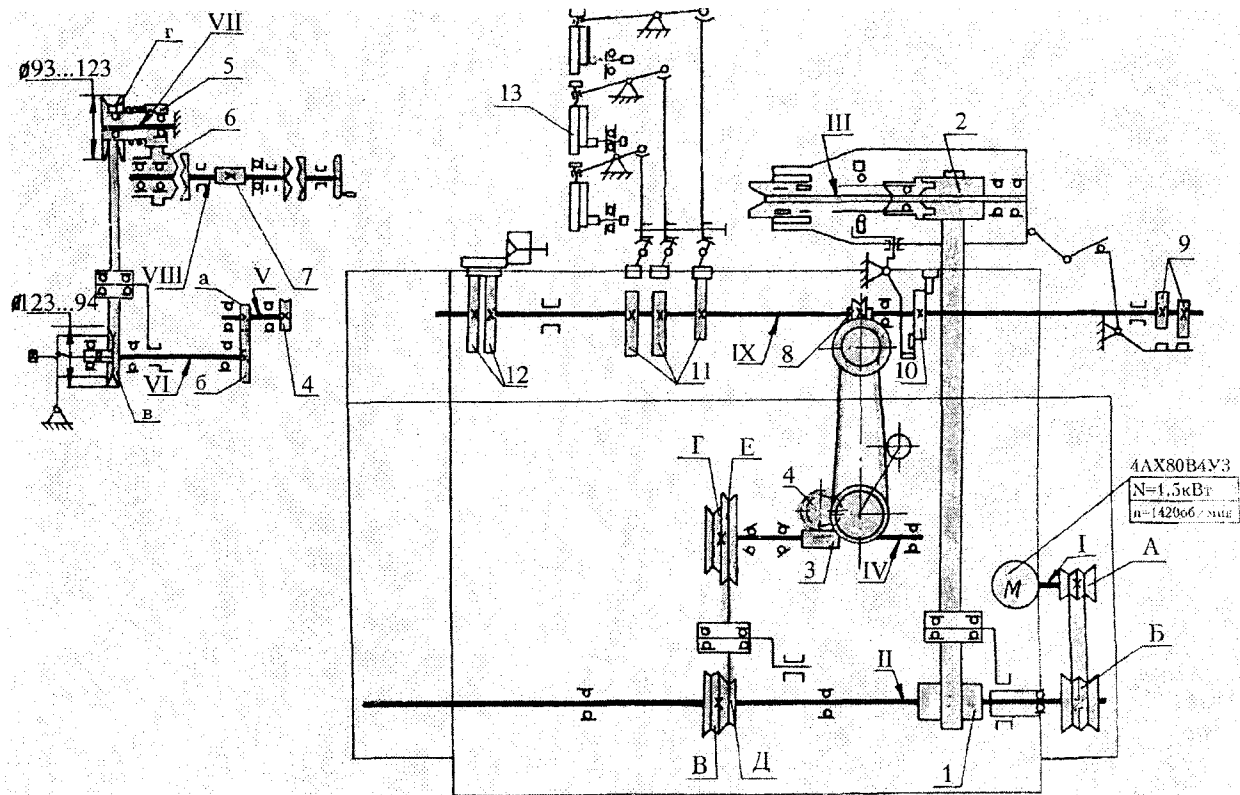




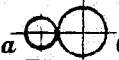
Рис. 1.4. Кинематическая схема автомата

1.5.2. Привод распределительного вала

Система управления автомата имеет распределительный вал, частота вращения которого может иметь бесступенчатое изменение. Распределительный вал IX получает вращение от электродвигателя 4АХ80В4УЗ через клиноременные передачи со шкивами А–Б и с многоступенчатыми шкивами ВД–ГЕ, червячную передачу 3–4, сменные зубчатые колеса а–б, клиноременный вариатор в–г, зубчатые колеса 5–6 и червячный редуктор 7–8. Ступени шкивов ВД–ГЕ и сменные зубчатые колеса а–б выбираются по табл. 1.1 производительности автомата в зависимости от частоты вращения шпинделя и распределительного вала.

Таблица 1.1

Производительность автомата модели 1В06А, равная частоте вращения распределительного вала

Г = 132  Е = 160			Д	В	Д	В	Д	В	Д	В
В = 90  Д = 119			Е	Г	Е	Г	Е	Г	Е	Г
			25	25	48	48	77	77	100	100
			100	100	77	77	48	48	25	25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
А	Б	п	Частота вращения распределительного вала, мин ⁻¹							
63	200	1250	0,23- 0,39	0,37- 0,62	0,57- 0,96	0,92- 1,56	1,48- 2,50	2,37- 4,00	3,68- 6,22	5,90- 9,97
63	180	1400	0,26- 0,44	0,41- 0,69	0,64- 1,08	1,02- 1,72	1,64- 2,77	2,63- 4,44	4,09- 6,91	5,55- 11,1
80	200	1600	0,29- 0,49	0,47- 0,79	0,73- 1,23	1,17- 1,98	1,87- 3,15	3,00- 5,07	4,67- 7,89	7,49- 12,7
80	180	1800	0,32- 0,54	0,52- 0,88	0,81- 1,37	1,30- 2,20	2,08- 3,52	3,34- 5,64	5,19- 8,77	8,32- 14,1
80	160	2000	0,36- 0,61	0,59- 1,00	0,91- 1,54	1,46- 2,47	2,34- 3,95	3,75- 6,34	5,84- 9,87	9,36- 15,8
100	180	2240	0,40- 0,68	0,65- 1,10	1,01- 1,71	1,62- 2,74	2,60- 4,39	4,77- 7,05	6,49- 11,0	10,4- 17,6
100	160	2500	0,46- 0,78	0,73- 1,23	1,14- 1,93	1,83- 3,09	2,93- 4,95	4,70- 7,94	7,31- 12,4	11,7- 19,8
100	140	2800	0,52- 0,88	0,84- 1,42	1,30- 2,20	2,08- 3,52	3,35- 5,66	5,36- 9,06	8,34- 14,1	13,4- 22,6
125	160	3150	0,57- 0,96	0,91- 1,54	1,42- 2,40	2,28- 3,85	3,66- 6,19	5,87- 9,92	9,13- 15,4	14,6- 24,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
140	160	3500	0,64- 1,08	1,02- 1,72	1,59- 2,69	2,55- 4,31	4,10- 6,93	6,57- 11,1	10,2- 17,2	16,4- 27,7
125	125	4000	0,73- 1,23	1,17- 1,98	1,82- 3,08	2,92- 4,93	4,69- 7,95	7,51- 12,7	11,7- 19,8	18,7- 31,6
160	140	4500	0,83- 1,40	1,34- 2,26	2,08- 3,52	3,33- 5,63	5,35- 9,04	8,58- 14,5	13,4- 22,6	21,4- 36,2
160	125	5000	0,93- 1,57	1,50- 2,54	2,33- 3,94	3,74- 6,32	6,00- 10,1	9,61- 16,2	15,0- 25,4	24,0- 40,6
140	100	5600	1,02- 1,72	1,64- 2,77	2,55- 4,31	4,09- 6,91	6,56- 11,08	10,5- 17,8	16,4- 27,7	26,2- 44,3
160	100	6300	1,17- 1,98	1,87- 3,16	2,91- 4,92	4,67- 7,89	7,50- 12,7	12,1- 20,4	18,7- 31,6	30,0- 44,5
180	100	7100	1,31- 2,21	2,11- 3,56	3,28- 5,54	5,25- 8,87	8,43- 14,3	13,5- 22,8	21,0- 35,5	33,7- 38,4
160	80	8000	1,46- 2,46	2,34- 3,95	3,64- 6,15	5,84- 9,87	9,37- 15,8	15,0- 25,3	23,4- 39,5	
180	80	9000	1,64- 2,77	2,63- 4,44	4,10- 6,93	6,57- 11,1	10,5- 17,8	16,9- 28,6	26,3- 44,4	
200	80	10000	1,83- 3,09	2,93- 4,95	4,55- 7,69	7,29- 12,3	11,7- 19,8	18,8- 31,8	29,2- 43,3	
180	63	11200	2,09- 3,53	3,35- 5,66	5,20- 8,79	8,34- 14,1	13,4- 22,6	21,5- 36,3	33,4- 43,4	
200	63	12500	2,32- 3,92	3,72- 6,29	5,78- 9,77	9,26- 15,7	14,9- 26,2	23,8- 40,2		

Конечные звенья: шпиндель III – распределительный вал IX.

Расчетные перемещения: n , мин⁻¹, шпинделя → $n_{рв}$, мин⁻¹, распределительного вала.

На распределительном валу установлены кулачки 9 подачи шпиндельной бабки, барабан 10 с кулачками управления зажимной цангой прутка, кулачки 11 подачи вертикальных суппортов стойки и кулачки 12 поворота балансира подачи горизонтальных суппортов.

1.6. Описание работы механизмов шпиндельной бабки

Для сообщения обрабатываемому материалу главного движения резания шпиндель 7 (рис. 1.5, а) получает вращательное движение через шкив 8 плоскоременной передачи от главного вала.

Зажим материала производится цангой 12. При движении вилки 5 вправо перемещается также втулка 6, которая разводит собачки 16. При повороте собачки своими короткими плечами перемещают втулки 15, 14 и 13 внутри шпинделя и зажимают цангу 12. Для разжима материала втулка 6 перемещается влево, собачки 16 освобождаются, втулки 13, 14 и 15 под действием пружины отходят и цанга 12 разжимается. Привод механизма зажима и разжима материала осуществляется при помощи рычага 17 (рис. 1.5, б) через рычаг 21 от кулачка 22. По продольному пазу рычага 21 скользит сухарь 19, связанный с эксцентричной осью 18, установленной на рычаге 17.

Продольная подача шпиндельной бабки осуществляется от дискового кулачка через призмы 28 (рис. 1.5, в), рычаги 27 и 24, а возврат в исходное положение пружиной.

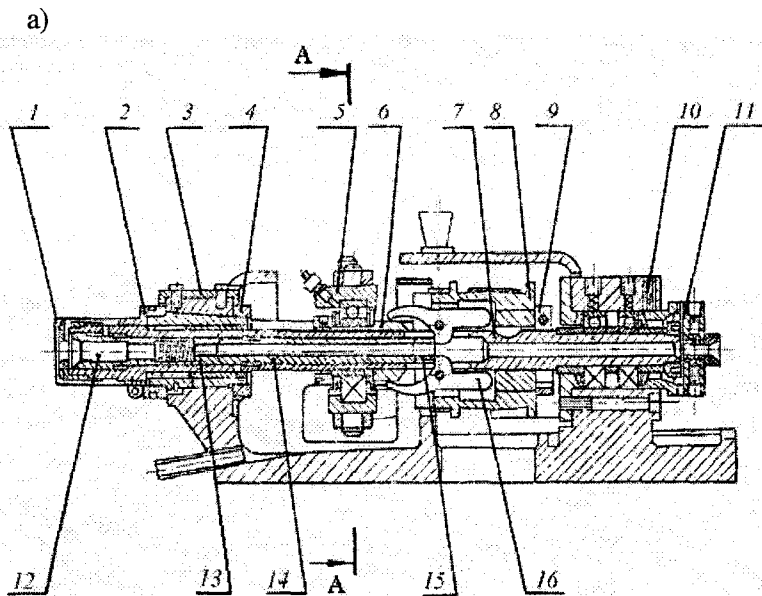
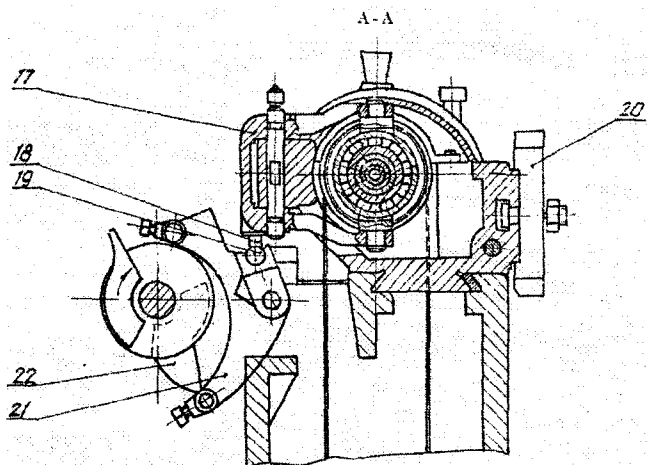
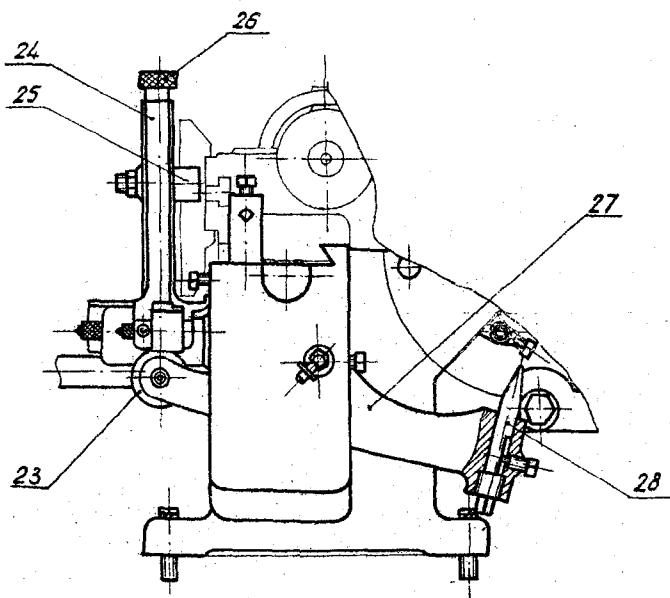


Рис. 1.5. Шпиндельная бабка:
 а – продольный разрез; б – поперечный разрез;
 в – механизм подачи

б)



в)



Продолжение рис. 1.5

1.7. Содержание лабораторной работы

1. Изучить назначение и компоновку автомата.
2. Изучить органы управления автомата.
3. Изучить принцип работы автомата и назначение основных движений.
4. Изучить кинематическую схему автомата.
5. Составить операционную карту обработки детали на автомате.
6. Подобрать режимы резания, выполнить расчеты наладки автомата для обработки детали и заполнить операционную карту.
7. Составить отчет о выполненной работе.

1.8. Порядок настройки автомата

1.8.1. Рассчитать наладку и заполнить операционную карту

Расчет наладки производится по разработанной форме операционной карты наладки. В операционной карте даются рабочий чертеж детали, порядок обработки и схема наладки по переходам с указанием положения режущего инструмента относительно линии отрезки и относительно обрабатываемого прутка в соответствии с принятой технологической последовательностью обработки детали. Весь цикл обработки детали на автомате делится на рабочие ходы, холостые ходы и паузы.

1.8.2. Определить величины перемещений шпиндельной бабки и режущих инструментов

При расчете величины ходов шпиндельной бабки и режущего инструмента все размеры на обрабатываемой детали берутся с учетом половины поля допуска на них, кроме диаметра заготовки. Исходное положение резцов балансира в поперечном направлении выбирается так, чтобы их вершины находились на расстоянии 0,5 мм от заготовки, а резцов суппортной стойки не существенно, так как для подвода и отвода выделяется определенное число градусов поворота распределительного вала.

Ход отвода шпиндельной бабки определяется по формуле

$$l_{об} = l_d + b,$$

где $l_{об}$ – величина хода шпиндельной бабки при отводе;

l_d – длина детали;

b – ширина отрезного резца; $b = 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2$ мм соответственно при диаметрах прутка 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 мм.

Рабочий ход шпиндельной бабки равен

$$l_{рб} = l_n + \Delta_o,$$

где $l_{рб}$ – величина рабочего хода шпиндельной бабки;

l_n – длина обрабатываемой поверхности;

Δ_o – расстояние режущей кромки резца от линии отрезки (при последовательной обработке одним и тем же резцом нескольких ступеней детали Δ_o учитывается только для первой ступени), $\Delta_o = 0,1 \dots 1,0$ мм.

Ход подвода шпиндельной бабки равен

$$l_{пб} = l_{об} - l_{рб},$$

Величина подвода и отвода проходного резца определяется по формулам

$$l_{пш} = \Delta_3 + r_3 + r_o \text{ и } l_{оп} = \Delta_3 + \Delta \text{ или } l_{оп} = \Delta,$$

где $l_{пш}$ и $l_{оп}$ – величины подвода и отвода проходного резца;

Δ_3 – расстояние от вершины резца в исходном положении до заготовки;

$\Delta_3 = 0,5 \dots 2$ мм;

r_3 и r_o – радиусы заготовки и обрабатываемой поверхности;

Δ – разница между радиусами заготовки и обрабатываемой поверхности или между радиусами двух последовательно обрабатываемых поверхностей.

Величина подвода, рабочего хода и отвода отрезного резца равна

$$l_{\text{по}} = \Delta_3 - x; \quad l_{\text{ро}} = x + r_3 + h \quad \text{и} \quad l_{\text{оо}} = h + r_3 + \Delta_3,$$

где $l_{\text{по}}$, $l_{\text{ро}}$, $l_{\text{оо}}$ – величины подвода, рабочего хода и отвода отрезного резца;

Δ_3 – расстояние от вершины резца в исходном положении до заготовки;

$$\Delta_3 = 0,5 \dots 1,0 \text{ мм},$$

x – недовод резца до заготовки при подводе резца; $x = 0,1 \dots 0,2$ мм;

h – перебег резца за осевую линию; $h = 0,45; 0,50; 0,56; 0,62; 0,68; 0,73$ мм соответственно при ширине отрезного резца $0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2$ мм и угле наклона режущего лезвия $\alpha = 30^\circ$.

1.8.3. Рассчитать величину хода на кулачке

Величина хода на кулачке определяется умножением соответствующей величины хода шпиндельной бабки или инструментов на передаточное отношение плеч рычагов, которое для шпиндельной бабки равно от 1 до 3, для суппортов 1 и 2 балансира (табл. 1.2) равно 3, а для суппортов стойки – 1 (суппорт 3) и 2 (суппорта 4 и 5).

Технологическая карта настройки токарно-продольного автомата

		Операционная карта		Ось		1В06А				
						Наименование операции		Код. Наладки		
						Токарная автоматная				
Наименование и марка материала		Масса дет.		Заготовка						
Сталь автоматная А12				Проф. и раз.		Тверд.	Масса			
				Ø5×2000						
Оборудование						Охлаждение				
Автомат продольного точения мод. 1В06А						Масло веретен. Ау ГОСТ1642-75				
Число оборотов шпинделя	На станке	2500		Вид обработки	Точение		Скорость резания	39,25		T ₀ с
	потребное	543								13
Отношение плеч рычагов		Шпинд. бабки	Балансир	Суппорт III		Суппорт IV	Суппорт V			
		1 : 1	3 : 1				2 : 1			
Сменные шкивы										
мотора										
А = 100; Б = 160										
Сменные шестерни				Ступени шкивов						
а = 77				Д = 119						
б = 48				Е = 160						

№	Содержание перехода	Длина рабо- чего хода	По- да- ча	Кол. обор.		Градусы				Ход на ку- лач- ке	Обозна- чение кулачка	Инструмент		
				рас- чет- ное	при- ня- тое	р.х.	х.х.	от	до			вспо- мога- тель- ный	режу- щий	изме- ри- тель- ный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Разжим цанги						10	0	10			Цанга		
2	Отвод шпиндельной бабки	11,02					9	10	19	11,02				
3	Зажим цанги						15	19	34			Цанга		
4	Отвод резца № 2	3,68					9	34	43	11,04				
5	Пауза						2	43	45					
6	Подвод резца № 1 до $\varnothing 3_{-0,16}$	1,54					4	45	49	4,62				
7	Пауза						2	49	51					
8	Обточка $\varnothing 3_{-0,16}$	4,5	0,03	150	150	99	-	51	150	4,5			Резец	
9	Пауза						2	150	152					
10	Отвод резца № 1 до $\varnothing 4_{-0,2}$	0,49					2	152	154	1,47				
11	Пауза						2	154	156					
12	Обточка $\varnothing 4_{-0,2}$	3,5	0,03	116	116	77	-	156	233	3,5			Резец	
13	Пауза						2	233	235					
14	Отвод резца № 1	1,05					4	235	239	3,15				
15	Пауза						2	239	241					
16	Выдвижение материала	3,2					4	241	245	3,2				
17	Пауза						2	245	247					
18	Подвод резца № 2	0,4					2	247	249	1,2				
19	Пауза						2	249	251					
20	Отрезка резцом № 2 и одновременно	3,28	0,02	164	164	109	-	251	360	9,84			Резец	

1.8.4. Выбор режимов резания

При выборе скорости резания необходимо исходить из работы лимитирующего инструмента, поэтому остальные инструменты будут работать на несколько заниженных скоростях резания.

При выполнении настоящей лабораторной работы можно принимать скорость резания $v = 30 \dots 40$ м/мин, подачу при обточке $s = 0,03 \dots 0,05$ мм/об и подачу при отрезке $s = 0,01 \dots 0,02$ мм/об.

Определить частоту вращения шпинделя для выбранных скорости резания v и диаметра прутка d

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

и округлить до ближайшего меньшего значения по табл. 1.1. производительности автомата.

Рассчитать фактическую скорость резания по уточненной частоте вращения шпинделя.

1.8.5. Определить количество оборотов шпинделя по переходам

По длине хода l_i и подаче s_i определить количество оборотов шпинделя для выполнения каждого рабочего хода:

$$n_{pi} = \frac{l_i}{s_i}$$

и суммарное количество оборотов шпинделя для выполнения всех рабочих ходов переходов (исключая совмещенные):

$$\Sigma n_{pi} = n_{p1} + n_{p2} + \dots + n_{pi} .$$

1.8.6. Определить углы поворота кулачков для холостых ходов

Количество градусов угла поворота на кулачках для холостых ходов определяется в зависимости от величины спуска или подъема,

а для паузы составляет $2...3^\circ$, что дает возможность получить точное начало или окончание переходов и компенсировать возможные ошибки при изготовлении кулачков.

При зажиме цанги угол холостого хода равен 15° , при разжиме – 10° .

Необходимо помнить, что подвод резца 1 к центру детали и отвод резца 2 от центра осуществляются при спаде на кулачке и, наоборот, отвод резца 1 и подвод резца 2 – при подъеме на кулачке.

Для ориентировочного определения угла поворота кулачка необходимо руководствоваться тем, что число градусов угла холостого хода на кулачке при спаде составляет $0,8^\circ$ на 1 мм спада и при подъеме – $1,2^\circ$ на 1 мм подъема.

После расчета углов холостых ходов выявляется возможность совмещения некоторых из них с другими холостыми или рабочими ходами и несовмещенные суммируются

$$\Delta \alpha_{xi} = \alpha_{x1} + \alpha_{x2} + \dots + \alpha_{xi}.$$

1.8.7. Определить углы поворота кулачков для рабочих ходов

На автоматах продольного точения деталь обрабатывается за один оборот распределительного вала, поэтому необходимо определить сумму рабочих градусов поворота кулачков для всех несомещенных рабочих переходов:

$$\Sigma \alpha_{pi} = 360^\circ - \Sigma \alpha_{xi}$$

и количество градусов углов для каждого несомещаемого рабочего перехода

$$\alpha_{pi} = \frac{\Sigma \alpha_{pi}}{\Sigma n_{pi}} \cdot n_{pi}.$$

1.8.8. Определить производительность автомата и частоту вращения распределительного вала

Производительность автомата определяется количеством деталей, изготавливаемых в одну минуту

$$Q = \frac{n}{\sum n_i},$$

где Q – производительность, шт./мин;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

$\sum n_i$ – количество оборотов шпинделя, необходимое для изготовления одной детали:

$$\sum n_i = \frac{\sum n_{pi} \cdot 360^\circ}{\sum a_{pi}},$$

где $\sum n_{pi}$ и $\sum a_{pi}$ – суммарное количество оборотов шпинделя и сумма рабочих градусов поворота кулачков для выполнения всех несовмещенных рабочих переходов.

Частота вращения распределительного вала численно равна производительности автомата

$$n_{pv} = Q.$$

Время изготовления одной детали в секундах равно

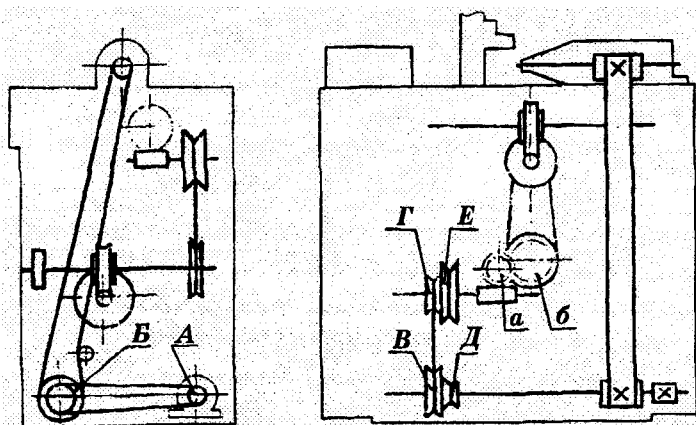
$$T = \frac{60}{Q}.$$

1.8.9. Подобрать сменные зубчатые колеса и шкивы ременных передач

По принятой частоте вращения шпинделя по табл. 1.1 производительности автомата полученная частота вращения распределительного вала округляется до ближайшего значения и подбираются соответствующие этой частоте сменные зубчатые колеса a и b и шкивы A , B и B , $Г$, $Д$, $Е$ ременных передач согласно табл. 1.1 и рис. 1.6.

1.8.10. Настроить автомат

Отжать упорную планку на шпindelной бабке и отвести бабку в крайнее заднее положение. Установить соответствующие люнетную и зажимную цанги. На распределительном валу установить кулачки так, чтобы нулевые рыски совпали с концами копирных пальцев. Вручную провернуть распределительный вал до тех пор, пока копирный палец рычага подачи шпindelной бабки не совместится с наивысшей точкой кулачка. Переместить шпindelную бабку вперед, оставив зазор между люнетом и концом шпинделя 25 мм. Планку подачи бабки подвести к пальцу и закрепить ее в этом положении. Установить прутки и отрегулировать усилие зажима. Установить режущий инструмент. Настроить частоты вращения шпинделя и распределительного вала согласно расчету. Включить вращение шпинделя и, вращая вручную распределительный вал, проверить правильность чередования переходов, а затем включить его на механический привод.



$$B = 90; \Gamma = 132; Д = 119; E = 160$$

Рис. 1.6. Схемы передач со сменными колесами и шкивами цепи управления

1.9. Пример расчета наладки

1.9.1. Технологическая последовательность обработки детали «ОСЬ»

- Обточка $\varnothing 3-0,16$ – резец № 1.
- Обточка $\varnothing 4-0,20$ – резец № 2.
- Обточка фаски $0,3 \times 45^\circ$ – резец № 5.
- Отрезка детали – резец № 2.

1.9.2. Содержание переходов

1. Разжим цанги. После того как цанга разжата, заготовка под действием веса грузов упирается в отрезной резец.
2. Отвод шпиндельной бабки. Для набора материала шпиндельная бабка отводится назад.
3. Зажим цанги.
4. Отвод отрезного резца № 2 в нейтральное положение на 0,5 мм от прутка.
5. Пауза. В конце каждого рабочего хода делается пауза, компенсирующая возможные неточности изготовления кулачков и обеспечивающая зачистку отдельных участков детали.
6. Подвод резца №1 до $\varnothing 3-0,16$ мм.
7. Пауза.
8. Обточка поверхности $\varnothing 3-0,16$ при подаче вперед шпиндельной бабки.
9. Пауза.
10. Отвод резца № 1 до $\varnothing 4-0,2$ мм.
11. Пауза.
12. Обточка поверхности $\varnothing 4-0,2$ при подаче вперед шпиндельной бабки.
13. Пауза.
14. Отвод резца № 1 в исходное положение на 0,5 мм от максимального диаметра прутка.
15. Пауза, чтобы резец № 1 не помешал дальнейшему выдвигению материала.
16. Выдвигение материала на нужную величину перемещением бабки вперед.

17. Пауза.

18. Подвод резца № 2 с недоводом до заготовки на 0,1 мм.

19. Пауза.

20. Отрезка детали резцом № 2 и одновременно подвод резца № 5 (переход 20а), обточка фаски 0,3×45 (переход 20б), пауза (переход 20в) и отвод резца № 5 (переход 20г) в исходное положение.

1.9.3. Величина перемещений шпиндельной бабки и режущих инструментов

Длина хода определяется по приведенным ранее формулам для следующих переходов:

$$2. l_{об} = 9,92 + 1,1 = 11,2 \text{ мм};$$

$$4. l_{оо} = 0,68 + 2,5 + 0,5 = 3,68 \text{ мм};$$

$$6. l_{пп} = 0,5 + 2,5 - 1,46 = 1,54 \text{ мм};$$

$$8. l_{рб1} = 0,1 + 4,4 = 4,5 \text{ мм};$$

$$10. l_{оп} = 1,95 - 1,46 = 0,49 \text{ мм};$$

$$12. l_{рб2} = 3,5 \text{ мм};$$

$$14. l_{оп} = 0,55 + 0,5 = 1,05 \text{ мм};$$

$$16. l_{об} = 11,2 - 4,5 - 3,5 = 3,2 \text{ мм};$$

$$18. l_{по} = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ мм};$$

$$20. l_{ро} = 0,1 + 2,5 + 0,68 = 3,28 \text{ мм};$$

$$20б. l_{рф} = x + \Delta_f = 0,1 + 0,3 = 0,4 \text{ мм}.$$

1.9.4. Величина хода на кулачке

Отношения плеч рычагов от кулачков к шпиндельной бабке принимаем 1:1, к суппорту балансира – 3:1, к суппорту стойки – 2:1 и умножаем их на величины перемещений бабки и инструментов и определяем величину хода на кулачках.

1.9.5. Режимы резания

Принимаем скорость резания $v = 40$ м/мин, тогда

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 5} = 2548 \text{ мин}^{-1}.$$

По табл. 1.1 принимаем $n = 2500 \text{ мин}^{-1}$, тогда

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 2500}{1000} = 39,25 \text{ м/мин.}$$

Подачу при обточке принимаем $s = 0,03 \text{ мм/об}$ и при отрезке – $s = 0,02 \text{ мм/об}$.

1.9.6. Число оборотов шпинделя для рабочих ходов

$$8) n_{p61} = \frac{l_{p61}}{s} = \frac{4,5}{0,03} = 150 \text{ оборотов};$$

$$12) n_{p62} = \frac{l_{p62}}{s} = \frac{3,5}{0,03} = 116 \text{ оборотов};$$

$$20) n_{po} = \frac{l_{po}}{s} = \frac{3,28}{0,02} = 164 \text{ оборотов};$$

$$20a) n_{pф} = \frac{l_{pф}}{s} = \frac{0,4}{0,02} = 20 \text{ оборотов};$$

$$\Sigma n_p = 150 + 116 + 164 = 430 \text{ оборотов.}$$

1.9.7. Углы поворота кулачков при холостых перемещениях

1) разжим цанги – 10° ;

2) отвод бабки – $11,2 \times 0,8^\circ = 9^\circ$;

3) зажим цанги – 15° ;

4) отвод резца № 2 – $3,68 \times 3 \times 0,8^\circ = 9^\circ$;

5) паузы – 2° , (5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 18) – $2^\circ \times 8 = 16^\circ$;

6) подвод резца № 1 – $1,54 \times 3 \times 0,8^\circ = 4^\circ$;

10) отвод резца № 1 – $0,49 \times 3 \times 1,2^\circ = 2^\circ$;

14) отвод резца № 1 – $1,05 \times 3 \times 1,2^\circ = 4^\circ$;

16) выдвижение материала – $3,2 \times 1,2^\circ = 4^\circ$;

18) подвод резца № 2 – $0,4 \times 3 \times 1,2^\circ = 2^\circ$;

20а) подвод резца № 5 – 3°;

20в) пауза – 2°;

20г) отвод резца № 5 – 3°.

$$\Sigma\alpha_{xi} = 10 + 9 + 15 + 9 + 16 + 4 + 2 + 4 + 4 + 2 = 75^\circ.$$

1.9.8. Углы поворота кулачков для рабочих ходов

$$\Sigma\alpha_{pi} = 360^\circ - 75^\circ = 285^\circ.$$

$$8) \text{ обточка } 3_{-0,16} - \alpha_{pб1} = \frac{\Sigma\alpha_p}{\Sigma n_p} \cdot n_{pб1} = \frac{285}{430} \cdot 150^\circ = 99^\circ;$$

$$12) \text{ обточка } 4_{-0,2} - \alpha_{pб2} = \frac{285}{430} \cdot 116^\circ = 77^\circ;$$

$$20) \text{ отрезка детали } \alpha_{po} = \frac{285}{430} \cdot 164^\circ = 109^\circ;$$

$$20б) \text{ обточка фаски } - \alpha_{pф} = \frac{285}{430} \cdot 20^\circ = 13^\circ.$$

1.9.9. Производительность автомата

$$Q = \frac{n}{\Sigma n} = \frac{2500}{543} = 4,6 \text{ шт./мин},$$

$$\text{где } \Sigma n = \frac{\Sigma n_p}{\Sigma \alpha_p} \cdot 360 = \frac{430}{285} \cdot 360 = 543 \text{ оборота}.$$

1.9.10. Частота вращения распределительного вала, числа зубьев сменных колес и диаметры шкивов ременных передач

$$n_{pв} = Q = 4,6 \text{ мин}^{-1},$$

тогда по табл. 1.1 при $n = 2500 \text{ мин}^{-1}$ и $n_{pв} = 4,6 \text{ мин}^{-1}$ выбираем число зубьев сменных колес и диаметры шкивов $a = 77$, $b = 48$, $A = 100 \text{ мм}$, $B = 160 \text{ мм}$, $D = 119 \text{ мм}$, $E = 160 \text{ мм}$.

1.9.11. Время изготовления одной детали

$$T = \frac{60}{Q} = \frac{60}{4,6} = 13 \text{ с.}$$

1.10. Контрольные вопросы

1. Назначение и технологические возможности автоматов продольного точения.
2. Какие основные узлы автомата и органы управления, а также особенности компоновки?
3. Принцип работы и основные движения автомата.
4. Привод главного движения и привод распределительного вала и их особенности.
5. Принцип работы механизмов шпиндельной бабки.
6. Расчет наладки автомата и порядок его настройки.

1.11. Содержание отчета

1. Чертеж обрабатываемой детали.
2. Схема обработки детали и движения формообразования.
3. Расчет наладки автомата для обработки заданной детали.

2. ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫЙ АВТОМАТ МОДЕЛИ 1М116

2.1. Назначение и технологические возможности автомата

Токарно-револьверный одношпиндельный прутковый автомат модели 1М116 предназначен для токарной обработки деталей из калиброванного прутка диаметром до 16 мм в автоматическом цикле в условиях массового и серийного производства. На автоматах можно производить следующие виды токарной обработки: обточку, расточку, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы метчиками и плашками, проточку канавок. Точность обработки резцами наружных поверхностей соответствует 8-му качеству, внутренних поверхностей – 9-му качеству.

2.2. Компоновка и основные узлы автомата

2.2.1. Особенности компоновки автомата

Отличительной особенностью токарно-револьверных автоматов является наличие револьверного суппорта, несущего револьверную головку. В ее гнездах размещаются сверла, зенкеры, развертки, резцы для наружной обточки, резьбонарезной инструмент и др. При повороте револьверной головки производится смена режущего инструмента.

Шпиндельная бабка автомата модели 1М116 (рис. 2.1), предназначенная для подачи, зажима и вращения прутка, имеет горизонтально расположенный шпиндель. Револьверный суппорт получает продольную подачу параллельно оси шпинделя, а ось поворота револьверной головки расположена горизонтально и перпендикулярно оси вращения шпинделя.

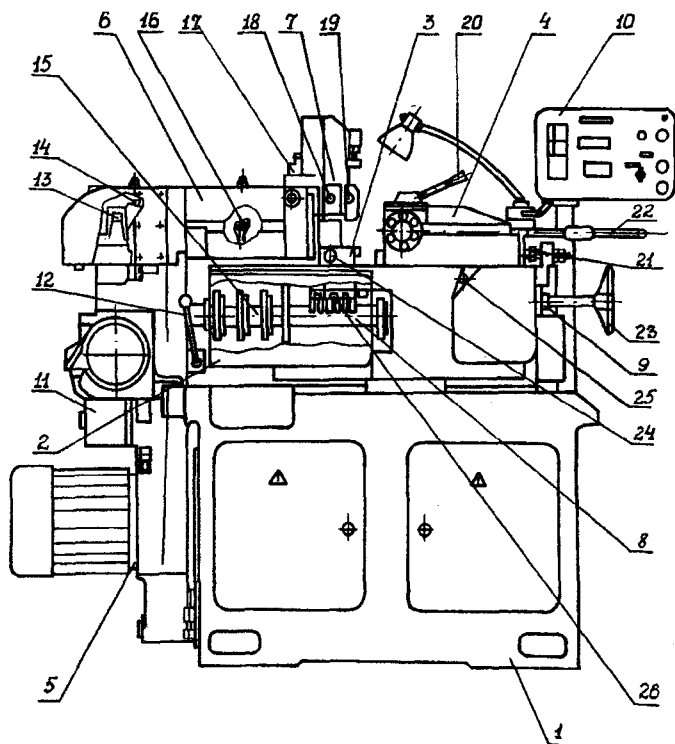


Рис. 2.1. Общий вид токарно-револьверного автомата модели 1М116

Кроме того, обработка прутка производится инструментами, закрепленными на трех поперечных суппортах (переднем, заднем и вертикальном), получающих поперечную подачу. На поперечных суппортах устанавливают резцы для протачивания канавок, снятия фасок, фасонного точения, отрезки готовой детали.

2.2.2. Основные узлы автомата (см. рис. 2.1)

Основание 1 автомата служит основой для установки и крепления станины 2. На верхней плоскости станины установлены стальные закаленные направляющие для двух поперечных 3 и револьверного 4 суппортов.

На левом торце основания крепится автоматическая коробка скоростей 5 с электродвигателем. Через клиноременную передачу получает вращение шпиндель, размещенный в шпиндельной бабке 6. Внутри основания находится ванна для масла, резервуар для СОЖ и ниша для станции смазки коробки скоростей.

Корпус станины представляет собой чугунную отливку жесткой конструкции. Передний и задний поперечные суппорты размещены на Т-образных направляющих.

Вертикальный суппорт 7 крепится спереди (сверху) корпуса шпиндельной бабки.

Подача суппортов осуществляется от дисковых кулачков распределительного вала 8. Возврат суппортов обеспечивается пружинами. Распределительный вал получает вращение от вспомогательного вала 9.

Система управления электрическими переключениями автомата состоит из пульта управления 10 и командоаппарата 11.

2.2.3. Органы управления и настройки

На рис. 2.1 показано расположение основных органов управления автоматом. К ним относятся:

- пульт управления 10;
- командоаппарат 11;
- рукоятка 12 отключения привода распределительных валов (при повороте вправо – включено);
- гайка 13 для закрепления подающей трубы;
- винт 14 для регулировки длины подачи прутка;

- распределительный вал 15 с ригельными барабанами, управляющими переключениями командоаппарата, револьверной головки и механизма подачи и зажима прутка;
- гнездо 16 под стержень зажима прутка вручную (перемещение рычага вправо – цанга раскрыта);
- эксцентрик 17 для осевой регулировки вертикального суппорта;
- винт 18 поперечной регулировки резцодержателя вертикального суппорта;
- винт 19 радиальной регулировки вертикального суппорта;
- рукоятка 20 ручного вывода фиксатора револьверной головки;
- гайка 21 продольной регулировки револьверного суппорта относительно торца шпинделя (тонкая регулировка);
- рычаг 22 подачи вручную револьверного суппорта;
- маховик 23 для вращения вручную вспомогательного и распределительных валов;
- гайка 24 с лимбом для точных настроечных перемещений поперечных суппортов;
- эксцентричная ось 25 для регулировки зацепления зубчатого сектора с рейкой револьверного суппорта;
- отверстия 26 в рычагах для ручного перемещения поперечных суппортов (с помощью стержня).

2.3. Техническая характеристика токарно-револьверного автомата модели 1М116

Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	16
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия с применением устройства для внешней подачи прутка, мм	22
Наименьший диаметр обрабатываемого прутка, мм	3
Пределы диаметров нарезаемых резьб плашкой, мм	
по стали	M5...M12
по латуни	M5...M14
Наибольшая длина обрабатываемого прутка, мм	3000

Наибольшая длина подачи прутка за одно включение, мм	70
Количество ступеней частот вращения шпинделя, мм	
левого вращения	22(16)
правого вращения	16(22)
Наибольшее количество автоматически включаемых частот вращения шпинделя в одном цикле:	
левого вращения	4
правого вращения	4
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	
левого вращения	50...4060
правого вращения	50...1000
Метод нарезания резьбы	реверсированием шпинделя
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	26
Частота вращения вспомогательного вала, мин ⁻¹	118
Количество ступеней частот вращения распределительных валов, шт.	89
Пределы времени одного оборота распределительных валов, с	6...331
Время на подачу и зажим прутка, с	0,5
Время на переключение револьверной головки, с	0,5
Диаметр револьверной головки, мм	100
Наибольший ход револьверного суппорта, мм	60
Количество отверстий для крепления инструмента в револьверной головке	6
Диаметр отверстий для крепления инструмента, мм	20H7
Наибольшая длина проточки с револьверного суппорта, мм	60
Количество поперечных суппортов	2
Количество вертикальных суппортов	1

Наибольший ход поперечных и вертикального суппортов от кулачка, мм	32
Электродвигатель главного движения	
тип	4A112MB8/4У3
мощность, кВт	2,2/3,6
частота вращения, об/мин	710/1430
Электродвигатель привода подач суппортов	
тип	4AB0AAУ3
	исп. М301
мощность, кВт	1,1
частота вращения, об/мин	1380
Класс точности автомата Н по ГОСТ 8-77	Н

2.4. Структурная схема автомата (рис. 2.2)

От электродвигателя М1 через звено настройки 1 (коробку скоростей) получает вращение шпиндель 2. От электродвигателя М2 вращение с постоянной частотой передается вспомогательному валу 3, от которого начинаются все вспомогательные движения (подача и зажим прутка, переключение револьверной головки и др.). Через звено настройки 4 (сменные зубчатые колеса) получает вращение распределительный вал 5, на котором находятся кулачки 6 для привода суппортов. С помощью барабана управления 7 распределительный вал подает команду на соединение полумуфты 8 (или другой, не показанной на схеме), постоянно вращающейся со вспомогательным валом, с полумуфтой 9, передающей вращение определенному механизму вспомогательного движения и автоматически останавливающейся по окончании этого движения.

Благодаря высокой частоте вращения вспомогательного вала затраты времени на вспомогательные движения невелики. Частота вращения распределительного вала определяется продолжительностью рабочих движений. Распределительный и вспомогательный валы образуют систему управления автоматом.

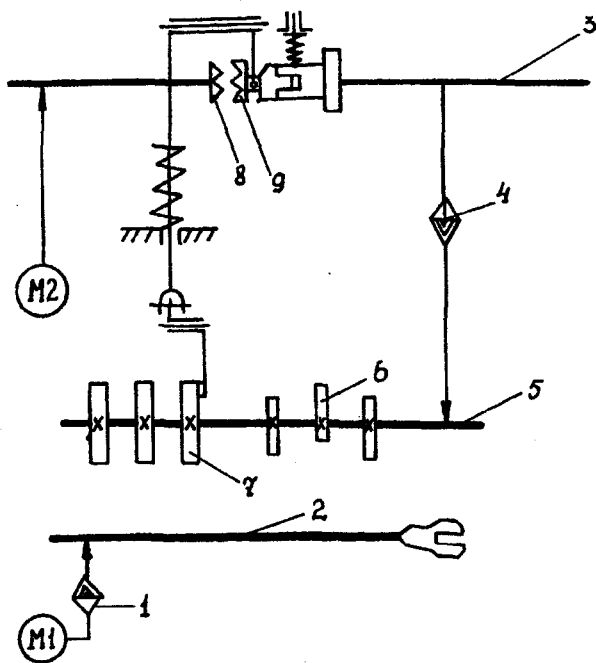


Рис. 2.2. Структурная схема автомата модели 1М116

2.5. Кинематическая схема автомата (рис. 2.3)

2.5.1. Привод главного движения

От двухскоростного электродвигателя М1 вращение получает вал I автоматической коробки скоростей (АКС). Движение на вал II передается через одну из двух пар зубчатых колес 1-2 ($i = 1:1$) или 3-4 ($i = 6:19$), включаемых при помощи электромагнитных муфт ЭМ1 или ЭМ2. Вал II через сменные шестерни *a-b* передает вращение на вал III, а затем на вал IV через колеса 5-6 ($i = 15:11$) или через колеса 7-8-9 ($i = 3:7$), обеспечивая за счет паразитного колеса 8 обратное вращение. Включение соответствующих зубчатых зацеплений между валами III и IV производится электромагнитными муфтами ЭМ3 и ЭМ4.

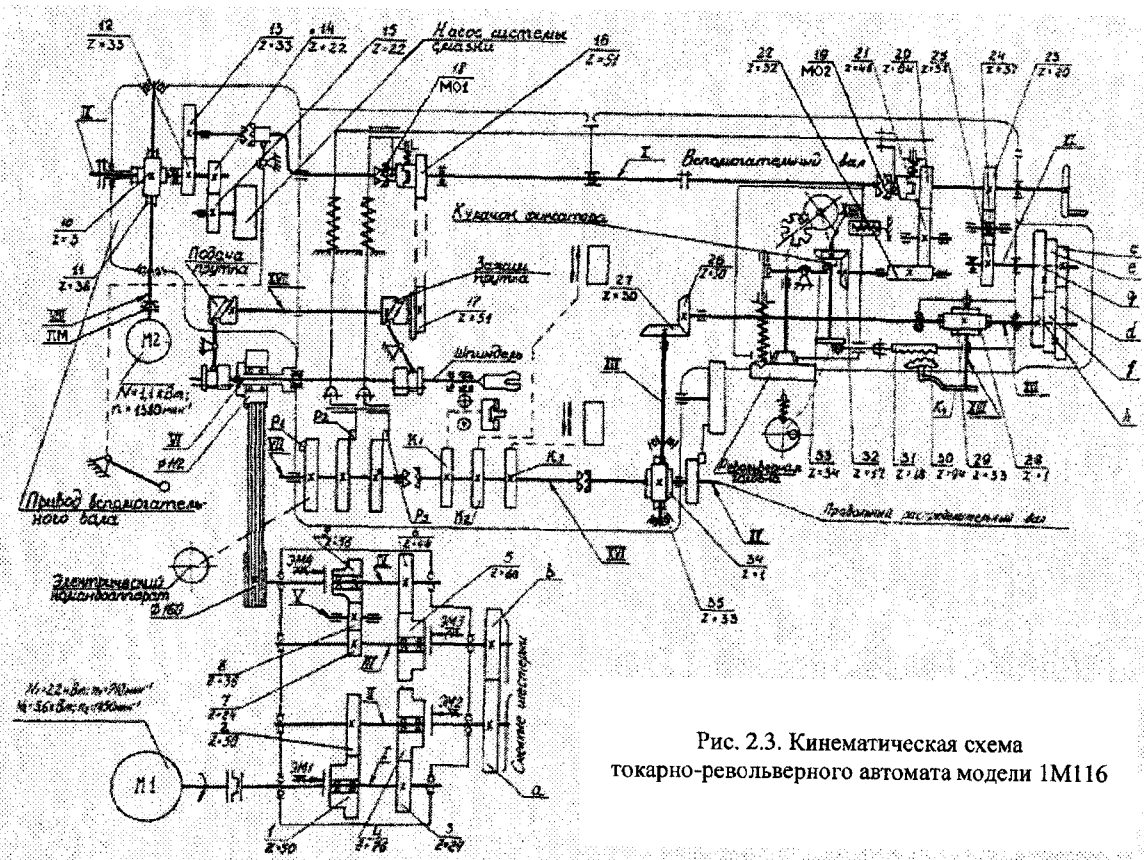


Рис. 2.3. Кинематическая схема токарно-револьверного автомата модели 1M116

АКС обеспечивает 8 автоматических скоростей шпинделя (4 левых и 4 правых). Включение электромагнитных муфт производится только в следующем порядке:

- муфты ЭМ1 и ЭМ3 – левые высокие частоты вращения;
- муфты ЭМ1 и ЭМ4 – правые высокие частоты вращения;
- муфты ЭМ2 и ЭМ3 – левые низкие частоты вращения;
- муфты ЭМ2 и ЭМ4 – правые низкие частоты вращения.

Во избежание поломок запрещается одновременное включение муфт ЭМ1 и ЭМ2.

С выходного вала IV АКС посредством клиноременной передачи вращение передается шпинделю VI.

2.5.2. Привод вспомогательного вала

Вспомогательный вал X получает вращение от электродвигателя М2 через червячную пару 10–11 и зубчатые колеса 12–13.

От вспомогательного вала получают движение:

- механизм подачи и зажима прутка;
- револьверный суппорт и револьверная головка;
- распределительные валы.

Вспомогательный вал имеет четыре подшипниковые опоры. На нем установлены две однооборотные муфты 18 (МО1) и 19 (МО2), служащие для включения через зубчатые колеса 16 и 20 механизмов подачи и зажима прутка и быстрых перемещений револьверного суппорта и поворота револьверной головки.

От зубчатого колеса 23 получают вращение распределительные валы.

Для предохранения от перегрузок механизмов станка и исключения серьезных повреждений и поломок на валу VIII размещена предохранительная муфта (ПМ). При перегрузках штифт муфты срезается и отключается привод вспомогательного вала.

Частота вращения вспомогательного вала определяется по формуле

$$n_{\text{в.в.}} = 1380 \cdot \frac{3}{38} \cdot \frac{33}{33} = 118 \text{ мин}^{-1}$$

2.5.3. Привод распределительного вала

Распределительный вал включает в себя поперечный XIII и продольный XVI валы.

На поперечном распределительном валу XIII установлен дисковый кулачок К₄, осуществляющий рабочее перемещение револьверного суппорта.

Продольный распределительный вал имеет съемный блок, позволяющий устанавливать вне станка дисковые кулачки К₁, К₂ и К₃ привода переднего, заднего и вертикального поперечных суппортов. На левой части распределительного вала крепятся кулачковые барабаны. Ригелями Р₂ и Р₃ подается команда на включение однооборотных муфт, соединяющих со вспомогательным валом зубчатые колеса 22 и 16. Ригели Р₁ производят переключение командоаппарата.

Поперечный XIII распределительный вал приводится от вспомогательного вала через зубчатые колеса 23, 24, 25, сменные зубчатые колеса *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* и червячную пару 28–29. От вала XII через колеса 26–27 и червячную пару 34–35 получает вращение продольный распределительный вал XVI.

Частота вращения распределительных валов определяется по формулам:

$$\begin{aligned}n_{p.v} &= n_{в.в} \cdot \frac{Z_{23}}{Z_{25}} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{Z_{28}}{Z_{29}} = 118 \cdot \frac{20}{37} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{1}{33} = \\ &= 1,933 \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n_{p.v} &= n_{в.в} \cdot \frac{Z_{23}}{Z_{25}} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{Z_{26}}{Z_{27}} \cdot \frac{Z_{34}}{Z_{35}} = \\ &= 118 \cdot \frac{20}{37} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{1}{33} = 1,933 \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h}.\end{aligned}$$

Полный цикл изготовления одной детали происходит за один оборот распределительного вала. Продолжительность изготовления одной детали определяется по формуле

$$T_{\kappa} = \frac{60}{n_{\text{р.в.}}} = \frac{60}{1,933 \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h}} = 31,0398 \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \text{ с.}$$

2.5.4. Привод механизма подачи и зажима прутка

Подача и зажим прутка производятся после того, как отрезана готовая деталь. В этот момент ригель Р₃ дает команду на соединение зубчатого колеса 16 с непрерывно вращающимся вспомогательным валом. Через колеса 16–17 получает вращение вал XVII с кулачковыми барабанами, которые при помощи канавок поворачивают рычаги, приводящие в действие механизм подачи и зажима прутка.

На правом конце вала барабанов XVII размещен дисковый кулачок К₆, от которого получает качательное движение упор (на схеме не изображен).

За один оборот вала XVII последовательно производятся:

- взведение подающей цанги;
- раскрытие зажимной цанги;
- подача прутка до упора;
- закрытие зажимной цанги.

Подача и зажим прутка происходят за один оборот муфты вспомогательного вала, т.е. за время

$$T_{\text{д}} = \frac{60}{n_{\text{в.в.}} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{17}}} = \frac{60}{118 \cdot \frac{51}{51}} = 0,5 \text{ с.}$$

2.5.5. Привод револьверного суппорта и револьверной головки

Суппорт и револьверная головка имеют следующий цикл движений: рабочая подача суппорта; быстрый его отвод; поворот револьверной головки на следующую позицию; быстрый подвод суппорта.

Рабочую подачу суппорт получает от кулачка К₄, находящегося на распределительном валу XIII, через зубчатый сектор 30 и рейку 31.

Команду на быстрый отвод суппорта и последующий поворот револьверной головки подает ригель Р₂, благодаря чему включается

однооборотная муфта и получает вращение зубчатое колесо 20. Через зубчатые колеса 21–22 и пару конических колес 32–33 движение передается кривошипному валу, благодаря вращению которого происходят быстрый отвод и подвод суппорта. Шестерня 33 связана с поводком диска, который за полный оборот поворачивает мальтийский крест, а вместе с ним и револьверную головку на 1/6 оборота.

Поворот головки происходит во время отхода суппорта при холостом ходе. Муфта вспомогательного вала при этом делает один оборот, т.е. время поворота револьверной головки

$$T_{p.g} = \frac{60}{n_{в.в} \cdot \frac{Z_{20}}{Z_{22}} \cdot \frac{Z_{32}}{Z_{33}}} = \frac{60}{118 \cdot \frac{64}{32} \cdot \frac{17}{34}} = 0,5 \text{ с.}$$

2.5.6. Привод поперечных суппортов

Передний, задний и вертикальный поперечные суппорты смонтированы на стальных Т-образных направляющих. Перемещение суппортов осуществляется дисковыми кулачками K_1, K_2, K_3 от распределительного вала через рычажную систему. Возврат суппортов осуществляется пружинами.

2.6. Конструкция основных узлов автомата

2.6.1. Система управления электрическими переключениями автомата

Система управления электрическими переключениями автомата состоит из пульта управления и командоаппарата.

Пульт предварительного набора программы установлен на стойке с правой стороны автомата. На пульте размещены (рис. 2.4) декадные переключатели 1, штекерные секции 2, световые индикаторы 3. Система управления предусматривает наличие 8 этапов программы, которые на пульте обозначены цифрами 1–8. Включение одного из световых индикаторов 3 свидетельствует о прохождении данного этапа программы.

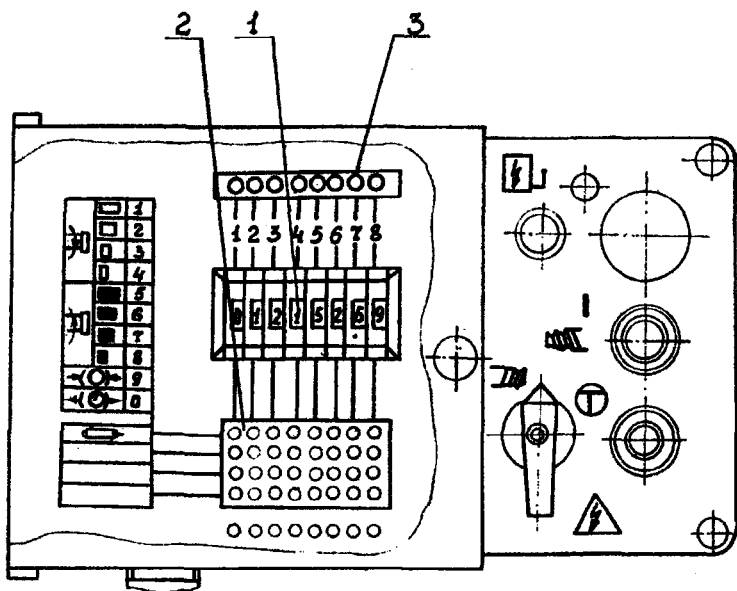


Рис. 2.4. Пульт управления

Декадные переключатели *1* имеют десять позиций, обозначенных цифрами 0–9. Этим цифрам соответствуют:

- четыре левых скорости шпинделя (цифры 1, 2, 3, 4);
- четыре правых скорости шпинделя (цифры 5, 6, 7, 8);
- торможение шпинделя (цифра 9);
- освобождение шпинделя (цифра 0).

На четырех горизонтальных строках штекерных секций программируются:

- включение электродвигателя привода дополнительных устройств (1-я строка);
- резервные (2–4-я строки).

В зависимости от требуемой по циклу последовательности включения скоростей шпинделя и направления его вращения, торможения и освобождения шпинделя декадные переключатели в каждом этапе 1–8 ставятся в нужные позиции согласно таблице, изображенной на пульте.

В зависимости от требуемой по циклу последовательности включения электродвигателей приводов дополнительных устройств и других устройств с электрическим управлением штекеры в каждом этапе 1–8 ставятся в гнезда секций. В гнезде 5-й строки устанавливаются свободные штекеры.

Программа на пульте прочитывается и обрабатывается станком в точках цикла, которые определяются положением ригелей на левом барабане распределительного вала. Команда на прочитывание очередного этапа 1–8 программы подается командоаппаратом.

Командоаппарат установлен на левом торце основания. Принцип его действия состоит в следующем (рис. 2.5). После размыкания ригелей 1 на барабане 2 распределительного вала и рычага 3 зубчатая рейка 4 под воздействием пружины 5 идет вверх и поворачивает сектор 6, свободно сидящий на валике 7. Собачка 8, закрепленная на секторе 6, поворачивает на угол 45° храповое колесо 9, закрепленное на валике 7. Поворачиваясь, валик 7 поворачивает и закрепленный на нем флажок 10, который взаимодействует с очередным бесконтактным конечным выключателем 11. В корпусе командоаппарата закреплено восемь выключателей, равномерно расположенных по окружности. При опускании зубчатой рейки 4 собачка 8 заходит за очередной зуб храпового колеса 9. Обратному повороту его препятствует предохранительная собачка 12.

После того как будет установлено число рабочих переключений командоаппарата в цикле, необходимо учесть, что при пяти, шести или семи рабочих переключениях необходимо произвести соответственно три, два или одно холостое переключение командоаппарата. При холостых переключениях должна быть повторена установка декадных переключений и штекеров по последнему рабочему переключению. Например, для программы на рис. 2.6 этапу 5 соответствует последнее рабочее переключение. Этапы 6, 7, 8 – холостые переключения, причем количество ригелей на барабане распределительного вала для управления командоаппаратом – 8 шт.

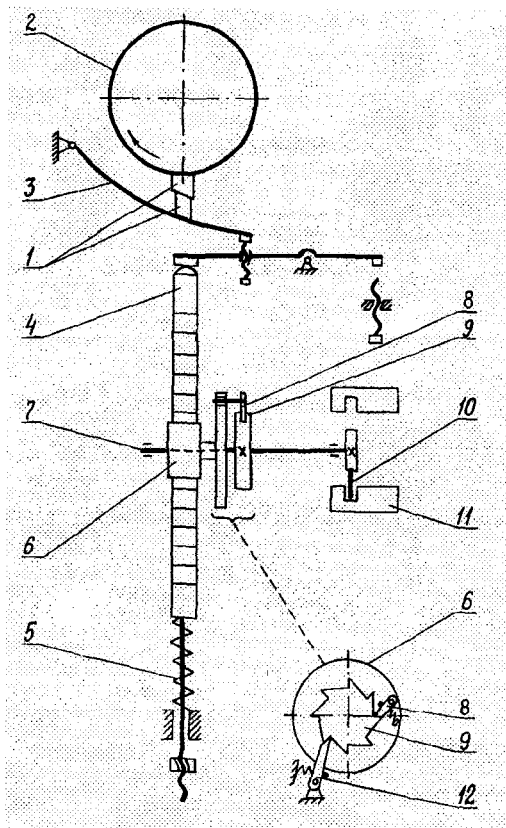


Рис. 2.5. Схема командоаппарата

1	2	3	4	5	6	7	8
2	1	4	7	3	3	3	3
+	+	+	+	○	○	○	○
+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+
○	○	○	○	○	○	○	○

Рис. 2.6. Положение декадных переключателей и штекеров при пяти рабочих переключениях (число ригелей – 8 шт.)

При двух или четырех рабочих переключениях можно избежать холостых переключений, повторив установку команд (рис. 2.7).

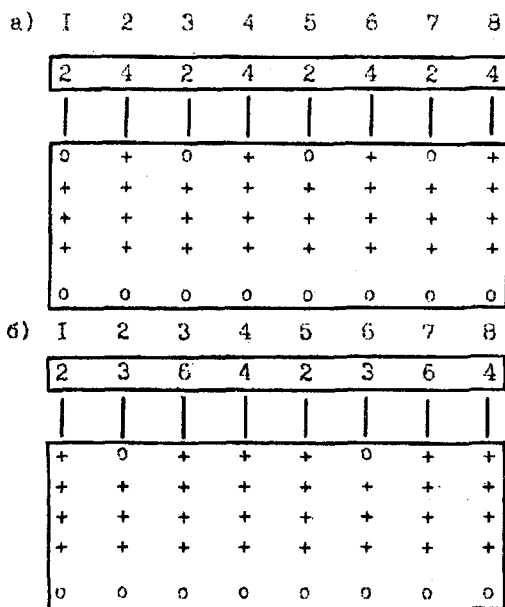


Рис. 2.7. Положение декадных переключателей и штекеров при:
 а – двух рабочих переключениях (число ригелей – 2 шт.);
 б – при четырех рабочих переключениях (число ригелей – 4 шт.)

При трех рабочих переключениях необходимо произвести два холостых переключения (рис. 2.8).

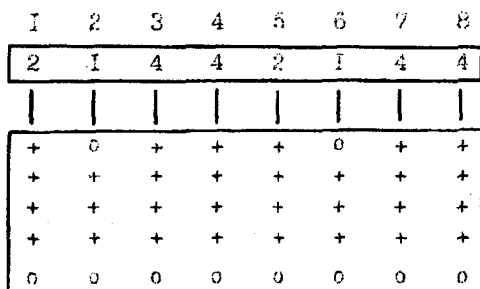


Рис. 2.8. Положение декадных переключателей при трех рабочих переключениях (число ригелей – 4 шт.)

2.6.2. Револьверный суппорт (рис. 2.9)

Рабочую подачу суппорт получает от кулачка 19 через рычаг 20. Его зубчатый сектор перемещает влево рейку 18, шатун 22 и валик 23. При этом кривошипно-шатунный механизм находится в мертвом положении. Валик 23 смонтирован в подшипниках, находящихся в корпусе суппорта, поэтому при перемещении валика движется весь суппорт. Ролик рычага 20 прижимается к кулачку пружиной 17.

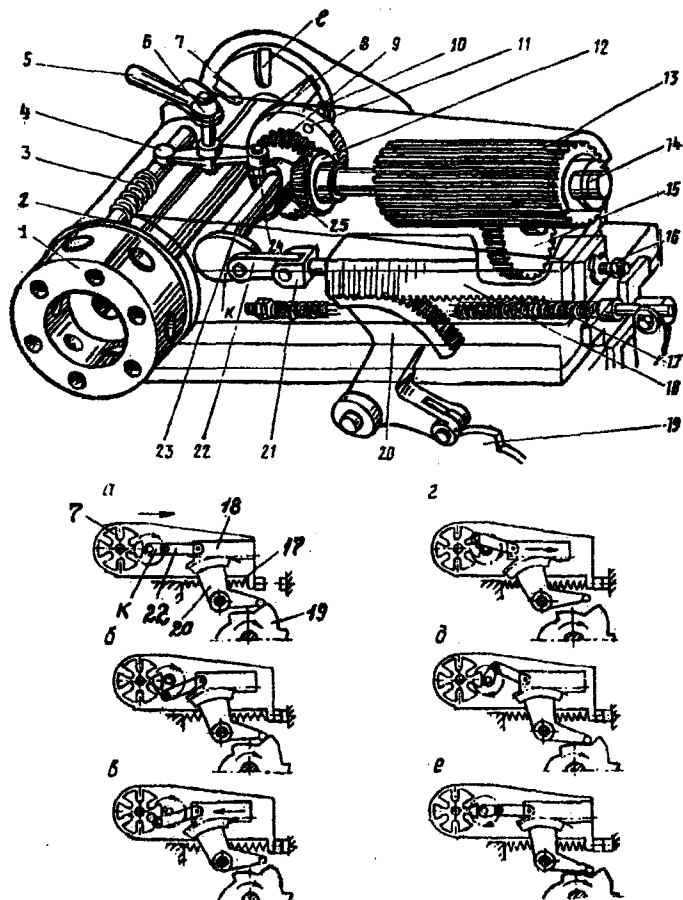


Рис. 2.9. Револьверный суппорт:
а-е – цикл переключения револьверной головки

Поворот револьверной головки осуществляется от цилиндрического колеса 15, связанного со вспомогательным валом и получающего вращение при включении однооборотной муфты по команде от барабана управления, находящегося на распределительном валу. От колеса 15 вращение передается на колесо 13, вал 14 и коническую пару 12 и 9. При этом вращается кривошипный валик 23 с ведущим диском 8, на котором на пальце 11 закреплен ролик 10. Ролик 10 входит в один из пазов 1 мальтийского креста 7, закрепленного на оси револьверной головки 1, и поворачивает его на 1/6 часть оборота. Перед поворотом головки кулачок 25 нажимает на ролик 24 рычага 4. Рычаг 4 поворачивается вокруг оси 6 и, преодолевая усилие пружины 3, вытягивает фиксатор 2 из гнезда револьверной головки. После поворота головки фиксатор заскакивает в следующее гнездо. Вручную фиксатор можно отвести рукояткой 5.

Во избежание удара инструмента о заготовку при повороте револьверной головки суппорт быстро отводится вправо за счет поворота кривошипного валика 23.

Цикл переключения револьверной головки показан на рис. 2.9, а-е.

Начало переключения (см. рис. 2.9, а). За счет спада профиля кулачка 19 суппорт 17 идет вправо.

По команде барабана управления включается однооборотная муфта и вращение от вспомогательного вала передается кривошипному валику с кривошипом К. При его повороте скорость отвода суппорта увеличивается. При этом силовое замыкание кулачкового механизма сохраняется.

Окончание отвода суппорта (см. рис. 2.9, б). Суппорт доходит до упора. Сила пружины замыкается на него. Силовое замыкание кулачкового механизма исчезает.

Начало поворота револьверной головки (см. рис. 2.9, в). Суппорт находится на упоре. Продолжающееся вращение кривошипного вала сопровождается перемещением рейки влево, поворотом зубчатого сектора и отводом ролика от кулачка. Затем производятся расфиксация револьверной головки и ее поворот с помощью мальтийского креста 7.

Окончание поворота револьверной головки (см. рис. 2.9, г). После прохождения кривошипом мертвого положения рейка начинает перемещаться вправо. Палец выходит из паза мальтийского креста. Поворот револьверной головки заканчивается. Фиксатор входит в ее гнездо.

Начало подвода суппорта (см. рис. 2.9, д). При дальнейшем вращении кривошипа рейка продолжает перемещаться вправо, пока ролик, находящийся на рычаге, не коснется поверхности кулачка. В момент их касания кулачковый механизм замыкается и суппорт начинает отходить от упора. Теперь вращение кривошипа сопровождается быстрым подводом суппорта к прутку.

Окончание переключения (см. рис. 2.9, е). Подвод суппорта заканчивается, когда кривошипный механизм снова занимает мертвое положение. В этот момент автоматически выключается однооборотная муфта, находящаяся на вспомогательном валу.

2.6.3. Однооборотные муфты

Муфты, соединяющие механизмы вспомогательных движений со вспомогательным валом, имеют одинаковую конструкцию. Рассмотрим муфту, с помощью которой получает вспомогательные движения револьверный суппорт (рис. 2.10).

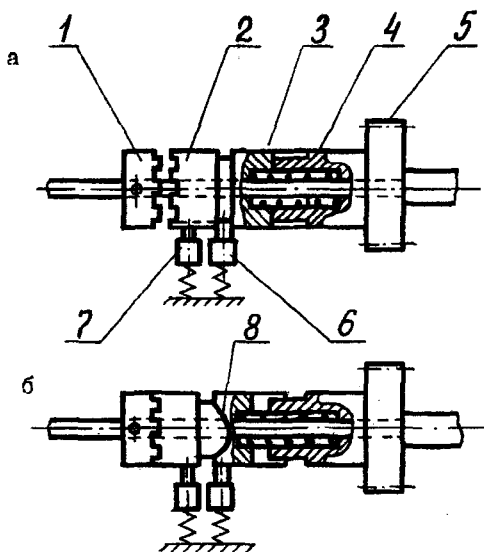


Рис. 2.10. Однооборотная муфта:
а – муфта выключена; б – муфта включена

Со вспомогательным валом жестко соединена и непрерывно вращается с ним полумуфта 1. Другая полумуфта 2 и зубчатое колесо 5 (20 на рис. 2.3), связанное с ней с помощью торцового паза 3, сидят на вспомогательном валу свободно. Перемещению полумуфты 2 влево под действием пружины 4 препятствует палец 6. При вращении распределительного вала XVI (см. рис. 2.3) ригель P_2 , закрепленный на барабане управления распределительного вала, поднимает сопрягающийся с ним конец рычага, в результате чего поворачивается другой с закрепленным на нем пальцем 6 (см. рис. 2.10), который выходит из паза полумуфты 2. В результате она соединяется с полумуфтой 1 и передает вращение колесу 5 и далее на револьверный суппорт. Затем ригель P_2 освобождает рычаг и пружина поворачивает его так, что палец 6 начинает скользить по цилиндрической поверхности полумуфты 2, а затем заскакивает в фигурный паз 8 и выводит полумуфту 2 из зацепления с полумуфтой 1.

Подпружиненный палец 7 своим заостренным концом входит в полумуфту 2 и удерживает ее от вращения, когда она отсоединена от полумуфты 1. В начале поворота полумуфты 2 палец 7 вынимается ею из паза.

2.6.4. Шпиндельная бабка (рис. 2.11)

Шпиндельная бабка предназначена для подачи, зажима и вращения обрабатываемого прутка.

В качестве передней опоры шпинделя 1 используется двоярный радиально-упорный подшипник 446210Е (поз. 2) и радиально-упорный подшипник 46210Е (поз. 3). В качестве задней опоры шпинделя применены два радиально-упорных подшипника 46209 (поз. 4). Приводным элементом шпинделя служит шкив ременной передачи 5, смонтированный на стакане 6 и передающий крутящий момент шпинделю через шпонку 7.

Основными элементами механизма подачи и зажима прутка являются находящиеся внутри шпинделя 1 подающая 8 и зажимная 9 цанги, которые имеют соответственно отверстия меньшего и большего диаметра по сравнению с диаметром обрабатываемого прутка. Подающая цанга перемещает пруток благодаря существующим между ними силам трения, а для зажима прутка перед началом обработки зажимная цанга должна быть сжата.

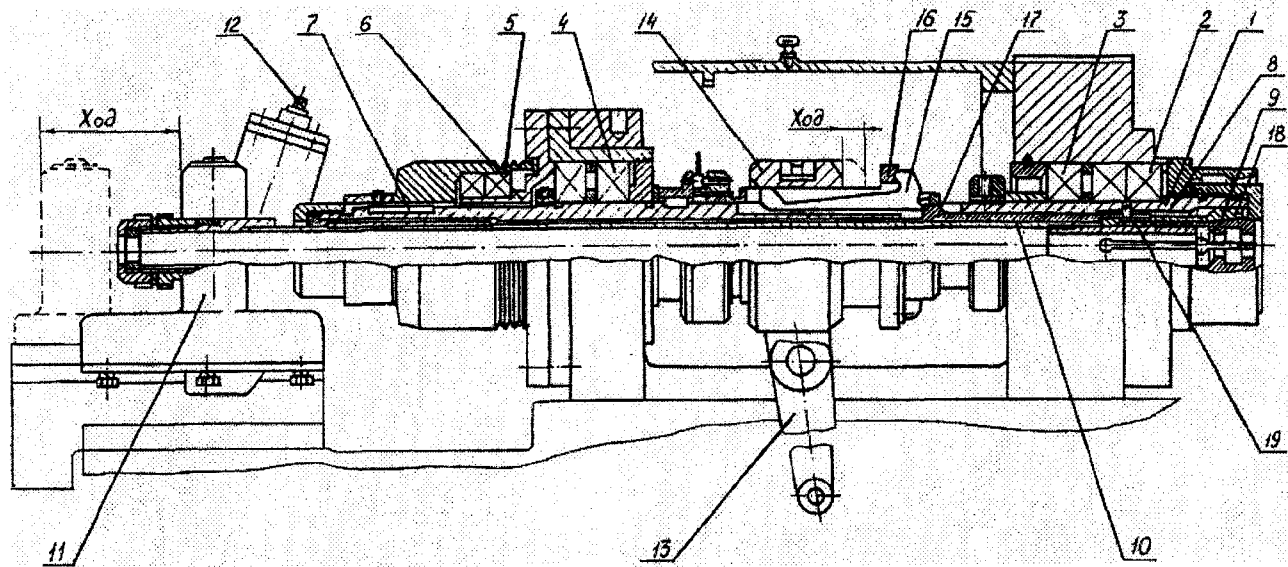


Рис. 2.11. Шпиндельная бабка

Подающая цанга 8 ввинчена в подающую трубу 10. Задний конец трубы опирается на подшипник салазок 11. Продольное перемещение прутка осуществляется салазками с помощью рычага, закрепленного на станине и связанного с барабаном подачи (вал XVII на рис. 2.3). Величина хода салазок устанавливается изменением длины плеча рычага при помощи винта 12.

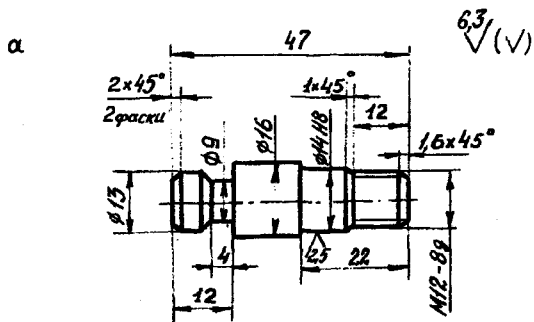
Зажим прутка осуществляется при помощи рычага 13, связанного с барабаном зажима (вал XVII на рис. 2.3). Рычаг 13 перемещает кулачковую зажимную муфту 14 влево и она нажимает на длинные концы рычагов 15, которые, опираясь на кольцо 16, поворачиваются относительно точек опоры и своими короткими плечами смещают вправо втулку 17 и зажимную втулку 18. Она, перемещаясь по конусу зажимной цанги 9, сжимает ее. Разжимается цанга пружиной 19 при обратном ходе зажимной муфты.

2.7. Расчет настройки токарно-револьверного автомата 1М116

2.7.1. Составление технологической карты настройки автомата

Здесь приводятся методические указания по расчету настройки и пример настройки автомата на обработку детали, изображенной на рис. 2.12, а.

1. Определить необходимые рабочие переходы и записать их в технологическую карту настройки (табл. 2.1). Процесс обработки детали представить в виде эскизов (рис. 2.12, б).



б

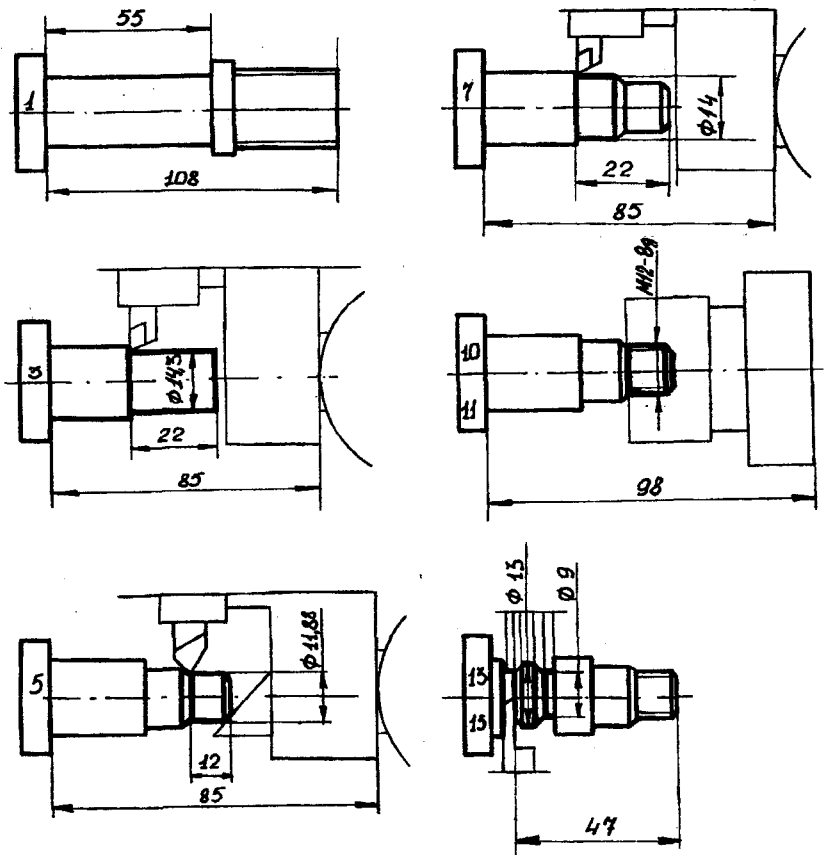


Рис. 2.12. Рабочий чертеж валика (а) и схема его обработки (б)

Технологическая карта настройки токарно-револьверного автомата

Наименование операции	Обрабатываемая деталь, марка материала	Заготовка	
		Профиль и размеры	Твердость
Токарная автоматная	валик сталь А12 ГОСТ 1414-75	Ø16; l = 3000 мм	НВ 217

Оборудование	Количество оборотов шпинделя	Количество оборотов на 1 деталь	T _о	T _в	T _{шт}	Производительность в час	Сменные шестерни скоростей		Сменные шестерни подачи					
							a	b	c	d	e	f	g	h
IM116	2186	2750	83,4	22,4	106,7	33,7	90	140	49	31	25	55	23	57

Суппорты	Номер перехода	Содержание перехода	Длина рабочего хода, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	Количество оборотов шпинделя на оборот	Кулачки							
								Число сотых долей				Радиус, мм			
								расчетное	принятое	Рабочий ход	Холостой ход	от	до	Наименьший	Наибольший
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Револьверный	1	Подача прутка до упора	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	67	67	
	2	Поворот револьверной головки	-	-	-	-	-	-	-	3	1	4	66	66	
	3	Обтачивание до Ø14,3 мм на длину 22 мм	23	0,08	80	1600	287	287	10,5	-	4	14,5	67	90	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Револьверный	4	Поворот револьверной головки	-	-	-	-	-	-	-	3	14,5	17,5	66	66
	5	Обтачивание до $\varnothing 11,88$ мм на длину 12 мм	13	0,06	71,8	1600	217	217	7,9	-	17,5	25,4	67	67
	6	Поворот револьверной головки	-	-	-	-	-	-	-	3	25,4	28,4	66	66
	6а	Подвод резца	-	-	-	-	-	-	-	0,5	28,4	28,9	66	80
	7	Обтачивание до $\varnothing 14$ мм на длину 10 мм	10	0,025	71,8	1600	400	400	14,5	-	28,9	43,4	80	90
	8	Пауза	-	-	-	-	-	-	-	0,5	43,4	43,9	90	90
	9	Поворот револьверной головки	-	-	-	-	-	-	-	3,5	43,9	47,4	60	60
	10	Нарезание резьбы М12-8g на длину 12 мм	16	1,75	3,76	100	9	144	5,2	-	47,4	52,6	61	75
	11	Свинчивание плашки	16	1,75	7,54	200	9	72	2,6	-	52,6	55,2	75	61
	12	Поворот револьверной головки	-	-	-	-	-	-	-	3,5	55,2	58,7	60	60
	(12)	Поворот револьверной головки	-	-	-	-	-	-	-	(3,5)	(58,7)	(62,2)	(60)	(60)
Задний	13	Протачивание шейки до $\varnothing 13$ мм и канавки до $\varnothing 9$ мм	3,7	0,015	40 _✓	800 _✓	247	494	17,7	-	58,7	76,4	53,8	57,5
	14	Пауза	-	-	-	-	-	-	-	1	76,4	77,4	57,5	57,5
	(15)	Отвод заднего суппорта	-	-	-	-	-	-	-	(2)	(77,4)	(79,4)	(57,5)	(30)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Передний	15	Отрезка детали длиной 47 мм	6	0,021	23	800	286	572	20,6	–	77,4	98	56	62
	16	Отвод переднего суппорта	–	–	–	–	–	–	–	2	98	100	62	30
Итого:								2186	79	21				

Номера переходов		3; 5; 7	13; 15	10	11
Частота вращения шпинделя		1600	800	100	200
Коэффициент приведения		1	2	16	8

Примечание: в связи с изменениями в конструкции коробки скоростей число зубьев сменных шестерен a и b , а также данные п. 7 отличаются от параметров, рекомендуемых в табл. 2.4.

По возможности необходимо совмещать работу поперечных суппортов с работой револьверной головки, применять многоинструментальные державки, совмещать переключения револьверной головки с работой поперечных суппортов и холостые ходы поперечных суппортов с работой револьверной головки.

В графу «Содержание перехода» вписываются рабочие и холостые перемещения и их нумерация в строго установленной технологической последовательности.

2. Определить длину рабочих ходов инструмента l_i на каждом рабочем переходе с учетом подвода со скоростью рабочей подачи (табл. 2.1, графа 4).

3. Используя табл. 2.2 и 2.3, назначить параметры режима резания при выполнении каждого i -го перехода: подачу s_i , мм/об, и скорость резания v_i , м/мин.

При нарезании резьбы подачей является шаг резьбы. При работе нескольких инструментов, закрепленных в одной державке, подача выбирается по лимитирующему инструменту.

4. Определить частоту вращения шпинделя по формуле

$$n_i = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_i}, \text{ мин}^{-1},$$

где d_i – диаметр обрабатываемой детали, мм.

По табл. 2.4 принять ближайшую паспортную частоту вращения шпинделя n_{ni} и определить откорректированную скорость резания v_{ki} на каждом переходе:

$$v_{ki} = \frac{\pi \cdot d_i \cdot n_{ni}}{1000}.$$

Полученные значения записать в графы 6 и 7 табл. 2.1. В графе настройки сменных шестерен a и b записать соответствующие значения чисел зубьев.

**Подача s , мм/об, рекомендуемая при применении инструментов
из быстрорежущей стали**

Обрабатываемый материал	Виды обработки											
	Продольная обточка	Фасонная обточка, отрезка	Центровка	Зенкование	Развертывание	Сверление (диаметр)					Накатывание рифлений	
						2...4	4...8	8...14	14... 20	20...30	поперечное	продольное
Сталь 20 $\sigma_b = 400...500$ МПа	0,07... 0,12	0,02... 0,05	0,1... 0,15	0,06... 0,12	0,08... 0,2	0,03... 0,06	0,03... 0,07	0,06... 0,09	0,07... 0,1	0,08... 0,12	0,015... 0,15	0,12... 0,3
Сталь 35 $\sigma_b = 500...600$ МПа	0,06... 0,1	0,016... 0,046	0,09... 0,13	0,06... 0,1	0,08... 0,18	0,03... 0,05	0,04... 0,07	0,05... 0,08	0,06... 0,09	0,07... 0,09	0,015... 0,2	0,1...0, 25
Сталь 45 $\sigma_b = 600...700$ МПа	0,06... 0,08	0,012... 0,04	0,08... 0,12	0,04... 0,09	0,08... 0,15	0,02... 0,04	0,04... 0,06	0,05... 0,07	0,06... 0,08	0,07... 0,08	0,01... 0,13	0,1... 0,2
Сталь А12 $\sigma_b = 750$ МПа	0,06... 0,15	0,02... 0,06	0,1... 0,15	0,06... 0,13	0,1... 0,25	0,03... 0,06	0,05... 0,08	0,06... 0,1	0,07... 0,12	0,08... 0,15	0,015... 0,16	0,1... 0,37
Углеродистая сталь У7...У13А	0,05... 0,1	0,015... 0,035	0,07... 0,12	0,04... 0,08	0,06... 0,1	0,02... 0,035	0,03... 0,055	0,04... 0,05	0,05... 0,08	0,05... 0,09	0,01... 0,1	0,07... 0,16
Хромистая и нержавеющая сталь	0,05... 0,08	0,005... 0,03	0,07... 0,1	0,04... 0,07	0,07... 0,13	0,02... 0,03	0,03... 0,05	0,04... 0,06	0,05... 0,07	0,05... 0,08	0,01... 0,1	0,07... 0,16
Латунь	0,1... 0,2	0,03... 0,09	0,16... 0,25	0,08... 0,2	0,1... 0,3	0,06... 0,1	0,09... 0,15	0,1... 0,16	0,12... 0,2	0,16... 0,25	0,016... 0,18	0,15... 0,45
Бронза	0,08... 0,12	0,02... 0,05	0,1... 0,15	0,05... 0,09	0,12... 0,2	0,04... 0,016	0,05... 0,08	0,07... 0,1	0,03... 0,12	0,09... 0,13	0,015... 0,12	0,15... 0,25
Алюминий	0,08... 0,2	0,02... 0,08	0,16... 0,2	0,08... 0,2	0,08... 0,25	0,05... 0,08	0,07... 0,1	0,08... 0,12	0,1... 0,15	0,12... 0,2	0,015... 0,16	0,13... 0,48

Скорость резания v , м/мин, при применении инструментов из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	Виды обработки						
	Продольная и фасонная обточка, отрезка	Сверление	Зенкерование	Развертывание	Накатывание рифлений	Нарезание резьбы	
						метчиками	плашками
Сталь 20 $\sigma_s = 400 \dots 500$ МПа	45...55	30...40	25...30	8...12	30...35	3,5...7	3,5...7
Сталь 35 $\sigma_s = 500 \dots 600$ МПа	35...50	25...35	20...25	6...10	25...32	3...6,5	3...6,5
Сталь 45 $\sigma_s = 600 \dots 700$ МПа	20...35	20...30	18...20	6...8	20...30	3...6,5	3...6,5
Сталь А12 $\sigma_s = 750$ МПа	50...70	30...50	20...35	10...15	35...45	4...8	4...8
Углеродистая сталь У7...У13А	20...30	15...20	10...15	5...8	15...20	2...4	2...4
Хромистая и нержавеющей сталь	15...25	10...15	8...12	4...6	15...20	1,5...3	1,5...3
Латунь	70...150	50...100	15...60	20...40	70...100	20...40	20...40
Бронза	35...60	30...40	25...35	15...30	35...60	4...12	4...12
Алюминий	150...200	70...120	60...80	20...50	90...120	25...50	25...50

Частота вращения шпинделя

	Установка переключения на пульте управления	Частота вращения электродвигателя, мин ⁻¹	Сменные шестерни <i>a:b</i>								
			72:41	66:47	60:53	53:60	47:66	41:72	34:79	29:84	25:88
Левая частота вращения	1	1430	5000	4000	3150	2500	2000	1600	1250	1000	800
	2	710	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400
	3	1430	1600	1250	1000	800	630	500	400	315	250
	4	710	800	630	500	400	315	250	200	160	125
Правая частота вращения	5	1430	1600	1250	1000	800	630	500	400	315	250
	6	710	800	630	500	400	315	250	200	160	125
	7	1430	500	400	315	250	200	160	125	100	80
	8	710	250	200	160	125	100	80	63	50	40
	9	Торможение шпинделя									
	0	Освобождение шпинделя									

5. Вычислить количество оборотов шпинделя для выполнения каждого рабочего перехода

$$n_{pi} = \frac{l_i}{S_i}.$$

Полученные значения занести в графу 8 табл. 2.1.

6. В графу 9 табл. 2.1 заносятся несовмещенные значения количества оборотов шпинделя, приведенные к одной частоте его вращения $n_{осн}$. Коэффициент приведения λ равен отношению частоты вращения $n_{осн}$, при которой выполняется большинство переходов, к частоте вращения n_{peri} шпинделя, при которой выполняется данный переход, т.е.

$$\lambda_i = \frac{n_{осн}}{n_{peri}}.$$

Приведенное количество оборотов шпинделя для отдельных переходов

$$n_{пpi} = n_{pi} \cdot \lambda_i.$$

7. Вычислить сумму приведенных чисел оборотов шпинделя $n_{п}$, необходимых для выполнения рабочих несовмещенных переходов:

$$n_{п} = \sum_{i=1}^n n_{пpi},$$

где n – число переходов.

8. Определить время T_p , затраченное на выполнение рабочих переходов:

$$T_p = \frac{n_{п}}{n_{осн}} \cdot 60.$$

9. Вычислить время T_x , затраченное на выполнение холостых ходов. Оно складывается из времени на:

- разжим цанги, подачу и зажим материала – 0,5 с;
 - несовмещенные повороты револьверной головки – $0,5 \times 5 = 2,5$ с;
 - выстой резцов при зачистке – $0,5 \times 1 = 0,5$ с;
 - изменение направления вращения шпинделя – 0,5 с;
 - несовмещенную часть отвода отрезного резца – 0,02 цикла.
10. Найти ориентировочное время цикла T_d :

$$T_d = T_p + T_x.$$

В зависимости от сложности детали ориентировочное время цикла можно определить по формуле

$$T_d = (1,1 \dots 1,3) T_p.$$

11. Определить радиусы кулачков. При этом наивысшая точка на кулачке револьверного суппорта соответствует наименьшему расстоянию L_{\min} от торца шпинделя до револьверной головки по эскизам рабочих переходов (см. рис. 2.12).

Расстояние L_i от торца шпинделя до револьверной головки в конце перехода складывается из:

- расстояния от отрезного резца до торца шпинделя;
- ширины отрезного резца;
- части длины детали от плоскости отреза до режущей кромки инструмента;
- длины державки вдоль ее оси от режущей кромки инструмента до начала хвостовика;
- зазора между опорной поверхностью державки и периферией револьверной головки.

Наименьшему расстоянию L_{\min} (в данном примере для 3-го перехода) соответствует максимальный радиус кулачка $R_{\max} = 90$ мм. Для других рабочих переходов, осуществляемых с револьверного суппорта, наивысшие точки $R_{\max i}$ меньше $R_{\max} = 90$ мм на величину увеличения расстояния между револьверной головкой и торцом шпинделя, т.е.

$$R_{\max i} = 90 - (L_i - L_{\min}).$$

Подъемы на кулачках должны соответствовать длинам рабочих ходов инструментов. Вычитая из конечных радиусов рабочие ходы инструментов, можно определить начальные радиусы кулачков:

$$R_{\min i} = R_{\max i} - l_i.$$

При нарезании резьбы расчетный максимальный радиус занижается на величину, составляющую 10...15 % от длины резьбы.

Радиусы кулачка, на которых происходят переключения револьверной головки, меньше начальных радиусов последующих переходов на 1 мм.

Радиус кулачка, на котором происходит подача и зажим прутка, берется равным начальному радиусу последующего рабочего перехода.

Максимальный радиус кулачков переднего и вертикального суппортов равен $R_{\max} = 62$ мм и соответствует моменту, когда вершины резцов доходят до оси прутка.

Максимальный радиус кулачка заднего суппорта занижается на величину, на которую режущий инструмент не доходит до оси шпинделя, т.е.

$$R_{\max} = 62 - 4,5 = 57,5 \text{ мм.}$$

Начальные радиусы для переднего и вертикального суппортов составляют $R_{\min i} = 62 - l_i$, а для заднего суппорта $R_{\min i} = 57,5 - l_i$.

12. Произвести координацию рабочего цикла. Для этого время цикла, совершаемого за один оборот распределительного вала, необходимо разделить на 100 равных частей. Соответственно на 100 частей, называемых сотыми, делится каждый кулачок. Количество сотых C_{xi} , приходящихся на каждый холостой ход, определяется двумя факторами:

– минимальным временем, необходимым для выполнения данного хода. Для этого по ориентировочному времени цикла T_d из табл. 2.5 определяют C_{xi} ;

– минимальным углом на кулачке, необходимым для построения соответствующей кривой. На участках холостых ходов в зависимости от радиуса кулачка, на котором происходит поворот револьверной головки, ролик занимает соответствующее количество сотых (табл. 2.6).

Продолжительность одного оборота распределительного вала

№ ступеней	Сменные зубчатые колеса								№ ступеней	Сменные зубчатые колеса							
	c	d	e	f	g	h	$T_{шт}$	$C_{хпз}$ $C_{хрг}$		c	d	e	f	g	h	$T_{шт}$	$C_{хпз}$ $C_{хрг}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	41	39	55	25	57	23	5,4	8,3	23	31	49	41	39	52	28	25	1,8
2	39	41	55	25	57	23	6	7,7	24	27	53	39	41	57	23	25,8	1,8
3	41	39	52	28	57	23	6,4	7,1	25	39	41	28	52	55	25	27,4	1,7
4	39	41	52	28	57	23	7,1	6,5	26	39	41	25	55	57	23	28,9	1,6
5	41	39	49	31	57	23	7,5	6,1	27	53	27	39	41	28	52	30,8	1,5
6	39	41	57	23	49	31	8,3	5,5	28	27	53	41	39	52	28	31,1	1,5
7	39	41	49	31	55	25	9,4	4,8	29	41	39	55	25	23	57	33,1	1,4
8	41	39	49	31	52	28	10	4,6	30	27	53	39	41	52	28	34,4	1,3
9	31	49	52	28	57	23	10,6	4,3	31	41	39	52	28	25	55	34,9	1,3
10	39	41	49	31	52	28	11,1	4,1	32	53	27	39	41	25	55	36,4	1,3
11	31	49	52	28	55	25	12	3,8	33	39	41	28	52	49	31	38,2	1,2
12	27	53	57	23	52	28	13,2	3,5	34	27	53	31	49	57	23	38,7	1,2
13	28	52	57	23	49	31	14,7	3,1	35	41	39	52	28	23	57	39,3	1,2
14	27	53	49	31	57	23	15,5	2,9	36	27	53	39	41	49	31	40,4	1,1
15	28	52	49	31	55	25	16,5	2,6	37	41	39	49	31	25	55	40,9	1,1
16	27	53	55	25	49	31	17,5	2,6	38	31	49	28	52	55	25	41,3	1,1
17	31	49	41	39	57	23	18,8	2,5	39	31	49	25	55	57	23	43,4	1,1
18	31	49	39	41	57	23	20,7	2,2	40	27	53	31	49	55	25	43,6	1
19	31	49	41	39	55	25	21,1	2,2	41	39	41	49	31	25	55	45,3	1
20	41	39	28	52	57	23	22	2,1	42	27	53	28	52	57	23	45,5	1
21	39	41	31	49	55	25	23,4	2	43	41	39	49	31	23	57	46,1	1
22	39	41	28	52	57	23	24,4	1,9	44	39	41	49	31	23	57	51	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
45	27	53	31	49	52	28	51,7	1	68	39	41	31	49	25	55	113	1
46	27	53	25	55	57	23	53,9	1	69	41	39	31	49	23	57	115,3	1
47	31	49	55	25	23	57	55,1	1	70	27	53	39	41	28	52	118,5	1
48	53	27	25	55	31	49	54,8	1	71	41	39	28	52	25	55	120,2	1
49	31	49	52	28	25	55	57,9	1	72	39	41	31	49	23	57	127,4	1
50	53	27	23	57	31	49	61,7	1	73	39	41	28	52	25	55	132,9	1
51	53	27	25	55	28	52	64,4	1	74	41	39	28	52	23	57	135,4	1
52	28	52	55	25	23	57	64,7	1	75	27	53	39	41	25	55	140,4	1
53	22	53	23	57	55	25	68,4	1	76	27	53	23	57	41	39	143,1	1
54	27	53	28	52	49	31	71,3	1	77	39	41	28	52	23	57	149,7	1
55	53	27	23	57	28	52	72,5	1	78	27	53	39	41	23	57	158,2	1
56	49	31	28	52	25	55	79,9	1	79	39	41	25	55	23	57	177,3	1
57	27	53	23	57	52	28	81	1	80	27	53	31	49	28	52	178,2	1
58	27	53	25	55	49	31	84,5	1	81	31	49	28	52	25	55	199,7	1
59	53	27	25	55	23	57	85,9	1	82	27	53	25	55	31	49	211	1
60	41	39	31	49	28	52	86,4	1	83	31	49	28	52	23	57	225	1
61	49	31	28	52	23	57	90	1	84	27	53	23	57	31	49	237,8	1
62	52	28	25	55	23	57	90,8	1	85	27	53	25	55	28	52	248	1
63	27	53	31	49	41	39	91,3	1	86	31	49	25	55	23	57	266,6	1
64	27	53	23	57	49	31	95,2	1	87	27	53	23	57	28	52	279,4	1
65	27	53	39	41	31	49	100,9	1	88	22	58	25	55	31	49	283,6	1
66	41	39	31	49	25	55	102,3	1	89	27	53	25	55	23	57	331	1
67	49	31	25	55	23	57	106,7	1									

Примечание.

$T_{\text{шт.}}$ – продолжительность цикла;

$C_{\text{хв}}$ – количество сотых оборота распределительного вала, необходимое для подачи и зажима материала;

$C_{\text{хр}}$ – количество сотых оборота распределительного вала, необходимое для поворота револьверной головки.

Число сотых, требуемых для переключения

Радиус кулачка, мм	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Число сотых на переключение C_{xi}	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3,5	3	3	3	3	2,5	2,5

Для расчета берется большая из двух сравниваемых величин C_{xi} и заносится в графу 11 (табл. 2.1).

Сумма сотых несовмещенных холостых ходов

$$C_x = \sum_{i=1}^k C_{xi},$$

где k – число несовмещенных холостых ходов.

Число сотых на несовмещенные рабочие переходы определяется по формуле

$$C_p = 100 - C_x.$$

Число сотых на каждый переход равно

$$C_{перi} = \frac{C_p \cdot n_{при}}{n_{п}}.$$

Занести полученные значения в графу 10 (табл. 2.1).

При проверке правильности вычислений должно соблюдаться условие

$$\sum_{i=1}^k C_{xi} + \sum_{i=1}^n C_{перi} = 100.$$

13. Определить продолжительность цикла T и подобрать сменные шестерни. Полное количество оборотов шпинделя, необходимое для изготовления одной детали, определяется по формуле

$$n_d = \frac{n_{\text{п}} \cdot 100}{C_p}$$

Приближенно время T на изготовление детали равно

$$T = \frac{n_d \cdot 60}{n_{\text{осн}}}$$

По табл. 2.5 продолжительности одного оборота распределительного вала берется ближайшее время $T_{\text{шт}}$ изготовления одной детали, а также корректируется количество сотых на холостые ходы с учетом достаточного времени на ход. В графу «Сменные шестерни подач» (см. табл. 2.1) записываются числа зубьев c, d, e, f, g, h . В графы « $n_{\text{п}}$ », « n_d », « T_0 », « T_b », « $T_{\text{шт}}$ », «Производительность» записываются соответствующие значения.

2.7.2. Построение профиля кулачков

Профили кулачков револьверного и поперечных суппортов вычерчиваются в соответствии с данными технологической карты (см. табл. 2.1) и таблицы размеров кулачков (табл. 2.7). Чертеж заготовки кулачка с обозначением размеров в соответствии с табл. 2.7 приведен на рис. 2.13.

Таблица 2.7

Размеры заготовки кулачков

Наименование кулачка	D	d	R	R_1	R_{min}	r	D_1	Толщина
Кулачок револьверного суппорта	180	32Н9	94	116	28	22	7,1	8
Кулачки поперечных суппортов	124	32Н9	65	82,5	30	22	7,1	8

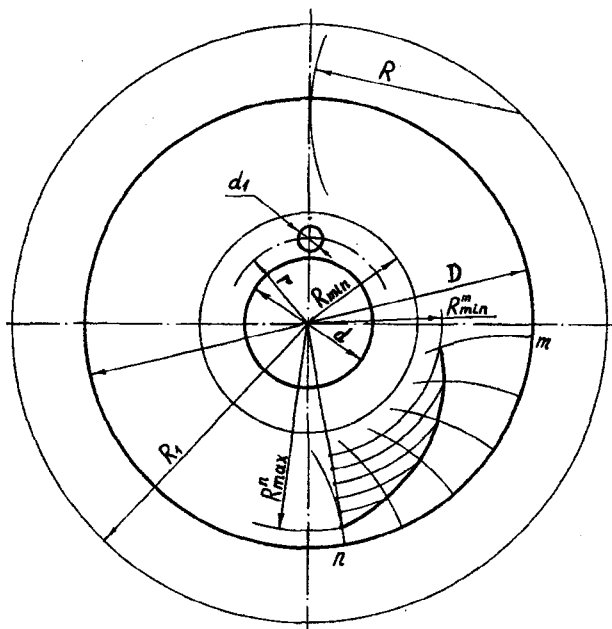


Рис. 2.13. Чертеж заготовки кулачков суппортов и схем построения профиля кулачка

1. Заготовку кулачка в виде диска диаметром D разделить на 100 равных частей (сотых). Через точки делений провести дуги радиусом R , равным величине плеча рычага, несущего ролик. Центры дуг находятся на окружности радиусом R_1 , равным расстоянию между осями поворота кулачка и приводного рычага.

2. Построить участки профиля, соответствующие рабочим ходам. Профиль представляет собой дугу спирали Архимеда. Пример построения такого участка, расположенного между делениями m и n и имеющего предельные радиусы R_{\min} и R_{\max} , приведен на рис. 2.13.

3. Пользуясь шаблоном, профиль которого показан на рис. 2.14, построить участки, предназначенные для холостых ходов (1 – подвод суппорта, 2 – отвод). Верхняя часть шаблона используется для построения кулачка револьверного суппорта, нижняя часть – для построения кулачков поперечных суппортов.

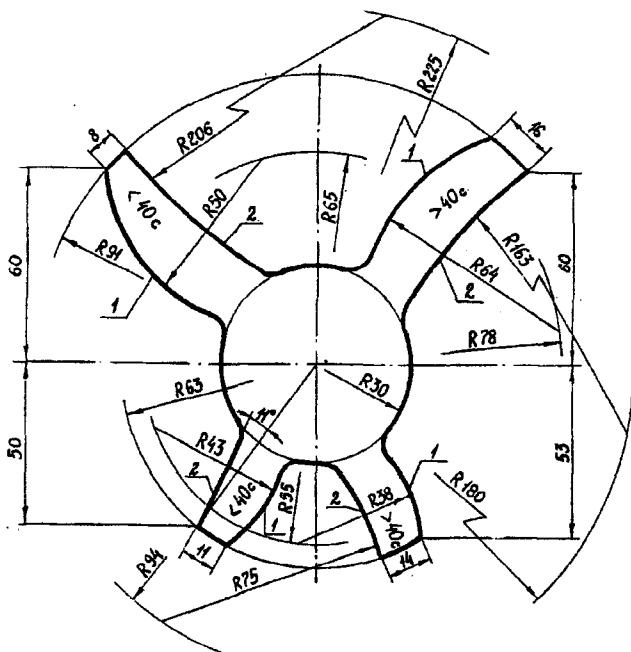


Рис. 2.14. Шаблоны для вычерчивания кривых холостых ходов:
 1 – подвод суппорта; 2 – отвод суппорта

4. Сопряжения между участками отвода в конце предыдущего перехода и подвода следующего перехода выполнить дугой окружности диаметром, равным диаметру ролика рычага (14 мм – для револьверного суппорта, 18 мм – для поперечных суппортов). Сопряжения между участками холостых ходов и подвода в начале следующего перехода выполнить дугой окружности $\varnothing 20$ мм для револьверного суппорта и $\varnothing 25$ мм для поперечных суппортов.

Пример кулачков приведен на рис. 2.15, 2.16.

5

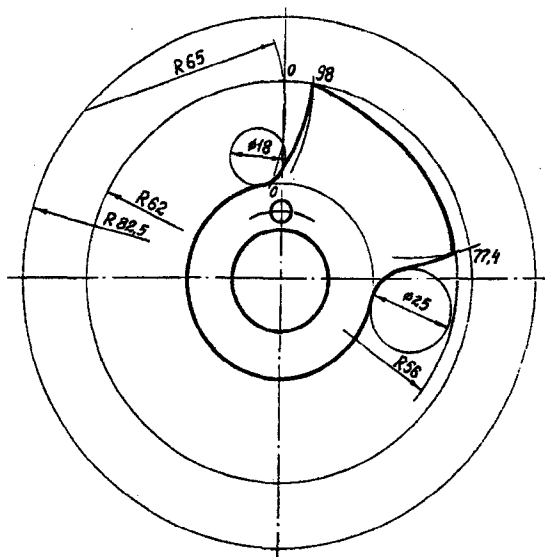


Рис. 2.15. Кулачок переднего суппорта

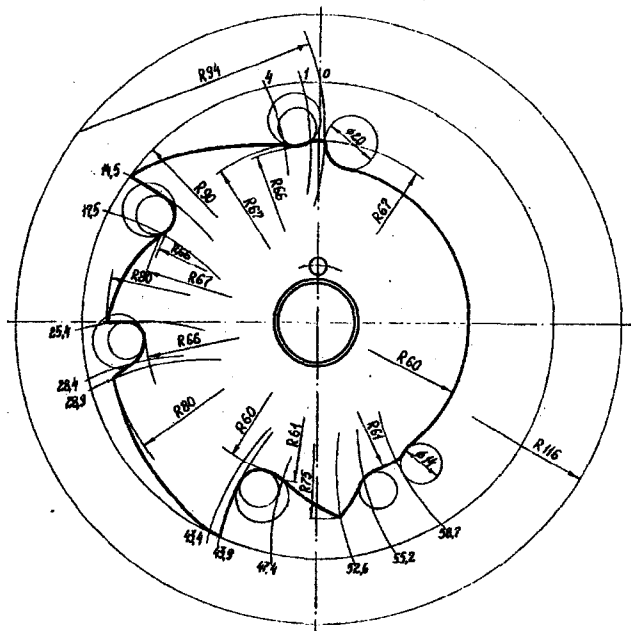


Рис. 2.16. Кулачок револьверного суппорта

2.8. Содержание лабораторной работы

1. Изучить назначение, технологические возможности и техническую характеристику автомата.

2. Ознакомиться с компоновкой, основными узлами и органами управления станком.

3. Изучить кинематическую схему автомата.

4. Изучить конструкцию основных узлов станка и системы управления электрическими переключениями.

5. Для детали, изображенной на рис. 2.17, и по одному из вариантов ее размеров (табл. 2.8) выполнить расчет настройки автомата, составить технологическую карту настройки, вычертить профили кулачков.

6. Настроить станок и обработать деталь.

7. Составить отчет о выполненной работе.

2.9. Содержание отчета

1. Структурная схема токарно-револьверного автомата и его краткая характеристика.

2. Эскизы и схемы отдельных механизмов автомата (по указанию преподавателя), их краткое описание.

3. Чертеж обрабатываемой детали.

4. Эскизы обработки детали.

5. Технологическая карта настройки автомата.

6. Настройка пульта предварительного набора программы управления электрическими переключениями автомата.

7. Чертежи кулачков револьверного и поперечных суппортов.

2.10. Контрольные вопросы

1. Описать структурную схему токарно-револьверного автомата.

2. Описать работу автомата, пользуясь кинематической схемой.

3. Какие механизмы образуют систему управления автоматом?

4. Перечислить движения, которыми управляет вспомогательный вал.

5. Перечислить движения, которыми управляет распределительный вал.

6. Описать систему управления электрическими переключениями автомата и изложить порядок набора программы на пульте станка.

7. Как работает однооборотная муфта.
8. Описать устройство и работу револьверного суппорта при выполнении рабочих и холостых движений.
9. Изложить устройство шпиндельной бабки. Описать работу механизмов при подаче и зажиме прутка.
10. Описать устройство и принцип действия поперечных суппортов.
11. Описать устройство командоаппарата.
12. Указать назначение каждого кулачка и ригеля, закрепленных на распределительном валу.
13. Указать назначение всех муфт, закрепленных на вспомогательном валу.
14. Изложить последовательность расчета настройки токарно-револьверного автомата.
15. Изложить принципы разделения технологического процесса обработки детали на переходы.
16. Как назначаются параметры режима резания?
17. Как определить время, затрачиваемое на выполнение рабочих и холостых ходов?
18. Как производится координация рабочего цикла? Что такое сотая?
19. Как строятся профили кулачка, соответствующие рабочему и холостому ходам?

2.11. Варианты заданий для расчета

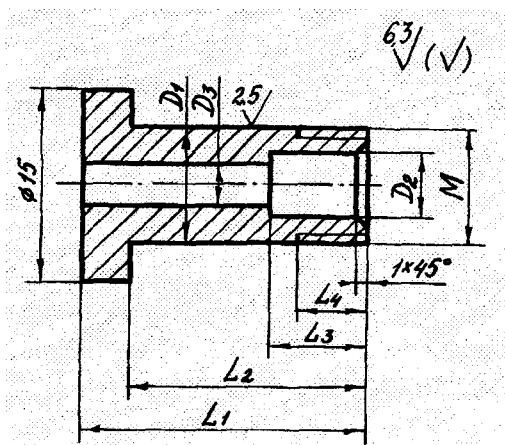


Рис. 2.17. Рабочий чертеж детали

Варианты размеров детали

№ варианта	D_1	D_2	D_3	M	L_1	L_2	L_3	L_4	Материал детали
1	12	8	6	M12-8g	45	40	24	12	Сталь 20
2	10	6	4	M10-8g	42	36	18	12	Сталь 45
3	8	5	3	M8-8g	40	32	15	10	Сталь А12
4	12	8	6	M12-8g	38	28	24	12	Лагунь
5	10	6	4	M10-8g	35	23	18	12	Бронза
6	8	5	3	M8-8g	32	20	15	10	Алюминий

3. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА АВТОМАТАХ

3.1. Общие требования безопасности

1. При выполнении лабораторной работы следует соблюдать правила безопасной работы на металлорежущих станках и руководствоваться инструкцией по технике безопасности и производственной санитарии в лабораториях кафедры «Металлорежущие станки и инструменты».

2. Перед началом лабораторных работ студенты должны ознакомиться с правилами безопасности при работе на автоматах.

3. Не допускать учебно-вспомогательный персонал и студентов к автомату без предварительного их ознакомления с руководством по эксплуатации и правилами техники безопасности.

4. Запрещается пуск автомата без разрешения преподавателя или лаборанта.

3.2. Требования безопасности перед началом работы

1. Проверить исправность защитных устройств автомата, надежность закрепления инструмента, заготовки, приспособления.

2. Не работать на автомате без ограждения суппортов и без кожухов, закрывающих приводные ремни, шкивы, шестерни.

3. Двери электрошкафа при работе автомата должны быть закрыты.
4. Автомат должен быть надежно заземлен.
5. Проверить исправность и прочность трапов у автомата.
6. Оставить на рабочем месте только то, что необходимо для выполнения работы на данном автомате.

3.3. Требования безопасности во время работы

1. Не трогать руками вращающиеся инструмент и заготовку.
2. Замерять деталь только при окончательно остановившемся шпинделе.
3. Чистку и обтирку автомата производить только после его остановки и отключения от сети.
4. Аварийное отключение автомата производится кнопкой «Стоп» и автоматическим выключателем.
5. Следить за тем, чтобы рабочее место у автомата не было скользким и загроможденным.

3.4. Требования безопасности после окончания работы

1. Не тормозить вращение шпинделя нажимом руки на вращающиеся части станка или детали.
2. Выключить станок и рубильник электрошкафа.
3. Привести в порядок рабочее место.

Л и т е р а т у р а

1. Станочное оборудование автоматизированного производства В 2 т. / Под ред. В.В. Бушуева. – М.: Станкин, 1999, 1994. – Т. 1 – 1993. – 584 с; Т. 2. – 1994. – 656 с.

2. Металлорежущие станки / Под ред. В.Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1986. – 576 с.

3. Металлорежущие станки и автоматы / Под ред. А.С. Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.

4. Металлорежущие станки / Н.С. Колев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.

5. Кочергин, А.И., Пикус, М.Ю., Шагун, В.И. Металлообрабатывающие станки, линии и инструменты / Под ред. П.И. Ящерицына. – Минск.: Вышэйшая школа, 1979. – 574 с.

6. Ермаков, Ю.М., Фролов, Б.А. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.

7. Власов, С.Н., Родович, Г.М., Черпаков, Б.Н. Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1983. – 439 с.

8. Маеров, А.Г. Устройство, основы конструирования и расчет металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1986. – 368 с.

✓ 9. Металлорежущие станки / Под ред. В.К. Тепинкичиева. – М.: Машиностроение, 1973. – 472 с.

10. Чернов, Н.Н. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1978. – 389 с.

11. Кочергин, А.И. Автоматы и автоматические линии. – Минск: Вышэйшая школа, 1980. – 288 с.

✓ 12. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2 т. Т. 2. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

Содержание

Введение.....	3
1. Токарно-продольный автомат модели 1В06А	3
1.1. Назначение и технологические возможности автомата... 3	3
1.2. Компоновка и основные узлы автомата..... 3	3
1.3. Техническая характеристика автомата..... 6	6
1.4. Принципы работы токарно-продольных автоматов	6
1.5. Кинематическая схема автомата	7
1.6. Описание работы механизмов шпиндельной бабки	10
1.7. Содержание лабораторной работы	13
1.8. Порядок настройки автомата..... 13	13
1.9. Пример расчета наладки..... 23	23
1.10. Контрольные вопросы..... 27	27
1.11. Содержание отчета..... 27	27
2. Токарно-револьверный автомат модели 1М116..... 27	27
2.1. Назначение и технологические возможности автомата... 27	27
2.2. Компоновка и основные узлы автомата..... 28	28
2.3. Техническая характеристика токарно-револьверного автомата модели 1М116	30
2.4. Структурная схема автомата	32
2.5. Кинематическая схема автомата	33
2.6. Конструкция основных узлов автомата..... 38	38
2.7. Расчет настройки токарно-револьверного автомата 1М116	48
2.8. Содержание лабораторной работы	67
2.9. Содержание отчета..... 67	67
2.10. Контрольные вопросы..... 67	67
2.11. Варианты заданий для расчета..... 68	68
3. Требования по технике безопасности при выполнении лабораторных работ на автоматах..... 69	69
3.1. Общие требования безопасности..... 69	69
3.2. Требования безопасности перед началом работы	69
3.3. Требования безопасности во время работы	70
3.4. Требования безопасности после окончания работы	70
Л и т е р а т у р а..... 71	71

цана 584

Учебное издание

**ТУРОМША Вячеслав Иванович
ГЛУБОКИЙ Владимир Игнатьевич**

ТОКАРНЫЕ АВТОМАТЫ

**Методическое пособие
по дисциплине «Технологическое оборудование»
для студентов машиностроительных специальностей**

**Редактор Н.В. Артюшевская
Компьютерная верстка О.В. Дубовик**

Подписано в печать 20.04.2007.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,27. Тираж 150. Заказ 144.

**Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет,
ЛИ № 02330/131627 от 01.04.2004.**