

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра машиноведения

# **Методические указания**

**к лабораторным работам  
по курсу «Теория автоматов»**

для студентов специальности 1-36 01 03  
«Технологическое оборудование  
машиностроительного производства»

Брест 2012

УДК 62-52 (075.8).

В методических указаниях приведен порядок выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теория автоматов». Изложен теоретический материал, необходимый для понимания сущности изучаемых вопросов. Приведена литература для более глубокой проработки материала. Для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

Составили: Ю.А. Дакало, ст. преподаватель  
В.П. Горбунов, к.т.н., доцент

## Лабораторная работа № 1

### УСТРОЙСТВО И НАЛАДКА АВТОМАТА ПРОДОЛЬНО-ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ МОДЕЛИ 1П16

*Цель работы:* закрепить теоретические знания о технологических возможностях одношпиндельных токарных автоматов продольно-фасонного точения; изучить назначение, принцип работы, конструкцию и методы настройки автомата модели 1П16 на обработку заданной детали.

#### Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение и техническую характеристику станка.
2. Ознакомиться с устройством станка и органами его управления.
3. Ознакомиться с принципом работы станка и его кинематической схемой.
4. Изучить устройство основных узлов и их функциональное назначение.
5. Ознакомиться с принципами настройки станка на различные скорости резания и производительность.
6. Ознакомиться с принципами наладки и регулировки узлов и механизмов станка на выполнение различных работ.

#### Назначение станка

Автомат продольного точения модели 1П16 предназначен для изготовления длинных деталей типа тел вращения сложной формы из различных марок сталей, цветных металлов и сплавов с высокой точностью: по диаметру – 6-7 квалитет точности, по длине – 7 квалитет точности. Шероховатость обработанных поверхностей по диаметру не выше, чем Ra 1,25 – Ra 0,32.

В качестве заготовок используются холоднотянутые калиброванные шлифованные прутки высокого класса точности (6-7 квалитет).

#### Техническая характеристика автомата

Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	16
Наибольшая длина подачи прутка, мм:	
от дискового кулачка	80
от колокольного кулачка	140
Наибольшая длина устанавливаемого прутка, мм	2000
Наименьший остаток прутка при работе, мм:	
без люнета	25
с люнетом	105
Диаметр нарезаемой резьбы с приспособления, мм:	
по стали	M3...M8
по латуни	до M12
Наибольшая длина нарезаемой резьбы, мм	30
Диаметр сверления приспособлением, мм:	
по латуни	1,5...9
по стали	1,5...7

Диаметр отверстия шпинделя, мм	17
Расстояние от опорной плоскости резцов до торца шпинделя, мм	1... 231
Пределы частот вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	500...5600
Количество частот вращения шпинделя	22
Пределы частот вращения распределительного вала, мин <sup>-1</sup>	0,056...20
Пределы времени изготовления одной детали, мин	17,82 - 0,05
Количество частот вращения распределительного вала на одну частоту вращения шпинделя	37
Способ подачи прутка	под грузом
Способ привода распределительного вала –	зависимый многоскоростной, без вспомогательного вала
Способ включения распределительного вала –	автоматическое и ручное
Электродвигатель: (тип)	4А112МА6
Номинальное напряжение, В	220/380
Мощность, кВт	3,0
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	360
Габарит автомата, мм (длина x ширина x высота)	1985x314x1520
Масса автомата, кг	1200
Блокировки: предусмотрено выключение распределительного вала и электродвигателя при:	
- окончании прутка (заготовки);	
- обрыве ремня шпинделя;	
- перегрузке;	
- поломке резьбонарезного инструмента в приспособлении	
Длительность постоянных холостых ходов в градусах поворота распределительного вала:	
зажим	15°
разжим	10°
Сечение резцов, мм	12x12
Частота вращения распределительного вала при быстром холостом ходе, мин <sup>-1</sup>	10

Схема расположения суппортов и характеристики суппортов приведены на рисунке 1.1 и в таблице 1.1.

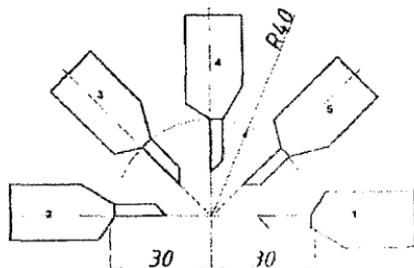


Рисунок 1.1 – Схема расположения суппортов (переднее крайнее положение)

Таблица 1.1 – Характеристики суппортов

	№ суппорта	Величина рабочего хода, мм	Величина регулировки, мм		Цена деления лимба, мм		Упоры
			Продольное перемещение	Поперечное перемещение	Продольное перемещение	Поперечное перемещение	
Суппорты балансира	1	18 на оба резца	8	6	0,01	0,005	есть
	2		8	6	0,01	0,005	нет
Суппорты стойки	3	30	8	6	0,005	0,01	нет
	4	40	8	6	0,005	0,01	есть
	5	20	8	6	0,005	0,01	нет

### Принцип работы и типовые детали, получаемые обработкой на автоматах продольного точения

Отличительной особенностью автоматов продольного точения (рисунок 1.2) является то, что пруток в них, кроме вращательного движения, имеет вместе со шпиндельной бабкой 6 продольное поступательное перемещение.

Подача шпиндельной бабки вперед производится кулачком 18 через рычаг 13 и ролик, контактирующий с планкой 14. Ролик установлен на так называемом сухаре, который при вращении винта 15 перемещается в прорези рычага вверх или вниз, изменяя величину хода шпиндельной бабки с получением передаточного отношения рычагов в пределах от 1:1 до 1:3. Перед регулировкой гайку 16 отпускают, а после регулировки затягивают. Отпустив гайку 17 и смещая вперед или назад планку 14, регулируют положение шпиндельной бабки относительно суппортной стойки с люнетом. Отвод шпиндельной бабки производится пружиной.

Все суппорты автомата, которых может быть четыре или пять, расположены веерообразно вокруг обрабатываемого прутка. Они имеют только поперечное перемещение. При одновременном согласовании перемещений шпиндельной бабки с прутком и поперечных суппортов на этих автоматах можно без применения фасонных резцов обрабатывать конические и фасонные поверхности.

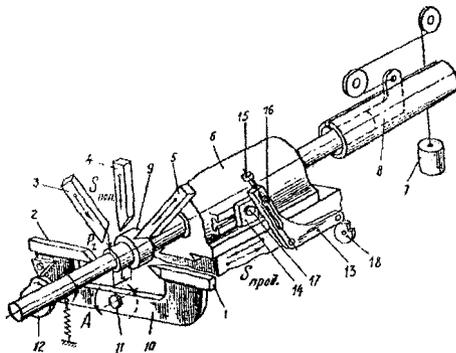


Рисунок 1.2 – Схема работы автоматов продольного точения

Вертикальные суппорты 3, 4, и 5 расположены на специальной стойке, имеют прямолинейное перемещение и управляются от самостоятельных кулачков распределительного вала. Два горизонтальных суппорта 1 и 2 расположены на балансире 10, имеют качательное движение вокруг оси 11 и управляются оба от кулачка 12.

В стойке, на которой расположены вертикальные суппорты, установлен неподвижный люнет 9, являющийся дополнительной передней опорой для прутка. Все суппорты с резцами располагаются в непосредственной близости от люнета, в результате чего плечо  $l$ , на котором действует сила резания  $P_z$ , получается очень маленьким. Сила резания здесь воспринимается в основном люнетом, а прогиб прутка от неё из-за малого  $l$  получается очень незначительным. Благодаря этому на автоматах продольного точения можно обрабатывать с очень высокой точностью достаточно длинные заготовки, имеющие небольшой диаметр.

С правого конца прутки постоянно поджимаются толкателем 8 под действием груза 7 для удержания его в переднем положении при отходе шпиндельной бабки назад.

Шпиндель в автоматах продольного точения всегда вращается в одну сторону и имеет левое вращение по стрелке А. Поэтому нарезание правой резьбы на них производится методом обгона.

На рисунке 1.3 показана обработка типовой заготовки на автомате продольного точения. Обработка осуществляется путём последовательного чередования (позиции I — XIII) продольного перемещения шпиндельной бабки с прутком и поперечных перемещений резцов. Только на XIII позиции отрезка изготовленной детали производится при одновременном перемещении прутка с бабкой и отрезного резца.

Короткие заготовки обрабатывают без люнета вблизи от передней опоры шпинделя. При обработке заготовок из квадратного и шестигранного прутка применяют вращающийся люнет. Применение на автоматах специальных приспособлений позволяет расширить их технологические возможности и выполнять дополнительные операции (нарезание резьбы, сверление отверстий, фрезерование шлицевых пазов и др.).

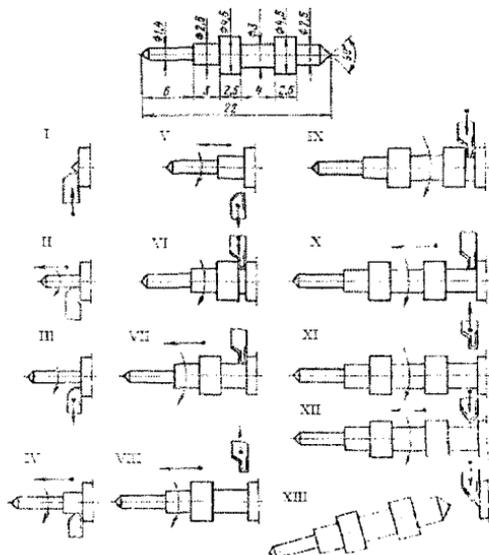


Рисунок 1.3 — Схема обработки заготовки на автомате продольного точения

Типовые детали, получаемые обработкой на автоматах продольного точения, показаны на рисунке 1.4.

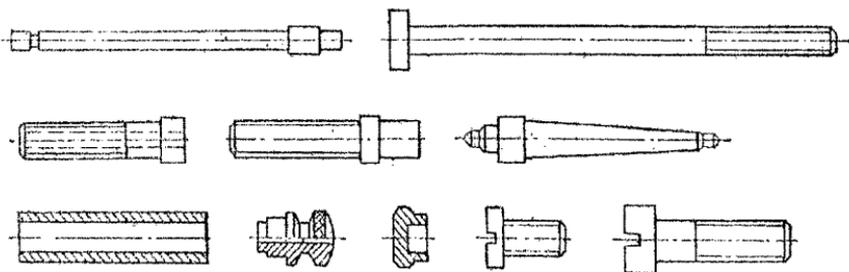


Рисунок 1.4 – Типовые детали, получаемые обработкой на автоматах продольного точения

Недостатком рассмотренного принципа работы автоматов продольного точения является повышенный износ люнета и направляющих шпиндельной бабки. В результате этого нарушается их соосность, а, следовательно, снижается и точность обработки.

Автоматический цикл работы станка обеспечивается кулачками, расположенными на распределительном валу (РВ). При вращении РВ с кулачками последние воздействуют через передаточные устройства на исполнительные органы станка и сообщают им требуемые движения. Взаимное согласование движений исполнительных органов обеспечивается за счёт определённого взаимного углового расположения кулачков на РВ и соответствующим их профилем в зависимости от конструкции обрабатываемой детали.

За один оборот РВ происходит полный цикл обработки детали и её отрезка от прутка.

Последовательность обработки следующая:

1. После отрезки готовой детали отрезной резец остаётся в конечном положении и служит упором для заготовки.
2. Цанговый патрон в шпинделе разжимается, шпиндель отводится назад на длину следующей заготовки, а пруток остаётся неподвижным, прижатым к отрезному резцу.
3. Зажим цанги и отвод отрезного резца.
4. Осуществляется обработка очередной детали при вращении заготовки, её продольном перемещении со шпиндельной бабкой и необходимых поперечных перемещениях суппортов.
5. Отрезка детали. Далее цикл повторяется.

### Устройство и компоновка автомата

Основой автомата является основание 1 (рисунок 1.5), на котором установлены все узлы и механизмы. С задней стороны основания на специальном кронштейне установлен приводной электродвигатель 16. Внутри основания расположен приводной трансмиссионный вал, редуктор привода распределительного вала и пульт управления автомата 13, а также резервуар с насосом системы охлаждения. В правой стенке основания крепится шкаф 15 с электрооборудованием.

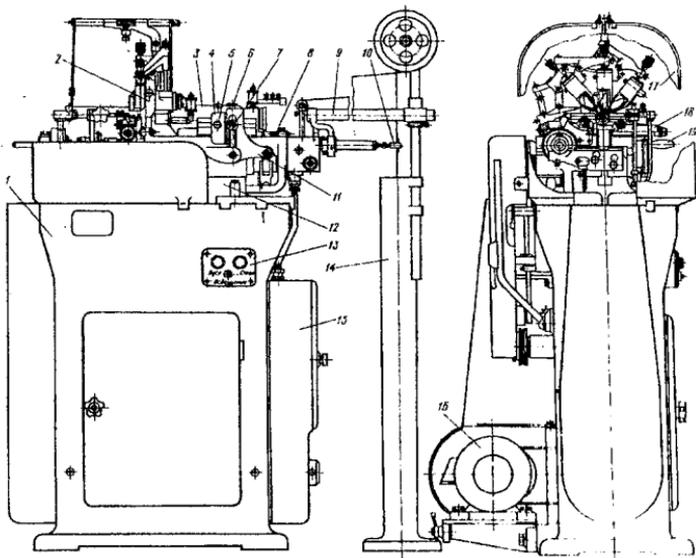


Рисунок 1.5 – Устройство и компоновка автомата продольного точения

Сверху на основании установлена и закреплена станина 12, на которой расположена шпиндельная бабка 3 с механизмом зажима прутка, стойка 2 с вертикальными поперечными суппортами и люнетом, балансир 18 с горизонтальными поперечными суппортами. С левой стороны на станине располагаются различные приспособления. На задней стороне станины установлен распределительный вал автомата со всеми кулачками. На переднюю сторону станины выведена ручка 19 для включения вращения распределительного вала и его вращения вручную.

Перемещения шпиндельной бабки 3 вдоль направляющих станины 12 осуществляются от кулачка на распределительном валу, передающего перемещение через промежуточный рычаг (на рисунке не виден), двуплечий рычаг 11, планку 4. Планку 4 можно переустанавливать вдоль корпуса шпиндельной бабки 3. Для этого на корпусе шпиндельной бабки выполнены направляющие с Т-образными пазами. Планка крепится двумя болтами 5, установленными в Т-образном пазу. Для изменения передаточного отношения от кулачка к шпиндельной бабке в одном плече двуплечего рычага выполнен паз, в котором крепится сухарь гайкой 7. На заднем конце сухаря установлен ролик, взаимодействующий с планкой 4. Для изменения передаточного отношения рычага сухарь с роликом может перемещаться вдоль паза рычага посредством винта 6.

Для ограничения хода шпинделя назад (вправо) предусмотрен передвижной жёсткий упор 8.

Справа от автомата устанавливается стойка 14 с направляющей трубой 9 для поддержания прутка во время работы и механизмом поджатия прутка. Для защиты от брызг охлаждающей жидкости установлены щитки 17.

Общая компоновка автомата обеспечивает свободный доступ в зону резания и удобство в регулировке и наладке всех механизмов.

### Кинематическая схема автомата

Кинематическая схема автомата модели 1П16 (рисунок 1.6) состоит из цепи привода главного движения, цепи вращения распределительного вала, цепи привода приспособлений.

*Привод главного движения.* Главным движением в автомате является вращение шпинделя с заготовкой из прутка.

Привод главного движения осуществляется от асинхронного электродвигателя мощностью  $N = 3$  кВт и частотой вращения  $n = 960$  мин<sup>-1</sup>.

От электродвигателя М вращение передаётся на главный вал III через клиноремennую передачу со сменными шкивами А и Б, установленными на валу I электродвигателя М и главном валу III основания.

С вала III плоскоремennой передачей со шкивами диаметром Ø180 мм и Ø90 мм движение передаётся непосредственно на шпиндель IX автомата.

Наличие сменных шкивов с диаметрами 68, 95, 118, 132, 150, 157, 200, 225 и 254 мм (или 64, 79, 98, 110, 118, 132, 150, 157, 200 и 225 мм) даёт возможность получать 22 ступени частот вращения шпинделя от  $n_1 = 500$  мин<sup>-1</sup> до  $n_{22} = 5600$  мин<sup>-1</sup>.

Для настройки цепи привода расчётные перемещения запишутся так:

$$n_{эд}, \text{ мин}^{-1} \rightarrow n_{шп}, \text{ мин}^{-1},$$

а уравнение кинематического баланса:

$$n_{эд} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{180}{90} = n_{шп}, \text{ мин}^{-1} \quad \text{или} \quad 960 \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{180}{90} = n_{шп}, \text{ мин}^{-1}.$$

Частота вращения шпинделя зависит от скорости резания  $V_p$  и диаметра обрабатываемой заготовки  $d_3$  и определяется по формуле:

$$n_{шп} = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d_3}, \text{ мин}^{-1}.$$

Из уравнения кинематического баланса получаем формулу настройки цепи главного движения:

$$\frac{A}{B} = \frac{n_{шп}}{1920} \quad \text{или} \quad \frac{A}{B} \approx \frac{V_p}{6 \cdot d_3}.$$

*Привод распределительного вала.* Управление движениями подач инструментов и заготовки, перемещениями других органов автомата осуществляют кулачки, установленные на распределительном валу VIII.

При вращении распределительного вала кулачки через рычажную систему воздействуют на подвижные узлы станка и осуществляют необходимые движения, а также координацию (взаимосвязь) движений различных органов станка во времени, обеспечивая тем самым автоматический цикл работы станка.

Кулачки Г управляют движениями балансира; Д, Е и Ж - движениями соответственно 3-го, 4-го и 5-го суппортов; К - включением и выключением быстрого вращения распределительного вала; Л - механизмом разжима и зажима заготовки; М - перемещением шпиндельной бабки; В - управляют приводом приспособлений; З - управляют ловителем деталей.



Длина пути и закон перемещения инструментов на суппортах и заготовки со шпиндельной бабкой обеспечиваются соответствующим профилем кулачков и передаточными отношениями рычажных систем, передающих движение от кулачков к суппортам, балансиру и шпиндельной бабке.

Согласование движений различных органов станка (цикл работы) во времени обеспечивается соответствующим относительным угловым закреплением кулачков на распределительном валу.

В автомате модели 1П16 распределительный вал кроме цепи медленного вращения при рабочем ходе имеет цепь ускоренного вращения.

*При рабочем ходе.* Распределительный вал VIII получает вращение от главного вала III через клиноременную передачу со шкивами диаметром  $\varnothing 109$  и  $\varnothing 148$  мм, червячную пару  $K = 1$  и  $Z = 32$ , гитару сменных зубчатых колёс а, б, в, г, д, е, полумуфты  $K - K1$ , клиноременную передачу со шкивами диаметрами  $\varnothing 232$  и  $\varnothing 137$ , включенную муфту  $KM1$ , червяк  $K = 2$  и червячное колесо  $Z = 45$ .

Заменой сменных шестерён гитары на автомате возможно получить 37 ступеней вращения распределительного вала на каждую скорость вращения шпинделя.

Станок комплектуется набором сменных шестерён модулем 2 мм для гитары (а, б, в, г, д, е) с числом зубьев:  $z = 24, 26, 28, 30, 32, 35, 43, 46, 48, 50, 52, 54$ .

Для определения частоты вращения распределительного вала в минуту и подбора чисел зубьев сменных колёс гитары имеем:

расчётные перемещения

$$n_{эд}, \text{ мин}^{-1} \rightarrow n_{р.в.}, \text{ мин}^{-1};$$

уравнение кинематического баланса

$$960 \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{109}{148} \cdot \frac{1}{32} \cdot i_r \left( \frac{a}{б} \cdot \frac{в}{г} \cdot \frac{д}{е} \right) \cdot \frac{232}{137} \cdot \frac{2}{45} = n_{р.в.}, \text{ мин}^{-1}.$$

Из этого уравнения находим передаточное отношение гитары  $i_r$ :

$$i_r = \left( \frac{a}{б} \cdot \frac{в}{г} \cdot \frac{д}{е} \right) = n_{р.в.} \cdot \frac{B}{A} \cdot \frac{148 \cdot 16 \cdot 137 \cdot 45}{960 \cdot 109 \cdot 232} \approx n_{р.в.} \cdot \frac{B}{A} \cdot 0,6013 \approx 0,6 \cdot \frac{B}{A} \cdot n_{р.в.}$$

В этой формуле диаметры шкивов А и Б были определены при настройке привода главного движения и теперь известны.

Частота вращения распределительного вала связана со временем цикла  $t_{ц}$  изготовления одной детали, которое рассчитывается при разработке технологического процесса изготовления детали и карты наладки

$$n_{р.в.} = \frac{1}{t_{ц}}, \text{ мин}^{-1},$$

где  $t_{ц}$  — время изготовления одной детали (время цикла), мин.

*При ускоренном ходе.* Распределительный вал получает вращение от электродвигателя М через ременную передачу со шкивами диаметрами  $\varnothing 100$  и  $\varnothing 114$ , винтовую зубчатую передачу с колёсами  $z = 18$  и  $z = 12$ , клиноременную передачу со шкивами диаметрами  $\varnothing 88$  и  $\varnothing 143$ , зубчатые колёса  $z = 20, 32, 56$ , через полумуфты  $K - K2$ , клиноременную передачу со шкивами  $\varnothing 232$  и  $\varnothing 137$  и червячную передачу  $K = 2$  и  $Z = 45$ .

Уравнение кинематического баланса:

$$n_{р.в.(Б.Х.)} = 960 \cdot \frac{100}{114} \cdot \frac{18}{12} \cdot \frac{88}{143} \cdot \frac{20}{32} \cdot \frac{32}{56} \cdot \frac{232}{137} \cdot \frac{2}{45}$$

*Привод приспособлений.* Шпиндели приспособлений вращаются от главного вала III, с которым они связываются ременными передачами, расположенными в левом конце вала III. Движение от распределительного вала VIII к исполнительным механизмам приспособлений передаётся посредством рычажных систем и кулачков В.

### Основные узлы и механизмы автомата

**Шпиндельная бабка 3** (рисунок 1.5) предназначена (вместе со шпинделем) для зажима вращения и продольного перемещения обрабатываемого прутка. Шпиндельная бабка автомата собрана в корпусе, представляющем собой чугунную отливку с направляющими в форме ласточкиного хвоста для перемещения в направлении станины.

Подача шпиндельной бабки вперёд производится кулачком и была подробно рассмотрена ранее (см. рисунок 1.2).

Направляющие шпиндельной бабки смазываются с помощью шприца через шариковые маслѐнки. Очень важно правильно и своевременно смазывать подшипники шпинделя. Внутри корпуса бабки 2 (рисунок 1.7) на двух опорах смонтирован полый шпиндель 5. Передней опорой служит специальный регулируемый игольчатый подшипник. Он состоит из наружной обоймы 8, сепаратора 4, в котором уложены иглы. Задней опорой шпинделя служат два радиально-упорных подшипника 46306. Приводной шкив 16 получает вращение от главного вала автомата плоским ремнѐм и через поводок 18 и шпонки 17 передаѐт на шпиндель. Шпиндель разгружен от усилия натяжением ремня за сѐт передачи нагрузки через внутренние кольца подшипников 36307 на корпус бабки 2.

Пруток проходит внутри шпинделя и зажимается цангой. Зажим и разжим цанги производится кулачками, установленными на распределительном валу, через систему рычагов, муфту 12, конусную втулку 13, рычаги 10, нажимную втулку 3 и конусную втулку 6. С лицевой стороны корпуса крепится планка 19 для подачи шпиндельной бабки.

Регулировка зазора в переднем подшипнике производится затягиванием гайки 9 и проверяется индикатором. Для установки зазора необходимо снять со шпинделя колпачок, установить индикатор так, чтобы его мерительный штифт касался цилиндрической поверхности шпинделя. Покачиванием шпинделя определяем зазор. Усилие, прилагаемое к шпинделю, не должно превышать 20 Н, в противном случае к показанию зазора может прибавиться погрешность, вызываемая деформацией шпинделя.

При скоростях шпинделя до 1350 мин<sup>-1</sup> и при работе автомата с люнетом зазор должен быть в пределах от 0,008 до 0,01 мм. При больших скоростях зазор нужно увеличить. При работе без люнета зазор нужно уменьшить, но температура зоны подшипника не должна превышать 55°C. Поворот гайки на одно деление соответствует изменению радиального зазора примерно на 0,0015 мм.

Для увеличения зазора необходимо:

- ослабить гайку 9 на один оборот;
- гайку 7 завернуть на пол-оборота, затем отвернуть на один оборот;
- затягиванием гайки 9 отрегулировать необходимый зазор;
- гайку 7 завернуть до лёгкого касания корпуса.

После того как зазор отрегулирован, положение гаек 7 и 9 фиксируется.

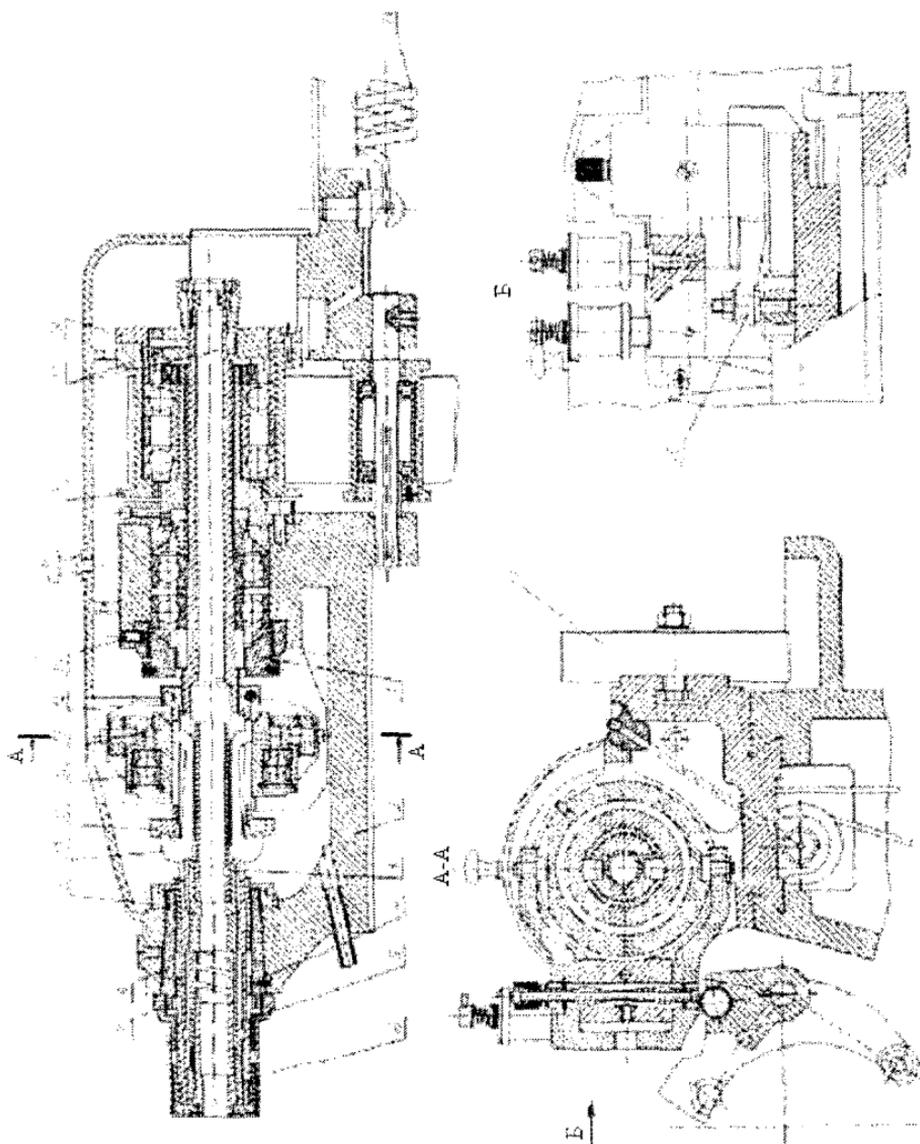


Рисунок 1.7 – Шлиндельная бабка

Регулировка осевого зазора в задней опоре производится следующим образом:

- отпустить винт 15;
- гайкой с лимбом 1 отрегулировать необходимый зазор в радиально-упорных подшипниках;
- затянуть стопорный винт 15 и произвести пробную проточку.

Если качество обработанных торцов не соответствует требованиям чертежа, нужно повернуть гайку 1 на половину деления, не отпуская стопорного винта.

Регулировка усилия зажима «грубо» и положение муфты 12 производится поворотом эксцентрикового пальца 20; при этом муфта 12 не должна касаться втулки 11. Точно усилие зажима цанги регулируется гайкой 14, которая стопорится винтом. Маслёнki-капельницы должны быть отрегулированы так, чтобы поступление масла было не более одной-двух капель в минуту.

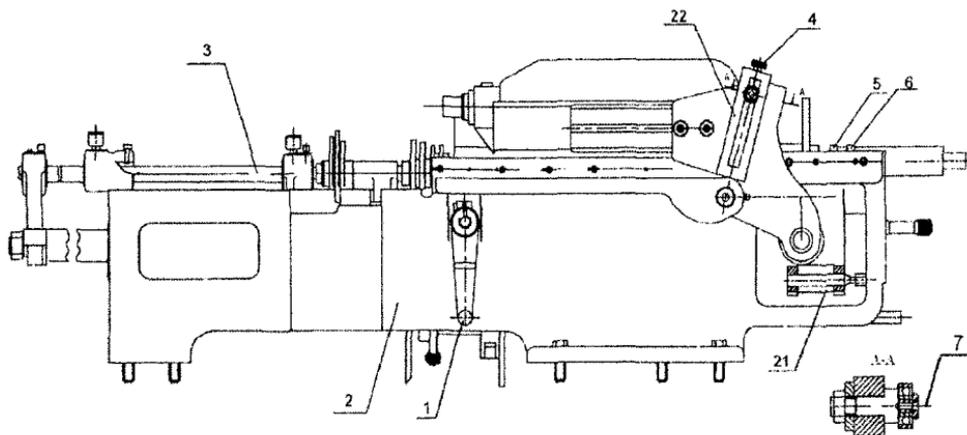


Рисунок 1.8 – Станина и распределительный вал

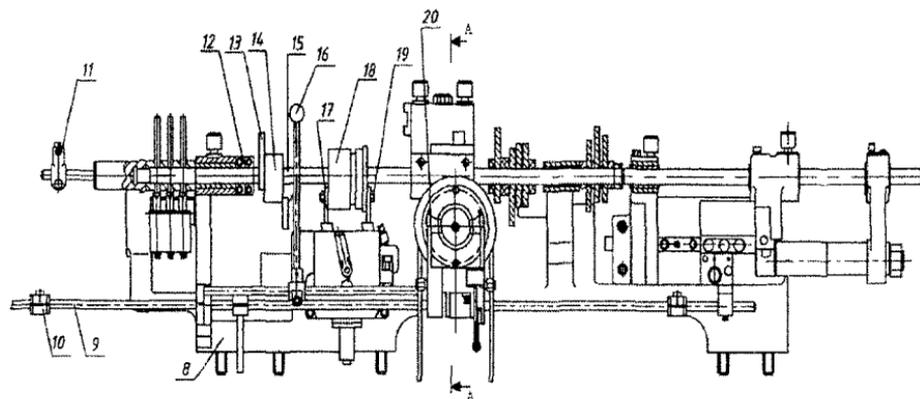


Рисунок 1.9 – Распределительный вал

**Станина и распределительный вал** (рисунок 1.8, 1.9, 1.10). На станине 2 (рисунок 1.8) монтируются все основные механизмы, связанные с непосредственным изготовлением детали. В правой верхней части станина имеет направляющие, по которым перемещается шпиндельная бабка.

Передаточное отношение плеч рычагов 21 и 22 (рисунок 1.8) механизма подачи шпиндельной бабки изменяется от 1:1 до 1:3. В средней части станины крепится суппортная стойка. В задней части станины расположен многоопорный распределительный вал 3. Три левые опоры съёмные.

Вал получает вращение от коробки подач через клиноременную передачу, предохранительную и кулачковую муфту 27 (рисунок 1.10) при перемещении рукоятки 31 с поперечным валом «на себя».

Ручное вращение распределительного вала производится перемещением рукоятки 31 с поперечным валом 30 «от себя» с последующим вращением. При этом кулачковая муфта 27 расцепляется, а муфта 33 сцепляется.

На распределительном валу устанавливаются кулачки, управляющие работой всех механизмов и приспособлений автомата.

В случае аварийного состояния: обрыв ремня, перегрузки на распределительном валу, поломки резьбонарезного инструмента приспособления во время автоматического цикла, а также при окончании прутка срабатывают блокирующие устройства, и рычажная система блокирует кулачковую муфту сцепления 26 (рисунок 1.10) с червяком распределительного вала и останавливает электродвигатель.

Поворотом рукоятки 16 (рисунок 1.9) система блокировки вводится в рабочее положение. Поворотом валика 9 проверяется надёжность срабатывания блокировочной системы. Рычаг 10 устанавливается на валике блокировки так (при отключённой ножевой системе), чтобы плоскость рычага нажала на ролик микропереключателя до щелчка. Включение и выключение ускоренного хода распределительного вала осуществляется при помощи кулачков 17 и 19, которые имеют возможность перемещаться по кольцевым выточкам барабана 18. Управляют зажимом и разжимом цанги кулачки 13 и 15, установленные на барабане 14.

Регулирование. Соотношение плеч рычажной системы шпиндельной бабки изменяется перемещением камня 7, рычага 22 винтом 4 (рисунок 1.8). Для получения размеров с точными допусками на отдельных участках длины детали, при работе по нескольким кулачкам, копирные пальцы (не показаны) устанавливаются на заданные размеры винтом. Зазор в червячной паре распределительного вала регулируется следующим образом (рисунок 1.10). Винтом освобождается гильза 23 с рейкой, связанной с шестернёй 24. Поворотом шестерни перемещается гильза с двухзаходный червяком 28, имеющим непрерывно увеличивающуюся толщину витка. После установки необходимого зазора в червячном зацеплении зажимаем гильзу винтом. Необходимо заново выставить на поперечном валу втулку фиксации 29 и отрегулировать положение рычага и ножевую систему. Усилие срабатывания предохранительной муфты регулируется гайкой 25. Уменьшение зазора между направляющими станины и шпиндельной бабки осуществляется за счёт прижима планки винтом 5 и 6 (рисунок 1.8). Уменьшение осевого люфта распределительного вала осуществляется гайкой 12 (рисунок 1.9). Самопроизвольное выключение автоматического цикла устраняется за счёт подтяжки гайки 32 (рисунок 1.10). Остановка автомата по окончании цикла производится настройкой рычага 11 (рисунок 1.9).

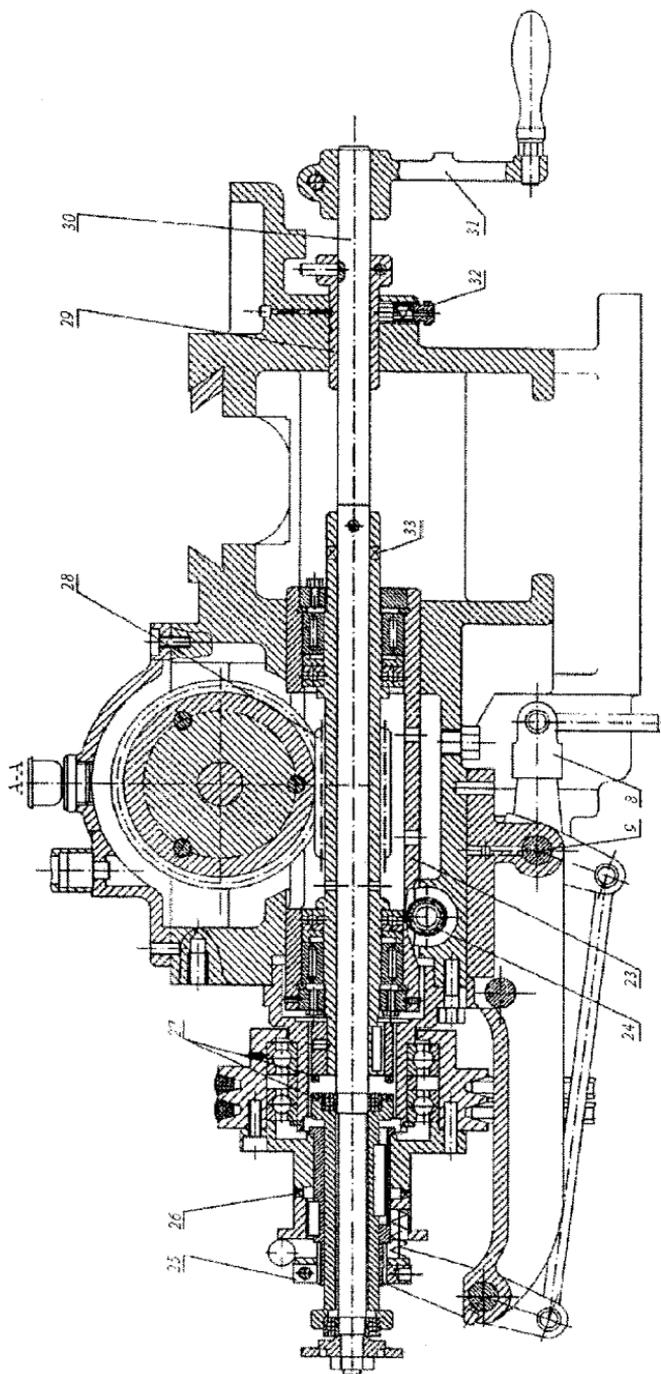
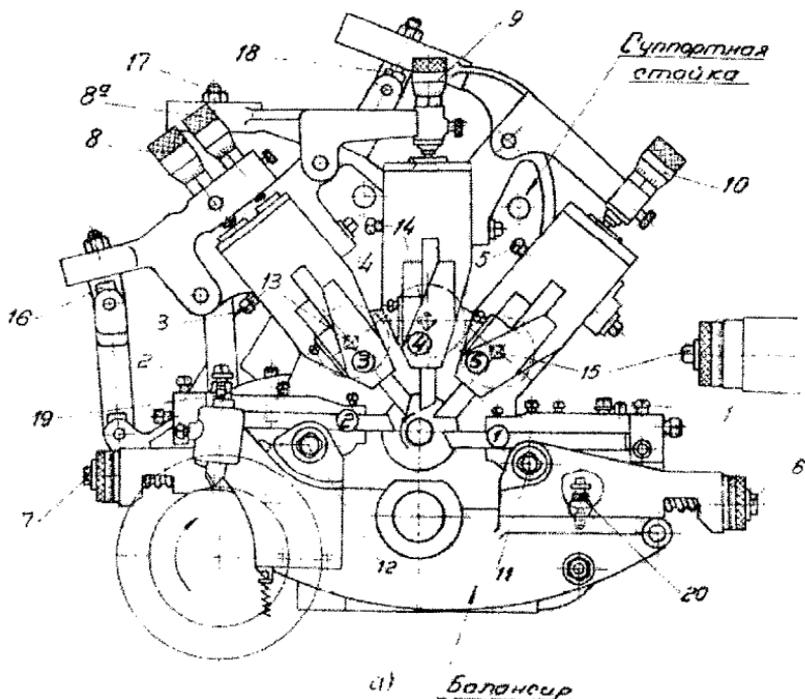


Рисунок 1.10 – Разрез по червячной передаче

Суппортная стойка 2 (рисунок 1.5 и рисунок 1.11, в) установлена в средней верхней части станины автомата и предназначена для размещения вертикальных суппортов №3, 4 и 5, балансира с суппортами №1 и 2 и люнета (рисунок 1.11, а, б, в).

Корпус 21 стойки (рисунок 1.11, б) представляет собой фасонную чугунную отливку, на передней стенке которой расположены три самостоятельных поперечных суппорта. В средней части корпуса выполнено отверстие, соосное оси вращения шпинделя, для размещения люнета; чуть ниже – ещё одно отверстие для крепления оси балансира. Конструкция всех суппортов одинаковая. Она состоит из корпуса 26 (рисунок 1.11, б), вставленного цилиндрическим хвостовиком в отверстие суппортной стойки и имеющего направляющие типа «ласточкин хвост», ползуна (подвижной салазки) 34, перемещающегося по направляющим корпуса 26 и несущего резцедержатель 35.

Движение радиальной подачи по направлению к центру заготовки на все суппорты передаётся от кулачков распределительного вала через регулируемые щупы (пальцы) 37 (рисунок 1.11, в), тяги 50 (рисунок 1.11, в) с серьгами 40 и рычаги 41, 43, 44. Последние имеют на одном конце упорные микрометрические винты 8, 8а, 9, 10 (рисунок 1.11, а), а на другом конце – пазы, в которых закрепляются серьги гайками 17. Смещение серёг по длине паза приводит к изменению передаточного отношения рычагов (от кулачков до резцов).



а – суппортная стойка с балансиром; б – суппортная стойка (разрез); в – суппортная стойка

Рисунок 1.11 – Суппортная стойка

Возврат суппортов в исходное положение осуществляется пружинами 32 (рисунок 1.11, б). Каждый суппорт с установленным на нём резцом имеет три вида регулировок:

- на глубину резания в радиальном направлении – микрометрическим винтом (причём суппорт №3 имеет два микрометрических винта 8 и 8а с лимбами);
- вдоль оси обрабатываемой заготовки;
- по центру заготовки.

В центре суппортной стойки (рисунок 1.11, б) установлен состоящий из конусной втулки 23, гильзы 24 и гайки 22 неподвижный люнет, центрирующий пруток и воспринимающий радиальные усилия резания при обработке деталей.

**Люнетная втулка.** Величина проходного отверстия в люнетной цанге регулируется за счёт её осевого смещения гайкой 25 (рисунок 1.11, б). Установка вылета люнета производится перемещением стакана 24 и фиксируется зажатием втулки 23 гайкой 22. Все детали люнета для предупреждения их поворота фиксируются установочными (винтами) штифтами и шпонками.

Неподвижный люнет применяется в большинстве случаев, так как обеспечивает более высокую точность обработки, чем вращающийся. Его недостатком является повышенный износ опорной поверхности люнетной цанги.

Обработка заготовок из прутков квадратного и шестигранного сечения производится всегда с применением вращающегося люнета.

При обработке коротких заготовок люнет может быть снят, а шпиндельная бабка устанавливается так, чтобы в момент отрезания расстояние между торцом шпинделя и плоскостью резцов было 1...2 мм.

Суппорт № 4, имеющий жёсткий упор, предназначается для обработки более точных диаметров. Для работы на жёстком упоре необходимо: ослабить усилие пружины винтом 29 (рисунок 1.11, б) и винтами 30 и 31, отрегулировать ход суппорта так, чтобы винт 31 упирался в планку 28.

Суппорт № 3 оснащён двумя кулачками и двумя микрометрическими винтами, поэтому он может обрабатывать два и более диаметра с высокой точностью, не зависящей от перепада радиусов на кулачке. Меньший диаметр обрабатывают при работе суппорта от микровинта 42 (рис. 11, в).

Регулирование. Соотношение плеч рычажной системы для суппортов 3, 4 и 5 (рисунок 1.11, в) устанавливается перемещением серьги 40 по пазам рычагов.

Отношения плеч могут изменяться:

- для резца № 3 от 1:1,15 до 1:1;
- для резца № 4 от 1:1,2 до 1:0,7;
- для резца № 5 от 1:2,4 до 1:1,6;
- для резцов № 1 и № 2 равно 1:2,5.

Копирные пальцы 37 на профили кулачков устанавливаются при помощи винтов 38. Положения рычагов регулируется, при проходе прорези кулачков над копирными пальцами, при помощи винтов 39 на упоре 36.

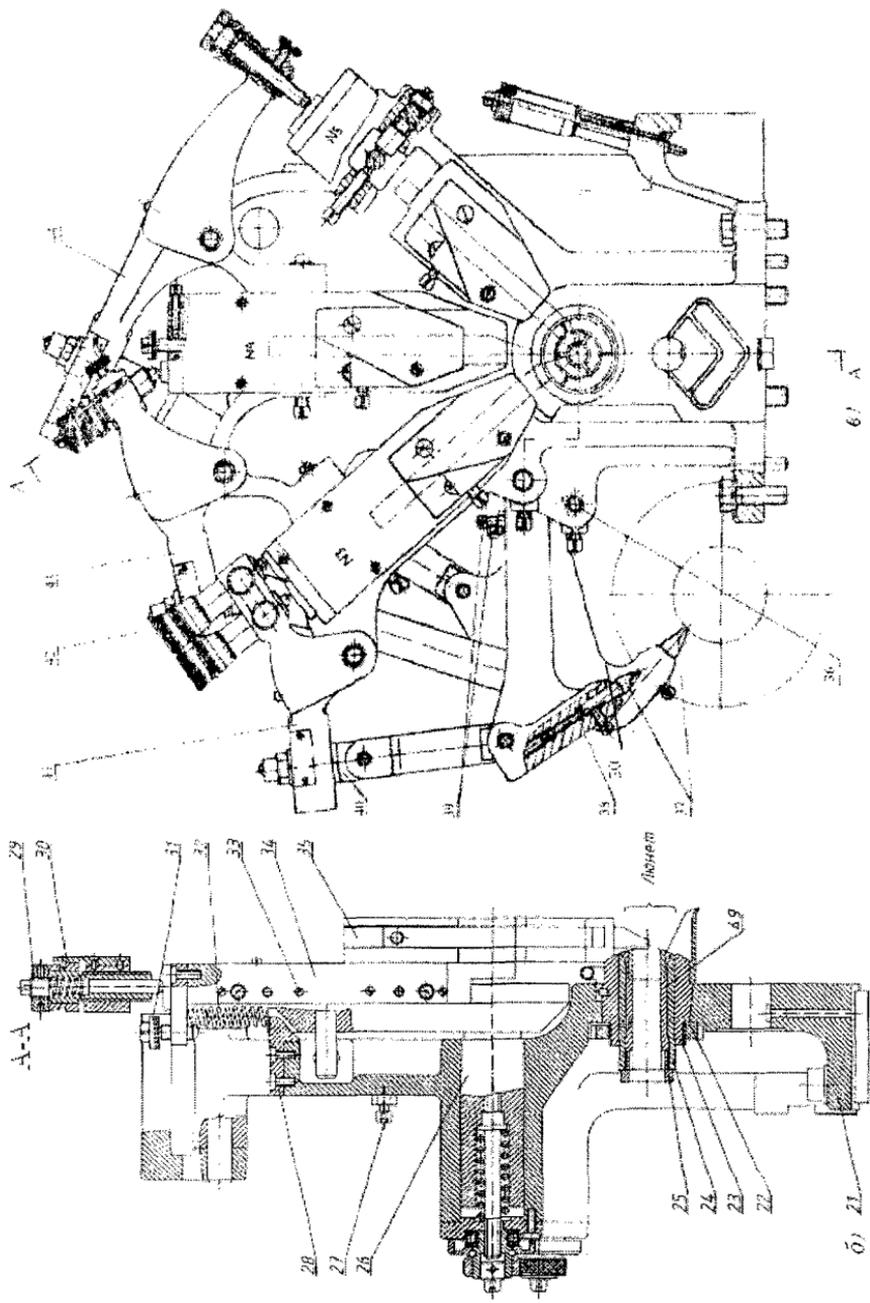


Рисунок 1.11 – Продолжение

Регулирование зазора между прутком и люнетной втулкой производится при помощи гайки 25 (рисунок 11, б). Установка вылета люнета производится перемещением гильзы 24 и фиксируется зажатием конусной втулки 23 при помощи гайки 22. Положение сцентрированного суппорта фиксируется винтом 27. Стопорение микровинта упора балансира производится винтом 48 (рисунок 11, г). Зазор между направляющими корпуса суппорта и ползуна регулируется прижимом планки винтами 33 (рисунок 11, б).

Регулировка резцов по центру вдоль заготовки и по диаметру осуществляется следующими винтами, представленными в таблице 1.2 (рисунок 11, а).

Таблица 1.2 – Регулировка резцов по центру вдоль заготовки и по диаметру

№ резца	№° винта для регулировки по центру изделия	Регулировка по диаметру изделия		Регулировка вдоль оси изделия	
		№° винта	Цена деления лимба	№° винта	Цена деления лимба
1	1	6 и 20	0,005 мм	11	0,01 мм
2	2	7	0,005 мм	12	0,01 мм
3	3	8 и 8а	0,01 мм	13	0,005 мм
4	4	9	0,01 мм	14	0,005 мм
5	5	10	0,01 мм	15	0,005 мм

Передаточное отношение от кулачков на распределительном валу до верхних суппортов регулируется изменением длин рычагов посредством перемещения серёг 16, 18 в пазах рычагов с последующей их фиксацией гайками 17.

Положение жёсткого упора суппорта №1 балансира регулируется микрометрическим винтом 20.

**Балансир** (рисунок 1.12) представляет собой чугунное коромысло 15, установленное на оси 20 в отверстие нижней части суппортной стойки. На балансире расположены два горизонтальных поперечных суппорта, совершающих качающее движение относительно оси 20 от одного общего кулачка. Обратный ход осуществляется пружиной 21. При обработке сложных заготовок подача балансира по аналогии со шпиндельной бабкой может производиться последовательно от двух кулачков. Движение от кулачка передаётся через башмак 16, установленный на кронштейне балансира с передаточным отношением 1:2,5. Каждый суппорт состоит из подвижных салазок 17 и резцедержателя 7. Резец крепится в резцедержателе с помощью винта 6.

Суппорты балансира имеют три вида регулировок: на глубину резания - перемещение салазок 17 винтом 5 с лимбом 8; по длине детали - винтом 9 с лимбом 18; по центру обрабатываемой детали - за счёт поворота резцедержателя 7 вокруг оси 9 винтом 19. Суппорты балансира являются самыми жёсткими и массивными и имеют более тонкую регулировку, поэтому их рекомендуется применять для выполнения самых точных работ. Правый суппорт балансира используется при обточке высококачественных цилиндрических поверхностей. Направляющие суппорты балансира смазываются также разбрызгиванием охлаждающей жидкости.

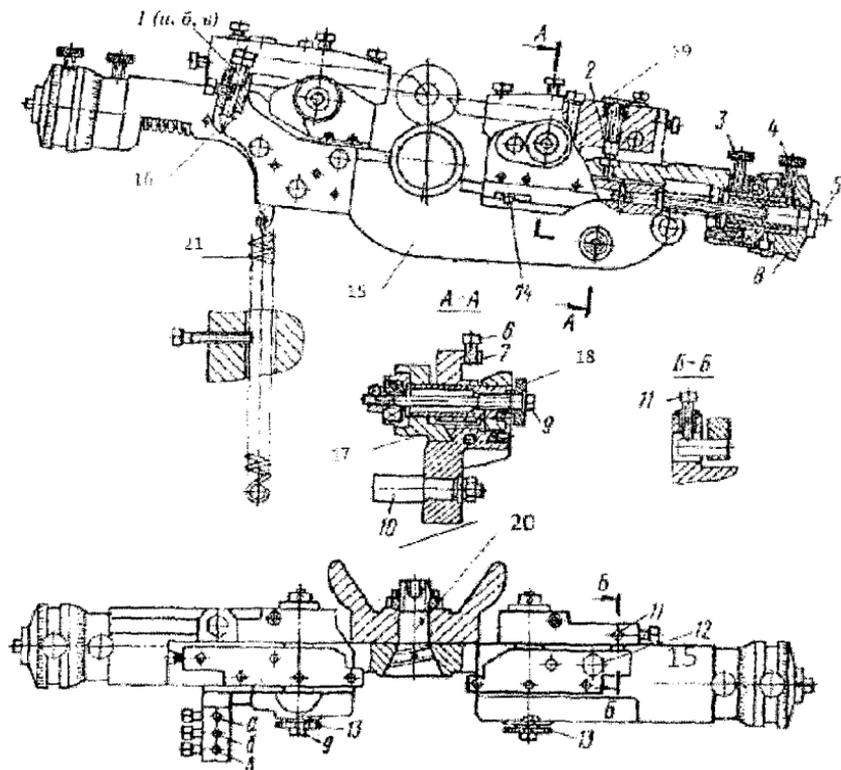


Рисунок 1.12 – Балансир с суппортами

**Регулирование.** Резец балансира №1 при работе на упоре регулируется на диаметр обработки микрометрическим винтом упора 20 (рисунок 1.11, а), оснащённым лимбом. Цена деления лимба равна 0,0047 мм.

Если резец должен обрабатывать два диаметра, то установку производят вначале на больший диаметр винтом 6, затем на меньший диаметр микрометрическим винтом упора 20 (балансир на упоре). При точных работах одним и тем же суппортом на разных диаметрах детали используется несколько кулачков.

Копирные пальцы устанавливаются на профили кулачков при помощи винтов 1а, 1б, 1в (рисунок 1.12). Точная регулировка позволяет обрабатывать детали с высокой точностью, так как при этом компенсируется неточность изготовления перепадов на кулачках. Зазор между зеркалом стойки и корпусом балансира регулируется гайками 11 и 12 (рисунок 1.11, а). Усилие пружины 21 (рисунок 1.12), прижимающей балансир к кулачкам, осуществляется при помощи гайки.

**Коробка подач** (рисунок 1.13) установлена внутри основания и крепится на задней стенке. На лицевой стороне коробки расположен механизм изменения скоростей с тремя парами сменных колёс. Вращение рабочего хода передаётся на гитару от главного вала автомата через червячную передачу 1 и 7.

На валике 2 расположена зубчатая муфта 4, предназначенная для переключения вращения распределительного вала автомата с рабочего хода на ускоренный и обратно. При сцеплении муфты 4 с полумуфтой 3, валик 2 получит вращение рабочего хода, при сцеплении муфты 4 с полумуфтой 5 выходной валик получит вращение ускоренного хода распределительного вала.

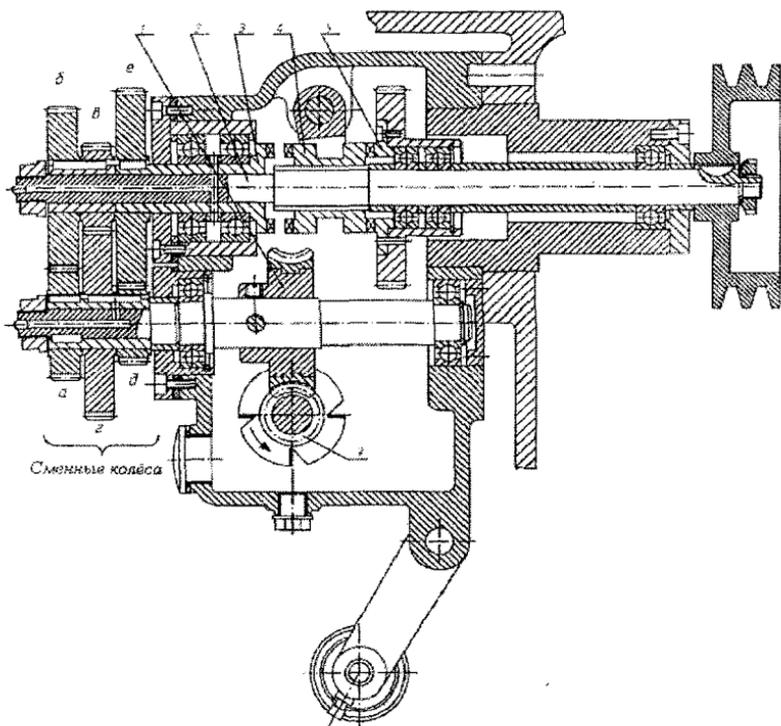


Рисунок 1.13 – Коробка подач (разрез)

**Трёхшпиндельное сверлильно-резьбонарезное устройство.** Приспособление предназначено для обработки отверстий и нарезания внутренних и наружных резьб в обрабатываемых на автомате деталях. Оно состоит из корпуса с расположенными в нём тремя шпинделями: невращающимся центровочно-сверлильным, вращающимся сверлильным и вращающимся резьбонарезным. Невращающийся шпиндель используют для центrovания торцов, сверления или растачивания отверстий. С помощью вращающегося сверлильного шпинделя осуществляют сверление отверстий методом встречного вращения. В обоих случаях применяют левый режущий инструмент.

Вращение шпинделя передаётся от шкивов, расположенных на главном валу станка, через ременную передачу. Направление вращения резьбонарезного шпинделя устройства при нарезании правых резьб совпадает с направлением вращения шпинделя автомата. Поворот дополнительного устройства в требуемое положение шпинделя производится дисковыми кулачками, продольная подача шпинделей – цилиндрическими кулачками, расположенными на барабане, установленном на распределительном валу.

**Указания по эксплуатации автомата.** При первоначальном пуске автомата необходимо рукоятку ручного привода подать «от себя» и включить электродвигатель. Медленно, вручную, повернуть распределительный вал на 2-3 оборота в направлении стрелки, указанной на рукоятке и проверить работу всех механизмов. После этого обкатать автомат на малых оборотах в течение одного часа и на больших – 30 мин.

При эксплуатации автомата необходимо соблюдать следующие требования:

1. Тщательно проверить наличие смазки на трущихся поверхностях.
2. Следить за тем, чтобы при работе температура подшипников шпинделя не превышала 55°С. После годичной эксплуатации заменить иглы переднего подшипника шпинделя.
3. Рабочие поверхности кулачков должны находиться под смазкой.
4. Перед пуском автомата на автоматический цикл необходимо проворачивать распределительный вал вручную.
5. Перед началом работы «прогреть» автомат на холостом ходу и убедиться, что все механизмы работают нормально и вращающиеся части не перегреваются.
6. В целях сохранения ремня привода шпинделя не допускается перемещать шпиндельную бабку при невращающемся шпинделе.
7. Перед вводом прутка в загрузочное устройство его следует заострить на конус с углом при вершине 40° ... 50°.
8. При заправке прутка необходимо проверить его фактический размер и, в случае необходимости, произвести регулировку зажима цанги и зазора в люнете.
9. Не следует проворачивать распределительный вал при невращающемся шпинделе автомата и установленном в люнете прутке.
10. Не останавливать шпиндель автомата, пока не выключен распределительный вал.
11. Периодически в трубу загрузочного устройства вводить масло.
12. Постоянно следить за чистотой автомата.

**Наладка станка.** Наладка станка – это осуществление мероприятий по подготовке его к обработке изделий по принятому технологическому процессу. Для любой автоматической машины (независимо от системы управления) необходимо программирование рабочего цикла, осуществляемое включением сферы обработки. Для программирования необходимы чертёж обрабатываемой детали и технические данные автомата, на основе которых разрабатывается технологический процесс обработки, рассчитываются и изготавливаются программноносители (в данном случае кулачки распределительного вала).

Процесс программирования состоит из двух этапов:

1. Проектирование рабочего цикла, включающего составление технологического процесса обработки и составление карты наладки.
2. Проектирование программноносителей (кулачков), которое производится по данным карты наладки.

Закончив расчёты кинематических цепей автомата, расчёты, связанные с проектированием, и изготовив необходимую оснастку (кулачки, специальные державки, инструмент), приступают непосредственно к настройке и наладке автомата. Настройка и наладка производится в следующем порядке.

1. Установить цангу зажима в шпиндельную бабку.
2. Установить цангу в люнет.

3. Установить сменные шкивы, сменные зубчатые колёса коробки подач согласно карте наладки.
4. Отвинтить упорную планку механизма подачи шпиндельной бабки.
5. Установить кулачки на распределительный вал так, чтобы нулевые деления на кулачках совпали с осями копирных пальцев соответствующих рычагов.
6. Вращать вручную распределительный вал до тех пор, пока ось копирного пальца не совместится с высокой точкой кулачка шпиндельной бабки. В этом положении закрепить упорную планку механизма подачи.
7. Произвести установку кулачков разжима и зажима цанги по циклу.
8. Заправить пружину и отрегулировать усилие зажима.
9. Отрегулировать зазор между цангой люнета и пружинкой.
10. Установить режущий инструмент.
11. Включить вращение шпинделя и, вращая вручную распределительный вал, проверить чередование переходов, включить систему блокировки.
12. Пользуясь лимбами, отрегулировать точные размеры изделия. Переключить на механический привод вращение распределительного вала.

### **Содержание отчёта по лабораторной работе**

1. Назначение станка.
2. Принцип работы станка (привести схему, поясняющую принцип работы станка).
3. Перечень функций, выполняемых распределительным валом станка.
4. Перечень кинематических цепей станка.
5. Уравнение кинематического баланса цепи главного движения и привода распределительного вала.

### **Контрольные вопросы**

1. Для обработки каких деталей предназначен станок модели 1П16?
2. Из каких основных узлов и механизмов состоит автомат продольного точения и как они скомпонованы?
3. Какие функции выполняет распределительный вал станка?
4. Какие движения совершают рабочие органы станка при обработке цилиндрических, конических, фасонных поверхностей, проточке канавок и отрезке заготовок?
5. Напишите уравнение баланса всех кинематических цепей автомата и выведите формулы настройки.
6. Как настроить станок на обработку деталей определённой длины?
7. Как настроить станок на обработку деталей из заготовок заданного диаметра?
8. Как производится регулировка суппортов на заданный диаметр обрабатываемой поверхности?
9. Как осуществляется регулировка зазора-натяга в опорах шпинделя?
10. Как устанавливаются кулачки на распределительном валу для обеспечения заданного цикла работы автомата?
11. Почему на автомате можно обрабатывать нежёсткие детали с высокой точностью?
12. Как переключается вращение распределительного вала с ручного на автоматическое и наоборот?

## Лабораторная работа № 2

### УСТРОЙСТВО И НАЛАДКА ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ПОЛУАВТОМАТА МОДЕЛИ 1Г340

*Цель работы:* закрепить теоретические знания о технологических возможностях одношпиндельных токарных полуавтоматов; изучить назначение, принцип работы, конструкцию и методы настройки полуавтомата модели 1Г340 на обработку заданной детали.

#### Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение и техническую характеристику станка.
2. Ознакомиться с устройством станка и органами его управления.
3. Ознакомиться с принципом работы станка и его кинематической схемой.
4. Изучить устройство основных узлов и их функциональное назначение.
5. Ознакомиться с принципами настройки станка на различные скорости резания и производительность.
6. Ознакомиться с принципами наладки и регулировки узлов и механизмов станка на выполнение различных работ.

#### Назначение станка

Станки с горизонтальной осью револьверной головки (рисунок 2.1) предназначены для высокопроизводительного выполнения сверлильных, токарных (обточки, расточки, зенкерования, развёртывания, отрезки, подрезки, прорезки канавок) и резьбонарезных (метчиками, плашками, с помощью резьбонарезного устройства) работ в условиях серийного производства.

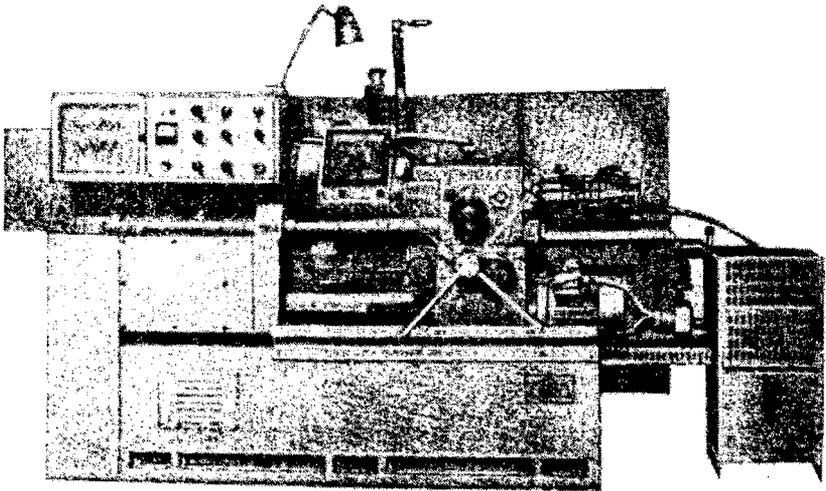


Рисунок 2.1 – Токарно-револьверный станок 1Г340

Обработка канавок и отрезание детали осуществляется за счёт круговой подачи револьверной головки.

При оснащении дополнительными устройствами на станках производится обработка конусов и фасонных поверхностей.

Станки изготавливаются в двух исполнениях: для обработки прутковых материалов шестигранного и круглого сечения диаметрами до 40 мм и обработки в трёхкулачковом патроне штучных заготовок диаметрами до 200 мм.

Автоматическое переключение частоты вращения шпинделя и подач суппорта при смене позиций револьверной головки в соответствии с программой, заданной на штекерной панели пульта управления, значительно повышает производительность труда на станках и удобство их обслуживания.

Для наладки и обработки мелких партий деталей предусмотрено ручное управление станками.

### Техническая характеристика полуавтомата

Наибольшие размеры обрабатываемого прутка при зажимной и подающей трубах, мм:	по-
круглого (диаметр)	40
шестигранного (размер под ключ)	32
Наибольшая длина прутка, мм	3000
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	400
Наибольшая длина подачи прутка, мм	100
Расстояние от переднего торца шпинделя до револьверной головки, мм	120-630
Расстояние от основания станка до оси шпинделя, мм	1060
Количество скоростей шпинделя:	
прямого вращения	12
обратного вращения	6
Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup> :	
прутковое исполнение	
прямое вращение	45-2000
обратное вращение	45-250
патронное исполнение	36-1600
скоростное исполнение	56-2500
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	60
Количество подач револьверного суппорта:	
продольных	12
поперечных	12
Подача, мм/об:	
продольная	0,035-1,6
поперечная	002-0,8
Скорость ускоренных продольных ускоренных продольных перемещений револьверного суппорта, м/мин	6

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, Н:	
продольных	5880
поперечных	2940
Питающая электросеть:	
род тока	переменный трёхфазный
частота, Гц	50
напряжение, В	380
Электродвигатели:	
– главного движения:	
тип	A132M6/4У3 M301
мощность, кВт	6,0/6,2
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	960/1440
– ускоренных продольных перемещений револьверного суппорта:	
тип	A71A4/2У3 M301
мощность, кВт	1,5
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1415
– привода гидравлики:	
тип	AX80B4У3 M301
мощность, кВт	1,5
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1415
– насоса охлаждающей жидкости:	
тип	X14-22M
мощность, кВт	0,12
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	2800
производительность, л/мин	22
– насоса смазки:	
тип	4A63B4У3
мощность, кВт	0,37
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1365
Габарит станка, мм	800x1200x1400
Масса станка, кг:	
без выносного оборудования	2500
с выносным оборудованием	3000

### Состав станка и органы управления

Общий вид станка с обозначением составных частей показан на рисунке 2.2.





*Продольная подача суппорта.*

Уравнение кинематического баланса:

$$1_{\text{об.шп.}} \cdot \frac{d_4}{d_3} \cdot \frac{d_5}{d_6} \cdot \frac{d_7}{d_8} - \text{АКП} \cdot \underbrace{\left\{ \begin{matrix} \text{ЭМ8} \\ \text{ЭМ9} \\ \text{ЭМ10} \end{matrix} \right\}}_b \cdot \left\{ \begin{matrix} \text{ЭМ6} \\ \text{ЭМ7} \end{matrix} \right\} \cdot \frac{28}{39} \cdot \frac{2}{34} \cdot \frac{24}{72} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 12 \rightarrow S_z, \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

Продольное перемещение вручную осуществляется от штурвала. Скорости подачи устанавливаются либо переключателями, либо штекерами на панели циклового управления.

*Поперечная (круговая) подача револьверной головки.*

Уравнение кинематического баланса:

$$1_{\text{об.шп.}} \cdot i_0 \cdot \frac{d_9}{d_{10}} \cdot \frac{32}{44} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{1}{33} \cdot \frac{19}{152} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R = S_r, \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

где  $R=100$  – радиус окружности центров инструментальных гнезд револьверной головки, мм.

Резьбонарезное устройство предназначено для нарезания по копиру 1 (винтовому) резцами или гребенками наружных и внутренних резьб различных шагов.

Уравнение кинематического баланса:

$$1_{\text{об.шп.}} \cdot \begin{pmatrix} \frac{40}{40} \cdot \frac{22}{44} = 1 \\ \frac{40}{40} \cdot \frac{33}{33} = 1 \end{pmatrix} \cdot t_k = t, \text{ мм},$$

где  $t_k$  – шаг резьбы копира 1, мм;

$t$  – шаг нарезаемой резьбы, мм.

Для нарезания резьбы опускается рычаг 5 до упора в планку 8 (рисунок 2.3). Вместе с ним опускается, занимая рабочее положение, суппорт 7 с резцом или гребенкой, а также резьбовая губка 2 на рычаге 3. Вращающийся резьбовой копира 1 перемещает губку 2, штангу 6, рычаг 5 и суппорт 7, обеспечивая подачу инструмента и нарезание резьбы.

Перемещение суппорта 7 ограничивается упором на рычаге 5 (не показан на рисунке). В результате действия упора рычаг и суппорт приподнимаются, губка 2 выходит из контакта с копиром 1, и штанга 6 под действием пружины 4 возвращает суппорт в исходное правое положение.

Для повторения цикла многопроходного нарезания необходимо вновь опустить рычаг 5, а резьбовую гребенку подать на глубину резания в поперечном направлении.

## Основные узлы и механизмы полуавтомата

**Станина** состоит из основания, верхней станины и встройки автоматической коробки скоростей. В нишах основания смонтированы станция смазки и станция охлаждающей жидкости. С левого торца основания на подmotorной плите установлен электродвигатель главного движения, а на задней стенке на подвижной плите – коробка скоростей.

В средней части основания предусмотрен проём для сбора стружки, которая, падая на наклонную плоскость, смещается в зону, удобную для уборки.

К основанию жёстко крепится верхняя станина с призматическими направляющими для перемещения револьверного суппорта.

Левая часть верхней станины предназначена для крепления шпиндельной бабки, коробки подач, редуктора привода круговых подач револьверной головки и фартука револьверного суппорта.

В правой части станины между направляющими размещён упор ограничения продольного хода револьверного суппорта.

**Коробка скоростей.** На станках применена унифицированная автоматическая коробка скоростей типа АКС206-32-31 (рисунок 2.4). Вращение от электродвигателя на входной вал 4 коробки скоростей и с выходного вала 1 на шпиндель передаётся плоскозубчатыми ременными передачами.

В четырёхваловой коробке скоростей имеется пять электромагнитных муфт, которые, включаясь попарно, дают на выходном валу 12 ступеней частоты вращения (с учётом двухскоростного электродвигателя).

Переключение частоты вращения можно производить на ходу и под нагрузкой. Реверсирование шпинделя осуществляется электродвигателем.

В коробке скоростей использованы нормализованные электромагнитные муфты с магнитопроводящими дисками и бесконтактным токопроводом типа ЭТМ-104 (поз. 3) и ЭТМ-114 (поз. 2).

Смазка коробки скоростей производится централизованно.

**Коробка подач** смонтирована в отдельном корпусе (рисунок 2.5). Ведущий вал 2 коробки подач получает вращение от последнего вала коробки скоростей через плоскозубчатую ременную передачу.

С помощью пяти электромагнитных муфт 3 типа ЭТМ и блока зубчатых колёс 1 обеспечивается 12 подач револьверного суппорта в двух диапазонах (по 6 автоматических подач).

Смазка коробки подач осуществляется централизованно.

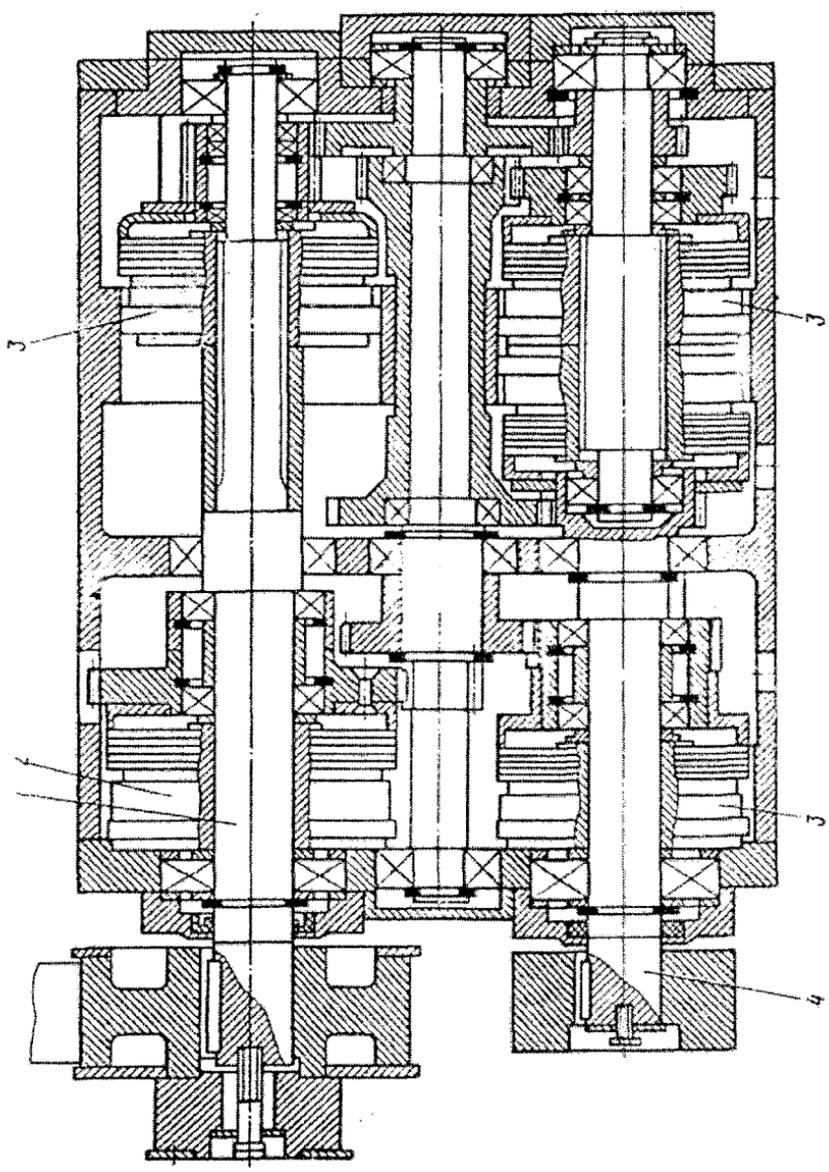


Рисунок 2.4 – Коробка скоростей

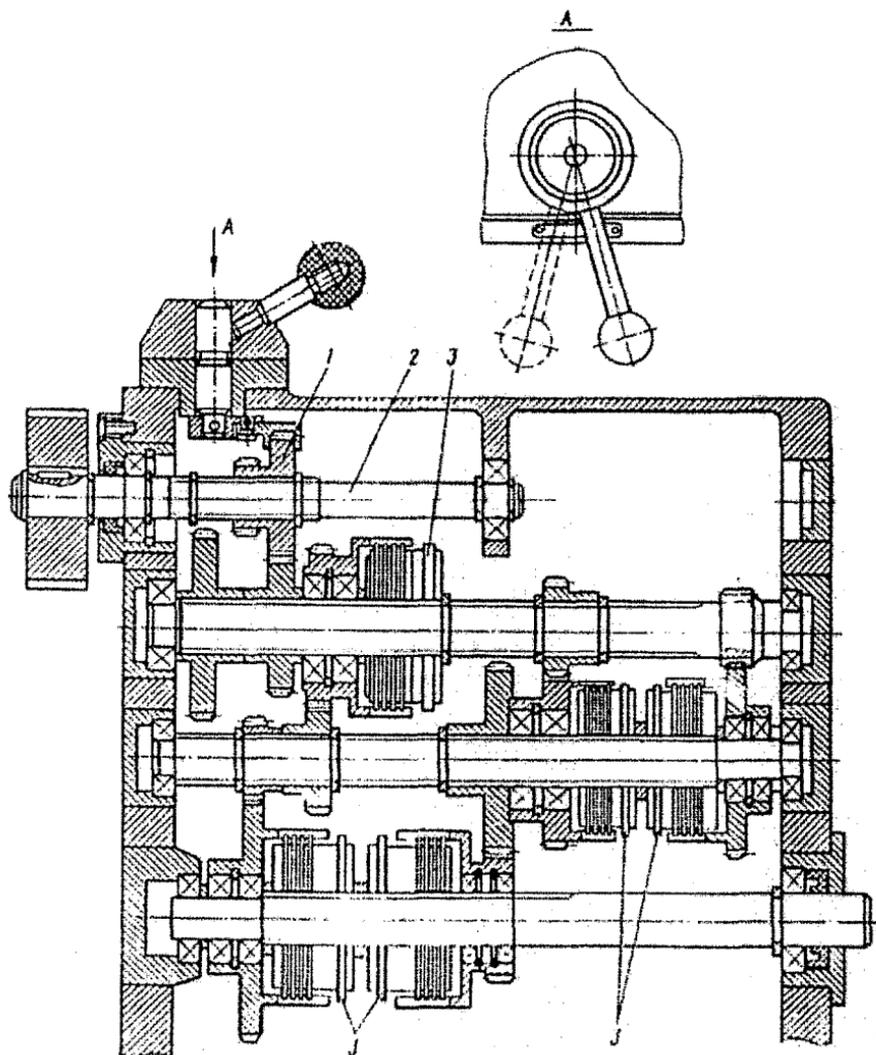


Рисунок 2.5 – Коробка подач

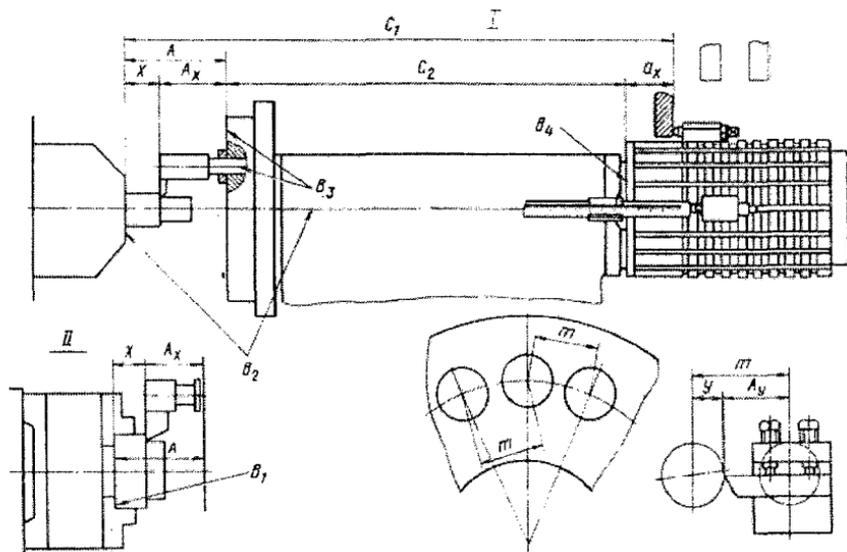
### Наладка инструмента вне станка

Станок может быть оснащён устройством для наладки инструмента вне станка.

Задача наладки – установить предварительно вне станка все инструменты, принимающие участие в обработке изделия, таким образом, чтобы при закреплении их на станке они заняли определенное положение, обеспечивающее обработку изделия по чертежу.

Для определения положения инструмента на станке необходимо иметь отсчетные базы. В качестве основных отсчетных баз приняты торец кожуха на шпинделе (для отсчета линейных размеров) и ось шпинделя (для отсчета диаметральных размеров).

В качестве промежуточных отсчетных баз для державок инструментов револьверной головки приняты ось отверстия под хвостовик державки и опорный торец револьверной головки (рисунк 2.6).



I – работа в цапговом патроне; II – работа в трёхкулачковом патроне;  $B_1$  – база детали;  $B_2$  – основные отсчётные базы;  $B_3$  – промежуточные отсчётные базы;  $B_4$  – отсчётная база глубиномера

Рисунок 2.6 – Схема наладки инструмента вне станка

Для того чтобы формообразующие режущие кромки инструментов в конце рабочего хода заняли требуемое чертежом детали положение, инструменты снабжаются расчётными настроенными размерами.

Настроечные размеры или координаты положения вершин режущих кромок инструментов задаются от промежуточных баз.

В свою очередь положение револьверной головки в конце рабочего хода определяется положением соответствующего регулируемого упора на барабане упоров.

Настройка инструментов в державках осуществляется вне станка на специальных приспособлениях, базовые поверхности которых копируют установочные базовые поверхности станка. Барабан упоров настраивается на станке с помощью штангенвысотомера. Упоры круговых перемещений настраиваются обычным способом.

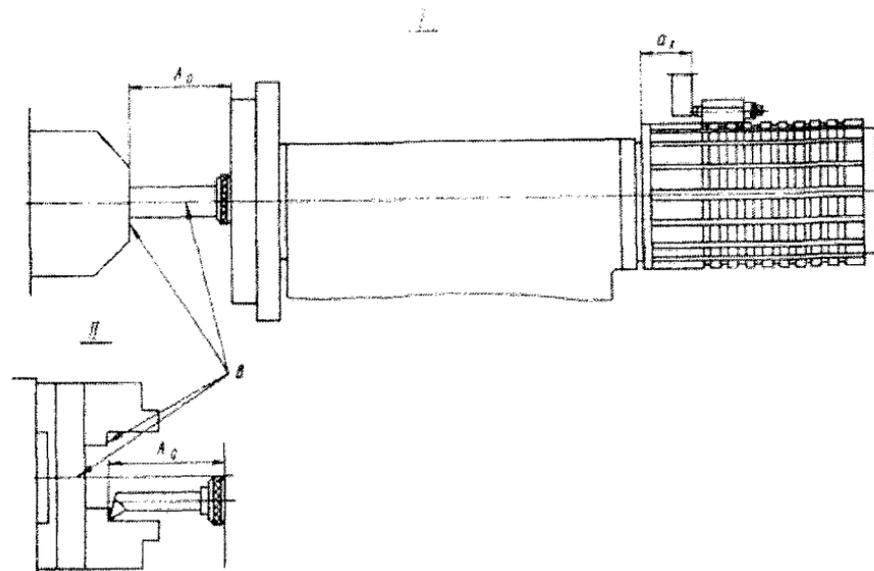
В конструкциях инструментальных державок, обрабатывающих точные поверхности, предусмотрены элементы, позволяющие регулировать положение режущих кромок инструментов в процессе настройки и работы державок.

Для регулирования и базирования инструмента револьверной головки в продольном направлении на хвостовиках державок предусмотрены установочные кольца с клеммным зажимом.

Процесс наладки станка с применением настройки инструмента вне станка состоит из четырех этапов:

- определения постоянной характеристики „С“, необходимой для расчета положения упоров продольных перемещений револьверного суппорта (делается один раз перед запуском станка в эксплуатацию);
- разработки технологической документации на конкретную деталь;
- настройки вне станка на приспособлениях инструмента в державках;
- наладка станка с настройкой упоров.

Рассмотрим наладку инструмента для обработки изделия из прутка. Для патронных работ общие принципы наладки сохраняются, но в этом случае в качестве торцевой отсчетной базы принимается не торец кожуха, а опорный (под деталь) торец патрона. Размер  $A_0$  (рисунок 2.7) измеряется непосредственно на расточной державке для расточки кулачков.



I – работа в цанговом патроне; II – работа в трёхкулачковом патроне; В – базы

Рисунок 2.7 – Схема наладки инструмента вне станка

По особому заказу со станком могут поставляться сменные револьверные головки, которые дают возможность вести обработку повторяющихся партий деталей без переналадки револьверной головки.

Для работы на станке с применением настройки инструмента вне станка требуется определить постоянную величину „С”, необходимую для расчета положения регулируемых упоров на барабане. Определяемая величина является постоянной для данного станка.

Найденное значение заносится в паспорт станка и карту настроечных размеров.

#### *Вывод формулы для величины „С”*

На рисунке 2.6 показана схема обработки произвольной детали инструментом, установленным в револьверной головке, и размерная цепь, образующаяся при обработке.

Из схемы следует:

$$A + C_2 = C_1 - a_x,$$

где  $C_1$  - расстояние от торца кожуха до базовой поверхности упора на станке;

$C_2$  - расстояние от базового торца револьверной головки до плоскости начала отсчета на штангенглубиномере;

$A = (X + A_x)$  - расстояние от торца кожуха до базового торца револьверной головки;

$a_x$  - расстояние от базовой плоскости штангенглубиномера до рабочего торца регулируемого упора (искомый настроечный размер упора).

Таким образом:

$$a_x = C_1 - C_2 - A,$$

где  $C_1$  и  $C_2$  - размеры постоянные, определяемые конструкцией и исполнением станка:

$$C_1 - C_2 = \text{const} = C.$$

Следовательно:

$$a_x = C - A = C - (X + A_x).$$

#### *Метод определения величины „С”*

Регулируемый упор на барабане устанавливается в произвольном положении. В любое отверстие револьверной головки устанавливается контрольная скалка (валик). Размер диаметра хвостовика скалки должен соответствовать размеру отверстия. На хвостовике должно быть установлено кольцо. Включается продольный ход револьверного суппорта. После останова от действия упора на барабане подается ручную скалку до упора в торец кожуха. Зажимается хвостовик в гнезде стойки. Установочное кольцо на хвостовике доводится до торца стойки и зажимается.

Далее скалка снимается и замеряется размер  $A_0$  с точностью до 0,5 мм (рисунок 2.7).

Далее замеряется размер  $a_x$  с помощью штангенглубиномера:

$$C = a_x + A_0.$$

Найденное значение „С” вносится в паспорт станка и карту настроечных размеров.

Перед началом работ необходимо произвести определение величины коррекции к номинальной величине расстояния между осями посадочных гнезд револьверной головки – размеру  $m$  (рисунок 2.6).

В гнезда револьверной головки, между которыми измеряется расстояние  $m$ , вставляются цилиндрические калибры по диаметру гнезд.

Величина зазора между калибрами измеряется набором концевых мер:

$$m = (d_{k1} + d_{k2}) / 2 + f,$$

где  $d_{k1}$  и  $d_{k2}$  – диаметры калибров;

$f$  – набор концевых мер.

Найденные величины заносятся в карту настроечных размеров для данного станка с указанием номеров отверстий, между которыми измерена величина. Ось гнезда № 15 револьверной головки не совпадает с осью шпинделя.

### Наладка станка

Наладка станка состоит из следующих этапов:

1. Установка соответствующих диаметру прутка зажимной и подающих цанг или патронов для штучных заготовок.

2. Установка последовательности циклов и режимов на штекерной панели в соответствии с технологической документацией.

3. Установка в гнездах револьверной головки заранее настроенных инструментов в соответствии с картой наладки.

Резцы в державках следует устанавливать „по центру“, вращая державки вокруг оси хвостовика. Вершины отрезных и подрезных резцов устанавливаются обычным образом по торцу отрезанной заготовки.

Обточившие резцы устанавливаются „по центру“ с помощью специального приспособления.

4. Установка упоров на барабане упоров в соответствии с картой настройки (величина  $A_x$ ) с помощью штанг-глубиномера. Схема установки указана на рис. 6.

5. Установка упоров круговых перемещений на станке при обработке в наладочном режиме первой детали в соответствии с руководством и технологической документацией и с помощью известных наладочных приемов.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Назначение станка.
2. Перечень кинематических цепей станка.
3. Уравнение кинематического баланса цепи главного движения, цепи продольной и поперечной (круговой) подачи.
4. Определение постоянной характеристики „С“.
5. Формула для определения положения упоров.
6. Этапы наладки станка.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители:  
Дакало Юрий Александрович  
Горбунов Виктор Петрович

# Методические указания

**к лабораторным работам  
по курсу «Теория автоматов»**

для студентов специальности 1-36 01 03  
«Технологическое оборудование  
машиностроительного производства»

Ответственный за выпуск: Ю. А. Дакало  
Редактор: Боровикова Е. А.  
Компьютерная верстка: Горун Л. Н.  
Корректор: Никитчик Е. В.

---

Подписано к печати 03.08.12 г. Бумага «Снегурочка». Формат 60x84 1/16.  
Гарнитура Arial Narrow. Усл. печ. л. 2,33. Уч. изд. л. 2,5. Заказ № 864. Тираж 50 экз.  
Отпечатано на ризографе Учреждении образования  
«Брестский государственный технический университет»  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.