

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

В.А. Ванин, В.Х. Фидаров, А.Н. Колодин

УСТРОЙСТВО И НАЛАДКА АВТОМАТА ПРОДОЛЬНО- ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ МОДЕЛИ 1П16

Утверждено Учёным советом университета
в качестве лабораторного практикума
для студентов 3, 4, 5 курсов всех форм обучения



Тамбов
Издательство ГОУ ВПО ТГТУ
2010

УДК 681.7.053.4
ББК К635.001.455я73-5
В172

Рецензенты:

Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Материалы и технологии» ГОУ ВПО ТГТУ
Г.А. Барышев

Начальник КБ редукторов ЗАО «Завод Тамбовполимермаш»
К.С. Козлов

Ванин, В.А.

В172 Устройство и наладка автомата продольно-фасонного точения модели 1П16 : лабораторный практикум / В.А. Ванин, В.Х. Фидаров, А.Н. Колодин. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 108 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0945-6.

Приведены порядок и методические указания по выполнению лабораторных работ при изучении конструкции и проектирования и наладки автомата продольно-фасонного точения модели 1П16.

Предназначен для студентов 3, 4, 5 курсов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения» всех форм обучения и бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 151000, 150900, 151900 и 150700 при изучении дисциплины «Металлорежущие станки».

УДК 681.7.053.4
ББК К635.001.455я73-5

ISBN 978-5-8265-0945-6 © Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ГОУ ВПО ТГТУ), 2010

ВВЕДЕНИЕ

Актуальной задачей машиностроения является повышение производительности труда и точности механической обработки заготовок изготавливаемых деталей машин. В серийном и массовом производстве эта задача решается применением станков-автоматов и автоматических линий.

В машиностроении широкое применение нашли одношпиндельные токарные станки-автоматы, одним из типов которых являются автоматы продольно-фасонного точения. Автоматическое управление циклом работы автомата осуществляется средствами механики, а программносителями являются кулачки, профили которых и относительное положение профилей кулачков определяют циклы движений исполнительных органов станка.

Кроме того, технологический процесс обработки заготовок деталей на автоматах продольно фасонного точения имеет свои особенности, присущие только этому типу станков.

В связи с этим задачами данного учебного пособия являются:

- познакомить студентов с принципом работы и конструктивно-технологическими особенностями автоматов продольно-фасонного точения;
- научить студентов разрабатывать технологические процессы изготовления деталей на таких автоматах;
- проектировать кулачки и осуществлять наладку станка для изготовления конкретной детали.

УСТРОЙСТВО И НАЛАДКА АВТОМАТА ПРОДОЛЬНО-ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ МОДЕЛИ 1П16

Цель работы: закрепить теоретические знания о технологических возможностях одношпиндельных токарных автоматов; изучить назначение, принцип работы, конструкцию и методы настройки автомата на обработку заданной детали.

ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с назначением, принципом работы, технологическими возможностями, технической характеристикой и областью применения станка, его кинематической схемой, устройством основных узлов, органами управления и методами наладки станка.
2. Разработать маршрутную технологию обработки заданной детали на станке модели 1П16.
3. Ответить на контрольные вопросы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Используя данные методические указания и реальный станок модели 1П16, выполнить следующее:

1. Изучить назначение и техническую характеристику станка.
2. Ознакомиться с устройством станка и его органами 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.
7. Пользуясь имеющейся у преподавателя картой наладки, проверить правильность настройки и наладки станка и внести необходимые поправки:
 - проверить правильность подбора установленных на станке сменных шкивов и колёс и их соответствие заданным технологическим параметрам;

- установить предварительно рассогласованные кулачки на распределительном валу в соответствии с циклом обработки;
- проверить и отрегулировать длины ходов всех инструментов и шпиндельной бабки согласно чертёжным размерам заданной детали;
- после проверки преподавателем правильности настройки произвести обработку одной или двух деталей при включении станка на автоматический режим.

8. По заданному чертежу детали составить план (маршрутную технологию) её изготовления на станке.

9. Составить отчёт по лабораторной работе.

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.
6. Маршрутная технология и эскизы переходов изготовления заданной детали на станке.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Назначение станка. Автомат продольного точения модели 1П16 предназначен для изготовления длинных (сравнительно с диаметром) 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 типа «серебрянка» и 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 ⁻¹ –	500 ... 5600
Количество частот вращения шпинделя –	22
Пределы частот вращения распределительного вала, мин ⁻¹ –	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 –	4A112MA6
Номинальное напряжение, В –	220/380
Мощность, кВт –	3,0
Частота вращения, мин ⁻¹ –	960
Габарит автомата, мм (длина×ширина×высота) –	1985×945×1520
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°

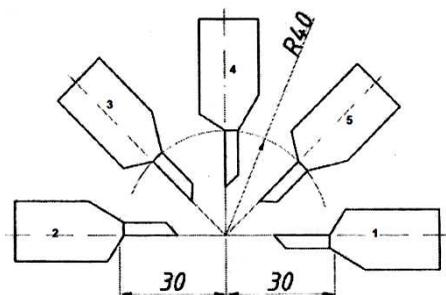
Сечение резцов, мм – 12×12

Частота вращения распределительного вала при быстром холостом ходе, мин⁻¹ – 10

Характеристики суппортов

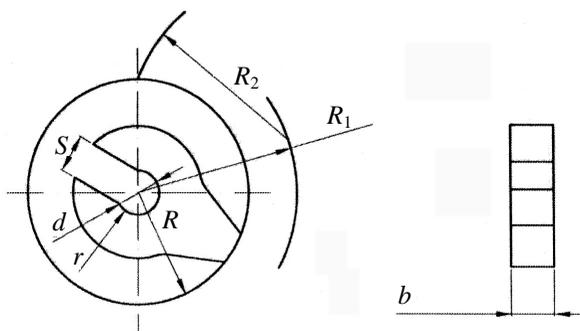
	№ суппорта	Величина рабочего хода, мм	Величина регулировки, мм		Цена деления лимба, мм		Упоры
			Продольное перемещение	Поперечное перемещение	Продольное перемещение	Поперечное перемещение	
Суппорты балансира	1	18 на оба резца	8	6	0,01	0,005	есть
	2		8	6	0,01	0,005	нет
Суппорты стойки	3	30	8	6	0,005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

Схема расположения суппортов (переднее крайнее положение)



Данные о кулачках

Назначение		Тип	Радиус делительной окружности R_1 , мм	Наибольший радиус, мм	Наименьший радиус, мм	Радиус качания рычага R_2 , мм	Диаметр отверстия d , мм	Толщина b , мм	Ширина лаза S , мм	Передаточное отношение
Перемещение суппортов	1 и 2	Дисковый	153,6	80	35	147,5	24A	10	20	1:2,5
	3		147,7	70	40	143	32A	10	28,2	1:1,15 – 1:1
	4		147,7	70	30	143	32A	10	28,2	1:2 – 1:0,7
	5		147,7	70	30	143	32A	10	28,2	1:2,4 – 1:1,5
	шпиндельная бабка		151,9	105	25	141	24A	10	–	1:3 – 1:1



Принцип работы и типовые детали, получаемые обработкой на автоматах продольного точения. Отличительной особенностью автоматов продольного точения (рис. 1) является то, что пруток в них, кроме вращательного движения, имеет вместе со шпиндельной бабкой b продольное поступательное перемещение $S_{\text{прод}}$.

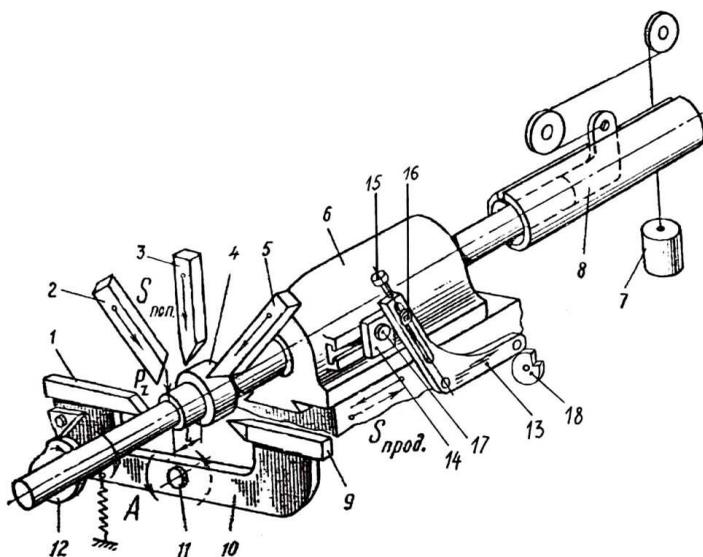


Рис. 1. Схема работы автоматов продольного точения

Подача шпиндельной бабки вперёд 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 вперёд 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 $S_{\text{поп.}}$. При одновременном согласовании перемещений шпиндельной бабки с прутком и поперечных суппортов на этих автоматах можно без применения фасонных резцов обрабатывать конические и фасонные поверхности.

Вертикальные суппорты 2, 3, и 5 расположены на специальной стойке, имеют прямолинейное перемещение и управляются от самостоятельных кулачков распределительного вала. Два горизонтальных суппорты 1 и 9 расположены на балансира 10, имеют качательное движение вокруг оси 11 и управляются оба от кулачка 12.

В стойке, на которой расположены вертикальные суппорты, установлен неподвижный люнет 4, 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 A . Поэтому нарезание правой резьбы на них производится методом обгона.

На рисунке 2 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.).

Типовые детали, получаемые обработкой на автоматах продольного точения, показаны на рис. 3.

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.

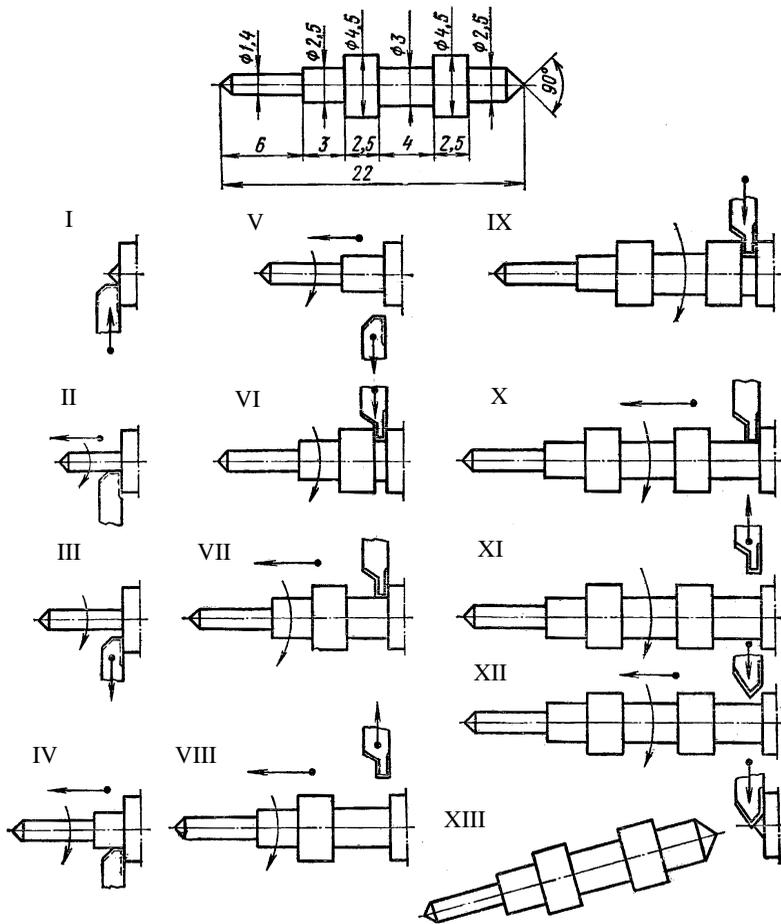


Рис. 2. Схема обработки заготовки на автомате продольного точения

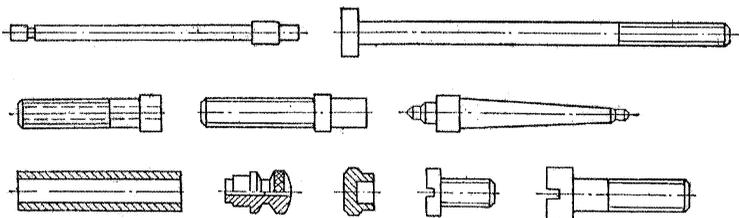


Рис. 3. Типовые детали, полученные обработкой на автоматах продольного точения

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 (рис. 4, а), на котором установлены все узлы и механизмы. С задней стороны основания на специальной 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.

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 осуществляется 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.

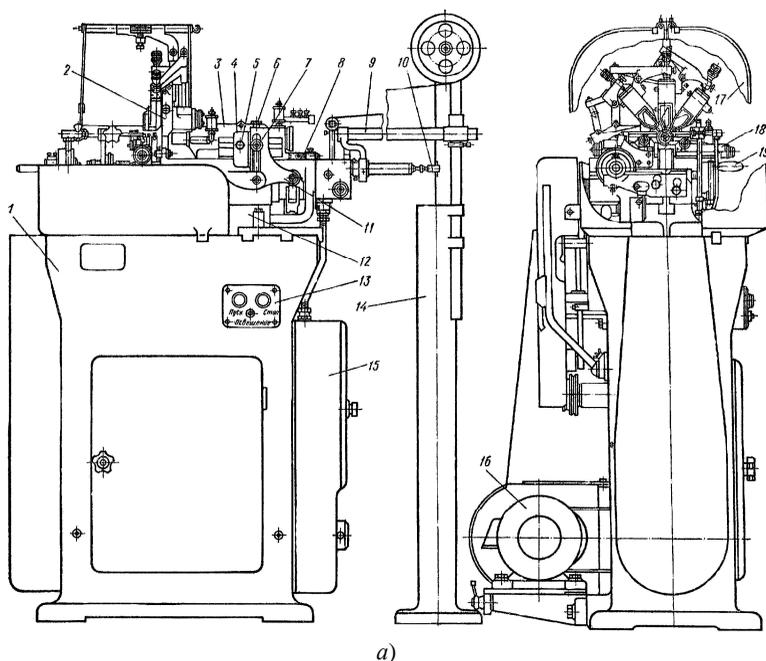


Рис. 4. Автомат продольного точения:

а – устройство и компоновка автомата продольного точения;
б – органы управления и места регулирования кулачкового токарного автомата продольного точения мод. ПП16; 1 – кнопки «Пуск», «Стоп» и «Освещение»; 2 – рукоятка ручного вращения распределительного вала; 3 – выключатель освещения; 4, 24 – винты продольного и поперечного регулирований суппортов балансира; 6 – место регулирования пружинного толкателя резцедержателя балансира; 7, 9 – винты установки суппортов и резцедержателя балансира относительно оси заготовки; 8 – место регулирования жёстких упоров суппортной стойки; 10 – место регулирования балансира; 11 – гайка регулирования люнета; 12, 27 – места продольного и поперечного регулирования суппортов стойки; 13 – винты крепления упорной планки шпиндельной бабки; 14 – винт регулирования отношений плеч рычагов подачи шпиндельной бабки; 15, 16 – винты упорного стержня и упора шпиндельной бабки; 17 – винт регулирования натяжения пружины возврата шпиндельной бабки; 18 – рукоятка зажима кронштейна погрузочного устройства; 19 – место регулирования натяжения ремня электродвигателя; 20 – вводный выключатель; 21 – место регулирования зазора в первичной паре распределительного вала; 22 – гайка регулирования натяжения пружины предохранительной муфты; 23 – место регулирования копируемых пальцев балансира; 25 – винты регулирования пальцев суппортной стойки; 26 – место регулирования отношений плеч рычагов суппортной стойки; 28 – место крепления резцов в суппортах; 29 – винт фиксации каретки суппорта; 30 – гайка регулирования подшипников шпинделя; 31 – гайка регулирования зажима прутка; 32 – место регулирования зазора в задней опоре шпинделя; 33 – эксцентрик регулирования усилия зажима прутка; 34 – винт регулирования копируемого пальца кулачка подачи шпиндельной бабки

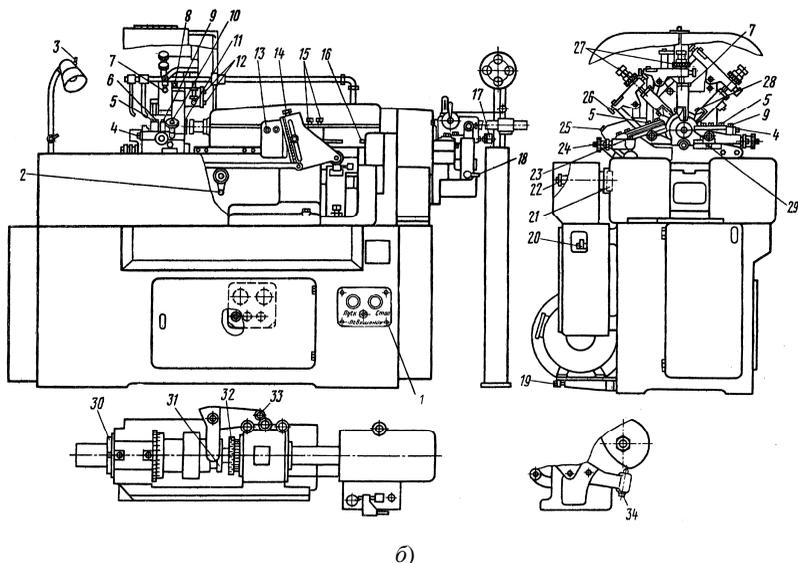


Рис. 4. Продолжение

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

Справа от автомата устанавливается стойка 14 с направляющей трубой 9 для поддерживания 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.

Органы регулирования и управления автомата показаны на рис. 4, б).

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И МЕХАНИЗМЫ АВТОМАТА

Шпиндельная бабка 3 (рис. 4, а) предназначена, вместе со шпинделем, для зажима вращения и продольного перемещения обрабатываемого прутка.

Шпиндельная бабка автомата собрана в корпусе, представляющим собой чугунную отливку с направляющим в форме ласточкиного хвоста для перемещения в направлении станины.

Подача шпиндельной бабки вперёд производится кулачком 18 (рис. 1) 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 вперёд или назад планку 14, регулируют положение шпиндельной бабки относительно суппортной стойки с люнетом. Отвод шпиндельной бабки производится пружиной 21 (рис. 5). Усилие пружины регулируется винтом.

Направляющие шпиндельной бабки смазываются с помощью шприца через шариковые маслёнки. Очень важно правильно и своевременно смазывать подшипники шпинделя.

Внутри корпуса бабка 2 (рис. 5) 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 ремнём и через поводок 18 и шпонки 17 передаёт на шпиндель.

Шпиндель разгружен от усилия натяжением ремня.

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 2 кгс, в противном случае к показанию зазора может прибавиться погрешность, вызываемая деформацией шпинделя.

При скоростях шпинделя до 1350 мин⁻¹ 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 полоборота, 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 фиксаторами.

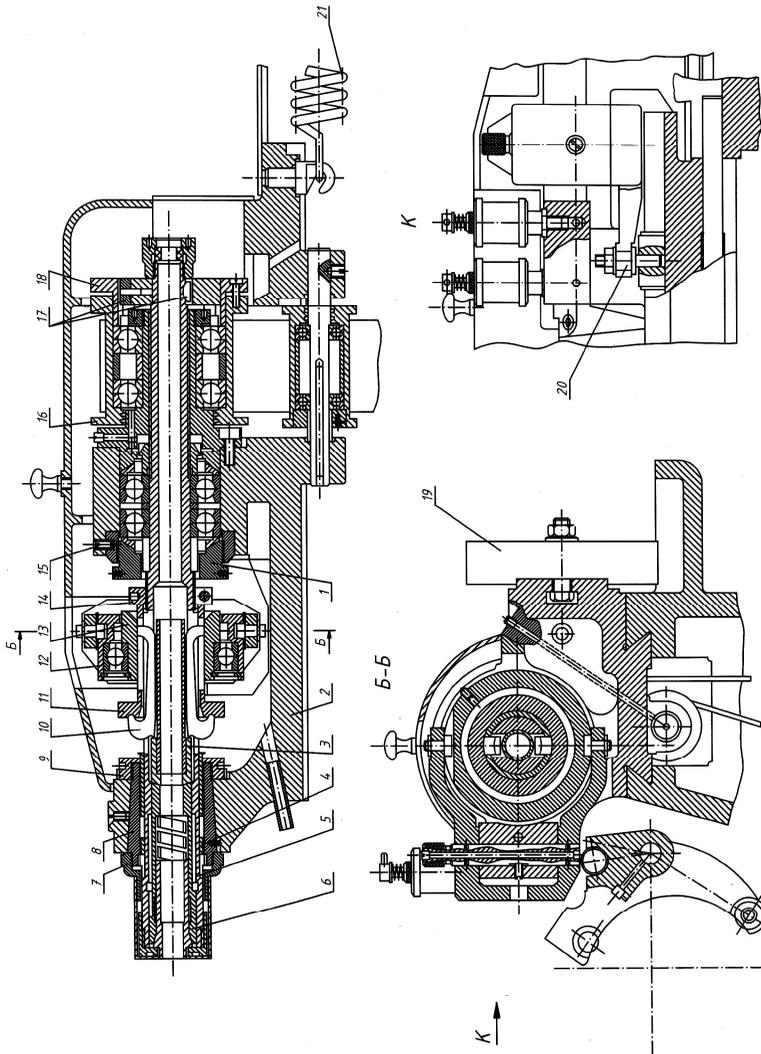


Рис. 5. Шпиндельная бабка

Регулировка осевого зазора в задней опоре производится следующим образом:

- отпускается 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 довернуть 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.

Маслёнки-капельницы должны быть отрегулированы так, чтобы поступление масла было не более одной – двух капель в минуту.

Станина и распределительный вал (рис. 6, 7, 8, 9, 10). На станине 2 (рис. 6) монтируются все основные механизмы, связанные с непосредственным изготовлением детали. В правой верхней части станины имеет направляющие, по которым перемещается шпиндельная бабка.

Передаточное отношение плеч рычагов 25 и 26 (рис 6, 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.

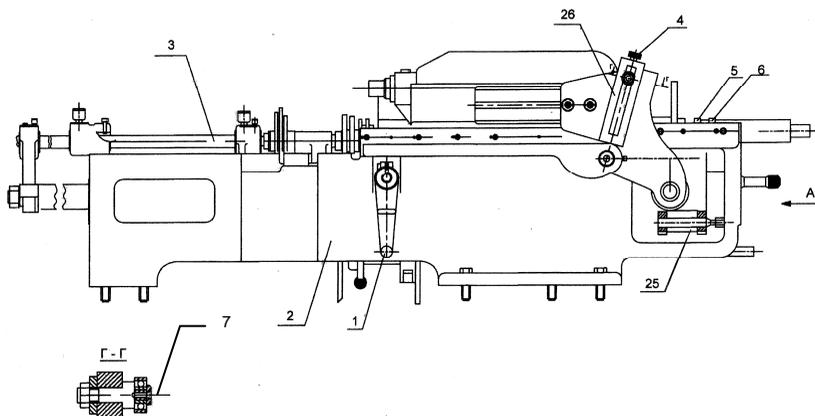


Рис. 6. Станина и распределительный вал

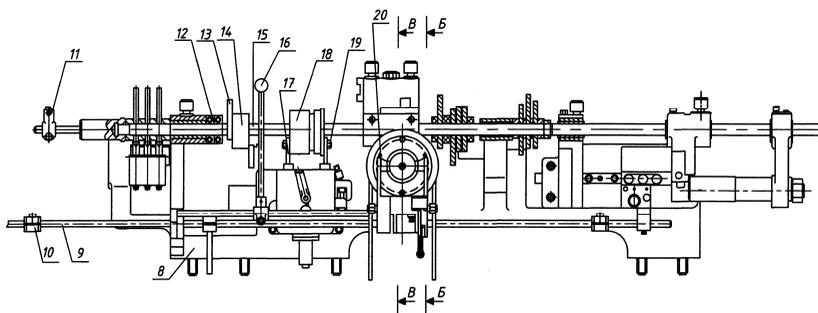


Рис. 7. Разрез на распределительном валу

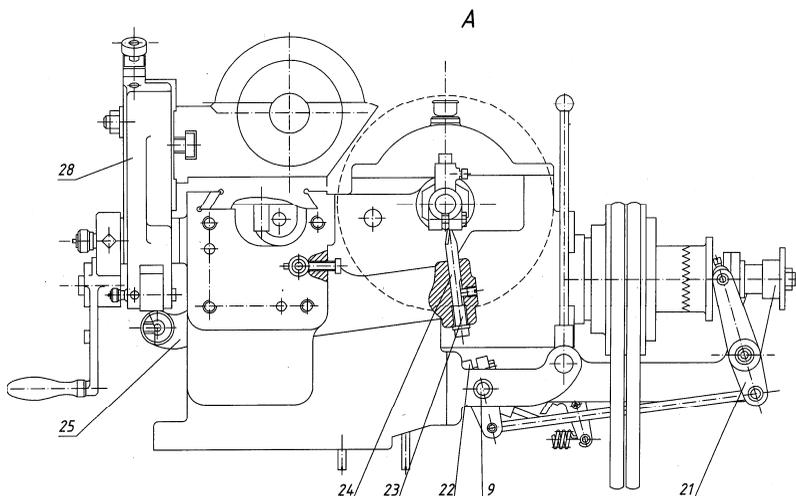


Рис. 8. Вид на механизм подачи

Вал получает вращение от коробки подач через клиноременную передачу, предохранительную и кулачковую муфты 35 (рис. 9) при перемещении рукоятки 39 с поперечным валом «на себя».

Ручное вращение распределительного вала производится перемещением рукоятки 39 с поперечным валом 38 «от себя» с последующим вращением. При этом кулачковая муфта 35 расцепляется, а муфта 41 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 28, 29

блокирует кулачковую муфту сцепления 34 (рис. 9, 10) с червяком распределительного вала и останавливает электродвигатель. Для настройки блокировочной системы необходимо выставить ножи 27, как показано на чертеже (рис. 10).

При этом ролик 20 рычага 28 должен касаться кольца 29. Поперечный вал находится в положении «на себя», т.е. включён на механическое вращение распределительного вала. Поворотом рычага 22 довести до соприкосновения ролик рычага 21 с предохранительной муфтой 34 и закрепить рычаг на валике блокировки 9.

Выставить в горизонтальное положение рычаг блокировки обрыва ремня, расположенный в основании, соединить с ним через тяги рычаг 8 и закрепить последний на валике 9. Поворотом рукоятки 16 (рис. 7) система взводится в рабочее положение. Поворотом валика 9 проверить 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 26 винтом 4 (рис. 6). Для получения размеров с точными допусками на отдельных участках длины детали, при работе по нескольким кулачкам, копирные пальцы 24 (рис. 8) устанавливаются на заданные размеры винтом 23. Зазор в червячной паре распределительного вала регулируется следующим образом. Винтом 30 (рис. 10) освобождается гильза 31 с рейкой, связанной с шестернёй 32. Поворотом шестерни перемещается гильза с двухшаговым червяком 36 (рис. 9), имеющим непрерывно увеличивающуюся толщину витка.

После установки необходимого зазора в червячном зацеплении зажимаем гильзу винтом 30 (рис. 10).

Необходимо заново выставить на поперечном валу втулку фиксации 37 (рис. 9) и отрегулировать положение рычага 28 (рис. 10) и ножевую систему. Усилие срабатывания предохранительной муфты регулируется гайкой 33 (рис. 9). Уменьшение зазора между направляющими станины и шпиндельной бабки осуществляется за счёт прижима планки винтом 5 и 6 (рис. 6). Уменьшение осевого люфта распределительного вала осуществляется гайкой 12 (рис. 8). Самопроизвольное выключение автоматического цикла устраняется за счёт подтяжки гайки 40 (рис. 9). Остановка автомата по окончании цикла производится настройкой рычага 11 (рис. 7).

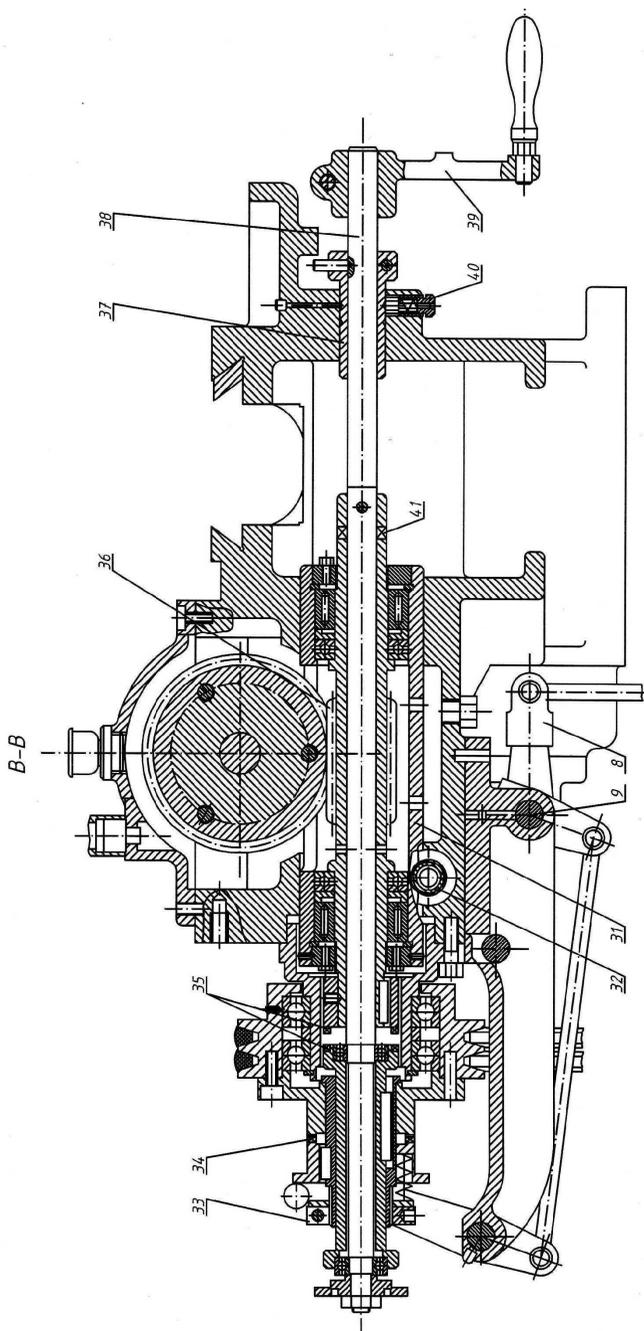


Рис. 9. Разрез по червячной передаче

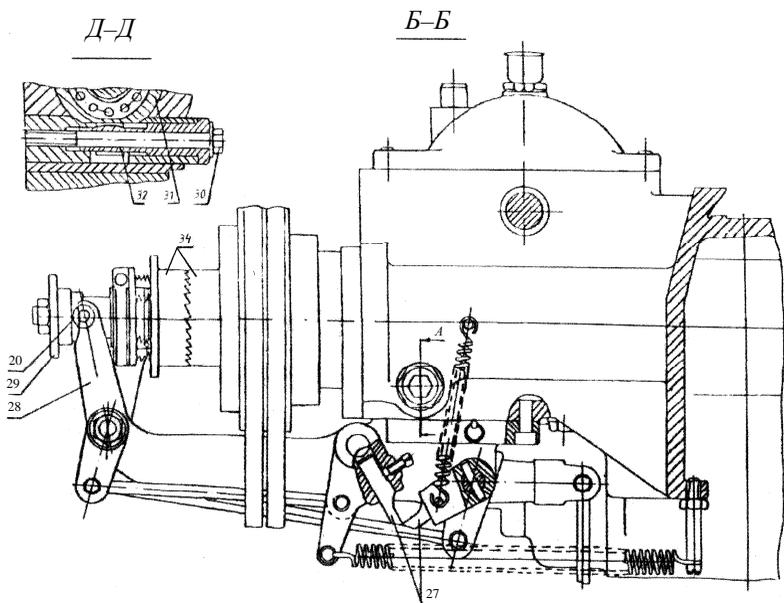


Рис. 10. Вид системы блокировки

Суппортная стойка 2 (рис. 4 и рис. 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 (рис. 11, а, б, в, г).

Корпус 21 стойки (рис. 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 (рис. 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 шупы (пальцы) 37 (рис. 11, в), рычаги 45, 46, 47 (рис. 11, г), тяги 50 (рис. 11, в) с серьгами 40 и рычаги 41, 43, 44. Последние имеют на одном конце упорные микрометрические винты 8,

8^а, 9, 10 (рис. 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).

Возврат суппортов в исходное положение осуществляется пружинами 32 (рис. 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 8^а с лимбами);
- вдоль оси обрабатываемой заготовки;
- по центру заготовки.

В центре суппортной стойки (рис. 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.

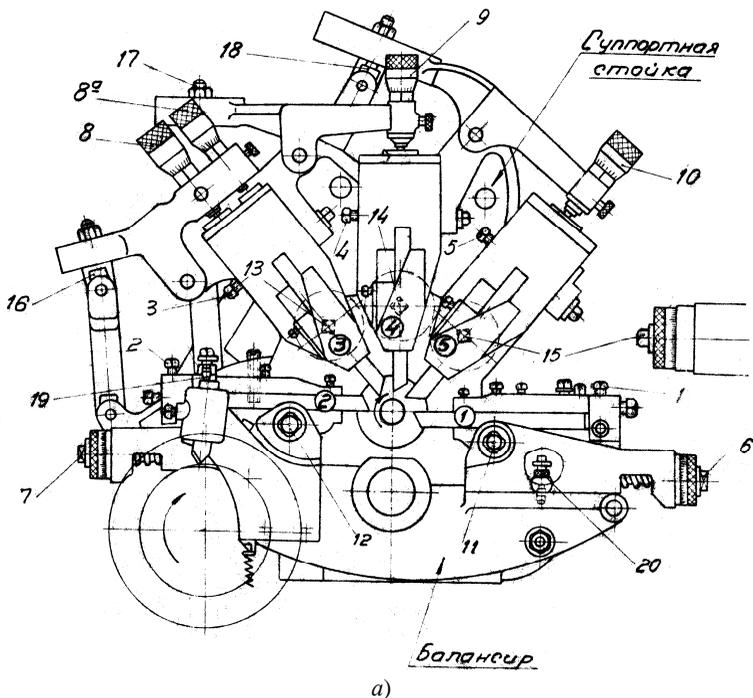


Рис. 11. Суппортная стойка:

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

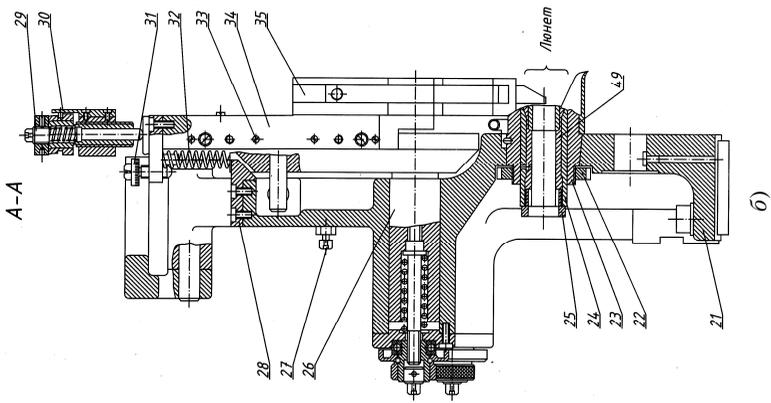
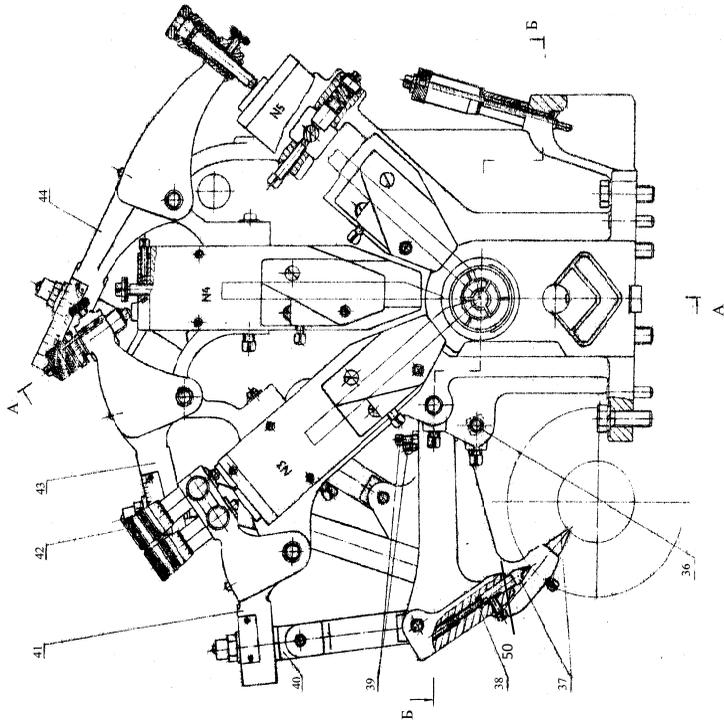


Рис. 11. Продолжение



б)

Рис. 11. Продолжение

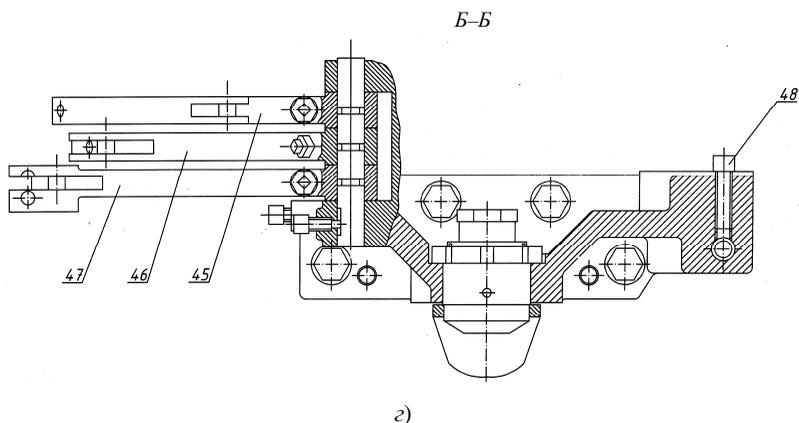


Рис. 11. Окончание

Люнетная втулка. Величина проходного отверстия в люнетной цанге регулируется за счёт её осевого смещения гайкой 25. 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.

Во вращающемся люнете (рис. 12) цанга 1, установленная в шпинделе люнета 2, вращается вместе с прутком в подшипнике скольжения 5. Вращение на шпиндель люнета передаётся через ведущий хомут 8, скреплённый со шпинделем автомата, пальцы 9 и ведомый хомут 10, скреплённый со шпинделем люнета.

Во вращающемся люнете люнетная цанга изнашивается гораздо меньше, но имеет место износ в подшипнике 5. Кроме того вращающийся люнет имеет более сложную конструкцию. 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 (рис. 11, б) и винтами 30 и 31, отрегулировать ход суппорта так, чтобы винт 31 упирался в планку 28.

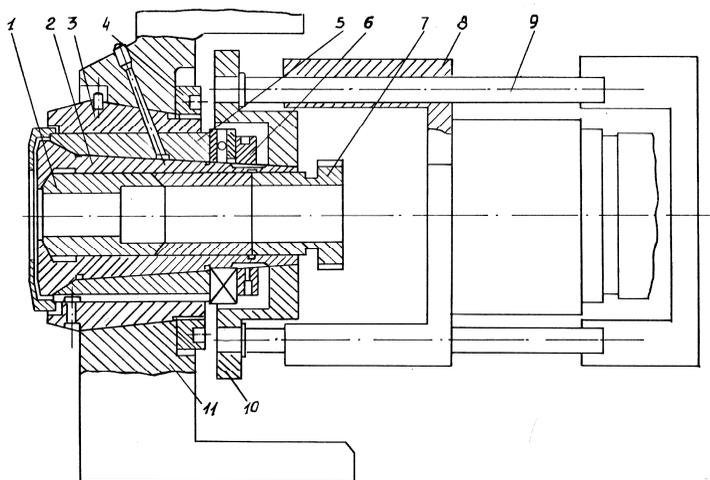


Рис. 12. Вращающийся люнет

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 (рис. 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.

Регулирование зазора между прутком и люнетной втулкой производится при помощи гайки 25 (рис. 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 (рис. 11, в). Зазор между направляющими корпуса суппорта и ползуна регулируется прижимом планки винтами 33 (рис. 11, б).

Регулировка резцов по центру вдоль заготовки и по диаметру осуществляется следующими винтами (рис. 11, а).

№ 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

Передачное 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 (рис. 13) 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.

Регулирование. Резец балансира № 1 при работе на упоре регулируется на диаметр обработки микрометрическим винтом упора 20 (рис. 11, а), оснащённым лимбом. Цена деления лимба равна 0,0047 мм.

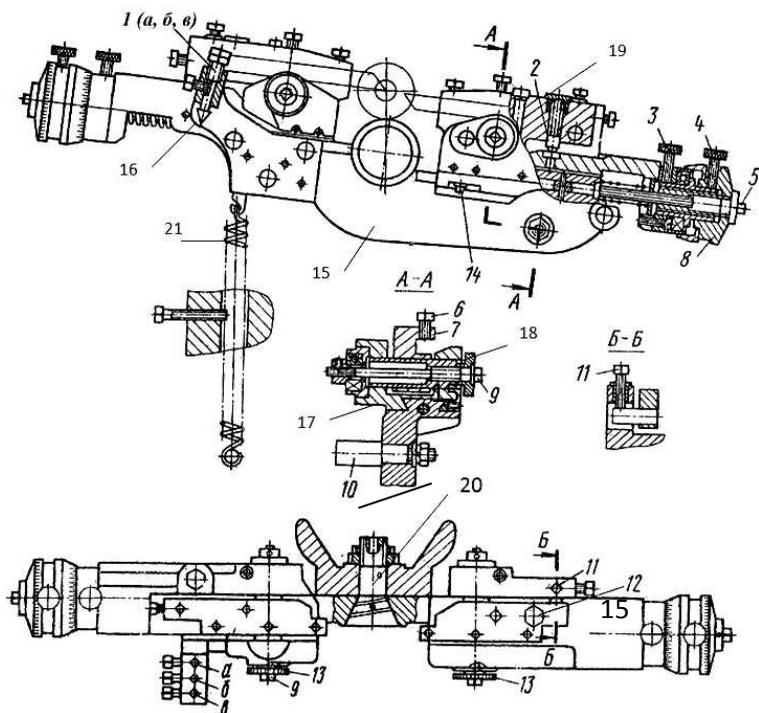


Рис. 13. Балансир с суппортами токарного автомата продольного точения

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 используются несколько кулачков.

Копирные пальцы устанавливаются на профили кулачков при помощи винтов 1а, 1б, 1в (рис. 13). 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 (рис 11, а). Усилие пружины 21 (рис. 13), прижимающей балансир к кулачкам осуществляется при помощи гайки.

Трёхшпиндельное сверлильно-резьбонарезное устройство. Устройство 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 использу-

ют для центрования 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 резбонарезного шпинделя устройства при нарезании правых резьб совпадают 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.

Коробка подач (рис. 14, 15). Коробка подач 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.

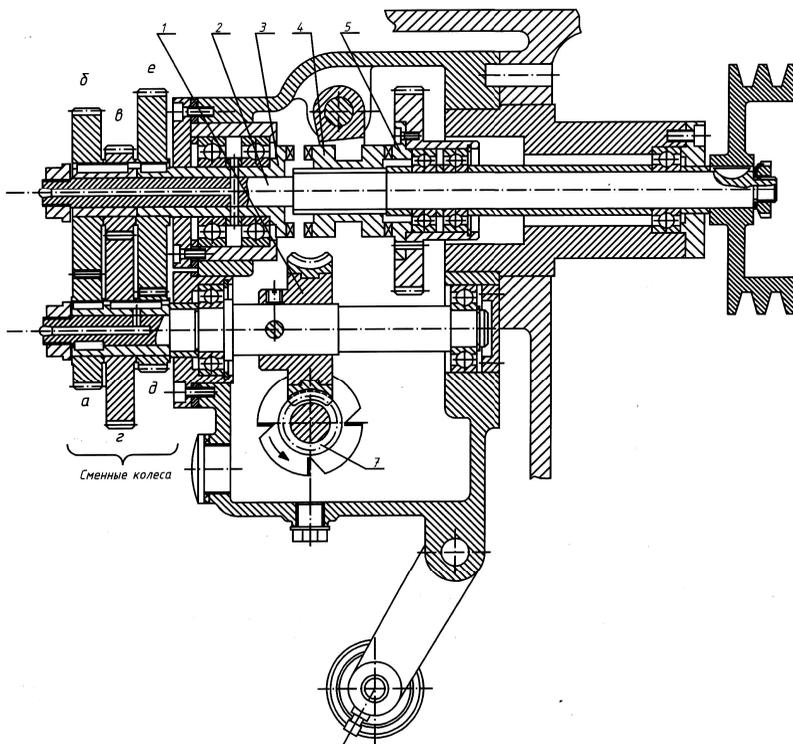


Рис. 14. Коробка подач (разрез)

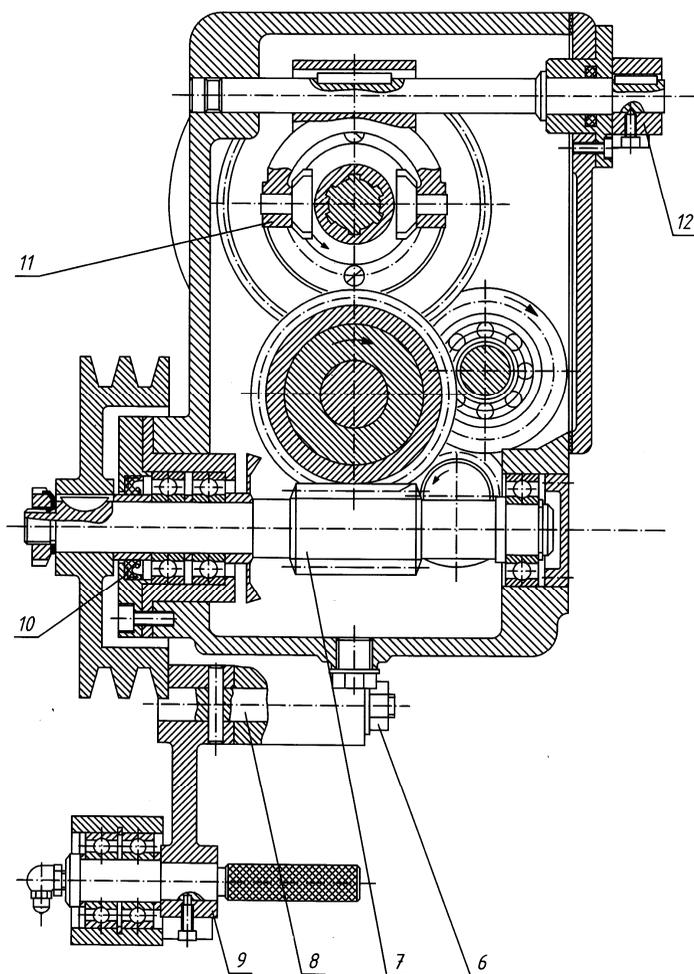


Рис. 15. Коробка передач (разрез по червячной передаче)

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 полу муфтой 3, валик 2 получит вращение рабочего хода, при сцеплении муфты 4 с полу муфтой 5 выходной валик получит вращение ускоренного хода распределительного вала.

Зубчатая муфта переключается автоматически с помощью вилки 11 и рычажной системы 12, приводимой от специального устройства, расположенного на станине автомата.

Регулировка. Натяжение ременной передачи от главного вала на первый вал коробки подач осуществляется поворотом рычага 9 с последующей затяжкой гайки 6 валика 8. В случае утечки масла из-под ведущего шкива необходимо заменить манжету 10.

Основание. Основанием служит литой коробкообразный корпус 3, внутри которого расположены передачи привода рабочих механизмов автомата (рис. 16).

Снаружи, на задней стенке основания, на кронштейне 1 с подвижной плитой 9 установлен электродвигатель 8. Внутри основания (рис. 17) смонтирован на трёх опорах главный вал 15, который получает вращение от электродвигателя через шкив 11. На этом валу установлены: шкив 16 коробки подач распределительного вала, шкив привода приспособлений 18 и шкив 14 привода шпинделя.

Снаружи, к задней стенке (рис. 18) основания, прикреплён редуктор 5 быстрого хода с одной парой зубчатых колёс с винтовым зубом 23 и 24 для привода насоса и ускоренного хода распределительного вала.

Шестерёнчатый насос 22 крепится к корпусу редуктора. Редуктор приводится во вращение от электродвигателя посредством клиноременной передачи 7 (рис. 16).

Автоматическая остановка автомата, в случае обрыва ремня главного шпинделя, осуществляется от рычага 2 натяжного ролика, который, падая под собственным весом, через систему рычагов и тяг и систему рычагов блокировки, смонтированной на станине, выключает распределительный вал и электродвигатель.

В верхней части корпус заканчивается корытом для сбора охлаждающей жидкости, стружки и изготавливаемых деталей.

Внутри основания, в левой его части, находится бак для охлаждающей жидкости, а в нише правой части расположен шкаф с электрооборудованием.

Регулирование. Натяжение ремней электродвигателя производится при помощи винта 10 (рис. 16), установленного в салазках 9. Вращением винта устанавливается требуемое межцентровое расстояние. Натяжение ремня главного шпинделя производится винтом 4, который воздействует на плечо рычага с натяжным роликом. Натяжение ремней приспособлений, редукторов быстрого хода и коробки скоростей привода распределительного вала осуществляется при помощи натяжных роликов 6.

Соединение и замена ремней. Кожаный ремень шпинделя склеивается внахлест косым срезом, а капроновый плетёный сшивают встык капроновой нитью.

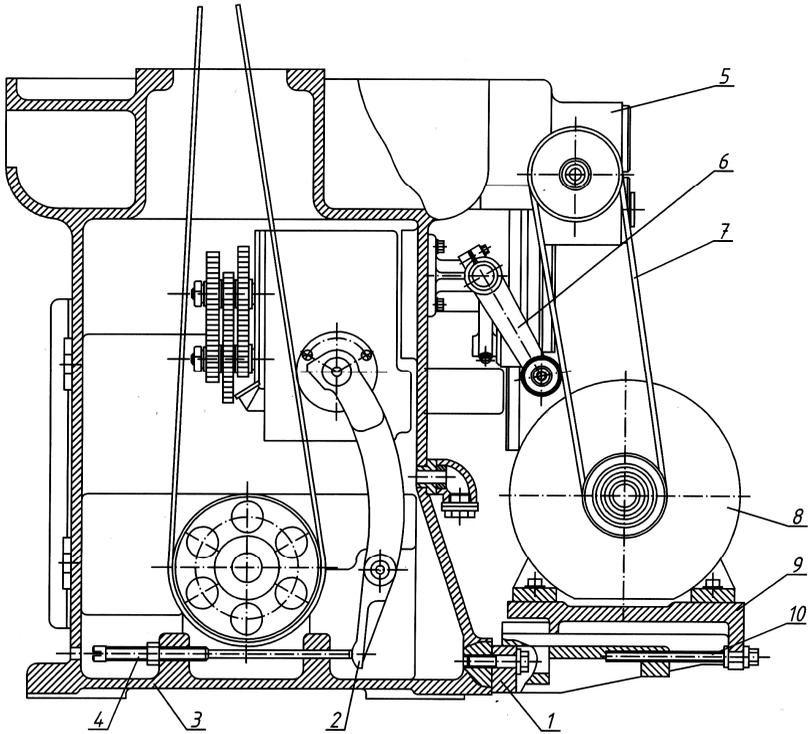


Рис. 16. Основание и привод (разрез)

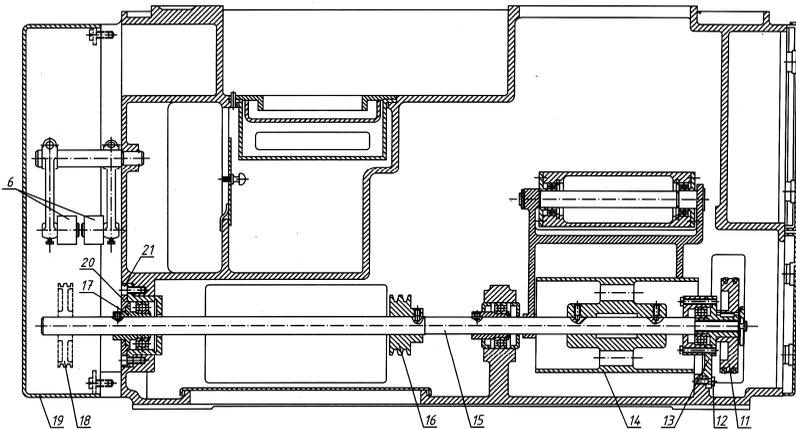


Рис. 17. Продольный разрез

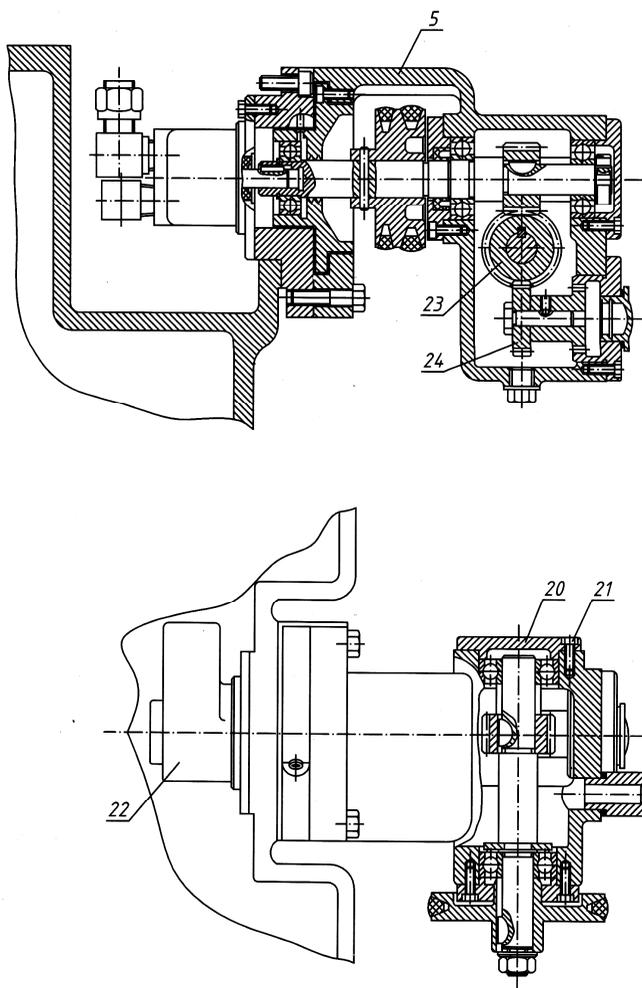


Рис. 18. Редуктор быстрого хода

Замена ремней:

а) шпинделя автомата: необходимо вывернуть три винта 12 (рис. 17) и демонтировать фланец 13. Опустив ремень через окно шпиндельной бабки, завести его на приводной шкив 14. Установить фланец на место;

б) коробки подач привода распределительного вала: необходимо снять кожух ограждения 19, расположенный на торце основания. Вывернуть три винта 21 фланца 20. Расстопорить втулку 17 и демонтировать фланец. В отверстие основания завести ремни и смонтировать фланец на место. Установить ремни на шкивы.

Загрузочное устройство. Загрузочное устройство предназначено для направления прутка и удержания его в крайнем положении при отходе шпиндельной бабки назад. Оно состоит из откидного кронштейна 9 (рис. 19), направляющей трубы 18 и колонки 19, устанавливаемой на фундамент с правой стороны автомата. Соосная установка направляющей трубы на двух опорах обеспечивается перемещением втулок 22 и 24 с последующим закреплением винтами 23 и 25.

Работа загрузочного устройства осуществляется следующим образом. После отрезания очередной детали резец не отводится; зажимная цапга шпиндельной бабки открывается, и пруток под действием толкателя 2 с закреплённым на нём флажком 14, тросами 17 и 21, а также системой блоков 11, 16, 15 и 20 весом груза 1, расположенного в колонке 19, прижимается к отрезному резцу.

Шпиндельная бабка отходит назад на определённое расстояние (равное всей длине обрабатываемого изделия плюс ширина отрезного резца) и цапга вновь зажимает пруток. Во время отхода шпиндельной бабки пруток прижат к отрезному резцу силой груза 1. В крайнем правом положении цапга зажимает пруток.

По окончании прутка флажок 14 нажимает на палец 3, который закреплён на тяге 4 рычага 13. Перемещение пальца 3 справа налево вызывает качение рычага 13, который нажимает на конечный выключатель 12 и автомат выключается.

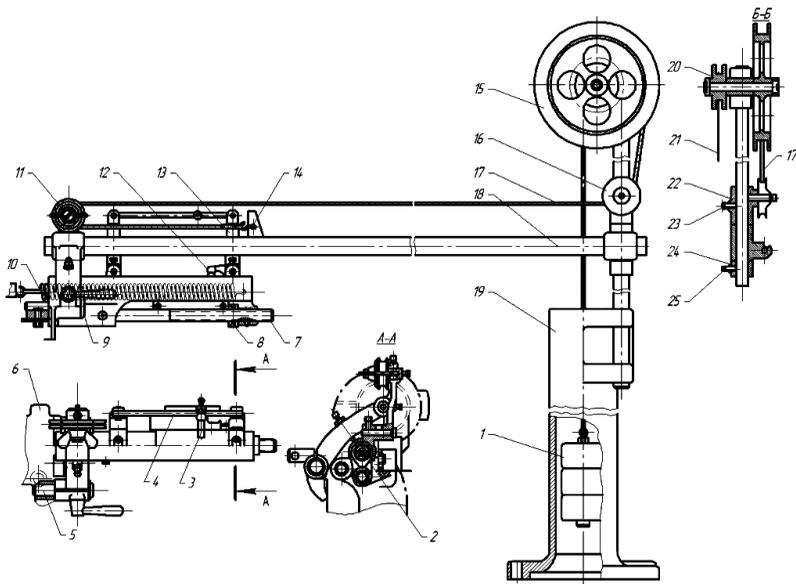


Рис. 19. Загрузочное устройство

При заправке нового прутка кронштейн 9 с зажатым концом направляющей трубы 18 откидывается в сторону, поворачиваясь на оси 5, запрессованной в корпусе 6 станины, благодаря чему имеется возможность быстро удалить остаток прутка и вручную заправить новый.

Регулирование натяжения пружины 10, осуществляющей возврат шпиндельной бабки, обеспечивается гайкой 8, перемещаемой по винту 7.

Кинематическая схема автомата (рис. 20). Кинематическая схема автомата модели ПП16 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⁻¹.

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

С вала III плоскоремённой передачей со шкивами диаметром 180 мм и 90 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⁻¹ до $n_{22} = 5600$ мин⁻¹.

Для настройки цепи привода расчётные перемещения запишутся так:

$$n_{\text{эл.дв}}, \text{ мин}^{-1} \rightarrow n_{\text{шп}}, \text{ мин}^{-1},$$

а уравнение кинематического баланса

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

Частота вращения шпинделя зависит от скорости резания v_p и диаметра обрабатываемой заготовки d_3 и определяется по формуле

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

Рекомендуемые скорости резания при обработке деталей из различных материалов приведены в таблицах во второй части лабораторной работы.

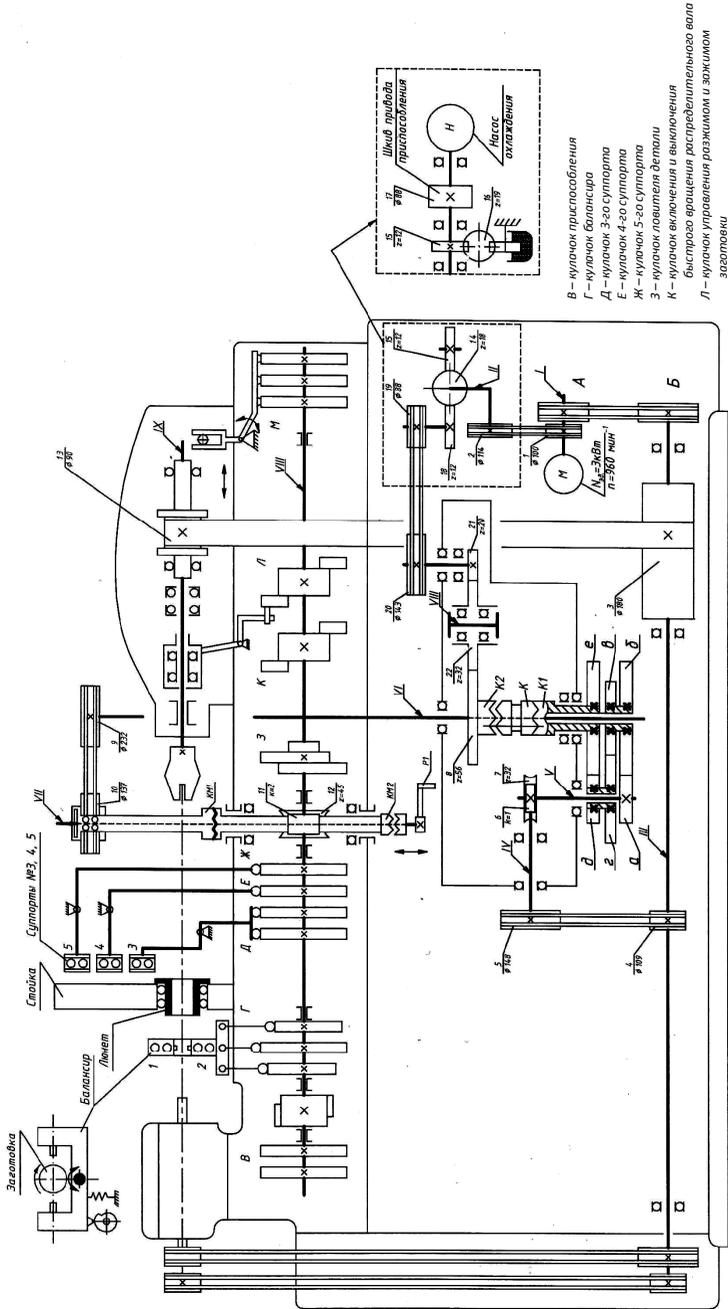


Рис. 20. Кинематическая схема

Из уравнения кинематического баланса получаем формулу настройки цепи главного движения:

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

Привод распределительного вала. Управление движениями подачи 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 (взаимувязку) 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 – кулачки 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 клиноремённую передачу со шкивами диаметром 109 и 148 мм, червячную пару $K_2 = 1$ и $z_K = 32$, гитару сменных зубчатых колёс а, б, в, г, д, е, полумуфты К – К1, клиноремённую передачу со шкивами диаметрами 232 и 137, включённую муфту КМ1, червяк К = 2 и червячное колесо $z_K = 45$.

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:

$$n_{\text{эл.дв.}, \text{мин}^{-1}} \rightarrow n_{\text{р.в.}, \text{мин}^{-1}}.$$

Уравнение кинематического баланса:

$$960 \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{109}{148} \cdot \frac{1}{32} \cdot i_{\Gamma} \left\{ \frac{a}{б} \cdot \frac{в}{г} \cdot \frac{д}{е} \right\} \cdot \frac{232}{137} \cdot \frac{2}{45} = n_{\text{р.в.}}$$

Из этого уравнения находим передаточное отношение гитары i_{Γ} :

$$i_{\Gamma} = \frac{a}{б} \cdot \frac{в}{г} \cdot \frac{д}{е} = n_{\text{р.в.}} \cdot \frac{B}{A} \cdot \frac{148 \cdot 16 \cdot 137 \cdot 45}{960 \cdot 109 \cdot 232} \approx n_{\text{р.в.}} \cdot \frac{B}{A} \cdot 0,6013 \approx 0,6 \cdot \frac{B}{A} \cdot n_{\text{р.в.}}$$

Формула настройки:

$$i_{\Gamma} = \frac{a}{б} \cdot \frac{в}{г} \cdot \frac{д}{е} = 0,6 \cdot \frac{B}{A} \cdot n_{\text{р.в.}}; \quad n_{\text{р.в.}} = \frac{1}{0,6} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{a}{б} \cdot \frac{в}{г} \cdot \frac{д}{е}.$$

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 $t_{\text{ц}}$ изготовления одной детали, которое подсчитывается при разработке технологического процесса изготовления детали и карты наладки.

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

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

При ускоренном ходе. Распределительный вал получает вращение от электродвигателя М через ремённую передачу со шкивами диаметрами 100 и 114, винтовую зубчатую передачу с колёсами $z = 18$ и $z = 12$, клиноремённую передачу со шкивами диаметрами 88 и 143, зубчатые колёса $z = 20, 32, 56$, через полумуфты К – К2, клиноремённую передачу со шкивами $\varnothing 232$ и $\varnothing 137$ и червячную передачу $K_{\text{ч}} = 2$ и $z_{\text{к}} = 45$.

Уравнение кинематического баланса:

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

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

Указания по эксплуатации автомата. При первоначальном пуске автомата необходимо рукоятку ручного привода подать «от себя» и включить электродвигатель. Медленно, вручную, провернуть 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 50°C. 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 кангу зажима в шпиндельную бабку.

2. Установить кангу в люнет.

3. Установить сменные шкивы, сменные зубчатые колёса коробки подачи 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 канги по циклу.

8. Заправить пруток и отрегулировать усилие зажима.

9. Отрегулировать зазор между кангой люнета и прутком.

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.

Установка и регулирование цанги люнета. При использовании невращающегося люнета свинчивают круглую гайку 25 (рис. 11, б), несколько отвинчивают гайку 22 и образовавшийся между ней и суппортной стойкой зазор устраняют продвижением вперёд конусной втулки 23.

Лёгким ударом по торцу цанга 49 выталкивается наружу. Вместо удалённой цанги ставят необходимую по размеру цангу и гайкой 25 слегка затягивают в конус втулки 24. Затем круглой гайкой 22 конусную втулку 25 вновь затягивают в конусное отверстие стойки, но так, чтобы втулка 24 могла в ней перемещаться в осевом направлении с лёгким усилием. После этого с помощью продвижения втулки 24 торцу цанги придаётся такое положение, при котором он отступал бы от отрезного резца на необходимую величину, которая задаётся в карте наладки. Когда это достигнуто, втулка 23 плотно затягивается круглой гайкой 22 в корпус стойки и охватывает втулку 24, лишая её подвижности.

Установка кулачков на распределительном валу. На правый конец распредвала 5 (рис. 21) насаживают дисковые кулачки 12 подачи шпиндельной бабки. Количество кулачков зависит от сложности формы и степени точности продольных размеров отдельных участков изделия. Установка кулачков ведётся с проставкой между кулачками 12 плоскопараллельных колец 13, которые гайкой 14 сжимаются с кулачками, создавая трение, исключаяющие их провёртывание. Нулевая риска каждого кулачка совмещается с осью соответствующего копировального пальца.

При совмещении рисков, которое делается в несколько поджатом состоянии кулачков и колец, надо следить за тем, чтобы дальнейшее завинчивание гайки 14 не вызвало угловое смещение какого-либо из кулачков.

Кулачки 4 балансира и кулачки 7 вертикальных суппортов устанавливаются на распредвал седлообразно, для чего кулачки имеют пазы, соединяющие центрирующие их отверстия с наружным контуром. Чтобы при закреплении кулачков круглой гайкой 1 они не перекашивались вследствие неточностей в перпендикулярных торцевых плоскостях, применяют сферическую гайку 2. Кулачки 7 вертикальных суппортов и приспособлений устанавливают на линзу 6 точно так же, как кулачки балансира и закрепляют круглой гайкой 8.

Кулачки 9 (ригели), управляющие включением и выключением ускоренного хода распределительного вала в необходимых количествах, соответствующих числу таких переключений за полный период автоматического цикла, устанавливают на ригельный барабан 10 распределительного вала.

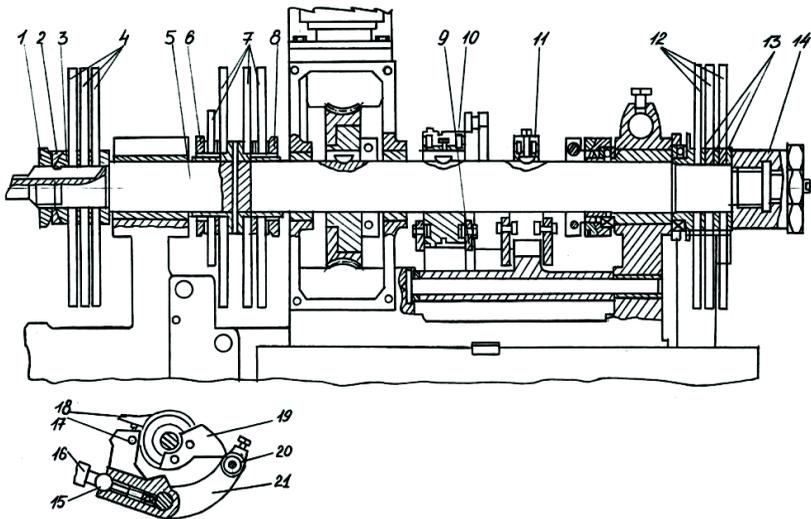


Рис. 21. Распределительный вал с дисковыми кулачками и ригельными барабанами

Перед установкой кулачков надлежит проверить состояние рабочей поверхности профилей.

Установка упорной планки механизма подачи шпиндельной бабки. Винтом 16 (рис. 1) опустить сухарь рычага в нижнее положение и отвинтить винты 17, крепящие упорную планку настолько, чтобы она могла относительно легко скользить в пазах корпуса шпиндельной бабки. Этим обеспечивается в дальнейшем беспрепятственное провёртывание кулачка подачи бабки при его установке в соответствующее положение.

Дугным вращением распределительного вала кулачок подачи шпиндельной бабки совмещают точкой наибольшего радиуса с осью юперного пальца. Сухарь в пазу рычага перемещается винтом 15 (рис. 1) до совпадения с делением того отношения плеч рычагов, которое указано в операционной карте обработки. Пружину возврата шпиндельной бабки снимают, шпиндельную бабку по своим направляющим передвигают на указанное в карте наладки расстояние до переднего торца люнета. В этом положении бабки упорная планка 14 передвигается в Т-образных пазах до её контакта с роликом рычага и закрепляется винтом 17. Далее пружину возврата шпиндельной бабки вновь надевают на крюк и винтом регулируют её натяжение.

Установка кулаков разжима и зажима цанги. Сменный кулак имеет нулевую риску, которая соответствует моменту окончания зажима цанги. Обычно для облегчения работы наладчика при проектировании и изготовлении этого кулачка, на нём делают три риски. Первая соответствует началу разжима цанги, вторая – началу отхода шпиндельной бабки, третья – началу зажима цанги.

Вращая распределительный вал вручную, ставят копирующий палец соответствующего суппорта или балансира на первую риску и вводят кулачок разжима 18 (рис. 21) в соприкосновение с роликом 17 рычага 21, управляющего зажимной муфтой 13 (рис. 9) через круглый скользящий сухарь 15 (рис. 21), эксцентриковый палец 16 и вилку-рычаг; кулачок закрепляют винтами в Т-образном пазу барабана 11. Затем, вновь вращая вал, ставят юперный палец на третью риску кулачка и вводят кулачок зажима 19 в соприкосновение с роликом 20 в его самой нижней точке на криволинейном профиле. В этом положении его закрепляют.

Установка режущих инструментов. Резцы 11 (рис. 5) по приданным им номерам суппортов закрепляют в них винтами 9. Отрезной резец устанавливают первым. Регулирование резцов по центру обрабатываемого изделия на суппортах стойки ведётся путём их наклона в плоскости, перпендикулярной оси шпинделя станка. Для этого отвинчивают законтривающие винты 13 и завинчивают винты 12. Регулирование резцов на суппортах балансира (рис. 8), закреплённых в резцедержателе 7 винтами 6, осуществляется винтом 11. Пружинный толкатель 2 обеспечивает поджим резцедержателя к винтовому упору, а колпачок 12 на резьбе – стержень натяжения его пружины.

Продольное регулирование суппортов стойки осуществляется перемещением их корпусов 6 винтами 5 по лимбу и законтриваются винтами 7 и 8 (рис. 5). Суппорт балансира регулируют винтами 9 (рис. 8) по лимбам 13.

Регулирование положения инструментов для получения размеров и формы изделия.

1. Наладка резцов балансира (рис. 8): ослабляют винты 14. Вращением винта 5 ползун перемещается в нужном направлении на величину фактического отклонения диаметра, разделённую пополам. Отсчёт величины перемещения ведут по лимбам.

2. Регулирование на точные размеры изделия в условиях обработки одним резцом участков с разными диаметрами от двух кулачков: регулирование осуществляется изменением положения копирующего пальца *a*, *b* или *в* того кулачка, профиль которого задаёт перемещение суппорта для получения данного размера изделия.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для обработки каких деталей предназначен станок модели ПП16 и из каких заготовок?
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. Как настроить станок на обработку деталей определённой длины?
6. Как настроить станок на обработку деталей из заготовок заданного диаметра?
7. Как производится регулировка суппортов на заданный диаметр обрабатываемой поверхности?
8. Как осуществляется регулировка зазора-натяга в опорах шпинделя?
9. Как устанавливаются кулачки на распределительном валу для обеспечения заданного цикла работы автомата?
10. Почему на автомате можно обрабатывать нежёсткие детали с высокой точностью?
11. Как переключается вращение распределительного вала с ручного на автоматическое и наоборот?
12. Напишите уравнение баланса всех кинематических цепей автомата и выведите формулы настройки.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ И НАЛАДКА АВТОМАТА ПРОДОЛЬНО-ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ МОДЕЛИ 1П16

Цель работы: приобрести навыки и умение разрабатывать технологические процессы обработки деталей на автоматах продольно-фасонного точения и производить их наладку.

ЗАДАНИЕ

1. Разработать технологический процесс обработки заданной детали на автомате продольно-фасонного точения модели 1П16, используя знания, приобретённые при выполнении лабораторной работы «Устройство и наладка автомата продольно-фасонного точения модели 1П16» и пользуясь данными о станке, приведёнными в методических указаниях к этой лабораторной работе.
2. Оформить и заполнить графы операционной технологической карты наладки автомата на обработку заданной детали.
3. Разработать и начертить конструкции кулачков шпиндельной бабки, балансира и вертикальных суппортов для обработки заданной детали, согласно данным карты наладки.
4. Произвести наладку и регулировку станка на обработку детали, согласно карты наладки табл. П.12 .
5. Оформить отчёт.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Согласно варианту задания вычертить чертёж детали с указанием всех необходимых размеров, допускаемых отклонений, знаков шероховатости поверхностей и технических требований к детали. Если это необходимо, деталь вычерчивают в увеличенном масштабе.
2. В соответствующие графы операционной карты наладки занести данные о детали: наименование материала заготовки; марку материала, его твёрдость; профиль и размер заготовки с указанием допускаемых отклонений; ГОСТы на сортамент и материал прутка; смазочно-охлаждающую жидкость.
3. Пользуясь «Рекомендациями по разработке технологического процесса» (смотри ниже), установить технологическую последовательность обработки детали каждым инструментом.
На каждый рабочий переход вычертить схему обработки.
Рабочие переходы в порядке выбранной последовательности занести в операционную технологическую карту наладки.

4. Вычертить в карте наладки положение режущих инструментов в суппортах относительно заготовки. Здесь же вычертить положение режущих инструментов относительно отрезного резца с указанием номеров резцов и необходимых размеров (ширина отрезного резца, расстояние резцов и режущих инструментов дополнительных устройств от линии отрезки). Проставить числовые значения исходных положений режущих кромок резцов балансира от обрабатываемого прутка.

5. Определить величины рабочих и холостых перемещений инструментов и шпиндельной бабки с деталью.

6. Определить радиусы (или приращения) кулачка в начале и конце каждого перехода (поворота распределительного вала).

7. Выбрать режимы резания.

8. Определить числа оборотов шпинделя n , необходимых для выполнения технологического перехода.

9. Определить суммарные числа оборотов шпинделя, необходимые для выполнения всех рабочих (несовмещённых) ходов.

10. Определить ориентировочную производительность автомата.

11. Определить углы поворота распределительного вала на выполнение каждого холостого хода и на совершение всех холостых ходов.

12. Определить углы поворота распределительного вала на совершение всех несовмещённых рабочих ходов.

13. Определить углы поворота распределительного вала для совершения каждого рабочего хода.

14. Определить время изготовления детали и штучную производительность автомата.

15. Построить профили кулачков автомата на основе данных карты наладки и размеров заготовок кулачков.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендации по расчёту наладки. Наладка автомата проектируется в строгой последовательности, без соблюдения которой её невозможно осуществить. На первом этапе проектирования разрабатывается подробный план обработки по переходам и расчётная карта, в которой вычерчиваются эскизы переходов и записываются все необходимые для наладки расчётные данные. Во втором этапе конструируется оснастка, т.е. кулачки, резцы и др.

При проектировании плана обработки необходимо соблюдать следующие основные правила:

1. Стремиться к тому, чтобы в процессе обработки детали участвовало (совмещалось) одновременно возможно большее число инструментов.

2. При совмещении работы инструментов, во избежание получения уступов на детали, следует совмещать начало и конец работы всех инструментов.

3. Если в тонкостенных или снабжённых глубокими проточками деталях должна быть произведена расточка у переднего конца, то этот переход, в отличие от предыдущего правила, следует производить до ослабления детали.

4. При установлении последовательности переходов необходимо иметь в виду возможность столкновения инструментов или салазок, работающих как одновременно, так и последовательно.

5. Одновременно работающие резцы расставлять так, чтобы усилия резания одних резцов по возможности уравновешивали усилия резания других резцов.

6. Наиболее тяжёлые и точные работы выполнять резцами балансира:

а) продольную обточку наиболее точных диаметров – резцом № 1 с применением упора;

б) фасонную обточку, накатывание рифлений – резцом № 2.

7. Профильную обточку и проточку канавок производить резцами № 4 и № 5. Отрезку производить резцом № 3.

8. Длину обрабатываемой поверхности нужно увеличивать на ширину отрезного резца, так как это укорачивает его ход. Ширина отрезных резцов должна быть минимальной.

9. Совмещать работу инструментов вертикальных суппортов и балансира в соответствии с рис. 1, а значения углов поворота кулачков, необходимые для отвода и подвода смежно расположенных резцов, выбрать из табл. 1.

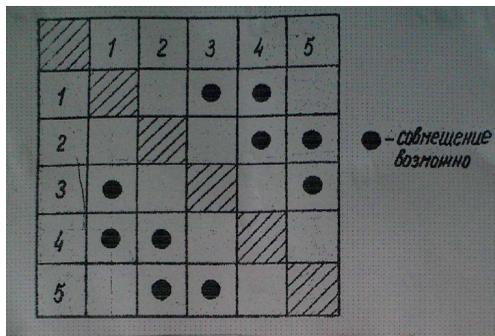


Рис. 1. Варианты совмещения работы суппортов

1. Значение углов, необходимых для подвода и отвода смежно расположенных резцов

Производительность, шт./мин	Отвод резца	Угол (...°), необходимый для подвода резца				
		1	2	3	4	5
до 5	1					14
	2				12	
	3			12		
	5					
от 5 до 12	1					18
	2			13		
	3		15			
	5	12				
свыше 12	1					27
	2			16		26
	3		18		26	
	4			18		
	5	12			22	

Составление плана обработки. При разработке технологического процесса обработки выбирается оптимальный вариант, который обеспечивает наибольшую производительность, требуемую точность и качество обрабатываемой детали, стабильность технологического процесса, экономическую целесообразность.

План обработки составляется в строгой последовательности, исходя из условий, режимов и способов обработки, распределения переходов по позициям, совмещения различных переходов и т.д.

Перед составлением плана обработки необходимо в соответствующие графы карты наладки (см. пример наладки в приложении) внести наименование детали, размер и профиль заготовки и тип автомата, марку материала, его твёрдость, ГОСТы на сортамент и материал прута, смазочно-охлаждающая жидкость (см. пример в приложении).

Затем вычерчивается чертёж детали с указанием всех необходимых размеров, допускаемых отклонений, шероховатости поверхностей, технических требований к детали. Деталь необходимо вычерчивать в том положении, в каком она обрабатывается на автомате. Здесь

же показывается положение инструмента относительно резца с указанием номеров резцов и необходимых размеров.

Имея эти данные, следует установить порядок переходов обработки детали, перечисляя в строгой последовательности для каждого суппорта в отдельности все рабочие и холостые движения заготовки, инструмента (с учётом возможных совмещений), а также паузы, необходимые для фиксирования размеров детали.

После установления последовательности обработки изделия, выбора инструмента и дополнительных устройств на вычерченных в карте наладки эскизах переходов проставляются размеры, требуемые для обработки, позволяющие подсчитать величины перемещения суппортов шпиндельной бабки и дополнительных устройств.

На эскизах необходимо указать:

- а) инструмент в конечном рабочем положении;
- б) длину рабочего хода или расстояние от базовой поверхности рабочего узла, несущего инструмент, до поверхности узла, в котором закреплена обрабатываемая заготовка;
- в) размер и тип инструмента.

План обработки необходимо составлять с точным учётом наладочных размеров автомата.

Рабочие переходы в порядке выбранной последовательности обработки заносят в операционную карту наладки

Выбор режимов резания. В целях сокращения машинного времени выгодно работать с возможно большей подачей и соответствующей ей скоростью резания. При этом необходимо учитывать, что величина подачи зависит от ряда условий; основными критериями выбора режимов резания являются точность, шероховатость обрабатываемой поверхности, припуск на обработку, обрабатываемый материал и материал режущего инструмента, смазочно-охлаждающая жидкость и т.д.

Скорость резания ограничивается расчётной стойкостью инструментов, недостаточной жёсткостью системы СПИД. Скорость резания принимают по нормативам режимов резания или по табл. 2.

При применении твёрдосплавного инструмента скорость резания увеличивается в 1,5–2 раза; в зависимости от этого корректируется частота вращения автомата.

Для выбора скорости резания следует исходить из работы лимитирующего (т.е. допускающего наименьшую скорость резания) инструмента; в этом случае остальные инструменты будут работать на несколько заниженных скоростях резания.

2. Рекомендуемые скорости резания в м/мин при применении инструмента из быстрорежущей стали

Характер обработки	Обрабатываемый материал										
	Сталь										
	Серебрянка	45	35	20	Нержавеющая	Автоматная 12	Автоматная 20	Латунь		Алюминий	
								Мягкая	Твердая		
Продольная обточка	20 ... 25	25 ... 35	35 ... 40	25 ... 55	16 ... 20	45 ... 70	40 ... 65	150 ... 180	90 ... 120	200 ... 250	
Обточка фасонными резцами и обрезка	18 ... 22	20 ... 30	20 ... 35	30 ... 35	12 ... 18	45 ... 55	35 ... 45	100 ... 150	60 ... 70	200 ... 250	
Центрование, зенкование	13 ... 16	18 ... 20	20 ... 25	25 ... 30	8 ... 12	35 ... 54	28 ... 45	60 ... 80	45 ... 55	60 ... 80	
Сверление	15 ... 20	20 ... 25	30 ... 40	40 ... 50	10 ... 18	50 ... 60	40 ... 45	80 ... 100	60 ... 70	150 ... 200	
Развертывание	6 ... 8	7 ... 10	8 ... 12	10 ... 15	5 ... 8	12 ... 18	13 ... 15	30 ... 40	20 ... 30	20 ... 30	
Нарезание резьбы плашками										30 ... 35	
$t = 0,25$	1 ... 1,5	1,5 ... 2,5	1,8 ... 2,5	1,8 ... 2,5	0,75 ... 1,2	2,8 ... 4,0	2,5 ... 3,5	4,5 ... 10	4,5 ... 10	5 ... 15	
$t = 0,5$	1,2 ... 2	2,0 ... 2,7	2,0 ... 3,0	2,3 ... 3,0	1,0 ... 1,6	3,8 ... 4,6	3 ... 4	5,5 ... 15	6 ... 15	6 ... 20	
$t = 0,8$	1,8 ... 2,5	2,2 ... 3,0	2,5 ... 3,5	2,8 ... 3,5	1,4 ... 2,0	4,2 ... 5,0	3,5 ... 4,5	6,8 ... 18	8 ... 20	10 ... 35	
Нарезание резьбы метчиками										25 ... 30	
$t = 0,25$	1,5 ... 3,0	2,0 ... 4,0	2,5 ... 4,5	3,0 ... 4,0	1 ... 2	3 ... 6	2 ... 5	4 ... 10	5 ... 10	6 ... 12	
$t = 0,5$	1,8 ... 3,0	2,5 ... 4,5	2,8 ... 5,0	3,2 ... 5,0	1,5 ... 2,5	4,5 ... 7,0	3,6 ... 6,0	8,0 ... 12	8,0 ... 15	10 ... 20	
$t = 0,8$	2,0 ... 3,5	3,0 ... 5,0	3,0 ... 5,5	3,5 ... 6,0	1,75 ... 3	5,0 ... 8,0	4 ... 7	10 ... 18	10 ... 20	15 ... 30	

Режим резания следует выбирать такими, чтобы переналадка инструмента производилась через 4 или 8 часов работы автомата.

Зная диаметр обработки соответствующим инструментом, определяют частоту вращения шпинделя, необходимую для получения выбранной скорости резания по формуле

$$n = 1000v/(\pi d), \text{ мин}^{-1},$$

где v – скорость резания, м/мин; d – диаметр прутка, мм.

Для детали, приведённой в приложении (материал – автоматная сталь А20) при выполнении операции отрезки выбираем по табл. 2 скорость резания $v = 45$ м/мин.

При применении твёрдосплавного инструмента скорость можно увеличить в 1,5–2 раза. С учётом выбранного коэффициента скорость резания $v = 45 \cdot 1,75 = 78,5$ м/мин.

По формуле $n = 1000v/(\pi d)$ определяют частоту вращения шпинделя, необходимую для получения выбранной скорости резания:

$$n = (1000 \cdot 78,5) / (3,14 \cdot 16) = 1567 \text{ мин}^{-1}.$$

По таблице 3 находят ближайшее значение частоты вращения шпинделя автомата мод. ПП16 равное 1600 мин^{-1} и по формуле $v = \pi dn/1000$ корректируют скорость резания:

$$v = 3,14 \cdot 16 \cdot 1600 / 1000 = 80,5 \text{ м/мин.}$$

Скорректированную скорость резания и частоту вращения шпинделя заносят в соответствующие графы карты наладки.

Ориентировочные значения подач выбирают из табл. 4, при накатке из табл. 5, а поправочные коэффициенты в зависимости от вида накатываемого материала из табл. 6. Значения подач заносят против соответствующих переходов в графу «Подача» карты наладки.

Определение величины перемещения инструмента и шпиндельной бабки. Режущие инструменты устанавливаются согласно схеме расположения, изображённой в карте наладке (см. пример наладки).

Все ходы инструментов обязательно разделяют на рабочие и холостые.

Рабочий ход – движение инструмента, при котором происходит процесс резания, процесс снятия стружки.

Холостой ход – отвод и подвод режущего инструмента, подвод и отвод, зажим и разжим материала, пауза.

3. Производительность автоматов моделей ПШ16 и ПГ116А

Сменные зубчатые колёса										Частота вращения шпинделя, об/мин																
										500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	Частота вращения шпинделя, об/с					
а	б	в	г	д	е	8,33	9,33	10,5	11,8	13,3	15	16,67	18,67	20,83	23,33	26,67	Частота вращения распределительного вала, об/мин									
26	52	24	54	28	50	0,056	0,062	0,07	0,078	0,087	0,097	0,108	0,121	0,134	0,151	0,169										
26	52	24	54	30	48	0,064	0,071	0,081	0,098	0,10	0,112	0,125	0,142	0,158	0,169	0,19										
26	52	24	54	32	46	0,070	0,078	0,089	0,099	0,11	0,123	0,137	0,156	0,173	0,188	0,211										
28	50	24	54	32	46	0,079	0,088	0,1	0,117	0,130	0,145	0,162	0,184	0,204	0,211	0,237										
28	50	26	52	32	46	0,089	0,099	0,112	0,125	0,139	0,155	0,173	0,197	0,219	0,237	0,266										
30	48	26	52	32	46	0,099	0,109	0,124	0,139	0,155	0,173	0,193	0,219	0,243	0,265	0,297										
30	48	28	50	32	46	0,111	0,123	0,14	0,156	0,174	0,194	0,217	0,247	0,274	0,296	0,332										
26	52	35	43	32	46	0,127	0,141	0,16	0,179	0,2	0,223	0,249	0,283	0,314	0,345	0,387										
28	50	35	43	32	46	0,144	0,157	0,178	0,199	0,222	0,246	0,275	0,312	0,346	0,386	0,433										
30	48	35	43	32	46	0,161	0,179	0,203	0,227	0,253	0,282	0,315	0,358	0,397	0,431	0,484										
28	50	26	52	46	32	0,184	0,204	0,232	0,259	0,289	0,322	0,36	0,409	0,454	0,49	0,55										
30	48	26	52	46	32	0,204	0,326	0,257	0,287	0,320	0,357	0,399	0,453	0,503	0,547	0,613										
30	48	28	50	46	32	0,229	0,254	0,289	0,323	0,36	0,401	0,448	0,509	0,565	0,612	0,687										
26	52	35	43	46	32	0,256	0,284	0,323	0,361	0,403	0,449	0,502	0,570	0,633	0,712	0,779										
28	50	35	43	46	32	0,298	0,330	0,375	0,419	0,467	0,521	0,582	0,601	0,734	0,797	0,874										
30	48	35	43	46	32	0,333	0,37	0,42	0,469	0,523	0,583	0,651	0,74	0,821	0,89	0,939										
30	48	32	46	50	28	0,353	0,392	0,445	0,497	0,554	0,618	0,69	0,784	0,87	0,945	1,06										
32	46	35	43	48	30	0,411	0,456	0,518	0,579	0,646	0,720	0,804	0,913	1,013	1,103	1,238										
46	32	43	35	28	50	0,450	0,5	0,568	0,634	0,707	0,788	0,88	1,0	1,11	1,204	1,351										
46	32	43	35	30	48	0,502	0,557	0,633	0,707	0,788	0,879	0,982	1,118	1,239	1,343	1,507										
48	30	46	32	28	50	0,586	0,65	0,738	0,824	0,919	1,026	1,146	1,302	1,445	1,567	1,758										
48	30	43	35	32	46	0,622	0,63	0,784	0,876	0,977	1,09	1,218	1,384	1,536	1,663	1,866										
50	28	43	35	32	46	0,694	0,77	0,875	0,977	1,089	1,215	1,357	1,542	1,712	1,857	2,084										

Продолжение табл. 3

Сменные зубчатые колёса		Частота вращения шпинделя, об/мин																					
		Частота вращения распределительного вала, об/мин																					
		1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	5600	30	33,33	37,33	41,67	46,67	52,5	59,2	66,67	75	83,3	93,3
а	б	в	г	д	е	Частота вращения распределительного вала, об/мин																	
26	52	94	54	28	50	0,191	0,213	0,242	0,27	0,301	0,336	0,375	0,426	0,473	0,537	0,603							
26	52	24	54	30	48	0,216	0,24	0,273	0,305	0,34	3,379	0,423	0,481	0,534	0,606	0,68							
26	52	24	54	32	46	0,239	0,265	0,301	0,336	0,375	0,418	0,47	0,534	0,593	0,673	0,755							
28	50	24	54	32	46	0,269	0,299	0,34	0,38	0,424	0,473	0,528	0,6	0,666	0,756	0,848							
28	50	26	52	32	46	0,302	0,335	0,381	0,426	0,475	0,53	0,592	0,673	0,747	0,848	0,951							
30	48	26	52	32	46	0,337	0,374	0,425	0,475	0,53	0,591	0,66	0,75	0,833	0,945	1,06							
30	48	28	50	32	46	0,377	0,418	0,475	0,531	0,592	0,66	0,737	0,837	0,929	1,054	1,183							
26	52	35	43	32	46	0,439	0,487	0,553	0,618	0,689	0,768	0,859	0,976	1,083	1,229	1,379							
28	50	35	43	32	46	0,491	0,545	0,619	0,691	0,77	0,859	0,96	1,091	1,211	1,374	1,542							
30	48	35	43	32	46	0,549	0,609	0,692	0,773	0,862	0,961	1,073	1,219	1,353	1,536	1,723							
28	50	26	52	46	32	0,624	0,693	0,787	0,879	0,98	1,093	1,221	1,387	1,54	1,75	1,964							
30	48	26	52	46	32	0,696	0,773	0,878	0,981	1,094	1,22	1,363	1,548	1,718	1,95	2,188							
30	48	28	50	46	32	0,78	0,866	0,984	1,099	1,225	1,366	1,526	1,734	1,925	2,18	2,446							
26	52	35	43	46	32	0,834	0,981	1,114	1,214	1,337	1,547	1,728	1,963	2,179	2,47	2,771							
28	50	35	43	46	32	0,992	1,101	1,251	1,397	1,558	1,737	1,94	2,204	2,446	2,776	3,115							
30	48	35	43	46	32	1,134	1,259	1,43	1,597	1,781	1,986	2,218	2,52	2,797	3,17	3,557							
30	48	32	46	50	28	1,203	1,335	1,517	1,694	1,339	2,106	2,352	2,672	2,966	3,366	3,777							
32	46	35	43	43	30	1,405	1,56	1,772	1,979	2,207	2,461	2,749	3,123	3,467	3,935	4,415							
46	32	43	35	28	30	1,533	1,702	1,933	2,159	2,407	2,684	2,998	3,406	3,781	4,291	4,815							
46	32	43	35	30	18	1,71	1,9	2,158	2,410	2,637	2,996	3,347	3,802	4,220	4,79	5,374							
48	30	46	32	28	30	1,995	2,214	2,515	2,803	3,132	3,492	3,901	4,431	4,918	5,582	6,263							
48	30	43	35	32	46	2,118	2,351	2,671	2,984	3,327	3,71	4,144	4,708	5,226	5,932	6,556							
50	28	43	35	32	16	2,365	2,625	2,982	3,331	3,714	4,141	4,625	5,254	5,832	6,619	7,427							

Рабочий ход определяется по эскизу детали и является основной величиной для определения продолжительности рабочих переходов и параметров дисковых кулачков.

Величина рабочего хода инструмента складывается из длины обработки детали и величины для безударного подхода инструмента.

$$l_{\text{и}} = l_0 + D.$$

Зазор необходим, чтобы исключить удар инструмента о заготовку при быстром подводе инструмента, поэтому на этом небольшом участке инструмент (шпиндельная бабка) перемещается со скоростью рабочей подачи. Ориентировочно величина зазора принимается в пределах: $D = (0,15 \dots 2)$ мм при точении, подрезании, зенкеровании, развёртывании; $D = 0,5 \dots 1,5$ мм при отрезке с образованием конуса на обоих концах детали, в зависимости от различных видов обработки.

При обтачивании цилиндрических поверхностей методом продольной подачи (рис. 2) подвод резца $l'_{\text{и}}$ и длину рабочего хода шпиндельной бабки $l'_{\text{ш.б}}$ определяют соответственно по формулам:

$$l_{\text{и}} = (D - D_1)/2; \quad l_{\text{ш.б}} = l_1 + \Delta,$$

где D – диаметр, определяющий исходное положение резца, мм; D_1 – обрабатываемый диаметр, мм; l_1 – длина обтачиваемой поверхности по чертежу, мм; Δ – подвод (безударный) резца, мм (при точении, подрезании, зенкеровании и развёртывании длина подвода принимается равной 0,1 ... 0,5 мм; при отрезке с образованием конуса на обоих концах детали – равной 0,03 ... 0,2 мм).

Например, величина рабочего хода шпиндельной бабки в переходе 3¹ при обточке диаметра 7,9 мм (под резьбу М8×1):

$$l_{\text{ш.б}}^3 = l + \Delta = 6,8 + 0,2 = 7 \text{ мм}.$$

Величина рабочего хода резца № 2 при врезании до диаметра D_4 (рис. 2) равна:

$$l_{\text{и}} = (D_3 - D_4)/2 + \Delta,$$

а в рассматриваемом примере в переходе 16

$$l_{\text{и}}^{16} = (16 - 8,6)/2 + 0,2 = 3,9 \text{ мм}.$$

¹ Здесь и далее в настоящем разделе приведены вычисления величин для расчёта операционной карты обработки детали, данной в приложении как пример.

4. Рекомендуемая подача на оборот шпинделя в мк/об

Диаметр прутка, мм	Материал	Вид обработки	Глубина резания, мм	Глубина сверления, мм	Подача в мкм		
					Качество обработки		
					Очень высокое $R_z = 4,0 \dots 6,3$ мкм	Обычное $R_z = 8,0 \dots 20$ мкм	При большой производительности $R_z = 25 \dots 40$ мкм
4	Сталь 45	Обточка	1,5	–	10	14	18
		Обточка	1,0	–	12	17	22
		Обточка	0,5	–	14	20	26
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	4	5,5	8
		Сверление $\varnothing 2$ мм	–	5,0	14	20	26
		Сверление $\varnothing 2$ мм	–	20,0	7	10	13
		Сверление $\varnothing 3$ мм	–	6,0	18	25	32
		Сверление $\varnothing 3$ мм	–	30,0	8	12	16
4	Латунь	Обточка	1,5	–	50	80	120
		Обточка	1,0	–	63	10	150
		Обточка	0,5	–	75	120	180
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	3	48	72
		Сверление $\varnothing 2$ мм	–	5,0	45	70	110
		Сверление $\varnothing 2$ мм	–	20,0	22	34	55
		Сверление $\varnothing 3$ мм	–	6,0	70	110	180
		Сверление $\varnothing 3$ мм	–	30,0	35	55	90

Продолжение табл. 4

Диаметр прутка, мм	Материал	Вид обработки	Глубина резания, мм	Глубина сверления, мм	Подача в мкм		
					Качество обработки		
					Очень высокое $R_z = 4,0 \dots 6,3$ мкм	Обычное $R_z = 8,0 \dots 20$ мкм	При большой производительности $R_z = 25 \dots 40$ мкм
7	Сталь 45	Обточка	2,5	–	16	22	28
		Обточка	2,0	–	18	25	32
		Обточка	1,5	–	20	28	36
		Обточка	1,0	–	22	31	40
		Обточка	0,5	–	24	34	44
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	6	9	12
		Сверление \varnothing 4 мм	–	8,0	22	39	39
		Сверление \varnothing 4 мм	–	30,0	10	13	17
		Сверление \varnothing 5 мм	–	10,0	24	34	44
		Сверление \varnothing 5 мм	–	30,0	12	15	20
7	Латунь	Обточка	2,5	–	80	120	180
		Обточка	2,0	–	87	130	190
		Обточка	1,5	–	93 S3	140	200
		Обточка	1,0	–	100	150	210
		Обточка	0,5	–	107	160	220
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	44	66	100
		Сверление \varnothing 4 мм	–	8,0	70	110	160

Продолжение табл. 4

Диаметр прутка, мм	Материал	Вид обработки	Глубина резания, мм	Глубина сверления, мм	Подача в мкм		
					Качество обработки		
					Очень высокое $R_z = 4,0 \dots 6,3$ мкм	Обычное $R_z = 8,0 \dots 20$ мкм	При большой производительности $R_z = 25 \dots 40$ мкм
7	Латунь	Сверление $\varnothing 4$ мм	–	30,0	35	55	80
		Сверление $\varnothing 5$ мм	–	10,0	75	115	170
		Сверление $\varnothing 5$ мм	–	30,0	35	55	80
12	Сталь 45	Обточка	5,0	–	23	32	42
		Обточка	4,0	–	25	35	46
		Обточка	3,0	–	28	39	51
		Обточка	2,0	–	31	43	56
		Обточка	1,0	–	34	46	60
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	8	11	15
		Сверление $\varnothing 4$ мм	–	10,0	26	37	48
		Сверление $\varnothing 4$ мм	–	40,0	10	16	21
12	Латунь	Обточка	5,0	–	85	120	150
		Обточка	4,0	–	93	130	160
		Обточка	3,0	–	100	140	180
		Обточка	2,0	–	107	150	200
		Обточка	1,0	–	115	160	220

Диаметр прутка, мм	Материал	Вид обработки	Глубина резания, мм	Глубина сверления, мм	Подача в мкм		
					Качество обработки		
					Очень высокое $R_z = 4,0 \dots 6,3$ мкм	Обычное $R_z = 8,0 \dots 20$ мкм	При большой производительности $R_z = 25 \dots 40$ мкм
12	Латунь	Фасонная обточка и отрезка	–	–	50	70	100
		Сверление $\varnothing 8$ мм	–	50,0	80	120	170
		Сверление $\varnothing 8$ мм	–	40,0	30	50	65
		Сверление $\varnothing 9$ мм	–	10,0	80	120	170
		Сверление $\varnothing 9$ мм	–	40,0	32	52	70
16	Сталь 45	Обточка	6	–	16	29	30
		Обточка	4	–	25	35	46
		Обточка	2	–	325	445	59
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	9	12,5	16
		Сверление $\varnothing 7$ мм	–	10,0	26	90	120
		Сверление $\varnothing 7$ мм	–	40,0	10	16	21
16	Латунь	Обточка	6	–	65	90	120
		Обточка	4	–	93	130	160
		Обточка	2	–	107	150	200
		Фасонная обточка и отрезка	–	–	50	70	100
		Сверление $\varnothing 7$ мм	–	10,0	80	120	170
		Сверление $\varnothing 7$ мм	–	40,0	32	52	70

5. Выбор подачи при накатывании

Вид обработки	Материал	Выбор подачи
Накатка	Сталь	При радиальной подаче 1/3 ... 1/4 от фасонной обточки При продольной подаче 1/3 от продольной обточки
	Латунь	При радиальной подаче 1/2 ... 1/3 от фасонной обточки При продольной подаче 2/3 ... 1/2 от продольной обточки
Накатывание резьбы	Сталь Латунь	1/10 ... 1/5 от фасонной обточки в зависимости от ширины

6. Коэффициенты к таблице 5

Материал	Коэффициент	Табличный материал	Примечание
Мягкая сталь	2	сталь	Графа «При большой производительности не рекомендуется»
Сталь А12 (автоматная 12)	2	сталь	
Сталь А30 (автоматная 30)	2	сталь	
Никель	0,65 ... 0,85	сталь	
Монель-металл	0,65 ... 0,85	сталь	
Алюминий	0,9 ... 1	латунь	
Электрон	1 ... 1,2	латунь	
Целлулоид	1	латунь	
Бронза	0,5	латунь	
Серебрянка	0,8	сталь	
Нержавеющая сталь	0,6 ... 0,8	сталь	Таблица 4

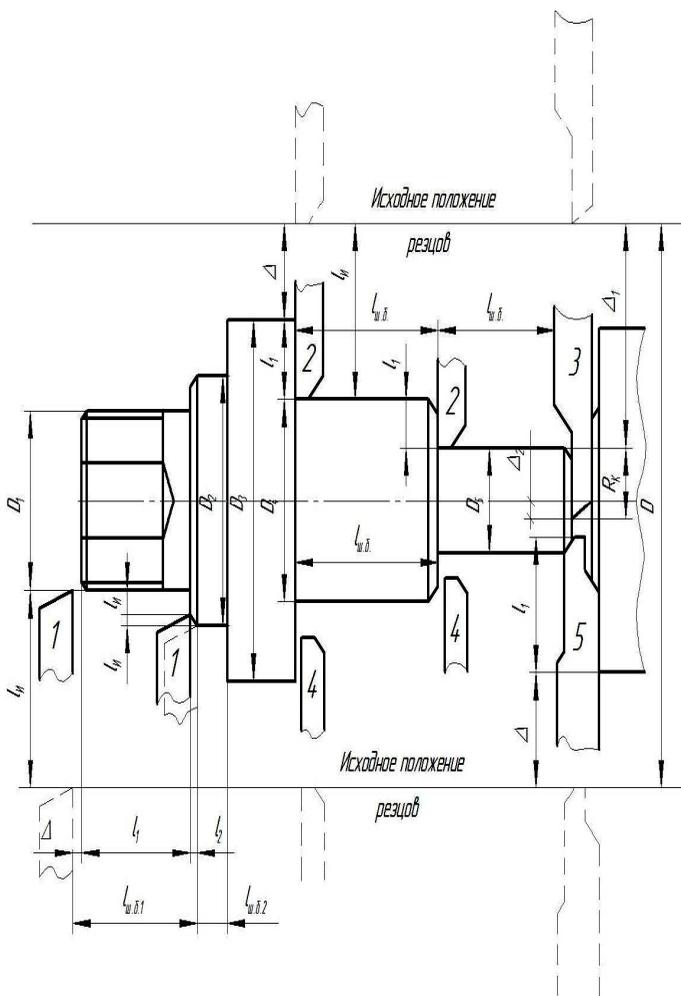


Рис. 2. Рабочий ход инструмента и шпиндельной бабки при обработке детали на автомате продольного точения

Длина отвода резца из одного рабочего положения в другое при обтачивании ступенчатых деталей одним резцом определяется по формуле

$$l_n = (D_2 - D_1)/2,$$

где l_n – длина отвода резца, мм; D_1 – диаметр детали, обрабатываемый в предыдущем переходе, мм; D_2 – обтачиваемый диаметр, мм.

После обточки (рис. 2) поверхности диаметром D_1 резец отводится на величину

$$l_{и} = (D_2 - 2C - D_1)/2,$$

где C – высота фаски, мм; для того, чтобы с этого положения можно было обработать фаску.

При обработке фаски под углом 45° резец и шпиндельная бабка перемещаются одновременно, а длина их хода

$$l_{и} = l_{ш.б} = C.$$

При отрезке (рис. 2.) длина хода резца № 3:

$$l_{и} = D_5/2 + \Delta; \Delta = \Delta_1 + \Delta_2,$$

где Δ_1 – величина зазора между резцом и заготовкой, мм; Δ_2 – величина перебега за ось вращения заготовки, мм; $D_2 = 0,2 \dots 0,5$ мм.

При определении длины рабочих ходов резцов в расчёт принимают обрабатываемые диаметры с учётом половины поля допуска.

Детали с коническими поверхностями обрабатывают сложным движением, т.е. одновременным перемещением шпиндельной бабки с обрабатываемым прутком и одного из резцов. Если перемещение резца направлено к оси детали, то получают конус, вершина которого расположена ближе к отрезному резцу (рис. 3.). Если перемещение резца направлено от оси детали, то получают конус, своим основанием расположенный ближе к отрезному резцу (рис. 4).

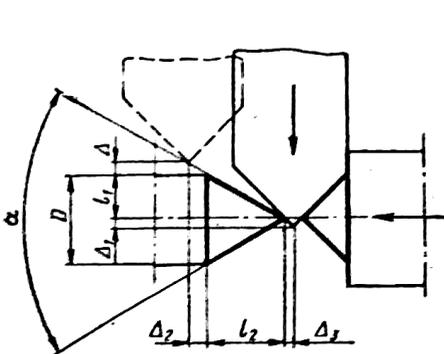


Рис. 3. Обтачивание конуса отрезным резцом

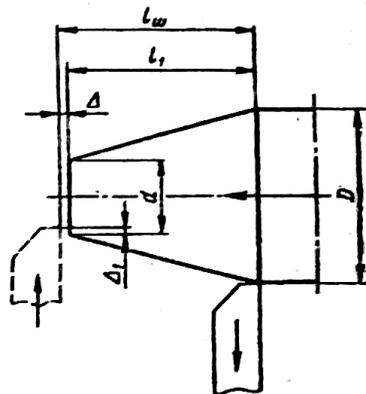


Рис. 4. Обтачивание конуса проходным резцом

Для обтачивания конусной части детали от диаметра d до диаметра D необходимо, чтобы во время продольного перемещения прутка на длину l_1 резец переместился на величину $(D - d)/2$. Длина рабочего хода шпиндельной бабки $l_{ш.б}$ и длина рабочего хода резца $l_и$ определяются в этом случае по формулам:

$$l_{ш.б} = l_1 + \Delta \quad \text{и} \quad l_и = (D - d)/2 + \Delta_1,$$

где l_1 – длина конуса, мм; Δ – подвод шпиндельной бабки, мм; Δ_1 – перебег резца.

При центрировании торца резцом (рис. 5) длина рабочего хода шпиндельной бабки может быть определена по формуле

$$l_{ш.б} = l_1 + \Delta,$$

где l_1 – глубина зацентровки, мм; Δ – длина подвода резца, мм. Глубина зацентровки зависит от диаметра и угла конуса центрового отверстия.

При обтачивании поднутрений (рис. 6) длина рабочего хода шпиндельной бабки $l_{ш.б}$ определяется по формуле

$$l_{ш.б} = l_1 + \Delta,$$

где l_1 – глубина поднутрения, мм; Δ – длина подвода резца, мм. Обтачивание поднутрений аналогично операции центрования торца.

При растачивании отверстий (рис. 7) длина рабочего хода шпиндельной бабки может быть определена по формуле

$$l_{ш.б} = l_1 + \Delta,$$

где l_1 – глубина растачивания, мм; Δ – длина подвода резца, мм.

При отрезке с образованием конусов на обоих концах детали (рис. 3) длина рабочего хода резца определяется по формуле

$$l_и = \Delta + D/2 + \Delta_1,$$

где $l_и$ – длина рабочего хода резца, мм; D – диаметр конуса, мм; Δ – длина подвода резца, мм; Δ_1 – перебег резца, мм. Длина рабочего хода шпиндельной бабки в этом случае может быть определена по формуле

$$l_{ш.б} = \Delta_2 + l_2 + \Delta_3,$$

где l_2 – длина конуса, мм; Δ_2 – длина подвода резца, мм; Δ_3 – перебег резца, мм ($\Delta_2 = \Delta / \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$; $\Delta_3 = \Delta_1 / \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, где α – угол конуса, °).

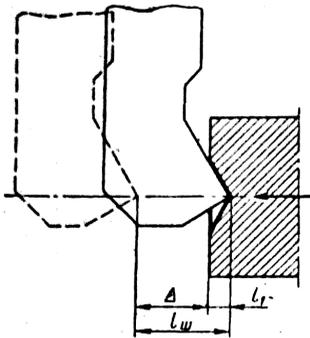


Рис 5. Центровка торца резцом

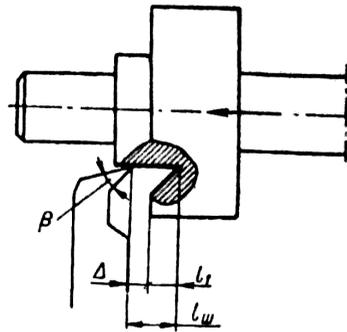


Рис 6. Обтачивание поднутрений резцом

Для резцов балансира в качестве исходного положения выбирают средний радиус кулачка. В этом случае режущие кромки резцов № 1 и № 2 находятся в горизонтальной плоскости. Расстояние от прутка до режущих кромок резцов № 1 и № 2 должно быть, как правило, одинаковым, за исключением тех случаев, когда по условиям особенности геометрических параметров детали или её габаритных размеров эти расстояния могут быть различными. При обработке детали в примере эти резцы отстоят от прутка на расстоянии 0,5 мм каждый, что обеспечивает его беспрепятственное прохождение между ними.

При обработке поверхности лопаточным резцом (методом врезания) длина хода шпиндельной бабки меньше длины этой поверхности на ширину резца (рис. 8):

$$l_{ш.б} = l_1 - 1 \text{ мм.}$$

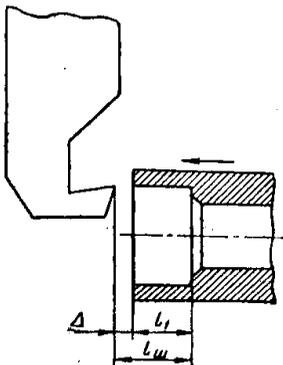


Рис 7. Растачивание отверстий резцом перехода 17

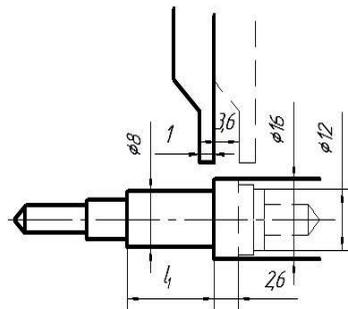


Рис 8. Определение длины рабочего хода шпиндельной бабки для врезания лопаточным резцом

При переходе резца через буртик $l = 26$ мм на обработку диаметра 12 мм, ход шпиндельной бабки определяется с учётом ширины резца:

$$l_{ш.б} = 2,6 + 1 = 3,6 \text{ мм.}$$

После изготовления и отрезки очередной детали величина хода при отводе шпиндельной бабки назад равна сумме длины изготавливаемой детали и ширины отрезного резца.

Например в переходе 45:

$$l_{ш.б}^{45} = 32,94 + 2 = 34,94 \text{ мм,}$$

где 32,94 – длина детали (33_{-0,12}); 2 мм – ширина отрезного резца.

При нарезании резьбы ход инструмента l_n равен сумме длины нарезаемой резьбы l_0 и величины Δ , равной длине 2–3 ниток нарезаемой резьбы.

$$l_n = l_0 + \Delta.$$

Например в переходе 35 ход плашки:

$$l_n = 5 + 2 = 7 \text{ мм,}$$

где 5 – длина нарезаемой резьбы, мм; 2 – длина 2-х ниток нарезаемой резьбы.

При сверлении зацентрованных отверстий величина хода сверла l_n равна сумме длины цилиндрической части отверстия l_0 и величины зазора Δ : $l_n = l_0 + \Delta$.

Например, в переходе 22 ход сверла:

$$l_n = 5 + 0,5 = 5,5 \text{ мм,}$$

где 5 – длина цилиндрической части отверстия диаметром 3, мм; 0,5 – величина зазора между сверлом и отверстием, мм.

Определение приращений радиуса на кулачках. Поскольку движение рабочих органов станка осуществляется от кулачков, при их вращении с распределительным валом через рычажные механизмы, за счёт непрерывного изменения их радиуса, то необходимо определить величину изменения радиуса кулачка при каждом движении рабочего органа, т.е. величину спуска и подъёма на кулачках.

Величина спуска-подъёма на кулачках определяется путём умножения соответствующих величин ходов рабочих органов (суппортов с инструментами, шпиндельной бабки с заготовкой, приспособлений) на отношение плеч рычагов i , передающих движение от кулачков к рабочим органам:

$$H = Li.$$

Например, в переходе 16:

$$H_{1G} = 3,9 \cdot 2,5 = 9,75 \text{ мм},$$

где H – подъём на кулачке балансира, мм; $3,9 = L_i$ – величина хода резца, мм; $2,5 = i$ – отношение плеч рычагов балансира, мм.

Определение числа оборотов шпинделя по переходам. Число оборотов шпинделя, необходимое для выполнения каждого рабочего перехода, определяется по формуле

$$n_{pi} = \frac{L_i}{S_i},$$

где n_{pi} – число оборотов шпинделя, необходимое для выполнения i -го рабочего перехода; L_i – величина i -го рабочего хода рабочего органа, мм; S_i – скорость подачи в мм на один оборот шпинделя.

Полученные при расчёте дробные значения чисел необходимо округлить.

Например, в переходе 16:

$$n_{p16} = \frac{3,9}{0,026} = 150 \text{ оборотов.}$$

Значение чисел оборотов по переходам записываются в карту наладки, причём, числа оборотов на совмещённые переходы заключаются в скобки.

Число оборотов шпинделя, необходимое для выполнения всех рабочих переходов (без учёта совмещённых) данного рабочего цикла подсчитывается путём суммирования чисел оборотов для выполнения отдельных переходов:

$$\sum n_p = n_{p1} + n_{p2} + n_{p3} + \dots + n_{pm}, \text{ оборотов.}$$

Например

$$\sum n_p = 155 + 10 + 42 + 150 + 190 + 10 + 70 + 230 + 47 + 12 + 242 = 1158.$$

Определение углов поворота кулачков при осуществлении холостых ходов рабочими органами станка. Холостые перемещения (отводы и подводы) суппортов шпиндельной бабки и приспособлений осуществляются от участков кулачков, профиль которых очерчивается по специальным шаблонам (рис. 9 – 16), рассчитанным для конкретно рабочего органа в зависимости от производительности станка.

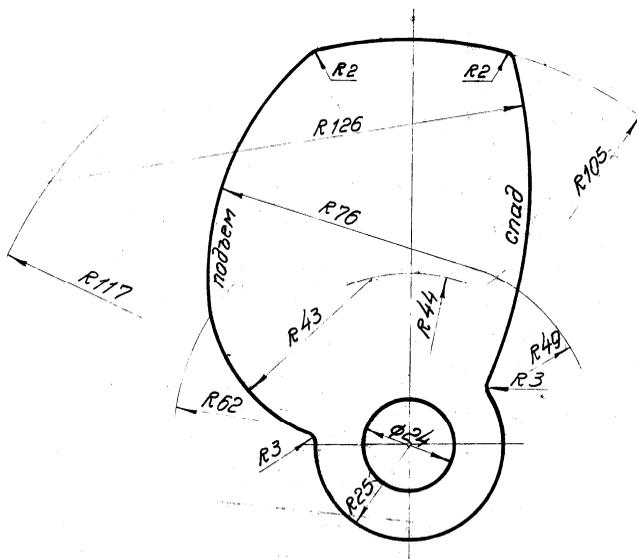


Рис. 9. Шаблон холостых ходов шпиндельной бабки для производительности T до 5 шт./мин

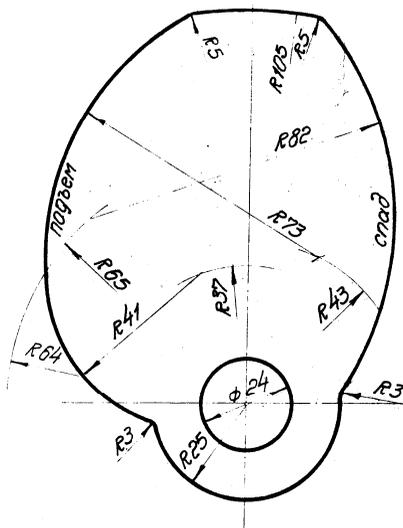


Рис. 10. Шаблон холостых ходов шпиндельной бабки для производительности T от 5 до 12 шт./мин

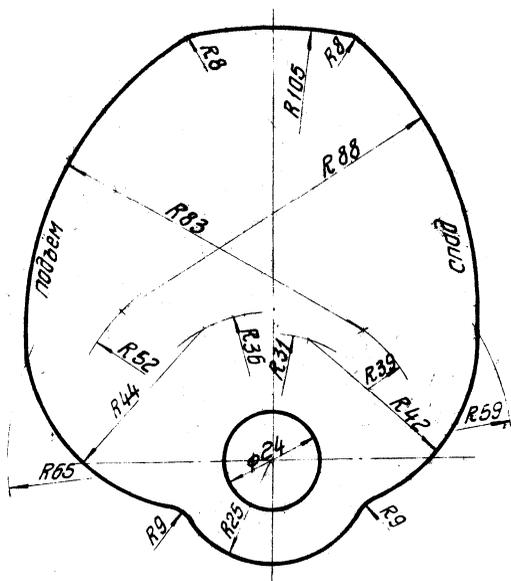


Рис. 11. Шаблон холостых ходов шпиндельной бабки для производительности T свыше 12 шт./мин

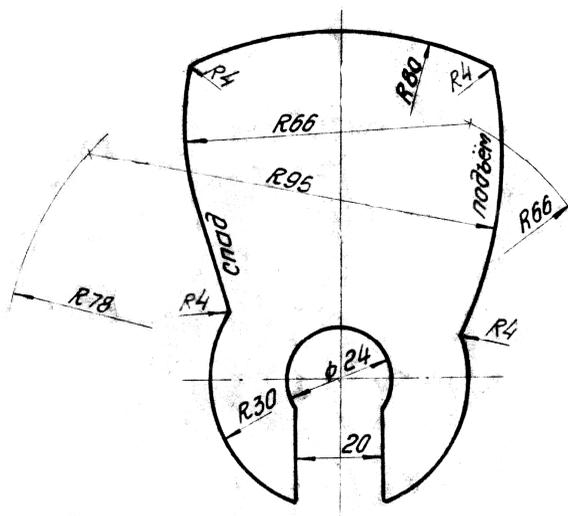


Рис. 12. Шаблон холостых ходов балансира для производительности T до 5 шт./мин

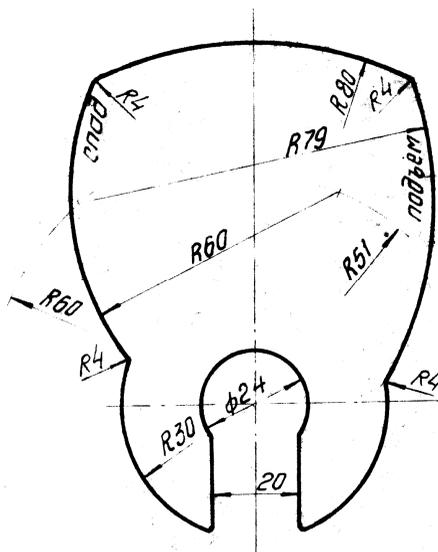


Рис. 13. Шаблон холостых ходов балансира для производительности T от 5 до 12 шт./мин

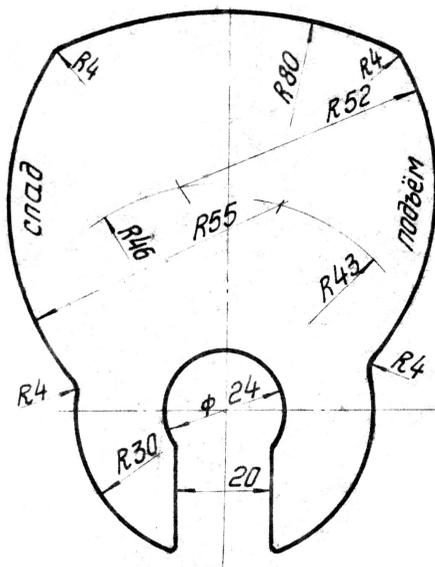


Рис. 14. Шаблон холостых ходов балансира для производительности T выше 12 шт./мин

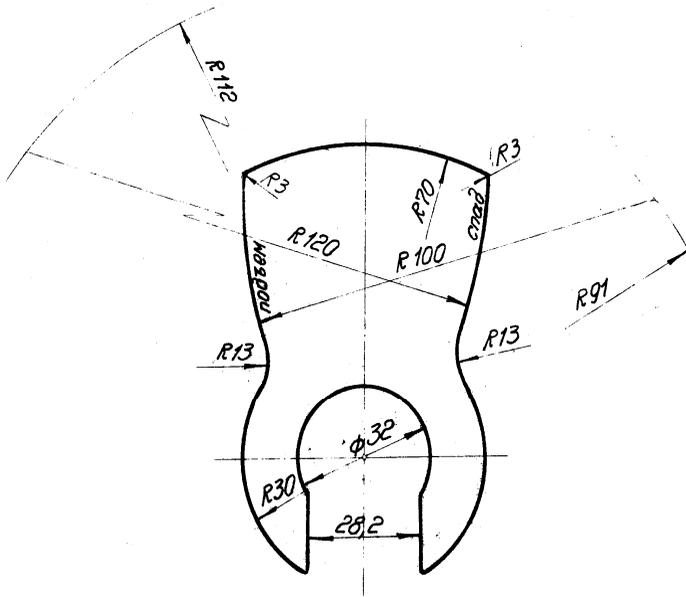


Рис. 15. Шаблон холостых ходов суппортов для производительности T до 12 шт./мин

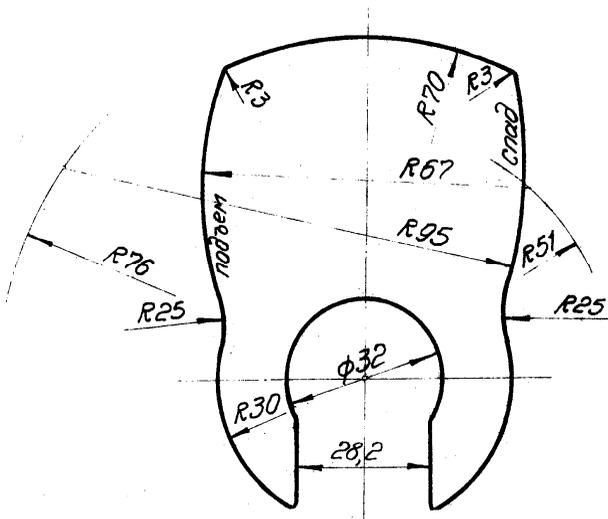


Рис. 16. Шаблон холостых ходов суппортов для производительности T свыше 12 шт./мин

Для сокращения времени на холостые ходы шаблоны должны обеспечивать быстрый подвод и отвод рабочего органа при минимальном угле поворота кулачка.

Значения углов поворота кулачков, необходимых для холостых перемещений шпиндельной бабки, балансира и вертикальных суппортов, при принятых интервалах производительности – приведены в табл. 7 и 8.

Величина угла поворота кулачка для холостого перемещения рабочего органа зависит от длины рабочего хода, начального и конечного радиусов кулачка, производительности автомата.

Ориентировочно время на холостые перемещения определяют в зависимости от сложности изготовления детали и составляет (20 ... 40)% от времени на рабочие перемещения.

Углы поворота кулачков при холостых ходах, необходимых для разжима и зажима цанги постоянны и составляют – 10° для разжима и 15° для зажима цанги.

В технологическом процессе обработки детали необходимо предусматривать гарантированные паузы, компенсирующие возможные неточности изготовления кулачков и необходимые для зачистки обрабатываемой поверхности.

Углы, отводимые на гарантированные паузы – (2 ... 3)°, прибавляются на кулачках, в начале или в конце кривых подъёма или спуска.

По величине перепадов на кулачке согласно табл. 7 и 8, назначается количество градусов (с учётом пауз) на холостые ходы с учётом расходимости суппортов (табл. 9).

Количество градусов на каждый холостой ход записывается в карту наладки в графу «угол на холостые ходы». Затем определяют возможность совмещения переходов, используя рис. 1. Совмещённые углы поворота кулачка для холостых перемещений заключают в скобки.

Сумму углов на не совмещённые холостые перемещения подсчитывают и вносят в графу «Всего» под колонкой «Угол на холостые ходы».

$$\sum \alpha_{X_1} + \alpha_{X_2} + \alpha_{X_3} + \dots + \alpha_{X_n} .$$

Например:

$$\sum \alpha_x = 8 + 1 + 5 + 2 + 9 + 7 + 2 + 1 + 2 + 7 + 10 + 18 + 15 = 87 .$$

**7. Количество градусов, потребное на холостой ход балансира.
Производительность до 5 шт./мин**

		Падение в мм																	
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45			
Радиус в начале падения	80	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	15	16	18	20	22			
	77	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	15	16	18	20	3	77		
	74	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	16	17	19	6	4	74		
	71	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	15	18	8	6	4	71		
	68	3	4	5	6	7	9	11	13	14	16	18	10	8	6	4	68		
	65	3	4	5	6	8	9	11	13	15	16	12	10	8	6	4	65		
	62	3	4	5	7	8	9	11	13	15	14	12	10	8	6	4	62		
	59	3	4	5	7	8	10	12	14	16	14	12	10	8	6	4	59		
	56	3	5	6	8	9	11	13	19	17	15	13	11	9	7	4	56		
	53	4	5	6	8	10	12	21	19	17	15	13	11	9	7	4	53		
	50	4	6	7	9	11	24	22	20	18	16	14	12	10	8	5	50		
	47	4	6	7	9	27	25	23	21	19	17	15	12	10	8	5	47		
	44	4	6	8	30	28	26	24	22	20	18	15	13	10	8	5	44		
	41	5	7	33	31	29	27	25	23	21	18	16	14	11	9	6	41		
	38	5	36	34	32	30	28	26	24	21	19	17	14	12	9	6	38		
		40	38	36	34	32	30	28	25	23	21	18	16	13	10	7	35		
	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3				
		Подъём в мм																	

Производительность от 5 до 12 шт./мин

		Падение в мм																
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42			45
Радиус в начале падения	80	4	6	8	10	12	14	17	19	22	24	26	29	32	34	38		
	77	4	6	8	10	12	14	17	19	22	24	26	29	32	35	4	77	
	74	4	6	8	10	12	14	17	19	22	24	27	29	32	7	4	74	
	71	4	6	8	10	12	14	17	19	22	25	27	30	10	7	4	71	
	68	4	6	8	10	12	15	17	20	23	25	28	13	10	7	4	68	
	65	4	6	8	11	13	15	18	21	23	26	16	13	10	7	4	65	
	62	4	6	9	11	13	16	19	21	24	19	16	14	11	8	5	62	
	59	4	6	9	11	14	17	19	22	22	19	16	14	11	8	5	59	
	56	4	6	9	11	14	17	19	25	22	19	16	14	11	8	5	56	
	53	4	7	9	12	14	18	28	25	22	19	16	14	11	8	5	53	
	50	5	7	10	13	16	31	28	25	22	19	16	14	11	8	5	50	
	47	5	8	10	13	34	31	28	25	23	20	17	15	12	9	6	47	
	44	5	8	11	38	35	32	30	27	24	21	18	15	12	9	6	44	
	41	5	9	41	38	35	32	30	27	24	21	18	15	12	9	6	41	
	38	6	45	42	39	36	33	31	28	25	22	19	16	13	10	7	38	
		48	45	42	39	36	34	31	28	25	22	19	16	13	10	7	35	
	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3			
		Подъём в мм																

Производительность свыше 12 шт./мин

		Падение в мм																
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42			45
Радиус в начале падения	80	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	39	42	45	49	Радиус в начале падения	
	77	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	39	42	45	6		77
	74	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	39	42	9	6		74
	71	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	36	39	12	9	6		71
	68	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	36	15	12	9	6		68
	65	6	9	12	15	18	21	24	27	30	34	18	15	12	9	6		65
	62	6	9	12	15	18	21	24	28	31	21	18	15	12	10	6		62
	59	6	9	12	15	18	21	24	28	24	21	18	15	13	10	7		59
	56	7	10	13	16	19	21	26	27	24	21	18	15	13	10	7		56
	53	7	10	13	16	20	22	30	27	24	21	18	15	13	10	7		53
	50	7	10	13	16	20	23	30	27	24	21	18	15	13	10	7		50
	47	8	11	15	18	36	33	30	27	24	21	18	16	13	10	8		47
	44	8	12	15	39	36	33	30	27	24	21	19	16	13	11	8		44
	41	9	13	42	39	36	33	30	27	24	22	19	16	14	11	8		41
	38	10	45	42	39	36	33	30	27	25	22	19	17	14	11	8		38
		48	45	42	39	36	33	30	28	25	22	20	18	15	12	9		35
	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3			
		Подъём в мм																

**8. Количество градусов, потребное на холостой ход
шпиндельной бабки. Производительность до 5 шт./мин**

		Подъём в мм																		
		2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75			80
Радиус в начале падения	105	3	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	28	30	33	35	38		
	100	3	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	28	30	33	35	5	2	100
	95	3	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	28	30	33	9	5	3	95
	90	3	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	28	30	14	9	5	3	90
	85	3	5	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	28	17	14	9	5	3	85
	80	4	5	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	21	17	14	9	5	3	80
	75	4	5	7	9	11	13	16	18	20	22	24	26	21	17	14	9	5	3	75
	70	4	5	7	9	11	13	16	18	20	22	30	26	21	17	14	9	5	4	70
	65	4	5	7	9	11	13	16	18	20	34	30	26	21	17	14	10	6	4	65
	60	4	5	7	9	11	13	16	18	39	34	30	26	22	18	14	10	7	5	60
	55	4	6	8	10	12	14	16	43	39	35	30	26	23	19	15	11	7	5	55
	50	5	6	8	10	12	14	43	43	39	35	31	27	23	19	16	12	7	5	50
	45	5	6	8	10	12	54	49	44	40	36	32	28	24	20	17	13	8	6	45
	40	6	7	9	11	58	54	49	45	41	37	33	29	25	21	17	13	9	7	40
	35	6	7	9	64	59	55	50	46	43	39	35	31	27	23	18	14	10	8	35
30	7	8	70	65	61	57	53	49	45	41	38	33	29	25	20	16	12	10	30	
		78	73	69	65	61	57	53	49	46	42	37	33	28	24	21	15	10	25	
		80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	2		
		Подъём в мм																		

Производительность от 5 до 12 шт./мин

		Подъём в мм																		
		2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80																		
		4	6	11	16	20	24	28	32	36	40	44	48	53	57	63	68			74
Радиус в начале падения	105	4	6	11	16	20	24	28	32	36	40	44	48	53	57	63	68	74		
	100	4	7	11	16	20	24	28	32	36	40	44	48	53	58	64	69	6	3	100
	95	4	7	11	16	20	24	28	32	36	40	44	48	53	58	64	12	6	3	95
	90	4	7	11	16	20	24	28	32	36	40	44	49	54	60	17	12	6	3	90
	85	5	7	11	16	20	24	28	32	36	40	45	50	56	22	17	12	7	4	85
	80	5	8	12	16	20	24	28	32	36	42	47	53	28	22	17	12	7	4	80
	75	5	8	12	16	20	24	28	32	36	43	49	33	28	22	17	12	7	4	75
	70	5	8	12	16	20	24	28	34	39	45	38	33	28	22	17	12	7	5	70
	65	6	9	13	17	21	25	31	36	42	44	38	33	28	23	17	13	8	5	65
	60	6	9	13	17	21	27	32	38	49	44	38	33	28	18	18	13	8	5	60
	55	6	9	13	17	23	28	34	55	50	45	39	34	29	24	20	14	9	5	55
	50	7	9	13	19	24	30	62	57	51	46	41	36	31	26	20	15	10	6	50
	45	8	10	16	21	27	68	63	57	52	47	42	37	32	26	21	16	10	7	45
	40	9	13	18	24	75	69	64	59	54	48	44	39	33	28	23	17	12	9	40
	35	10	14	20	81	76	70	65	60	55	50	45	39	34	29	24	18	13	10	35
	30	12	16	89	84	78	73	68	62	58	53	47	42	37	32	26	21	16	12	30
		97	92	86	81	76	71	66	61	50	50	45	40	34	29	24	18	15	25	
		80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 2																		
		Подъём в мм																		

Производительность свыше 12 шт./мин

		Подъём в мм																			
		2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80			
Радиус в начале падения	105	5	8	14	19	25	31	37	43	49	56	63	71	78	86	93	101	108			
	100	5	9	14	19	25	31	37	43	50	58	65	72	80	87	94	102	8	5	100	
	95	5	9	14	20	26	32	38	45	52	60	70	78	85	92	100	14	8	5	95	
	90	6	9	15	21	27	33	40	47	55	62	70	78	86	92	100	14	8	5	90	
	85	6	10	16	22	28	35	42	50	57	65	72	79	87	27	21	15	9	6	85	
	80	6	10	16	22	29	36	44	51	59	66	73	81	34	28	22	15	9	6	80	
	75	6	10	16	23	30	38	45	53	60	67	75	40	34	28	22	15	9	6	75	
	70	7	11	18	25	33	40	48	55	62	70	47	41	35	28	22	16	10	6	70	
	65	7	12	19	26	34	41	49	57	64	54	48	42	35	29	23	17	11	7	65	
	60	7	13	20	27	35	42	50	57	61	55	49	43	36	30	24	18	11	7	60	
	55	8	14	21	29	36	44	51	68	62	56	49	43	37	31	25	18	12	9	55	
	50	9	14	22	29	37	44	76	70	63	57	51	45	39	33	26	20	14	9	50	
	45	11	16	23	30	38	83	77	71	64	58	52	46	40	33	27	21	14	11	45	
	40	12	17	24	32	92	86	80	73	67	61	55	49	42	36	30	23	19	13	40	
	35	13	19	26	100	94	88	81	75	69	63	57	50	44	38	31	26	20	14	35	
30	16	22	110	104	98	91	84	78	72	66	59	53	47	40	36	30	24	17	30		
		122	116	110	103	97	91	85	79	72	66	60	53	49	42	36	30	19	25		
		80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	2			
		Подъём в мм																			

**9. Количество градусов цикла, обеспечивающих
расходимость резцов в рабочей зоне**

Ход	Производительность шт./мин	Отвод	Подвод	Градусы		
От центра и до центра	0 ... 5	№ 2	№ 3	12		
		№ 3	№ 2	12		
	5 ... 12	№ 2	№ 3	13		
		№ 3	№ 2	15		
	свыше 12	№ 2	№ 3	16		
		№ 3	№ 2	18		
От Ø 4 и до Ø 4	0 ... 5	№ 1	№ 5	14		
		№ 5	№ 1	8		
	5 ... 12	№ 1	№ 5	18		
		№ 5	№ 1	12		
	свыше 12	№ 1	№ 5	27		
		№ 5	№ 1	12		
От Ø 6 и до Ø 6	0 ... 5	№ 1	№ 5	4		
		№ 5	№ 1	3		
	5 ... 12	№ 1	№ 5	6		
		№ 5	№ 1	3		
	свыше 12	№ 1	№ 5	8		
		№ 5	№ 1	7		
От центра и до центра	0 ... 12	№ 3	№ 4	18		
		№ 4	№ 5	18		
		№ 4	№ 3	12		
		№ 5	№ 4	12		
	свыше 12	№ 3	№ 4	26		
		№ 4	№ 5	26		
		№ 4	№ 3	18		
		№ 5	№ 4	22		
		От Ø 8 и до Ø 8	0 ... 12	№ 3	№ 4	0
				№ 4	№ 5	10
№ 4	№ 3			0		
№ 5	№ 4			8		
свыше 12	№ 3		№ 4	0		
	№ 4		№ 5	15		
	№ 4		№ 3	0		
	№ 5		№ 4	16		

Определение углов поворота кулачков при выполнении рабочих ходов. Для определения количества градусов поворота распределительного вала, необходимых для выполнения рабочих ходов, суммируются все учитываемые углы холостых ходов, и сумма их вычитается из 360° .

$$\sum \alpha_p = 360^\circ - \sum \alpha_x .$$

Например

$$\sum \alpha_p = 360^\circ - 87^\circ = 273^\circ .$$

Эта разность и будет составлять общее количество градусов, необходимых для выполнения учитываемых (несовмещённых) рабочих ходов.

Рабочие переходы учитываются не все. Те из них, которые могут быть выполнены во время другого (более длительного) рабочего или холостого движения, устанавливаемого путём анализа технологического процесса, не учитываются.

Зная суммарное число оборотов шпинделя, затрачиваемое на выполнение учитываемых рабочих переходов $\sum n_p$ и количество оборотов на каждый рабочий переход, определяется количество градусов, необходимое для выполнения отдельных рабочих переходов по формуле

$$\alpha_p = \frac{\sum \alpha_p}{\sum n_p} n_p ,$$

где α_p – угол рабочего перехода в градусах; $\sum \alpha_p$ – сумма углов учитываемых рабочих переходов; $\sum n_p$ – сумма чисел оборотов шпинделя на выполнение учитываемых рабочих переходов; n_p – число оборотов шпинделя на данный рабочий переход.

Например, в переходе 16:

$$\alpha_{16} = \frac{273}{1158} \cdot 150 = 35^\circ .$$

Вычисленные углы заносят в соответствующие графы операционной технологической карты и их сумму сопоставляют со значением угла в графе «Итого».

Значения углов рабочих и холостых учитываемых переходов, нарастающих в строгой последовательности технологического процесса обработки, заносят в пределах от 0° до 360° в графу «Угол» (от и до) операционной технологической карты.

Определение производительности автомата. Производительность автомата выражается количеством деталей, изготавливаемых в одну минуту, и подсчитывается по формуле

$$Q = \frac{n_{\text{ш}}}{n_{\text{д}}},$$

где Q – производительность автомата, шт./мин; $n_{\text{ш}}$ – частота вращения шпинделя, мин^{-1} ; $n_{\text{д}}$ – число оборотов шпинделя, затраченное на изготовление одной детали.

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000\vartheta}{\pi d}; \quad n_{\text{д}} = \frac{\sum n_p \cdot 360^\circ}{\sum \alpha_p},$$

где ϑ – скорость резания, м/мин; d – диаметр обрабатываемого прутка, мм.

Например

$$Q = \frac{n_{\text{ш}}}{n_{\text{д}}} = \frac{1600}{1527} = 1,05 \text{ шт./мин.}$$

Время в секундах, затрачиваемое на изготовление одной детали подсчитывается по формуле

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

Например

$$T = \frac{60}{1,05} = 57 \text{ с.}$$

По таблице 3 находят ближайшую частоту вращения распределительного вала в минуту. В рассматриваемом примере для $n_{\text{ш}} = 1600 \text{ мин}^{-1}$ она равна $n_{\text{р.в}} = 1,06 \text{ мин}^{-1}$.

Эти значения вписываются в графу «количество деталей, изготавливаемых в минуту». Из этой же таблицы выбирают шкивы (А, Б) и сменные зубчатые колёса коробки подач (а, б, в, г, д, е) и вписывают их в графу «Шкивы и зубчатые колёса» операционной карты. В примере: А = 132; Б = 157; а = 30; б = 48; в = 32; г = 46; д = 50; е = 28.

После этого в обратной последовательности корректируются числа оборотов шпинделя на изготовление одной детали, на переход и значения подач.

Проектирование кулачков. Расчётными кулачками на автомате являются кулачки подачи шпиндельной бабки, балансира и вертикальных суппортов № 3, 4 и 5.

Данные о заготовках перечисленных кулачков приведены в табл. 10. Кулачки зажима и разжима материала и ловителя деталей постоянные и смене при переналадке не подлежат.

Обозначение кулачков и отношения плеч рычагов (отношение величины подъёма или спуска на кулачке к ходу инструмента или шпиндельной бабки) заносятся в соответствующие графы наладки. Зная длины ходов инструментов и отношения плеч рычагов, можно определить величины спусков и подъёмов на кулачках, а также радиусы кулачков в начале и конце подъёмов и спусков.

Построение профиля кулачков производится на основании карты наладки и размеров заготовок кулачков в табл. 10.

На бумаге соответствующего формата в масштабе 1:1 проводят оси симметрии и вычерчивают концентрические окружности, соответствующие наименьшему R_{\min} и наибольшему R_{\max} радиусам кулачка, диаметру отверстия кулачка d для установки его на распределительный вал. Далее проводят вспомогательную окружность радиусом R_1 , равным расстоянию от оси распределительного вала до оси поворота рычага подачи.

Через точку пересечения вертикальной оси симметрии кулачка с её наибольшим диаметром $2R_{\max}$ проводят дугу с центром на вспомогательной окружности радиусом R_2 , характеризующую траекторию движения рычага подачи рабочего органа (суппорта или шпиндельной бабки). Эта дуга обозначается цифрой «0» и называется нулевой, от неё ведётся отсчёт угловых движений кулачка. В этой точке на заготовке кулачка ставят риску (метку).

**Схема расположения суппортов
(переднее крайнее положение)**

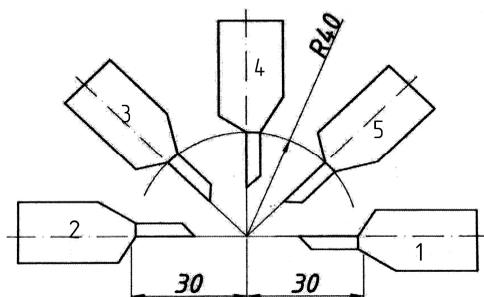


Таблица 10

Назначение		Тип	Радиус длительной окружности R_1 , мм	Наибольший радиус, мм	Наименьший радиус, мм	Радиус качания рычага R_2 , мм	Диаметр отверстия d , мм	Толщина b , мм	Ширина паза S , мм	Передаточное отношение
Перемещение суппортов	1 и 2	Дисковый	153,6	80	35	147,5	24А	10	20	1:2,5
	3		147,7	70	40	143	32А	10	28,2	1:1,15 – 1:1
	4		147,7	70	30	143	32А	10	28,2	1:1,2 – 1:0,7
	5		147,7	70	30	143	32А	10	28,2	1:2,4 – 1:1,5
	шпиндельная бабка		151,9	105	25	141	24А	10	–	1:3 – 1:1

Чтобы эти риски при установке кулачков на распределительный вал были видны, кулачки балансира и вертикальных суппортов, устанавливают так, чтобы риски «0» были обращены в сторону площадки для дополнительных устройств, а у кулачка подачи шпиндельной бабки – в сторону механизма загрузки.

Поэтому градусы углов на кулачках балансира и вертикальных суппортов (учитывая направление вращения распределительного вала) откладываются от нуля против часовой стрелки, а на кулачке шпиндельной бабки – по часовой стрелке.

Ноль – начальная точка, соответствующая моменту конца зажима цанги, маркируется на кулачке и от неё следует первый переход технологического процесса – отвод отрезного реза.

В карте наладки из графы «Данные для вычерчивания кулачков» выбирают расчётные значения углов поворота кулачка, соответствующие различным переходам, наносят их на наибольшей окружности заготовки кулачка и через полученные точки проводят дуги радиусов R_2 качания рычага с центром на делительной окружности.

На дугах от центра заготовки кулачка откладывают линейные величины начальных и конечных радиусов рабочих участков профиля кулачка, соответствующие данному углу поворота кулачка.

Имея координаты начальной и конечной точек, вычерчивают участок рабочего профиля кулачка по спирали Архимеда, или упрощённо, радиусом, равным среднему арифметическому начального и конечного радиусов.

Участки подводов и отводов инструментов выполняют по шаблонам холостых перемещений для соответствующей производительности (см. рис. 9 – 16).

Далее вычерчивают размерные выносные линии и наносят их значение. На разрезе показывают отверстия d для установки кулачка на распределительный вал и толщину кулачка B .

В рабочем чертеже кулачка приводят также требования, предъявляемые к шероховатости поверхности элементов кулачка, его точности.

Условия выполнения отдельных элементов кулачка, его термообработки, предельные отклонения размеров, условия выполнения шрифта маркировки и т.п. – оговариваются техническими условиями на изготовление, которые записывают в рабочем чертеже кулачка.

В приложении приведён пример разработки технологического процесса обработки детали «Палец».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения учебного пособия и выполнения лабораторных работ студенты должны:

- знать принцип работы, технологические возможности, конструктивно-технологические особенности и области рационального применения токарных автоматов продольно-фасонного точения;
- уметь разрабатывать технологические процессы изготовления деталей, проектировать и производить наладку и настройку автоматов продольно-фасонного точения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камышный, Н.И. Конструкции и наладка токарных автоматов и полуавтоматов / Н.И. Камышный, В.С. Стародубов. – М. : Высшая школа, 1971. – 121 с.

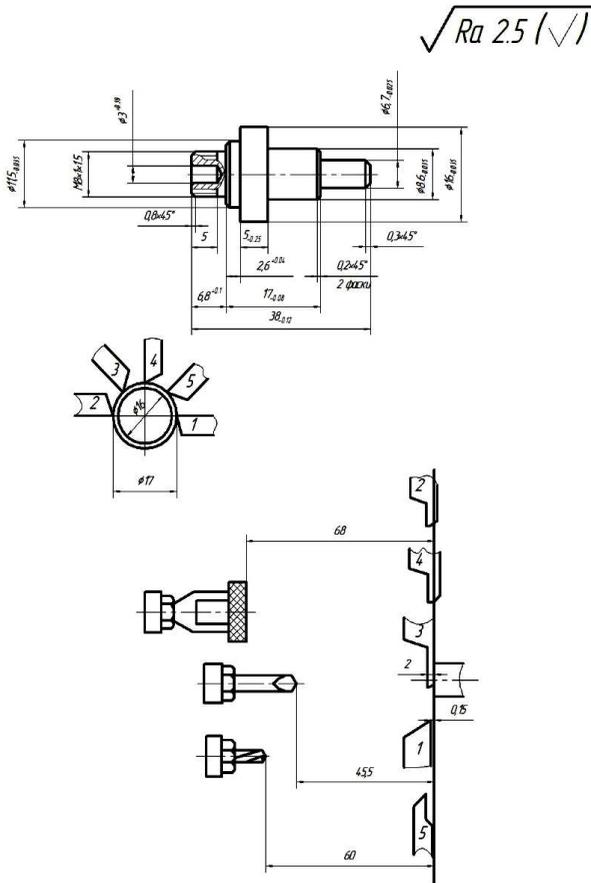
2. Наладка одношпиндельных токарных автоматов : справочное пособие / Е.С. Пожитков, И.Д. Сафко, М.В. Вагнянский и др. – Л. : Машиностроение, 1978. – 192 с.

3. Зазерский, Е.И. Справочник молодого наладчика токарных автоматов и полуавтоматов / Е.И. Зазерский, Н.Г. Митрофанов, А.Г. Сахновский. – М. : Высшая школа, 1987. – 303 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕР. Расчёт наладки автомата продольно-фасонного точения модели 1П16 на изготовление детали «Палец», чертёж которого представлен на рис. П.1.

В соответствующие графы операционной карты заносим данные о детали: наименование материала заготовки (круг калиброванный 16(3) ГОСТ 7417–57); марку материала (сталь А12 ГОСТ 1414–54), его твёрдость (НВ=160), профиль и размер заготовки с указанием допусковых отклонений (пруток $\varnothing 16_{-0,035}^{\text{мм}}$, $L = 2000$ мм), смазочно-охлаждающую жидкость (масло индустриальное «20»).



**Рис. П.1. Чертёж детали «Палец»
и схема расположения инструментов**

Анализируя конструкцию детали, устанавливаем перечень необходимых инструментов и приспособлений.

В детали имеется отверстие диаметром 3 мм и резьба М8×1, следовательно для их обработки необходимы: сверло центровочное, сверло диаметром 3 мм и плашка М8×1 и дополнительные приспособления.

Наружные поверхности детали можно обточить проходными резцами, для отрезки изготовленной детали потребуется отрезной резец; фаску 0,8×45° можно обточить после отрезки готовой детали – значит нужен ещё фасочный резец.

Пользуясь рекомендациями по разработке технологического процесса, устанавливаем последовательность обработки детали – табл. П.1, и план размещения резцов.

П.1. Схема обработки заготовки на одношпиндельном токарном автомате продольного точения модели 1П16

Изделие «Палец»		Размещение резцов	
Схема обработки	Номер перехода	Переход	Ходы инструмента и шпиндельной бабки, мм
	1	Отвод отрезного резца	Совмещены 7,0 Совмещены
	2	Подвод резца № 1	
	3	Обтачивание на $\varnothing 7,9$ мм	
	4	Подвод шпинделя № 2*	
	5	Центрование	
	6	Пауза	

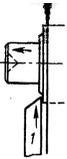
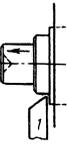
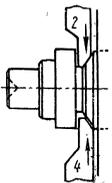
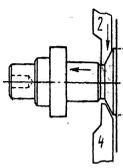
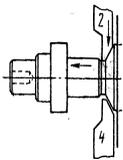
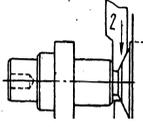
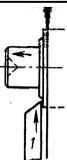
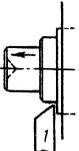
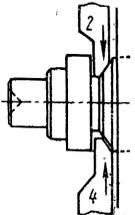
Схема обработки	Номер перехода	Переход	Ходы инструмента и шпиндельной бабки, мм
	7	Отвод резца № 1	1,6
	8	Отвод шпинделя № 2*	
	9	Поворачивание приспособления	
	10	Обтачивание фаски: ход шпиндельной бабки ход балансира	
	11	Обтачивание на $\varnothing 11,5$ мм	2,4
	12	Пауза	
	13	Отвод резца № 1	
	14	Выдвижение прутка	
	15	Подвод резца № 2	0,3
	16	Врезание до $\varnothing 8,6$ мм	3,9
	17	Пауза	
	18	Подвод резца № 4	Совмещены
	19	Врезание до $\varnothing 9,5$ мм	3,4
	20	Подвод шпинделя № 1*	Совмещены
	21	Обтачивание на $\varnothing 8,6$ мм	9,3
	22	Сверление отверстия $\varnothing 3$ мм	Совмещены
	23	Отвод шпинделя № 1*	
	24	Проворачивание приспособления	
	25	Обтачивание фаски:	
	26	ход шпиндельной бабки ход балансира	0,2 0,2
		Пауза	

Схема обработки	Номер перехода	Переход	Ходы инструмента и шпиндельной бабки, мм
	27	Врезание резцом № 2	1,75
	28	до $\varnothing 4,7$ мм	
	29	Пауза Врезание резцом № 4 до $\varnothing 6$ мм	1,75 (совмещены с переходом 27)
	30	Обтачивание на $\varnothing 4,7$ мм	9,7
	31	Пауза	Совмещены
	32	Отвод резца № 2	
	33	Отвод резца № 4	
	34	Подвод шпинделя № 3*	7
	35	Нарезание резьбы	7
	36	Сбегание резьбы	
	37	Проворачивание приспособления	
	38	Подвод резца № 3	4,6
	39	Отрезка изделия	0,6 (совмещены с переходом 39)
	40	Подвод резца № 5	
	41	Обтачивание фаски	
	42	Пауза	
	43	Отвод резца № 5	
	44	Разжим цанги	3
	45	Отвод шпиндельной бабки	
	46	Зажим цанги	

* Шпиндели резьбонарезного и сверлильного приспособлений.

Размещение инструментов относительно торца прутка (или отрезного резца № 3) представлен на рис. П.1 (см. также рис. 2.)

Принятую последовательность обработки заготовки по переходам записываем в технологической карте.

Далее по методике, изложенной в первой части данной работы, выбираем режимы резания, определяем величины перемещений инструментов и шпиндельной бабки, приращения радиусов на кулачках, число оборотов шпинделя по переходам, углы поворота кулачков при холостых и рабочих ходах, производительность автомата и результаты вычислений заносим в технологическую карту.

Оформляем технологическую карту окончательно (табл. П.2).

По данным технологической карты строим профили кулачков и оформляем их чертежи (рис. П.2 – П.6).

Для примера рассмотрим методику построения профиля кулачка шпиндельной бабки (рис. П.2).

1. Проводим перпендикулярные осевые линии кулачка.
2. Проводим четыре концентрических окружности:
– диаметром $d = 24$ мм – посадочное отверстие кулачка;
– радиусом $R_{\min} = 70$ мм – наименьший радиус кулачка, берётся из табл. 10;

– радиусом $R_{\max} = 105$ мм (табл. 10) – наибольший радиус кулачка;
– радиусом $R_1 = 151,9$ мм – радиус делительной окружности – расстояние от оси распределительного вала до оси поворота рычага подачи (табл. 10).

3. На верхней точке пересечения наибольшего диаметра кулачка $2 R_{\max} = 210$ мм с вертикальной осью симметрии кулачка ставим 0° . От этой точки по часовой стрелке будем вести отсчёт углов поворота кулачка.

4. От точки 0° на наибольшей окружности кулачка откладываем углы поворота кулачка шпиндельной бабки (ШБ) для переходов, где участвует ход шпиндельной бабки. Эти углы берутся в технологической карте из графы «Углы – от – до». Такими переходами являются: 3 – углы от 8° до 44° ; 10 – от 50° до 52° ; 11 – от 52° до 62° ; 14 – от 73° до 80° ; 21 – от 117° до 162° ; 25 – от 162° до 164° ; 30 – от 184° до 239° ; 45 – от 327° до 345° .

5. Через отмеченные точки проводим дуги радиусом $R_2 = 141$ мм (радиусом качания рычага (табл. 10) с центрами на делительной окружности (радиусом $R_1 = 151,9$ мм).

6. На дугах от центра заготовки кулачка откладываем линейные величины начальных и конечных радиусов рабочих участков профиля кулачка, соответствующие данному углу поворота кулачка.

Так, в переходе 3 для угла 8° – радиус кулачка $R = 70,06$ мм. Этим радиусом от центра заготовки кулачка делаем засечку на дуге радиуса R_2 , соответствующего углу кулачка 8° и на их пересечении ставим точку № 1.

Для угла 44° радиус кулачка $R = 77,06$ мм; этим радиусом от центра заготовки кулачка делаем засечку на дуге радиусом R_2 , соответствующей углу 44° и на их пересечении ставим точку № 2.

Точки № 1 и № 2 соединяем плавной кривой линией (по Архимедовой спирали).

Следующий рабочий участок кулачка – это переход 10, начинается с угла поворота кулачка, соответствующий 50° и заканчивается углом 52° .

Радиус кулачка на угле 50° равен $R = 77,06$. Этим радиусом на дуге R_2 , соответствующей углу 50° делаем засечку и ставим точку № 3.

Радиус кулачка на угле 52° равен $R = 77,26$ мм. Этим радиусом делаем засечку на дуге R_2 , соответствующей углу 52° и ставим точку № 4.

Точки № 3 и № 4 соединяем плавной кривой линией (по Архимедовой спирали).

Радиус кулачка на нерабочем участке от 44° до 50° между точками № 2 и № 3 остаётся неизменным и равен $R = 77,06$ мм.

Подобным же образом вычерчивается профиль кулачка на рабочих (переходы 11, 14, 21, 25, 30, 45) и нерабочих участках, т.е. между рабочими переходами.

Радиус кулачка с конца перехода 45 (угол поворота 345°) до начала перехода 3 (угол 8°) остаётся неизменным и равен $R = 70,06$ мм.

7. Участок кривой спада кулачка в переходе 45 на угле поворота $327^\circ \dots 345^\circ$, с радиусом 105 мм в начале и радиусом 70,06 мм в конце участка, вычерчивается по шаблону для производительности станка Т – до 5 шт./мин.

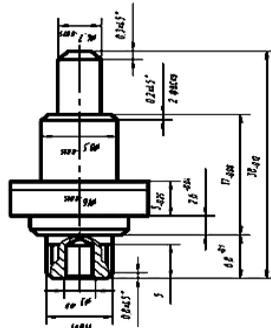
Чертёж шаблона представлен на рис. 9.

8. Оформляем чертёж кулачка рис. П.2.

П.2. Технологическая карта наладки автомата

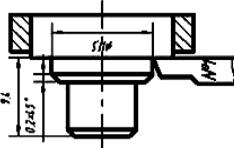
ТГТУ		Лаборатория металлорежущих станков		Технологическая карта наладки автомата											
Расположение и назначение инструмента		Производительность		Скорость резания, м/мин		Время на обработку детали		Производительность		Время на обработку детали		Производительность		Время на обработку детали	
Модель		ШПБ		Обточка		80.5		6		t _{пр}		t _р		t _с	
Наименование детали		«Палец»		Нарезание резьбы		6		32		80.5		32		80.5	
Материал		Круг калиброванный		Сверление		32		80.5		32		80.5		32	
Марка		Сталь А12		Отрезка		80.5		32		80.5		32		80.5	
Твердость		HRC16		Частота вращения шпинделя		1600		157		157		157		157	
Диаметр прутка		16		Главного		1600		157		157		157		157	
Охлаждение				Резьбонарезного		1840		1840		1840		1840		1840	
№ п.п.		Наименование переходов		Сверлильного		1840		1840		1840		1840		1840	
Рабочий		Наименование переходов		Обороты шпинделя		1840		1840		1840		1840		1840	
Подача		На задан. перех.		Для расчета		Рабоч. хода		Холост. хода		Число градусов		Отношение паз. рычагов		Подъем(спуск) кулачка	
Рабочий		На задан. перех.		Для расчета		Рабоч. хода		Холост. хода		Число градусов		Отношение паз. рычагов		Подъем(спуск) кулачка	
Данные для вычерчивания кулачка		Углы		Радиус		от до		от до		от до		от до		от до	
Наименование кулачка		Углы		Радиус		от до		от до		от до		от до		от до	

Чертеж детали

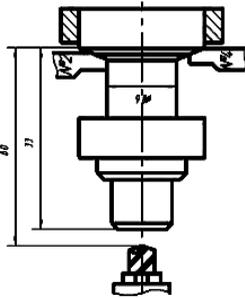


16	Врезание резца №2 до ∅9.5	3.9	0.026	160	35		2.5.1	9.75	80	115	65.3 6	75.1	Б
17	Пауза						2		115	117			
18	Подвод резца №4									80	64.8 5	№ 4	
19	Врезание резца №4 до ∅9.5	3.4	0.026	(130)	(3)		1:1	3.4	(60)	(111)	64.6 5	68.2 5	№ 4
20	Подвод резца Ш №1									(138)		42	№ 1
21	Обточка ∅8.6	9.22	0.048	190	45		1:1	9.22	117	162	85.9 5	95.1 7	Ш Б
22	Сверление отв. ∅3 на 5мм				(24)				(138)	(162)	42	42	Ш
23	Отвод Ш №1								162		42		Ш
24	Повернуть приспособл.								180	225	27	75.5	Ш Б
25	Обточка фаски ход ШБ	0.2	0.02	10	2		1:1	0.2	162	164	95.1 7	96.3 7	Ш Б
	Ход Б	0.2					2.5.1	0.5	162	164	75.1	75.6	Б
26	Пауза						1		164	165			

Эскиз обработки №3

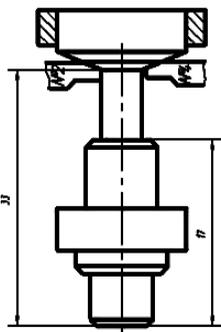


Эскиз обработки №4

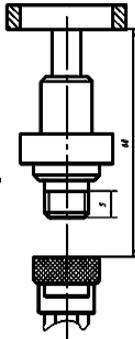


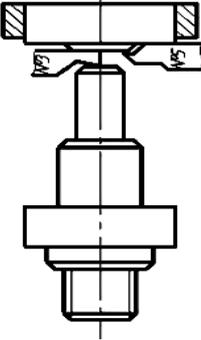
27	Врезание резца №2 до $\sigma 4.7$	1.75	0.025	70	17		2.5:1	4.4	165	162	75.6	80	Б
28	Пауза						2		162	164			
29	Врезание резца №2 до $\sigma 6$	1.75	0.025	(70)	(17)		1:1	1.75	(169)	(162)	68.2	70	№ 4
30	Обточка $\sigma 4.7$	9.63	0.042	230	55		1:1	9.63	164	239	95.3	105	Ш 5
31	Пауза						(2)						
32	Отвод резца №2	6.16					7	2.5:1	239	246	80	64.6	Б
33	Отвод резца №4								(249)		70		№ 4
34	Подвод Ш №3									246		35.7	Ш
35	Нарезание резьбы	7	1	47	11		1:3:4	6.3	246	257	35.7		Ш
36	Сбег резьбы	7	1	42	3		1:3:4	6.3	257	260			Ш
37	Повернуть приспособлен								265		72.5		Ш 5
38	Подвод резца №3									260	65.6		№ 3

Эскиз обработки №5



Эскиз обработки №6

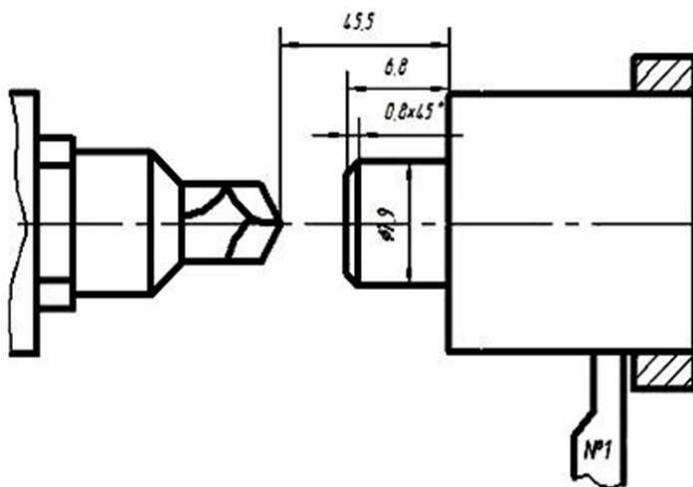


<p style="text-align: center;">Эскиз обработки №7</p> 	39	Отрезка. Ход резца №3	4.6	0.019	242	57		1:1	4.4	260	317	66.6	70	№ 3
	40	Подвод резца №5									260	260	66.8	№ 5
	41	Обточка фаски	0.6	0.02	(30)	(7)		2:1	1.2	(260)	(267)	66.8	70	№ 5
	42	Пауза					(2)			267	(269)			
	43	Отвод резца №5								269		70		№ 5
	44	Разжим цанги					10			317	327			
	45	Отвод ШПБ					18	1:1	34.94	327	345	105	70.0	Ш 5
	46	Зажим цанги					15			345	360			

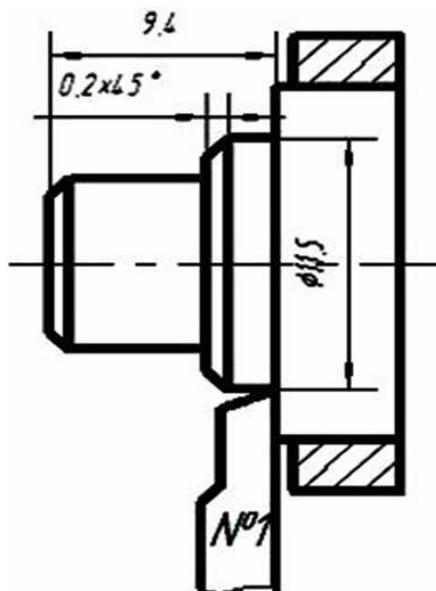
Увеличенные эскизы обработки приведены ниже.

ЭСКИЗЫ ОБРАБОТКИ ПО ПЕРЕХОДАМ

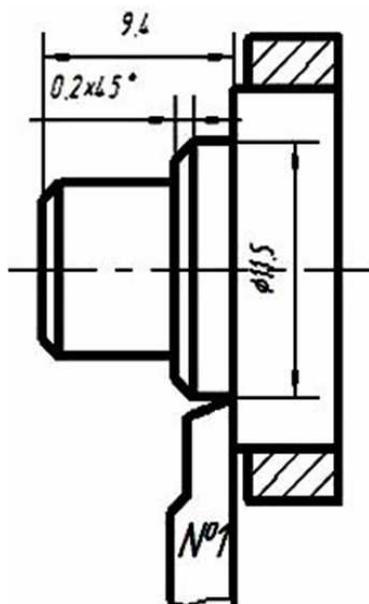
Эскиз обработки № 1



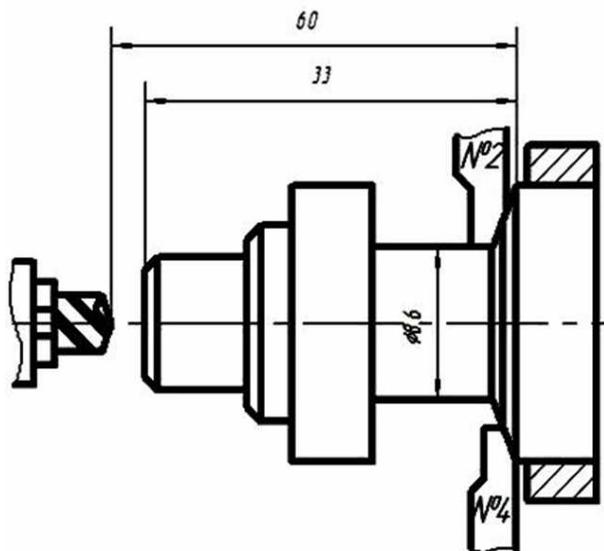
Эскиз обработки № 2



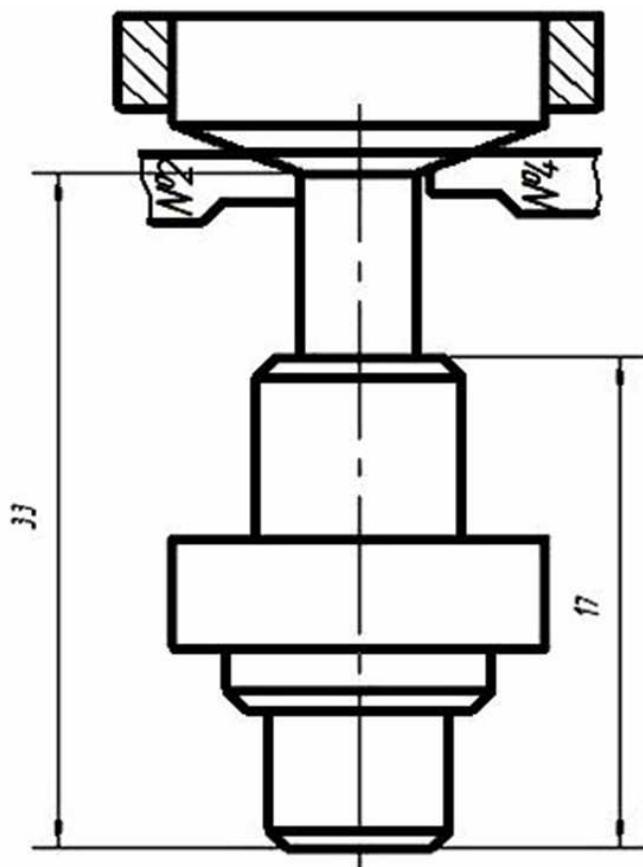
Эскиз обработки № 3



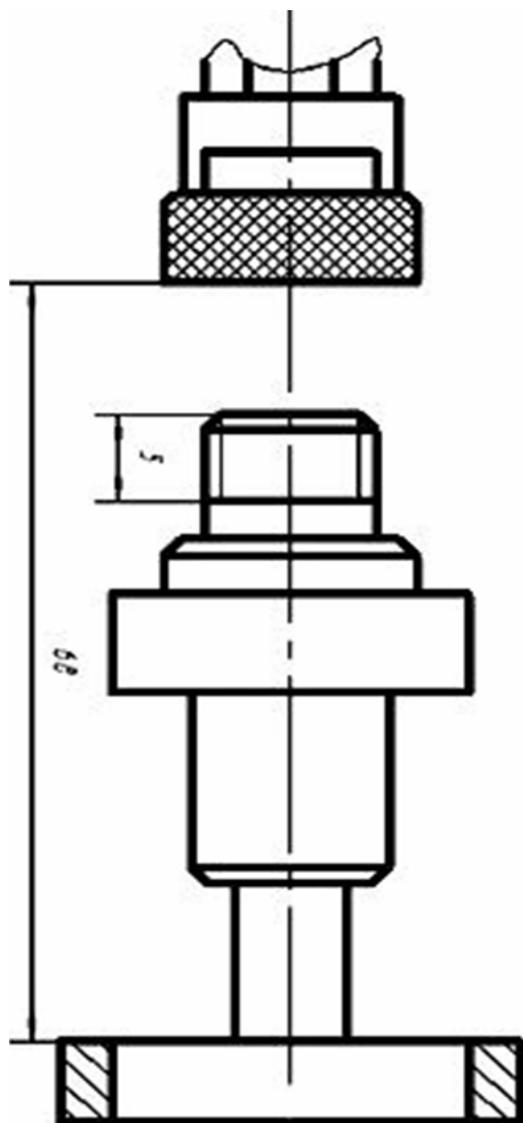
Эскиз обработки № 4



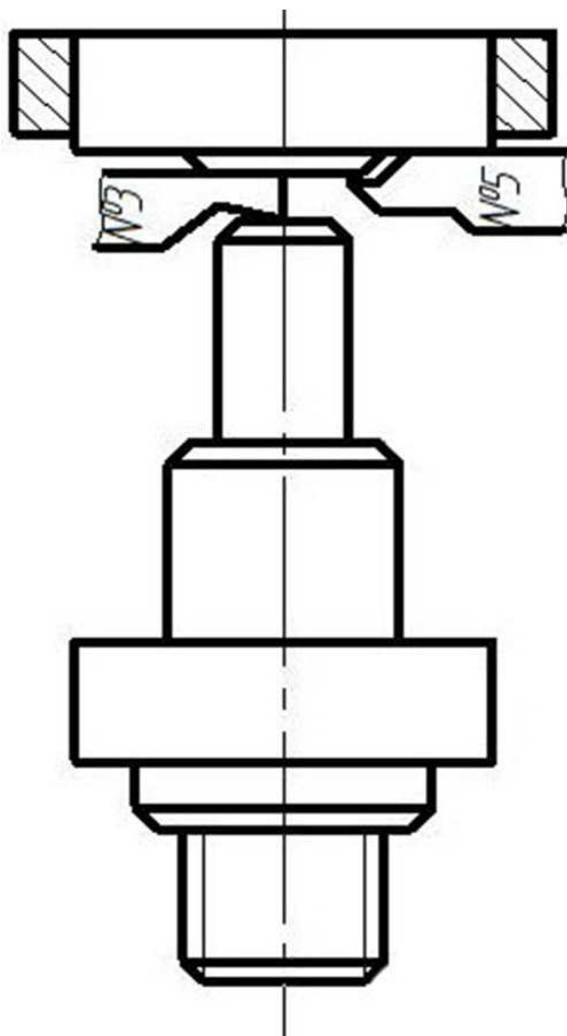
Эскиз обработки № 5



Эскиз обработки № 6



Эскиз обработки № 7



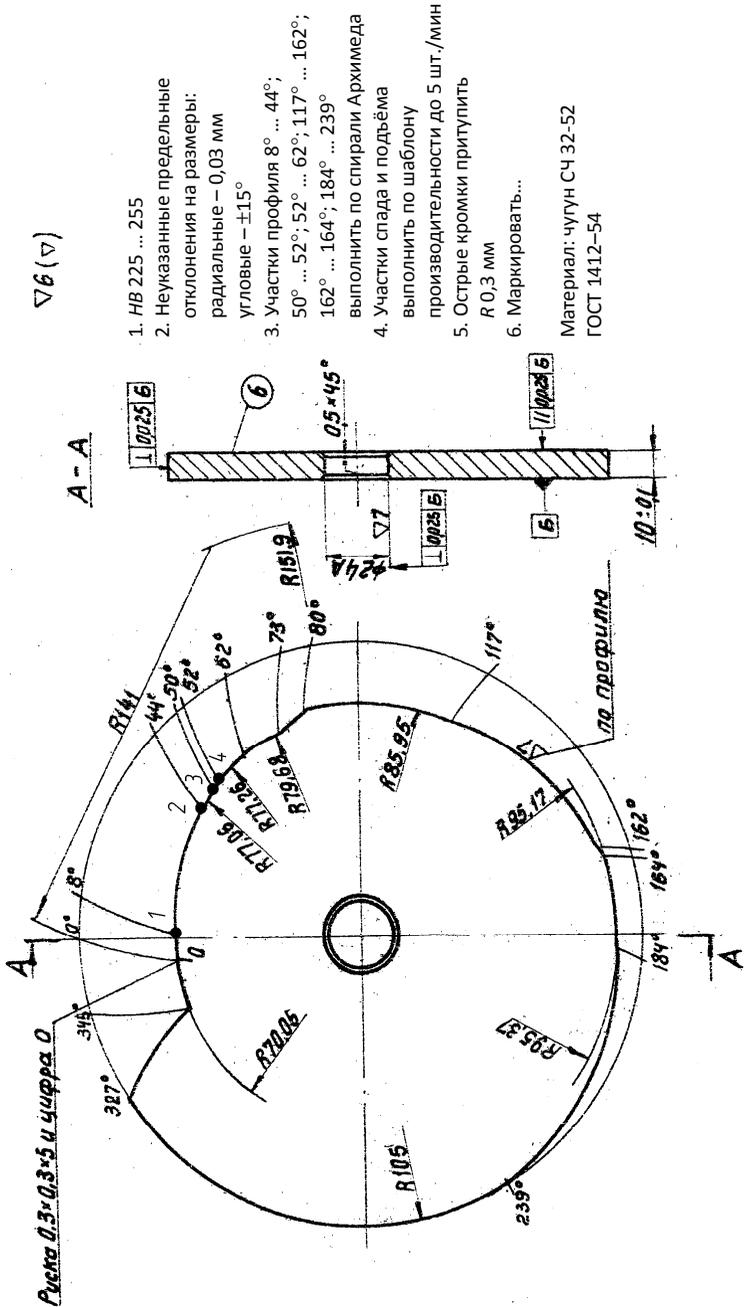
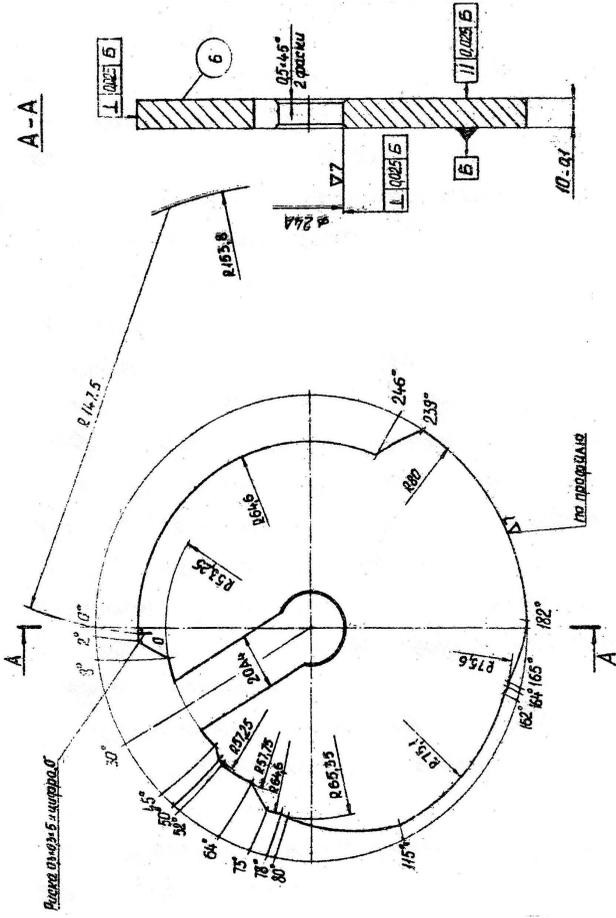


Рис. П.2. Кулачок шпиндельной бабки

▽6 (▽)

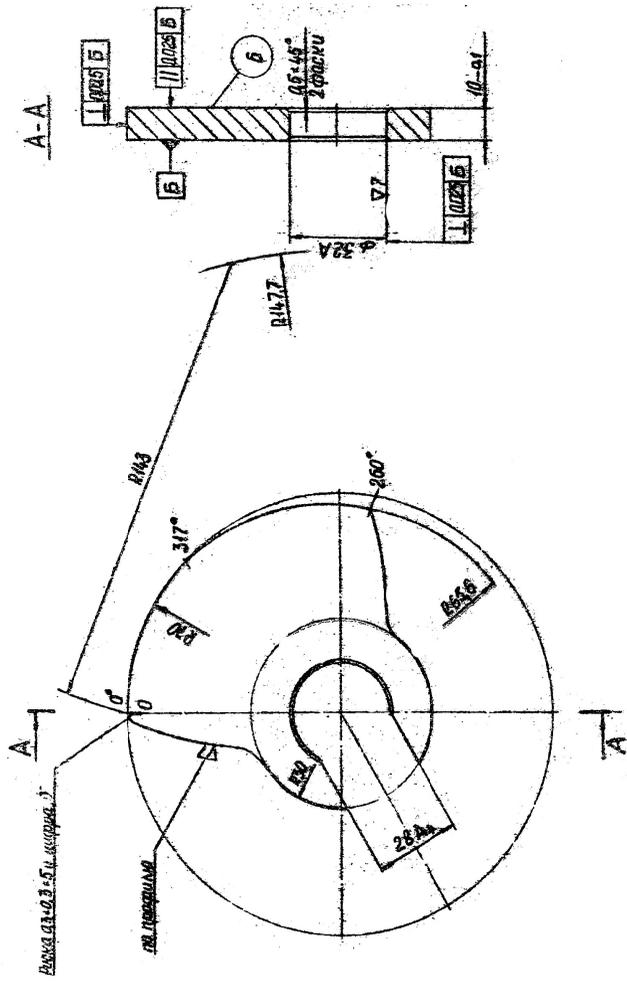


1. НВ 225 ... 255
2. Неуказанные предельные отклонения на размеры: радиальные – 0,03 мм угловые – ±15°
3. Участки профиля 50° ... 52°; 80° ... 115°; 162° ... 164°; 165° ... 182° выполнить по спирали Архимеда
4. Участки спада и подъёма выполнить по шаблону производительности до 5 шт./мин
5. Острые кромки притупить R 0,3 мм
6. Маркировать...

Материал: чугун СЧ 32-52
ГОСТ 1412-54

Рис. П.3. Кулачок балансира

▽6 (▽)



1. НВ 225 ... 255
2. Неуказанные предельные отклонения на размеры: радиальные — 0,05 мм угловые — ±15°
3. Участки профиля 260° ... 317° выполнить по спирали Архимеда
4. Участки спада и подъёма выполнить по шаблону производительности до 12 шт./мин
5. Острые кромки притупить R 0,3 мм
6. Маркировать...

Материал: чугун СЧ 32-52
ГОСТ 1412-54

Рис. П.4. Кулачок суппорта № 3

▽6 (V)

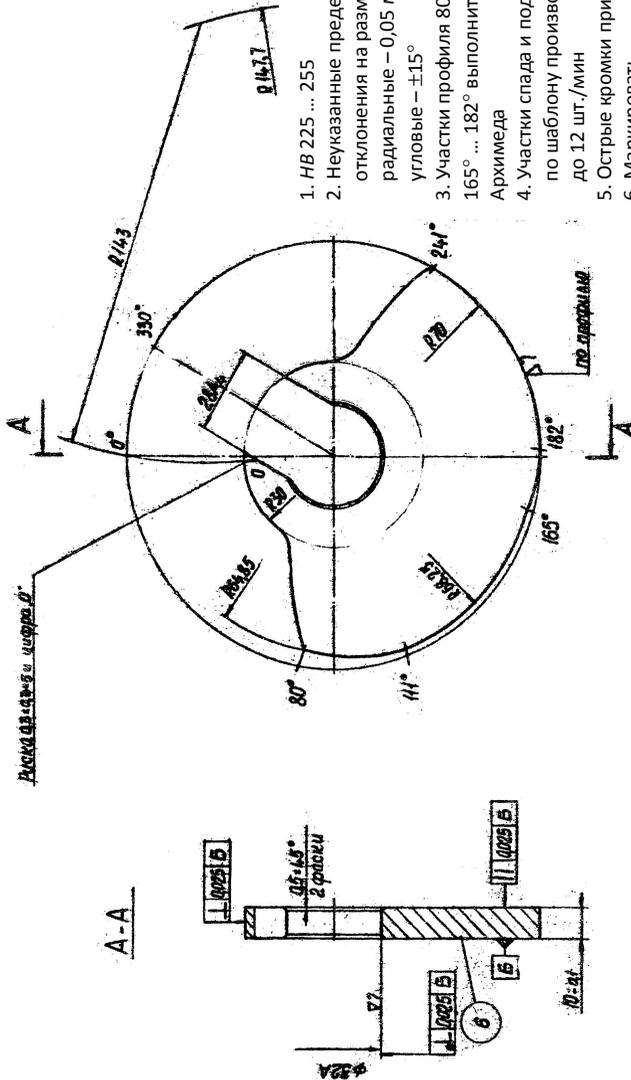
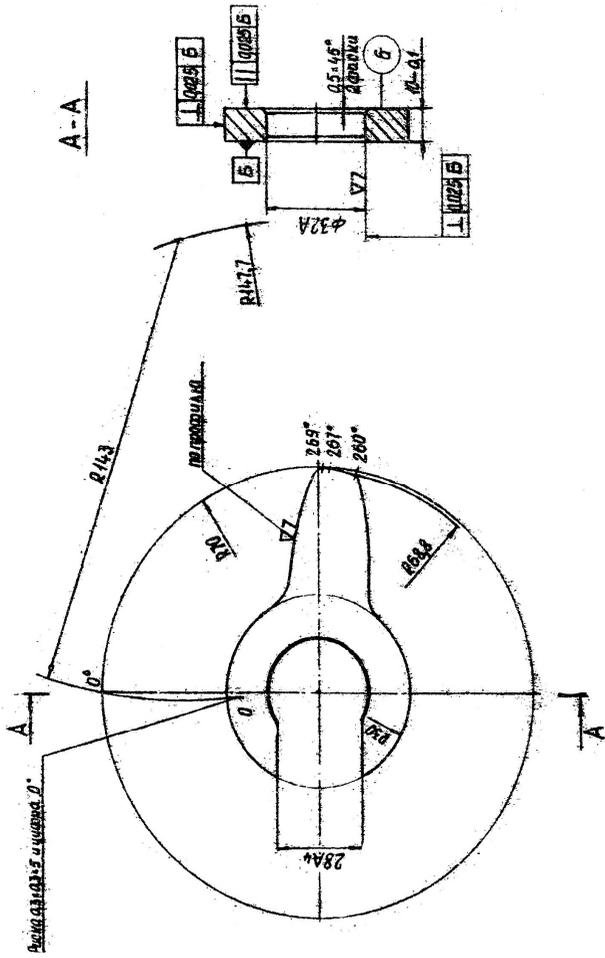


Рис. П5. Кулачок суппорта № 4



1. НВ 225 ... 255
2. Неуказанные предельные отклонения на размеры: радиальные — 0,05 мм угловые — ±15°
3. Участки профиля 260° ... 267° выполнить по спирали Архимеда
4. Участки спада и подъёма выполнить по шаблону производительности до 12 шт./мин
5. Острые кромки притупить R 0,3 мм
6. Маркировать...

Материал: чугун СЧ 32-52
ГОСТ 1412-54

Рис. П6. Кулачок суппорта № 5

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	85
ПРИЛОЖЕНИЕ	86

Учебное издание

ВАНИН Василий Агафонович,
ФИДАРОВ Валерий Хазбиевич,
КОЛОДИН Андрей Николаевич

УСТРОЙСТВО И НАЛАДКА АВТОМАТА ПРОДОЛЬНО-ФАСОННОГО ТОЧЕНИЯ МОДЕЛИ 1П16

Лабораторный практикум

Редактор Л.В. Комбарова
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 29.09.2010
Формат 60 × 84/16. 6,28 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 459

Издательско-полиграфический центр ГОУ ВПО ТГТУ
392000, Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14