

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

М. И. Михайлов, В. П. Кириленко

СТАНКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Пособие

**по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2010

УДК 621.9.06(075.8)
ББК 34.63-5я73
М69

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 27.11.2006 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. ГГТУ им. П. О. Сухого *А. Т. Бельский*

Михайлов, М. И.
М69 Станки инструментального производства : пособие по одной дисциплине для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» днев. и заоч. форм обучения / М. И. Михайлов, В. П. Кириленко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 189 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-842-8.

Рассмотрены вопросы в области станкоинструментального производства: технологическая классификация металлорежущих инструментов; конструкции отрезных станков заготовительных цехов инструментального производства; оборудование для сварки заготовок инструмента и обработки их торцов; конструкции специальных токарных станков для фрезерования стружечных канавок и производства сверл, а также конструкции резьбообрабатывающих и токарно-затыловочных и других станков.

Для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 621.9.06(075.8)
ББК 34.63-5я73**

ISBN 978-985-420-842-8

© Михайлов М. И., Кириленко В. П., 2010
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

ВВЕДЕНИЕ

Основой для решения главной задачи развития народного хозяйства – значительного повышения материального и культурного уровня жизни общества – является повышение производительности труда на базе ускоренного внедрения достижений науки в производство, совершенствования организации производства, развития техники и технологии.

Ведущая роль в развитии промышленности принадлежит станкоинструментальному производству, которое определяет уровень производительных сил не только машиностроения, но и всей промышленности. История развития машиностроения свидетельствует о том, что наивысшие достижения в повышении производительности труда на отдельных ее этапах обуславливались появлением новых, более прогрессивных инструментальных материалов, удачными конструкциями металлорежущих инструментов и их рациональным использованием и, как следствие, совершенствованием и созданием новых станков.

Замена углеродистых и легированных инструментальных сталей быстрорежущими сталями и затем твердыми сплавами позволила повысить скорости резания соответственно в 2,5 и 5 раз.

В настоящее время наступил период освоения инструментов из новых синтетических сверхтвердых материалов, которые позволяют еще выше поднять производительность и улучшить качество продукции.

Уровень производительности труда в машиностроении определяется в значительной мере все более углубляющейся и расширяющейся специализацией производства.

Несмотря на успехи специализации в промышленности, в инструментальном производстве уровень ее все еще невысок. Обусловленный этим недостаточный уровень производительности труда в инструментальных цехах машиностроительных заводов и даже на специализированных инструментальных заводах объясняется не только малыми масштабами их производства и не столько малой величиной партий изготавливаемого инструмента, сколько недостаточным использованием специализированного оборудования.

Эффект специализации основывается на реализации двух принципов: организационного и технического. Организационный заключается в возможности сосредоточить внимание на узком круге задач как в подготовке производства (конструирование, техно-

логия и т. д.), так и в контроле за его ходом, в создании более высокой профессиональной квалификации всех работников данного производства, в экономии времени, идущего на переналадку и на перестройку технологического процесса, т. е. в экономии подготовительно-заключительного времени ($T_{п-з}$). Технический принцип заключается в возможностях более быстрого освоения новейших достижений науки и использования специализированного и, следовательно, более производительного оборудования.

Средняя себестоимость изготовления различных видов инструментов при мелкосерийном производстве в $2,5 \div 8$ раз выше, чем при массовом производстве. Разница эта тем значительнее, чем более оснащено массовое производство специализированными станками.

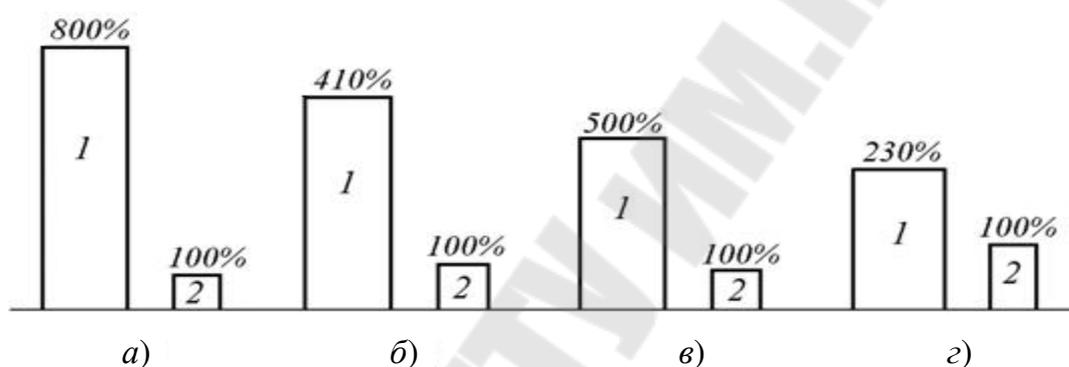


Рис. 1. Сравнительная себестоимость изготовления инструментов:
а – сверл; б – зенкеров; в – разверток; г – фрез

Автоматизацию производства и повышение его технического уровня можно вести двумя путями:

1) путем повышения степени оснащённости, модернизации и автоматизации универсальных станков, создания сложных автоматизированных приспособлений или даже автоматических линий из универсальных станков;

2) путем создания и использования специализированных и специальных станков и автоматических линий на их основе.

Последний путь является более радикальным, так как при создании специализированных станков можно предусмотреть более высокий уровень режимов обработки и технических средств оснащения, чем для универсальных станков.

Представление об эффективности использования специализированных станков по сравнению с универсальными станками как без специального оснащения, так и со специальным оснащением дает табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительная трудоемкость операции фрезерования
стружечных канавок**

Тип оборудования и приспособления	Время, мин					Произво- дительность, шт./в смену
	$T_{\text{маш}}$	$T_{\text{оп}}$	$T_{\text{всп}}$	$T_{\text{кальк}}$	$T_{\text{п-з}}$	
Универсально-фрезерный станок модели 6М82: – с универсальной однопозици- онной делительной головкой	7,1	7,4	0,3	8,5	25	55
– со специальной двухпозицион- ной делительной головкой с дис- ком непосредственного деления	3,5	4,1	0,6	4,9	41	95
Специализированный фрезерный полуавтомат модели СИ-017 с четырехпозиционной автома- тической делительной головкой (двухстаночное обслуживание)	1,2	2,3	1,1	1,6	40	300

В табл. 1 сравнивается трудоемкость фрезерования стружечных канавок концевых фрез $\varnothing 25$ мм ($z = 3$, длина рабочей части $l = 60$ мм, число проходов $k = 5$, так как шаг зубьев неравномерный) при одинаковых режимах резания $s_m = 70$ мм/мин, $n = 130$ об/мин; партия – 300 деталей. Из табл. 1 видно, что даже при небольшой партии деталей (300 шт.) производительность обработки на специализированном станке в 5 раз выше, чем на универсальном станке, и в 3 раза выше, чем на универсальном станке, оснащенном дополнительным многопозиционным устройством. Данные табл. 1 также показывают, что время на наладку и обслуживание специального станка не превышает соответствующего времени для дополнительно оснащенного универсального станка. Это объясняется тем, что такие вспомогательные движения, как деление, переключение прямого и обратного ходов, подвод и отвод фрез на универсальном станке производятся вручную. Кроме того, переналадка универсального станка несколько не проще, чем специализированного. Поэтому $T_{\text{п-з}}$ при работе на этих станках примерно равны.

Повышение эффективности специализированных станков во многом зависит:

- 1) от концентрации и совмещения операций, увеличения числа позиций обработки (параллельность обработки);
- 2) от автоматизации и совмещения во времени вспомогательных элементов цикла обработки (деления, ввода и вывода инструментов,

холостых обратных ходов, правки и компенсации износа шлифовальных инструментов);

3) от создания возможности многостаночного обслуживания.

Для производства металлорежущего инструмента в большей мере, чем для других отраслей машиностроения, свойственно использование специальных станков. Издавна используются такие типы станков, как заточные и затыловочные. Однако все они служат для выполнения специфических операций производства металлорежущих инструментов, т. е. таких операций, которые невозможно или нерационально выполнять на станках общего назначения. Суммарная же трудоемкость этих операций обычно невелика и их влияние на общий уровень производительности незначительно.

Операции, которые носят общемашиностроительный характер (отрезка, обработка торцов, точение, фрезерование и др.), долгое время оставались неавтоматизированными, так как из-за специфики инструментального производства не удавалось успешно использовать специализированные станки, созданные для других отраслей, а попытки создать сугубо специальное оборудование были бессистемны, разрознены и поэтому малоуспешны. Удачные решения в области автоматизации общемашиностроительных операций инструментального производства и создания на этой базе специализированных и специальных станков оказались возможными только на основе создания рациональной классификации металлорежущих инструментов и разработки унифицированных технологических процессов их производства.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Предлагаемая классификация инструментов служит основой научного совершенствования системы организации инструментального производства с целью повышения производительности труда, увеличения объемов выпуска, повышения качества и снижения себестоимости.

Разработанная система классификации инструмента предусматривает разделение всего многообразия металлорежущих инструментов по конструктивно-технологическим признакам (подобно деталям машиностроения) на четыре основных класса:

А – инструменты класса «Валы» (хвостовые или концевые инструменты);

Б – инструменты класса «Втулки» (насадные втулочные инструменты);

В – инструменты класса «Диски» (насадные дисковые инструменты);

Г – инструменты класса «Пластины» (плоские инструменты).

Все однодетальные инструменты укладываются в данную классификацию.

Что касается классификации сборных инструментов, то их корпуса можно отнести к одному из четырех установленных классов, режущие элементы, как правило, относятся к классу пластин, а остальные детали являются деталями общемашиностроительного назначения (кольца, винты, штифты, клинья и т. п.).

С технологической точки зрения каждый из четырех основных классов подразделяется на группы в зависимости от характерных особенностей технологии изготовления инструментов (вида заготовки, необходимости пайки, сварки, инструментального материала и т. д.).

Класс А разделяется на следующие группы инструментов:

1) цельный, изготавливаемый из стали «серебрянки»; 2) сварной ($d > 12$ мм); 3) твердосплавный с напайными пластинками или коронками; 4) цельный, изготавливаемый из горячекатаного материала, а также несварные корпуса сборного инструмента.

Классы Б, В и Г также разделяются на следующие группы инструментов: 1) цельный; 2) составной; 3) сборный.

Особенности технологии производства режущего инструмента

При рассмотрении различных режущих инструментов с точки зрения технологии их изготовления можно отметить характерные особенности, отличающие инструменты от деталей машиностроения, но в то же время в них можно выделить и много общего с этими деталями.

Если анализировать технологические особенности инструментов как деталей, то можно отметить следующее:

1. Инструменты являются сложными изделиями, ограниченными поверхностями разнообразных сложных профилей как в продольном, так и в поперечном сечениях.

2. В отличие от большинства машиностроительных деталей, геометрические формы которых состоят в основном из комбинации плоскостей, цилиндров и конусов, для инструментов характерны: фасонно-зубчатая форма поперечного сечения рабочей части; фасонные винтовые поверхности в продольном направлении; поверхности спе-

циальных форм (образующие режущие кромки), затылованные поверхности, поверхности, образованные спиралью Архимеда, логарифмической спиралью, эвольвентами и другими кривыми.

3. Даже однодетальные инструменты часто представляют собой изделия, состоящие из разнородных материалов (инструментальная сталь, конструкционная сталь, твердый сплав) неразъемно соединенных между собой разнообразными способами пайки или сварки.

4. В отличие от большинства машиностроительных деталей для инструментов характерны два термических цикла. Первый цикл – основная термическая обработка для создания режущих свойств осуществляется в середине технологического процесса, второй же термический цикл производится после всех операций над окончательно сформированным инструментом и представляет собой химико-термическую обработку для повышения режущих свойств инструментов.

Технические требования к специализированным станкам, в особенности используемым на завершающей части технологического процесса, помимо специфики, изложенной в п. 2 и 3, также определяются и следующим:

1. Точность изготовления формообразующих элементов мерных режущих инструментов должна быть на 1 ÷ 2 качества выше точности размеров обрабатываемых ими поверхностей. Это определяет, в свою очередь, требования к точности соответствующих станков инструментального производства.

2. Для инструментов характерно большое количество острых режущих кромок, обладающих максимально достижимой твердостью (*HRC* 60 ÷ 70 – для инструментов из инструментальных сталей и *HRA* 90 ÷ 93 – для твердых сплавов). Поэтому для инструментов, особенно в закаленном состоянии, необходимы индивидуальные установки для загрузки и снятия их со станка, специальной укладки и т. д. Это определяет требования к элементам автоматизации станков (бункерам, магазинам и т. д.).

3. Качество инструментов определяется не только точностью размерно-геометрических форм и шероховатостью поверхностей, но и физико-механическими их характеристиками, такими как отсутствие обезуглероженного или вторичного закаленного слоя, значительных остаточных напряжений.

4. Современные инструментальные материалы можно с большим основанием отнести к труднообрабатываемым.

С точки зрения выбора характеристик специализированных станков удобно рассматривать общий или базовый технологический процесс, состоящий из следующих циклов.

Первый цикл – заготовительный.

Все операции заготовительного цикла являются общемашиностроительными операциями и если имеют свою специфику, то только в связи с физико-механическими характеристиками обрабатываемых материалов.

Второй цикл – основные формообразующие операции.

В этом цикле операций, когда инструменту придается форма, близкая к окончательной, производится основной сьем материала, достигающий, как известно, $50 \div 70$ % первоначального объема заготовки.

Третий цикл – основная термическая обработка.

Четвертый цикл – шлифовально-заточные операции.

Эти операции можно подразделить на группу шлифовальных операций, во многом сходных с аналогичными операциями общемашиностроительного назначения, и группу заточных операций, свойственных только инструментальному производству.

Пятый цикл операций – дополнительная термообработка (химико-термическое улучшение режущих свойств).

Специальное и специализированное оборудование в инструментальном производстве

Требования к высокой точности изготовления в сочетании с крупным масштабом производства и сложной формой поверхностей многих режущих инструментов привели к созданию ряда специальных станков, предназначенных для выполнения одной операции и применяемых только в инструментальном производстве.

Такие станки используются на самых различных стадиях технологического цикла производства инструмента, начиная от получения заготовки и до заточки готового инструмента.

Наряду со специальными станками для изготовления режущих инструментов в этой отрасли производства находят применение также станки общего назначения. Например, круглошлифовальные, плоскошлифовальные, протяжные, центровочные и некоторые другие типы станков, используемые на инструментальных заводах и цехах, комплектуются почти полностью универсальными станками названных типов. Также и многие типы токарных и токарно-револьверных станков инструментальное производство использует станки общего назначения. Для ряда операций применяются специализированные станки, созданные на базе станков общего назначения и представляющие собой упрощенные или снабженные специальной оснасткой модификации соответствующих базовых моделей.

Наиболее специфичными для инструментального производства специальными и специализированными станками являются:

- 1) автоматы для отрезки заготовок сверл и подобных инструментов от калиброванных прутков;
- 2) токарные полуавтоматы для обработки цилиндрических и конических поверхностей на заготовках сверл, разверток, метчиков;
- 3) полуавтоматы для фрезерования канавок сверл и метчиков, лапок сверл, квадратов на хвостовике метчиков;
- 4) резьбонарезные станки прецизионные и повышенной точности;
- 5) резьбошлифовальные станки для шлифования резьбы на заготовках метчиков, резьбонакатных роликов, фрез некоторых типов;
- 6) полуавтоматы для шлифования зуборезных долбяков и шеверов;
- 7) заточные станки – универсальные и специализированные для заточки режущих инструментов отдельных видов – резцов, сверл спиральных, сверл перовых и пушечных, червячных фрез, фрезерных головок сегментных пил, метчиков, плашек, протяжек; к данной группе относятся и станки для доводки инструмента, оснащенного твердым сплавом;
- 8) профильно-шлифовальные станки – для шлифования сложных профилей фасонного инструмента;
- 9) гравировальные и клеймильные станки и агрегаты.

ОТРЕЗНЫЕ СТАНКИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В практике инструментального производства широко применяются почти все существующие способы разделения прутков исходного материала на заготовки и используются самые разнообразные модели станков. Между тем для каждого из инструментов в зависимости от характера производства рациональным является использование лишь некоторых из них.

1. Рубка заготовок на прессах и заготовительных ножницах характеризуется предельно высокой производительностью. Однако назначение рубки должно производиться с большей осторожностью, так как, во-первых, даже при малодеформационной рубке неизбежно возникает смятие, во-вторых, многие быстрорежущие стали, в особенности – высокопроизводительные, при холодной рубке склонны к образованию трещин и расслоений. Поэтому рубку рекомендуется применять лишь для изготовления заготовок под ковку и штамповку корпусов сборного инструмента и хвостовиков концевого инструмента под сварку.

2. Резка заготовок на различного рода пилах (работающих ножовочным полотном, цельными или сегментными пилами и непрерывными лентами) применяется в основном для отрезки заготовок крупных сечений под последующую ковку, штамповку или непосредственно механическую обработку.

3. Резка заготовок на специальных токарно-отрезных станках вертикального типа широко применяется для получения заготовок диаметром до $40 \div 50$ мм.

4. Резка на абразивно-отрезных станках является наиболее универсальной и одной из наиболее производительных. Она характеризуется высоким качеством поверхности торцов вне зависимости от твердости обрабатываемого материала.

Вертикально-отрезные автоматы модели ЛА-5 и ЛА-6

Автоматы моделей ЛА-5 и ЛА-6 являются специальными автоматами и предназначены для отрезки заготовок сверл от холоднотянутого калиброванного прутка или серебрянки.

Характерная особенность этих автоматов заключается в том, что пруток во время работы находится в вертикальном положении, благодаря чему станки занимают в цехе малую площадь. Отрезной резец заточен и расположен так, что одновременно с отрезкой на верхнем торце заготовки сверла образуется конус в 120° (рис. 2), тогда как нижний торец следующей заготовки остается перпендикулярным оси сверла.

Автоматы моделей ЛА-5 и ЛА-6 имеют одинаковое конструктивное исполнение и различаются тем, что станок модели ЛА-5 служит для отрезки заготовок диаметром от 1,5 до 6 мм, а станок модели ЛА-6 – для отрезки заготовок диаметром от 5 до 12 мм.

Станок ЛА-6 (рис. 3) имеет следующие основные узлы: станину, шпиндельную колонку, суппорт и бабку упора, охлаждение и электрооборудование.

Станина коробчатой формы служит основанием для шпиндельной бабки. На задней стенке станины закреплен насос для охлаждения, в левой части станины смонтирован электрошкаф. На подвижной плите с правой стороны станины установлен двухскоростной электродвигатель.

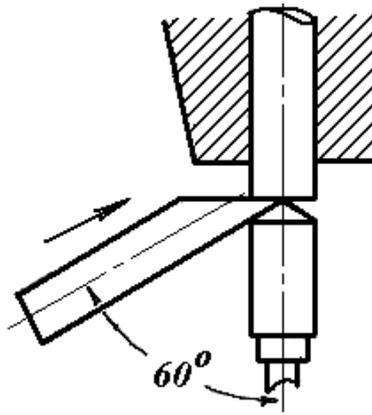


Рис. 2. Схема отрезки заготовки сверла

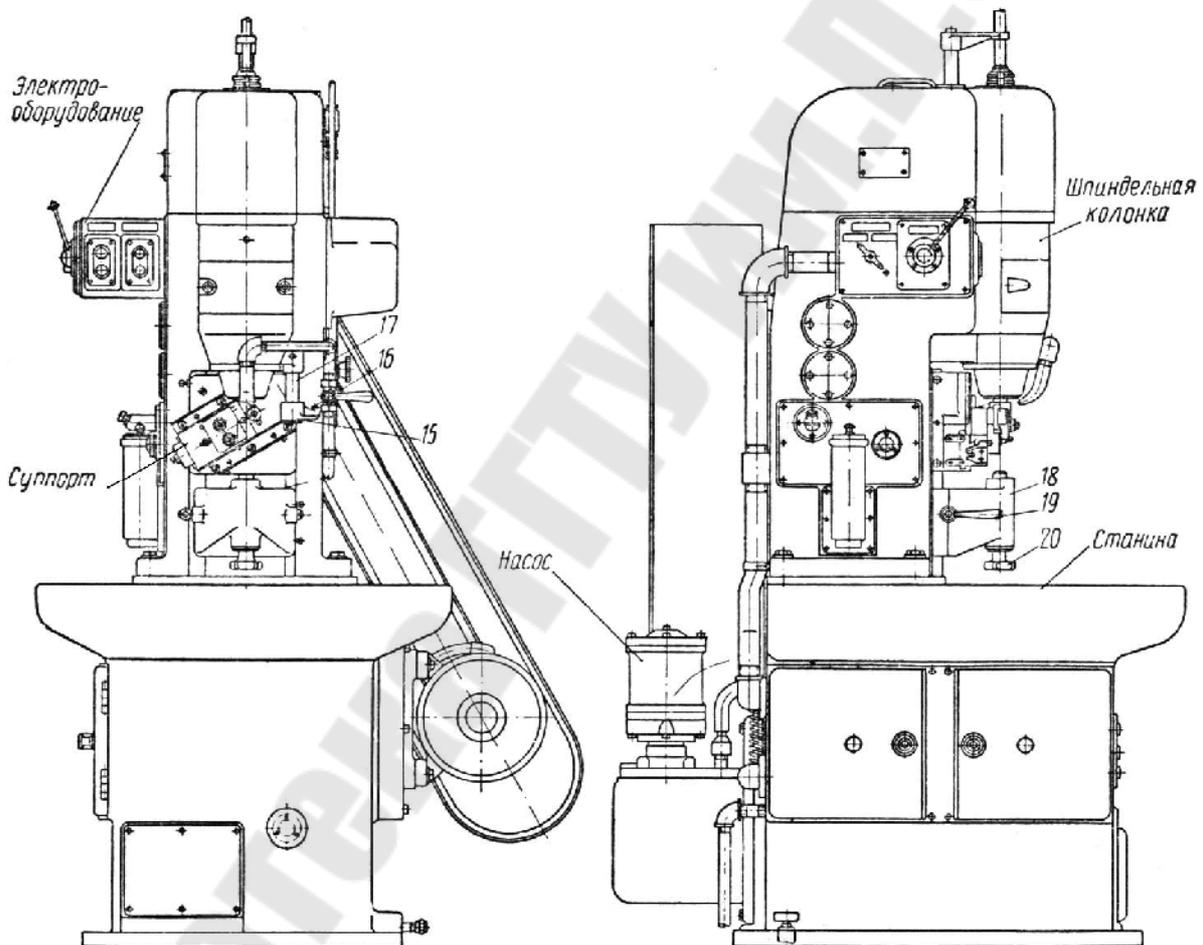


Рис. 3. Эскиз общего вида вертикально-отрезного автомата ЛА-6

Привод этих механизмов, а также вращение шпинделя осуществляются от двухскоростного электродвигателя. От вала электродвигателя через клиноременную передачу и пару трехступенчатых шкивов вращение передается на вал II (рис. 4) и далее через пару конических зубчатых колес 1 и 2 на полый шпиндель, в котором помещается пруток.

На валу II закреплен червяк 7, который через червячное колесо 8 передает вращение валу IV и через пару сменных колес *a* и *b* – червяку 9. Червяк 9 передает вращение одновременно двум червячным колесам 10, одно из которых закреплено на вертикальном валу VI, другое – на горизонтальном валу VII. Сменные колеса *a* и *b* служат для настройки подачи резца.

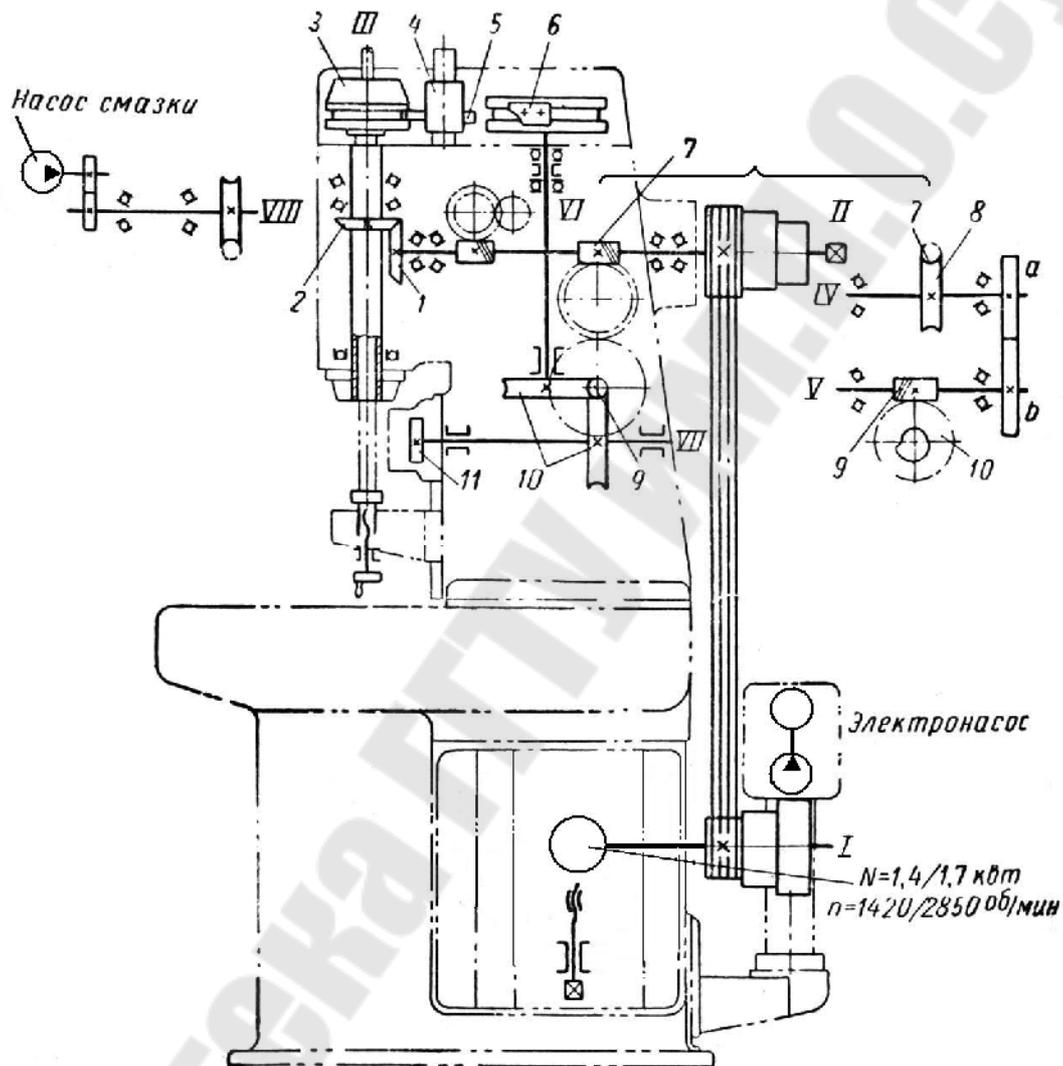


Рис. 4. Принципиальная схема автомата ЛА-6

Уравнение кинематического баланса вращения шпинделя имеет вид:

$$n_{\text{шп}} = 1420 (2850) \frac{D_1 Z_1}{D_2 Z_2}, \text{ мин}^{-1}.$$

Механизм зажима и освобождения прутка сконструирован по принципу подачи прутка в универсальных токарных автоматах.

**Краткая техническая характеристика
вертикально-отрезных автоматов**

Основные данные		Модель	
		ЛА-5	ЛА-6
Диаметр заготовки, мм	наименьший	1,5	5
	наибольший	6	12
Длина отрезки, мм	наименьшая	48	100
	наибольшая	160	210
Длина прутка, мм		2000	2000
Число ступеней вращения шпинделя		4	6
Частота вращения шпинделя, об/мин		910 ÷ 2580	560 ÷ 1800
Число отрезных суппортов		1	1
Пределы рабочей подачи резца (вдоль направляющей суппорта), мм/об		0,01 ÷ 0,02	0,013 ÷ 0,022

На вертикальном валу VI закреплен цилиндрический барабан с кулачком 6 для разжима прутка. При вращении вала VI кулачок нажимает на выступ 5 ползушки 4 и перемещает вниз стакан 3, сжимая при этом пружину 12 (рис. 5). Рычажки 13, расположенные в пазах верхнего конца шпинделя, поворачиваются, цанга 14 разжимается и освобождает пруток, который под действием собственного веса падает до упора.

Зажим прутка цангой 14 и обратное движение стакана 3 (рис. 4) вверх происходят под действием пружины 12 (рис. 5) в момент, когда кулачок 6 (рис. 4) выходит из соприкосновения с выступом 5 ползушки 4. Таким образом, пруток будет вращаться вместе со шпинделем станка, и в это время начинается подача суппорта с резцом.

Для подачи суппорта на переднем конце вала VII закреплен кулачок II (рис. 4, 5), который, воздействуя на палец, закрепленный в суппорте, перемещает его и производит быстрый подвод резца к прутку и рабочую подачу. Обратный ход суппорта после отрезки заготовки осуществляется посредством пружины; при этом механизм зажима освобождает пруток, и заготовка падает в приемное корыто.

Уравнение кинематического баланса поперечной подачи резца:

$$S = 1_{\text{об.шп}} \cdot \frac{Z_2 Z_7 a Z_9}{Z_1 Z_8 b Z_{10}} R, \text{ мм/об},$$

где R – величина подъема кривой, профилирующей кулачок при повороте его на 1 об, мм.

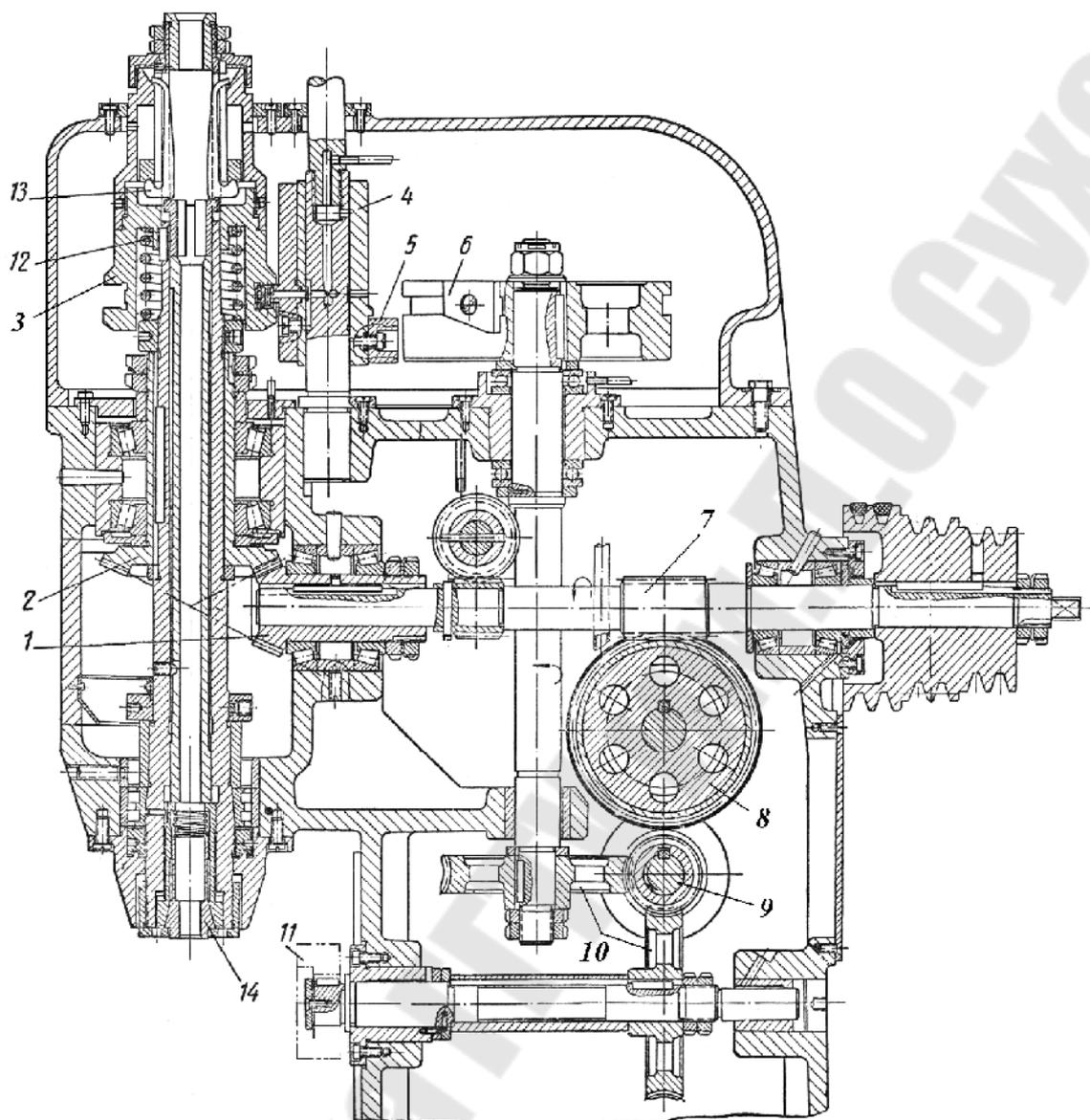


Рис. 5. Эскиз шпиндельной бабки автомата ЛА-6

Суппорт расположен под углом к оси шпинделя (рис. 2), что связано с необходимостью получения конуса на одном конце заготовки.

На случай перегрузки механизма подачи в станке предусмотрена предохранительная муфта, установленная на валу IV. Бабка упора 18 (рис. 3) и откидной упор 17 служат для ограничения подачи прутка на заданную длину заготовки, которая регулируется вертикальным перемещением корпуса бабки упора вдоль направляющих колонки. Крепление бабки упора на колонке производится рукояткой 19. Окончательная установка размера заготовки производится установкой упорного пальца с помощью винта и грибка 20.

Откидной упор 17 служит для ограничения хода прутка в момент начала отрезки нового прутка. Основание упора прикреплено к корпусу

колонки. Через отверстие основания упора проходит ось рычажка 15, несущего палец упора 16. Положение плоскости пальца упора относительно торца шпинделя в этом случае постоянно и рассчитано на отрезку минимально необходимого неровного слоя на торце прутка.

Когда пруток зажат и начинается резание, рычажок упора отводится вручную поворотом относительно оси.

Дальнейшее ограничение подачи прутка во время работы автомата производится пальцем бабки упора.

Абразивно-отрезной автомат модели СИ-030М

Автомат предназначен для разрезания прутков различного профиля на штучные заготовки. На автомате разрезаются прутки круглого сечения длиной до 6,5 м, диаметром до 40 мм.

Краткая техническая характеристика автомата

Диаметр разрезаемого прутка, мм.....	10 ÷ 40
Длина отрезаемой заготовки, мм.....	20 ÷ 220
Диаметр абразивного инструмента, мм.....	270 ÷ 400
Частота вращения абразивного круга (две ступени) в минуту.....	3570; 2350
Электродвигатель главного движения: мощность, кВт.....	13
Частота вращения, об./мин.....	2920
Производительность автомата при разрезке прутков диаметром 20 мм, шт./смену.....	3000
Габаритные размеры, мм.....	1605 × 1045 × 1475

Принцип работы: разрезаемый пруток подается на требуемую величину (в осевом направлении), после чего он закрепляется в неподвижных тисках. Главное вращательное движение сообщается абразивному диску. Шпиндельная головка подвешена к станине на неподвижных осях, относительно которых она поворачивается, обеспечивая дуговое движение подачи.

Работа в автоматическом цикле производится в следующей последовательности: подача отрезной головки с одновременным разжимом подвижных тисков; перемещение вдоль прутка; зажим подвижных тисков; отвод отрезной головки; отжим неподвижных тисков; подача прутка подвижными тисками; зажим неподвижных тисков; подача отрезной головки и т. д.

Движение от главного электродвигателя 5 (рис. 6) через клиноремennую передачу с натяжным роликом сообщается шпинделю абразивного инструмента. Ведущий шкив клиноремennой передачи 4 (рис. 7) – сменный. При работе абразивными инструментами,

допускающими скорости резания до 80 м/с, частота вращения шпинделя устанавливается наибольшая 3570 об/мин, при работе обычным абразивным инструментом – снижается до 2350 об/мин. Подача абразивного инструмента осуществляется от отдельного гидропривода, цилиндр 5 которого установлен в нише станины автомата. Скорость подвода и отвода абразивного инструмента, равно как и рабочей подачи, изменяется от 0 до 200 мм/с.

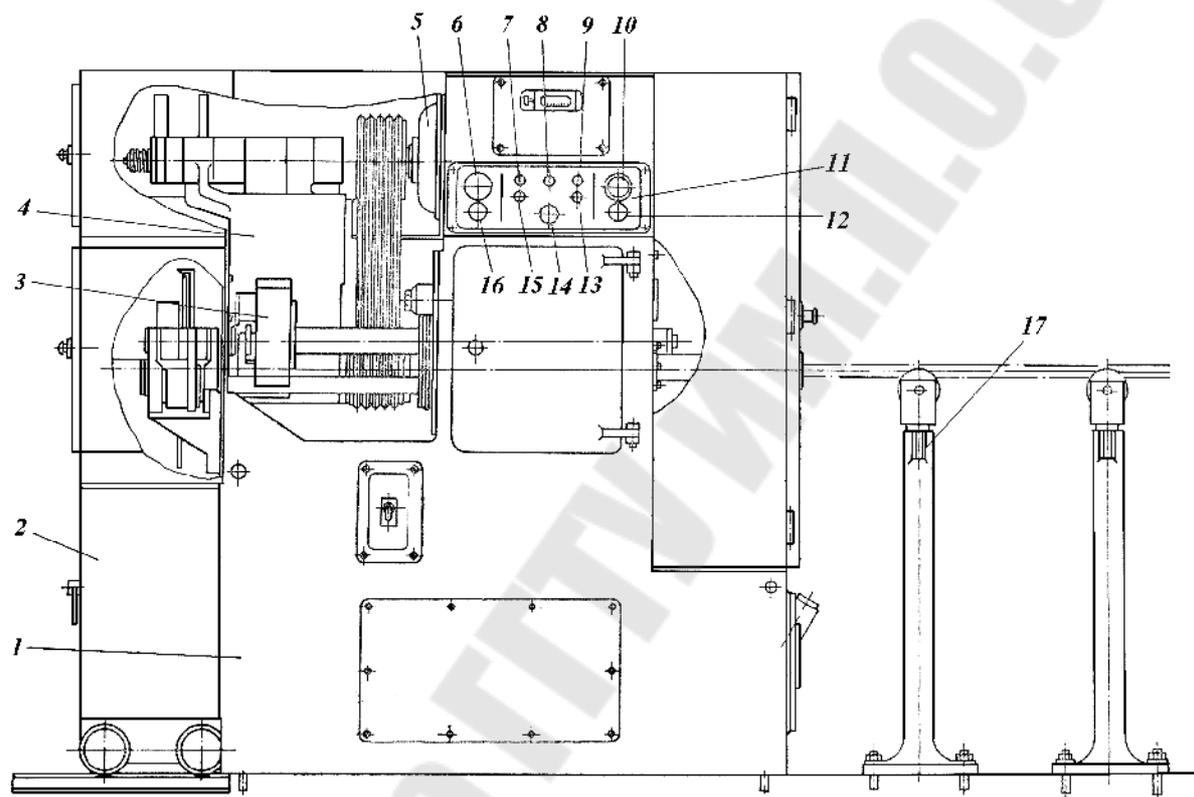


Рис. 6. Общий вид абразивно-отрезного автомата модели СИ-030М:
 1 – станина; 2 – блок системы охлаждения; 3 – механизм подачи и зажима прутка; 4 – отрезная головка; 5 – электродвигатель; 6 – кнопка «Стоп»;
 7 – переключатель «Отвод–подвод»; 8 – лампочка «Напряжение»;
 9 – лампочка «Инструмент изношен»; 10 – кнопка «Исходное положение абразивного инструмента»; 11 – пульт управления; 12 – кнопка «Насос»;
 13 – переключатель «Зажим–отжим» заготовки в подвижных тисках;
 14 – переключатель режима работы; 15 – переключатель «Зажим–отжим» заготовки в неподвижных тисках; 16 – кнопка «Цикл»; 17 – стойка

Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \times D_1 / D_2.$$

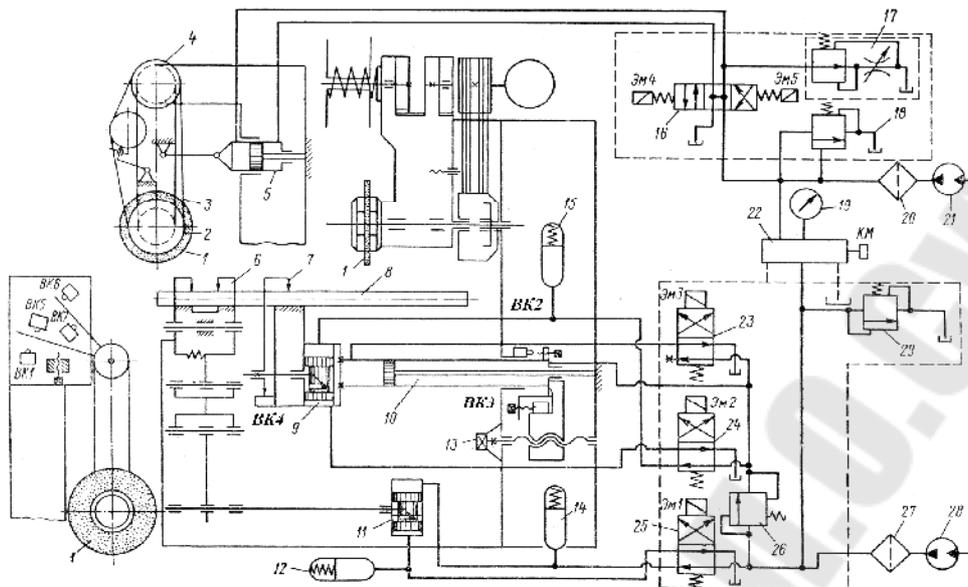


Рис. 7. Гидрокинематическая схема автомата модели СИ-030М

Механизм подачи и зажима прутка работает от трех связанных между собой гидроцилиндров последовательного действия. Цилиндр 11 (рис. 7), связанный с неподвижными тисками 6, обеспечивает зажим прутка и заготовки в процессе отрезки (с последующим разжимом); цилиндр 9, связанный с подвижными тисками 7, служит для зажима и разжима прутка в подвижных тисках; цилиндр 10 – обеспечивает продольное перемещение прутка. Длина этого перемещения в зависимости от длины отрезаемой заготовки устанавливается с помощью лимба, который посредством винтовой пары связан с упором, ограничивающим ход цилиндра.

Цикл работы всех трех цилиндров, а также цилиндра 5 подачи абразивного диска разделен на пять этапов (I–V); циклограмма работы автомата представлена на рис. 8.

Наименование движения	Номер гидроцилиндра	Этапы цикла				
		I	II	III	IV	V
Зажим, отжим неподвижных тисков	11	High	High	High	Low	Low
Зажим, отжим подвижных тисков	9	Low	Low	High	High	High
Подача прутка	10	High	High	Low	Low	High
Рабочая подача шлифовальной головки и ее отвод	5	Low	Low	High	High	High

Рис. 8. Циклограмма работы автомата модели СИ-030М

Конечные выключатели ВК2 и ВК3 контролируют крайние положения подвижных тисков при подаче и перемещении вдоль прутка. Конечный выключатель ВК4 выключает автомат в случае израсходования прутка.

Описываемый автомат имеет оригинальный механизм компенсации износа абразивного инструмента, отличающийся простотой, автоматическим действием и высокой надежностью. На рис. 9 показано схематическое изображение отрезной головки, устройства для автоматической компенсации износа инструмента и установки головки в исходное положение.

Отрезная головка 1 проушинами корпуса 2 подвешена на осях 3 кронштейна станины станка. Абразивный инструмент 10 приводится во вращение электродвигателем 4, расположенным на станине станка так, что ось вращения его ротора и приводного шкива на нем соосны с отверстиями проушин 2. Ось 3 имеет буртик 12, к которому с помощью пружины 13 прижат торец рычага 5. Рычаг 5 вместе с отрезной головкой (при разрезке и отводе головки) совершают качательное движение от гидроцилиндра 8. При подаче головки 1 на пруток 11 рычаг 5 останавливается упором 7 и проскальзывает относительно головки на некоторый угол, достаточный для компенсации износа инструмента, произошедшего за время одного реза. При обратном ходе головки рычаг 5 упирается в конечный выключатель 6, предназначенный для ее остановки в новом исходном положении.

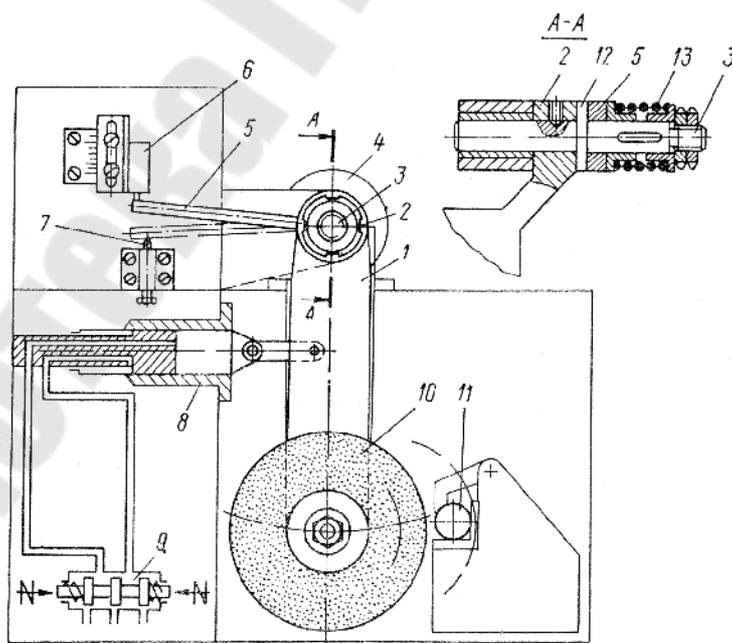


Рис. 9. Схема механизма компенсации износа инструмента (автомат модели СИ-030М)

Переключения направления потока масла в цилиндр 8 осуществляются золотником 9 по команде реле тока (команда на отвод головки) и конечным выключателем 6 (команда на останов головки в исходном положении).

Работа устройства осуществляется в следующей последовательности.

Отрезная головка 1 (рис. 9) установлена при наладке станка в исходное положение, обеспечивающее минимальное расстояние от периферии абразивного инструмента 10 до заготовки 11. Рычаг 5 при этом нажимает на конечный выключатель 6. Угол качания рычага 5 между упором 7 и конечным выключателем 6 устанавливается перемещением последнего на величину, необходимую для обеспечения перемещения периферии инструмента от исходного положения до положения, соответствующего окончанию резки прутка (при неизносившемся инструменте). По команде с пульта управления золотник 9 направляет масло в рабочую полость цилиндра 8, и головка 1 вместе с рычагом 5 получают перемещение на заготовку 11. В процессе резки инструмент изнашивается и при повороте головки на угол, определяемый первоначальной наладкой, не обеспечивает отрезки заготовки. Поэтому реле тока не дает сигнал на отвод и головка продолжает перемещаться на заготовку. В это же время рычаг 5 устанавливается упором 7. Головка же 1 продолжает движение и рычаг 5 поворачивается относительно нее. По окончании резки реле тока дает команду на отвод головки, которая вместе с рычагом 5 поворачивается в обратном направлении на угол первоначальной установки, определяемый взаимным расположением упора 7 и конечного выключателя 6, чем и компенсируется износ инструмента. Управление исполнительными органами станка осуществляется кнопками пульта управления, сигналы которых воспринимаются электросистемой управления.

Наладка станка для резки прутков определенного диаметра на заготовки требуемой длины заключается в установке в необходимое положение конечного выключателя 6 (рис. 9). Конечный выключатель обеспечивает угол качания отрезной головки, соответствующий диаметру заготовки. Длина отрезаемой заготовки настраивается вращением рукоятки с лимбом 13 (рис. 7), связанным с винтом, перемещающим упор, ограничивающий ход цилиндра подачи прутка.

Специальный отрезной автомат модели СИ-052

Автомат предназначен для разделения прутков диаметром $2 \div 6$ мм на штучные заготовки с образованием фасок на торцах. Принцип работы основан на выдавливании дисками на вращающемся прутке специального профиля кольцевой канавки и последующем циклическом изгибе его до момента отламывания заготовки. Кольцевая канавка служит при этом концентратором напряжений, способствующим ускорению надламывания прутка. Вращение прутку сообщается за счет сил трения, возникающих между ним и вращающимися дисками.

Краткая техническая характеристика автомата

Размеры заготовки, мм:

диаметр $2 \div 6$

длина $20 \div 60$

Наибольшая длина прутков, мм 5000

Производительность, шт./мин 1250

Диаметр рабочего и опорного дисков, мм 175

Электродвигатель, кВт 1,0

Габаритные размеры, мм $600 \times 600 \times 1100$

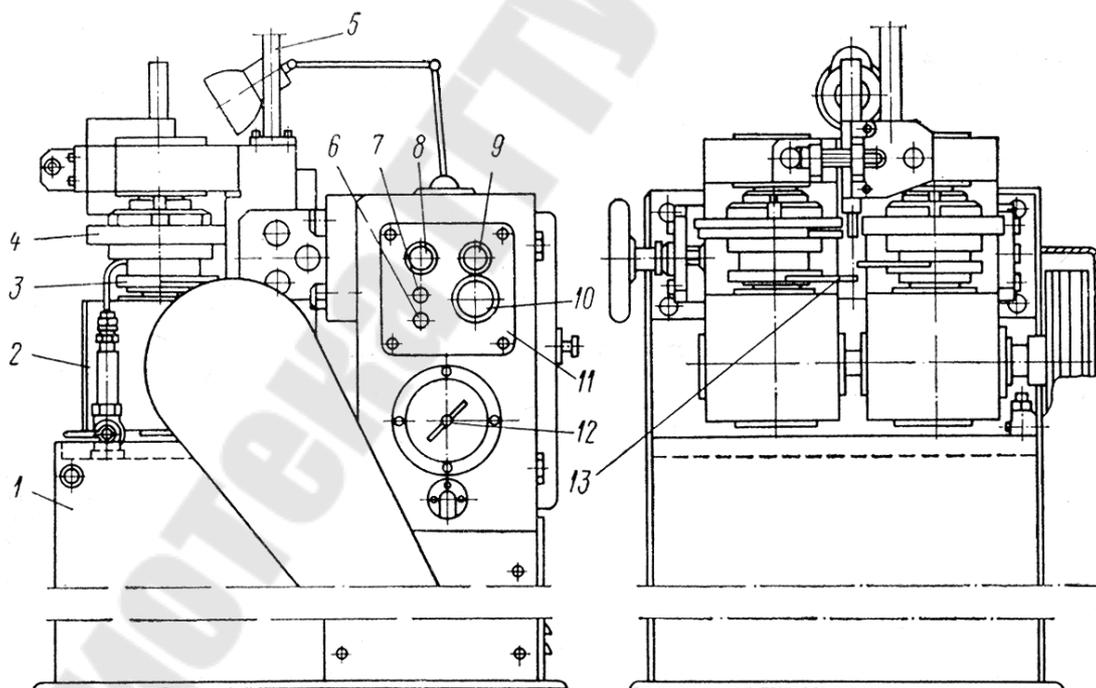


Рис. 10. Эскиз общего вида специального отрезного автомата модели СИ-052:

1 – станина; 2 – клеть; 3 – надламывающий кулачок; 4 – рабочие диски;

5 – направляющая для прутка; 6 – переключатель освещения;

7 – переключатель охлаждения; 8 – кнопка «Пуск»; 9 – кнопка «Стоп»;

10 – лампочка «Напряжение»; 11 – пульт управления; 12 – вводный выключатель; 13 – упор прутка

Станина 1 автомата сварная, стальная, коробчатой формы устанавливается на фундаменте. Во внутренних полостях станины размещаются электродвигатель вращения дисков с плитой и шкивом клиноременной передачи, бак охлаждения, панель с электроаппаратурой. На верхней плоскости станины закрепляется клеть 2. На передней стенке станины располагается пульт управления 11 и вводной электровыключатель 12. В узел станины входят также крышки и кожухи, закрывающие клиноременную передачу и окно станины.

Клеть 2 состоит из сварного основания коробчатой формы, устанавливаемого на станину, правого и левого червячных редукторов, сварной корпус одного из которых жестко закрепляется на основании, а второй – может перемещаться по поперечным направляющим основания с помощью маховика 10 (рис. 11) и пары винт–гайка.

К основанию клетки прикреплена втулка 6 (в которую закладывается разрезаемый пруток 7) и упор 14.

Рабочий диск 8 и опорный диск 5 располагаются по обе стороны от прутка 7, который под действием собственного веса упирается в сектор-упор 12, закрепленный на гильзе 9 рабочего диска 8. На гильзе 4 опорного диска 5 закреплен надламывающий кулачок 3. Диски 8 и 5 получают вращение от червячных редукторов 11 и 13, общий ведущий вал 2 которых приводится во вращение электродвигателем через клиноременную передачу 1. Обрабатываемый пруток за счет сил трения, создаваемых дисками 8 и 5, вращается с частотой, пропорциональной отношению диаметров дисков к диаметру прутка ($30 \div 60$).

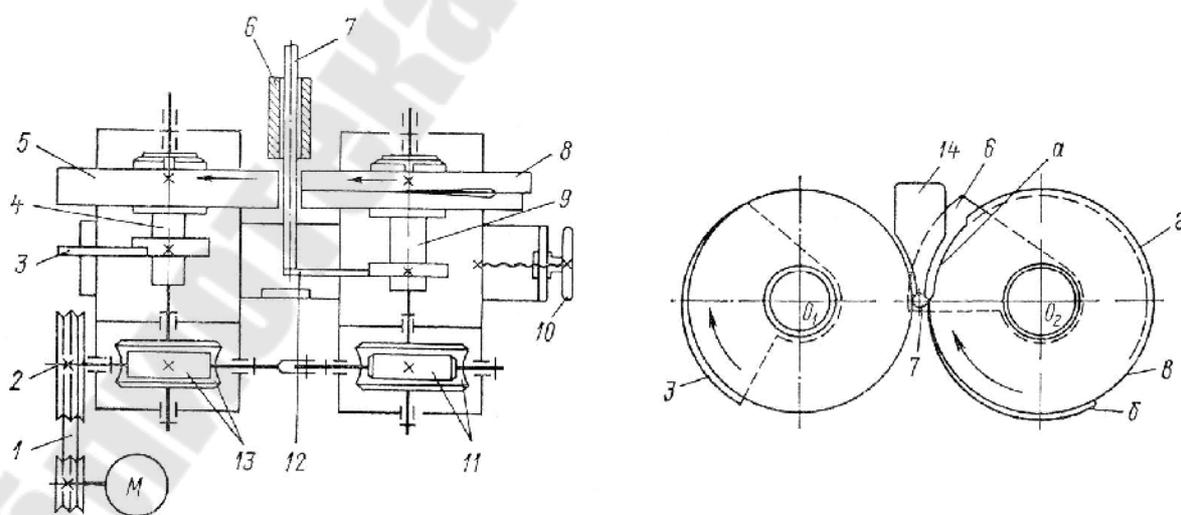


Рис. 11. Принципиальная схема автомата модели СИ-052

Червячный редуктор 13 вместе с гильзой 4 и диском 5 жестко крепятся на станине, а червячный редуктор 11, гильза 9 и диск 8 имеют возможность перемещаться с помощью маховика 10 в направлении, перпендикулярном оси прутка 7. Такое перемещение необходимо при наладке, а также для создания усилия поджима, достаточного для привода вращения прутка силами трения. На корпусе неподвижного редуктора 13 укреплен упор 14, поддерживающий пруток в процессе работы. Втулка б служит для предварительного направления прутка 7.

На периферии рабочего диска 8 имеются участки различного профиля: а – участок загрузки; б – участок формирования кольцевой разделительной канавки (выполняется по архимедовой спирали); в – участок заглаживания металла, выдавленного при образовании канавки; г – участок зажима прутка.

Надламывающий кулачок 3 ориентирован на валу диска 5 таким образом, что он вступает в контакт с надламываемой заготовкой одновременно с участком г рабочего диска 8.

При включении электродвигателя диски 8 и 5 приводят во вращение пруток 7, на котором участок б диска 8 образует кольцевую канавку, а цилиндрические участки дисков 8 и 5 препятствуют выдавливанию металла и заглаживают заусенцы и неровности. Затем вступает в действие надламывающий участок профиля кулачка 3, который при быстром вращении прутка 7 создает циклически изменяющийся по направлению и величине изгибающий момент. Заготовка отламывается и выпадает из зоны отрезки. При дальнейшем вращении дисков 8 и 5 пруток освобождается за счет участка а диска 8 и под действием собственного веса опускается до упора 12, а затем вновь зажимается криволинейным участком в диска 8 и цикл повторяется. За один оборот дисков 8 и 5 отделяется одна заготовка. Во время работы в зону отделения заготовок непрерывно подается охлаждающая жидкость (нитридно-содовый раствор).

Смазке в станке подлежат подшипники качения червячных редукторов и их червячные пары. Подшипники качения смазываются консистентной смазкой, а червячные пары – маслом, залитым в корпус редукторов.

Наладка и настройка станка производится следующим образом. Для настройки автомата на обработку прутков определенного диаметра необходимо отвести подвижный редуктор 11 (рис. 11), установить направляющую втулку б нужного диаметра и обрабатываемый пруток. Поддерживающий упор 14 необходимо довести до со-

прикосновения с прутком 7. Подвижный редуктор 11 поставить относительно прутка так, чтобы обеспечить надежный его зажим между рабочим и опорным дисками. Сектором-упором 12 установить длину отрезаемой заготовки; надламывающий кулачок 3 устанавливается на $3 \div 5$ мм выше сектора-упора 12.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ ЗАГОТОВОК ИНСТРУМЕНТА

Концевой быстрорежущий инструмент, диаметр рабочей части которого превышает 10 мм, для экономии дорогой быстрорежущей стали выполняется составным; рабочая часть инструмента – из быстрорежущей стали (марок Р6М5, Р12, Р18, Р9К5 и др.), отличающейся высокими режущими свойствами, а хвостовая часть – из конструкционной стали (марок 45, 40Х и др.), обладающей достаточно высокими механическими характеристиками ($\sigma_b \geq 600$ МПа).

Соединение рабочей части инструмента с хвостовой его частью осуществляется, как правило, методами сварки.

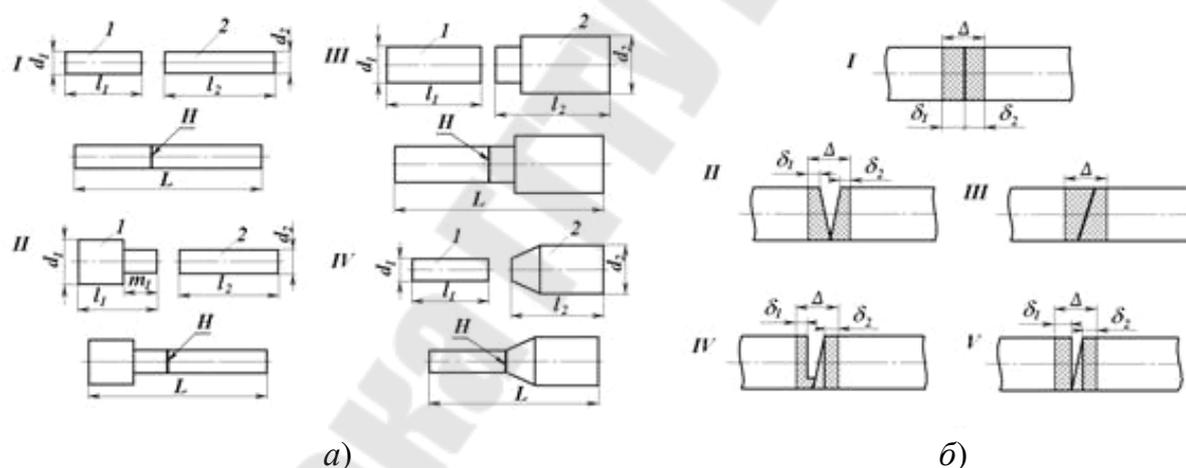


Рис. 12. Эскизы заготовок для сварки концевого инструмента (а) и влияние перекоса торца, а также взаимной их ориентации на величину припуска Δ (δ_1 и δ_2 припуски на сварку рабочей и хвостовой части инструмента) при сварке (б)

Перед сваркой заготовки рабочей и хвостовой части инструмента очищаются от окалины, грязи, галтуются, а их концам придается нужная (с точки зрения получения качественного соединения) форма. Так, заготовки одинакового диаметра подрезаются (тип I) заготовки рабочей части, диаметр которых больше диаметра хвостовой части, кроме подрезки должны иметь проточки (тип II) либо, наоборот, протачивается заготовка хвостовой части, диаметр которой превышает

диаметр рабочей части (тип *III*). Вместо цилиндрических проточек иногда (особенно для заготовок, свариваемых на машинах для сварки трением) хвостовая часть выполняется с переходным конусом.

Влияние перекоса торцов и взаимной их ориентации на величину припуска Δ при сварке показана на рис. 12, б (*I* – заготовки с подрезанными торцами; *II*, *III* – заготовки с рублеными торцами; *IV*–*V* – одна заготовка рубленая, вторая – отрезанная абразивным инструментом).

Сварка заготовок инструмента производится методом стыковой электросварки либо сваркой трением.

Наиболее предпочтительна сварка трением, преимущества которой заключаются в сокращении расхода свариваемых материалов (суммарная величина расхода материала рабочей и хвостовой части инструмента при сварке трением в $2 \div 3$ раза, а рабочей части до 5 раз меньше, чем при электростыковой сварке) и электроэнергии, а также в повышении производительности труда в $1,5 \div 2$ раза. Однако применение метода сварки трением не всегда возможно.

Так, существующие машины-полуавтоматы позволяют практически сваривать трением заготовки инструмента диаметром только до 35 мм; сварка трением заготовок инструмента, рабочая часть которых выполнена из вольфрамомолибденово-ванадиевых, вольфрамомолибденово-кобальтовых и т. п. высокопроизводительных быстрорежущих сталей со стальным хвостовиком из углеродистых сталей, требует длительной наладки, жесткого контроля и практически оказывается нецелесообразной.

Стыковая электросварка обеспечивает качественное соединение заготовок из любых инструментальных и быстрорежущих сталей диаметром до 100 мм и поэтому в настоящее время наиболее распространена.

Оборудование для сварки заготовок трением

Сварочный полуавтомат модели МФ-327 (рис. 13) предназначен для сварки трением заготовок инструмента круглого сечения.

Принцип работы полуавтомата: одна из свариваемых заготовок закрепляется в шпинделе станка и вращается вместе с ним для создания взаимного скольжения торцов и их разогрева, другая – неподвижно закрепляется на продольном суппорте и получает вместе с ним продольное перемещение до соприкосновения с торцом вращающейся заготовки с заданным усилием (для создания силы трения). Выделяющееся при трении тепло разогревает торцы заготовок, вращение шпинделя прекращается, заготовки поджимаются суппортом с повышенным усилием и производится их соединение сваркой.

Разогрев торцов заготовок происходит при удельном давлении (отношение усилия поджима к площади поперечного сечения свариваемых торцов).

ваемых заготовок) 100 МПа, сварка – при удельном давлении 200 МПа. Загрузка и выгрузка заготовок осуществляются вручную; цикл сварки автоматический.

Станина 1 полуавтомата имеет коробчатую форму. На верхней плоскости станины закрепляется передняя бабка 9. На передней стенке – пневмоцилиндр 3 перемещения суппорта, связанный с последним штоком и пружиной. Внутри станины находится клиновое стопорное устройство, запирающее суппорт при соприкосновении свариваемых заготовок.

Электродвигатель 2 через клиноременную передачу с помощью фрикционной муфты передает вращение шпинделю 8 с заготовкой 7. При правом положении фрикционной муфты через полу муфты 8 и 9 (рис. 14) включается вращение шпинделя, а при левом через полу муфты 6 и 7 – его торможение.

Электрооборудование станка размещается в электрошкафу. Система подготовки воздуха, контрольная аппаратура и управляющие электропневмоклапаны установлены на правой стенке и в нише станины. Заготовка 7 (рис. 13) закрепляется в цанговом патроне передней бабки 9 вручную, а заготовка 5 – в цанговом патроне суппорта 4 за счет осевого усилия, возникающего при соприкосновении заготовок.

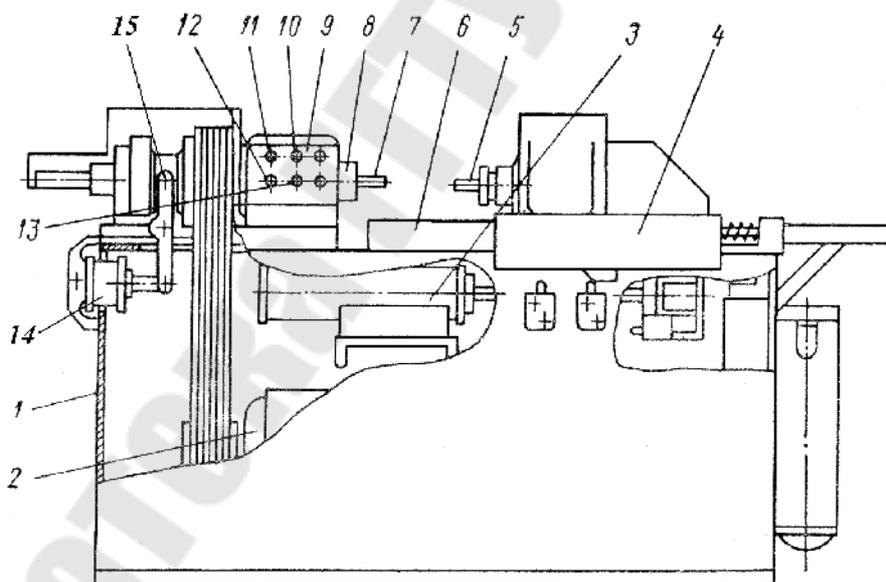


Рис. 13. Эскиз общего вида специального сварочного полуавтомата модели МФ-327:

- 1 – станина; 2 – электродвигатель привода вращения шпинделя;
- 3 – пневмоцилиндр перемещения суппорта; 4 – суппорт; 5, 7 – свариваемые заготовки; 6 – направляющие суппорта; 8 – шпиндель; 9 – передняя бабка;
- 10 – кнопка «Пуск» суппорта; 11 – кнопка «Пуск» двигателя; 12 – кнопка «Стоп» двигателя; 13 – кнопка «Стоп» суппорта; 14 – пневмоцилиндр;
- 15 – рычаг переключения муфты

Пневмокинематическая схема приведена на рис. 14. От электродвигателя 1 через клиноременную передачу 26 вращение сообщается шкиву 10, свободно установленному на шпинделе 11. Двусторонняя фрикционная коническая муфта 4 скользит на шпонках вдоль оси шпинделя и попеременно либо включает вращение шпинделя (крайнее правое положение), либо тормозит его с помощью тормозного барабана 5 (крайнее левое положение муфты). Перемещения муфты управляет пневмоцилиндр 3, воздействующий на систему рычагов.

При нажатии кнопки «Пуск», расположенной на пульте управления, воздух через золотник 25 поступает в правую полость цилиндра 28 и перемещает поршень со штоком 31 справа налево. Шток 31 пружиной 32 связан с тягой суппорта 30. Когда заготовки соприкоснутся своими торцами, шток 31 продолжает движение при неподвижном суппорте 30 сжимая пружину 32.

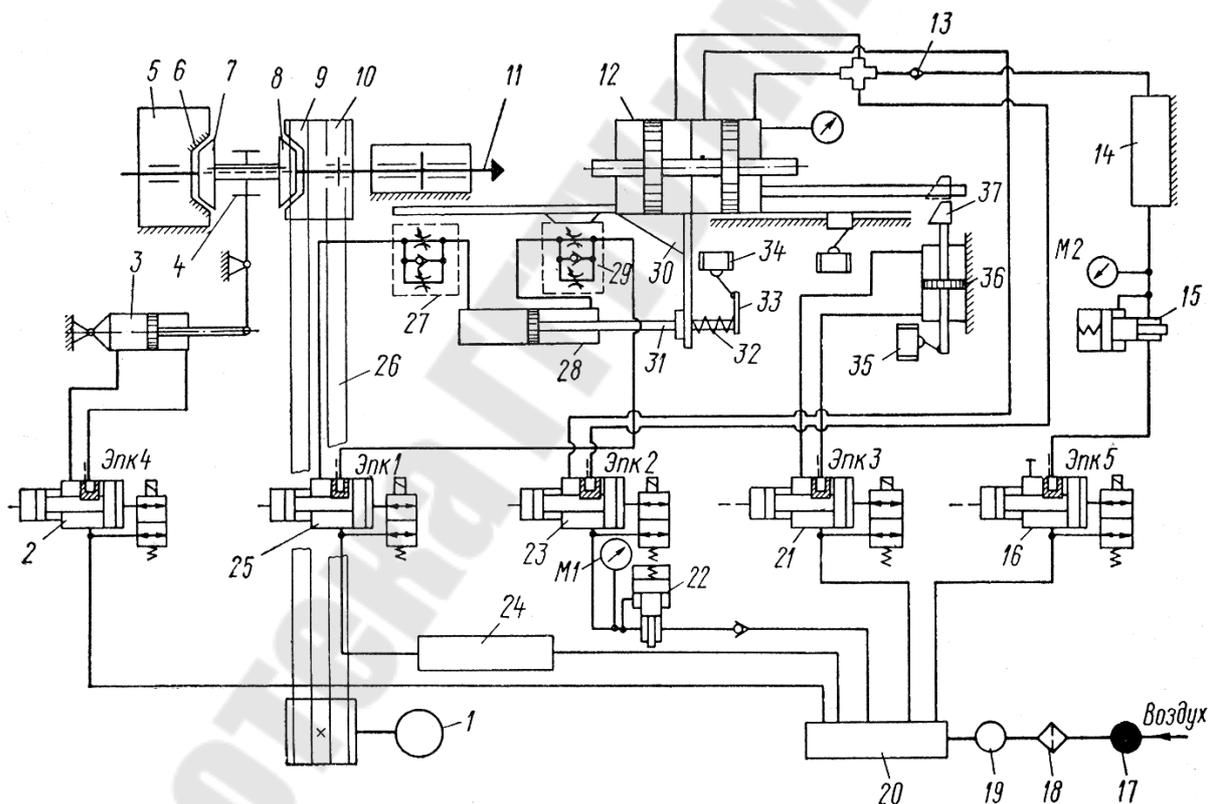


Рис. 14. Пневмокинематическая схема полуавтомата модели МФ-327

При этом упор 33 воздействует на конечный выключатель 34, с помощью которого переключаются клапаны 21 и 23. Клапан 21 направляет воздух в нижнюю полость цилиндра 36 стопорного механизма, шток которого перемещает клин 37 в крайнее переднее положение, что исключает возможность отхода суппорта с заготовкой 5

(рис. 13) вправо. Клапан 23 направляет воздух в четырехполостной силовой цилиндр 12 суппорта. С помощью регулятора давления 22 в нем обеспечивается давление воздуха, необходимое для создания надлежащей силы трения, разогревающей торцы заготовок. Обеспечив фиксацию суппорта, шток цилиндра 36 освобождает рычаг конечного выключателя 35, что обуславливает переключение клапана 2, перемещение муфты 4 вправо и включение вращения шпинделя. После установленной выдержки времени на нагрев торцов срабатывает реле времени, переключается клапан 2 и муфта 4 перемещается в крайнее левое положение, обеспечивая торможение шпинделя. Синхронно срабатывает второе реле времени, в результате чего переключается клапан 16, высокое давление, настраиваемое регулятором давления 15, через ресивер 14 и обратный клапан 13 передается в правые полости цилиндра 12 и осуществляется процесс осадки.

По окончании осадки правые полости цилиндра 12 соединяются с атмосферой на время, определяемое третьим реле времени, которое подает команду на переключение клапанов 21 и 23, в результате чего клин 37 стопорного механизма отводится; после этого срабатывает конечный выключатель 35, подающий команды на переключение пневмозолотника 25, в результате чего воздух поступает в левую полость цилиндра 28, осуществляется отвод суппорта в крайнее правое положение, а шток цилиндра 28 возвращается в исходное (крайнее правое) положение. Для предотвращения ударов при перемещениях суппорта в крайние положения в полуавтомате предусмотрены воздушные демпферы 27 и 29.

Питание пневмосистемы осуществляется от воздушной сети цеха, в котором установлен полуавтомат, через кран 17, фильтр 18, влагоотделитель 19, коллектор 20, ресиверы 14 и 24.

Наладка и настройка станка сводятся к подбору цапг соответствующего диаметра, установке их в шпиндель станка и суппорт, регулированию вылета заготовки, который должен быть не более $0,75 \div 1$ диаметра заготовки, подбору давления сварки (настраивается регулятором давления 22 (рис. 14) и контролируется манометром *M1*) и давления осадки (настраивается регулятором давления 15 и контролируется манометром *M2*), к настройке выдержек времени – реле *PB1*, *PB2*, *PB3*.

Для контроля правильности наладки станка рекомендуется провести пробную сварку трех-четырех заготовок.

Оборудование для стыковой электросварки

Существуют три типа машин для электростыковой сварки инструмента оплавлением с подогревом: 1) машины с ручным приводом перемещения заготовок и ручным управлением процессом сварки; 2) машины с механическим (кулачковым) приводом и управлением процессом сварки; 3) машины с электромеханическим или электрогидравлическим приводом перемещения и избирательным режимом работы.

Полуавтомат модели СА-2 работает по методу оплавления с подогревом. Цикл работы полуавтомата включает следующие этапы: подогрев, оплавление, осадка под током, осадка без тока.

Цель подогрева – подготовить торцы заготовок к оплавлению. Замыкания и размыкания заготовок осуществляются от гидроцилиндра перемещения и осадки. При разомкнутых торцах напряжение равно напряжению холостого хода трансформатора, при замкнутых – оно близко к напряжению короткого замыкания. Частота замыканий и длительность нагрева определяются подбором скоростей сближения и разведения свариваемых деталей ($3 \div 5$ мм/с). Каждое соприкосновение торцов сопровождается кратковременным оплавлением, неустойчивым из-за низкой температуры торцов и малого начального количества точек соприкосновения.

При достаточном разогреве торцов и появлении большого числа точек соприкосновения начинается второй этап цикла – оплавление. Он осуществляется только при сближении торцов заготовок, когда скорость сближения снижается до $0,8 \div 1,5$ мм/с.

Команда на начало осадки дается конечным выключателем или реле времени. При этом скорость сближения заготовок увеличивается до 15 мм/с.

Чтобы получить качественную сварку, осадку начинают не выключая тока (осадка под током). При этом процесс оплавления из-за высокой скорости осадки прекращается, реле напряжения отключается и отключает сварочный ток и начинается осадка без тока. При осадке требуются большие усилия (удельное давление осадки $30 \div 40$ МПа) и выдержка времени ($3 \div 4$ с), обеспечивающие прочное соединение заготовок.

Техническая характеристика полуавтомата модели СА-2

Размеры свариваемых заготовок, мм:

диаметр..... $20 \div 60$
длина $50 \div 250$

Мощность сварочного трансформатора, кВт:

для диаметров заготовок до 30 мм 100
свыше 30 мм..... 150

Наибольшее усилие осадки, кГ	14500
Производительность (ориентировочная) при сварке заготовок диаметром 40 мм, шт./смену	400
Габаритные размеры, мм	1570 × 1160 × 1810

Общий вид сварочного полуавтомата модели СА-2 приведен на рис. 19. Станина 1 полуавтомата – сварная конструкция коробчатой формы. На верхней плоскости станины закрепляются стойки 3 и 6, сварочный трансформатор и панель с гидроаппаратурой, закрытые кожухами. Внутренняя полость станины используется в качестве гидробака. Сбоку к станине крепится шкаф электрооборудования 2.

Левая и правая стойки 3 и 6 представляют собой чугунные отливки коробчатой формы, закрепленные неподвижно на верхней плоскости станины. К стойке 3 прикреплены гидроцилиндры зажима заготовок 4 с призмами 7 и 10 для установки свариваемой заготовки и упоры 8 – для регулировки величины вылета заготовки из призм. В расточки отливки вставляются стальные скалки, служащие направляющими для каретки 5. В расточках стойки 6 вмонтированы вторые концы направляющих скалок, а также гидроцилиндр привода продольного перемещения каретки 5. К передней стенке стойки 6 крепится панель управления.

Каретка 5 – это чугунная коробчатая отливка, закрепляемая на скалках и изолированная от них текстолитовыми втулками. С кареткой через изоляционную прокладку соединяется шток гидроцилиндра привода ее продольного перемещения.

Электрический ток сварочного трансформатора, закрепленного на станине, через пластинчатые медные шины подводится к подвижным призмам 10. Подвижные призмы охлаждаются в процессе работы проходящим через них потоком воды.

Полуавтоматический режим работы предусматривает ручную загрузку и выгрузку заготовок и автоматический цикл сварки. Перемещение рабочих органов станка осуществляется от гидропривода.

Настройка и наладка станка производятся в следующей последовательности. Упорами 8 (рис. 15) устанавливается вылет заготовок из призм, при этом вылет заготовки из быстрорежущей стали должен быть в 1,5 раза меньше вылета заготовки из углеродистой стали (но не меньше 10 мм). В зависимости от диаметра заготовки переключателем включается напряжение во вторичной цепи сварочного трансформатора и устанавливается напряжение срабатывания реле; выдержка време-

ни подогрева; время осадки; скорость перемещения каретки; давления в гидросистеме при подогреве и осадке.

Окончательные режимы работы уточняются пробной сваркой.

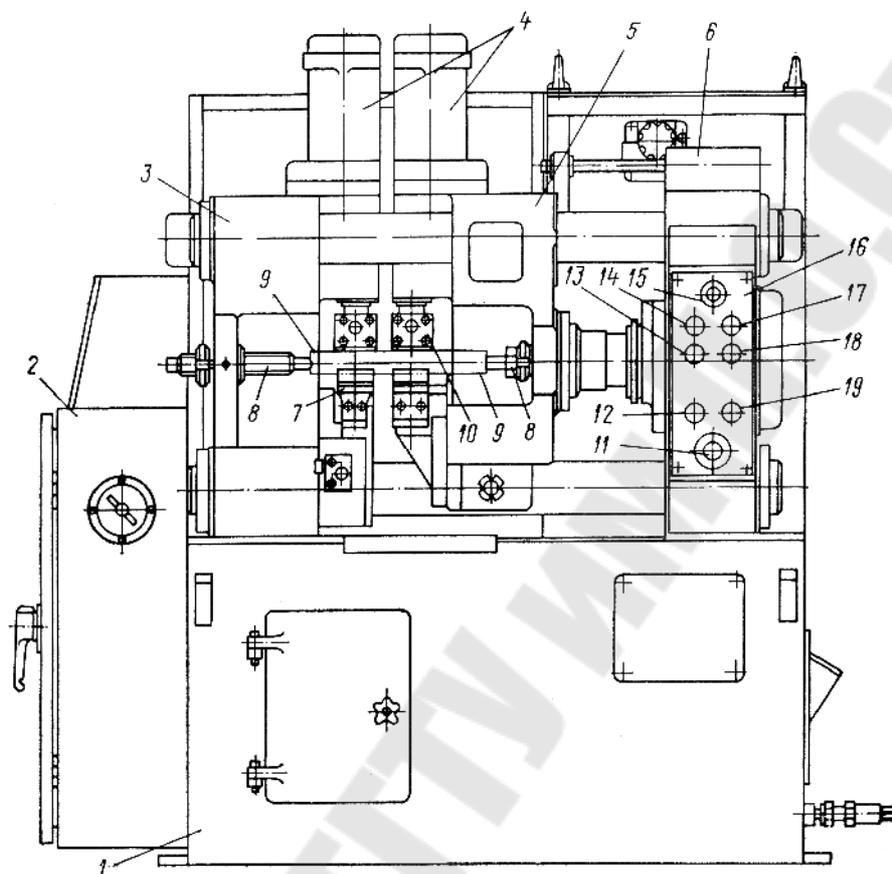


Рис. 15. Эскиз общего вида сварочного полуавтомата модели СА-2:
1 – станина; 2 – шкаф электрооборудования; 3, 6 – левая и правая стойки;
4 – цилиндр зажима заготовок; 5 – каретка; 7, 10 – неподвижные и подвижные призмы; 8 – упоры; 9 – свариваемые заготовки; 11 – регулятор реле напряжения для отвода каретки; 12 – переключатель режима работы; 13 – кнопка «→»; 14 – кнопка «Пуск»; 15 – лампочка «Напряжение»; 16 – панель управления; 17 – кнопка «Стоп»; 18 – кнопка «←»; 19 – кнопка «Зажим–отжим»

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТОРЦОВ ЗАГОТОВОК

Обработка торцов заготовок заключается как в образовании собственно торцов, так и в получении центровых гнезд и участков, прилегающих к торцам заготовок (фаски, проточки и т. п.).

Наиболее типичные виды торцов заготовок концевых инструментов показаны на рис. 16.

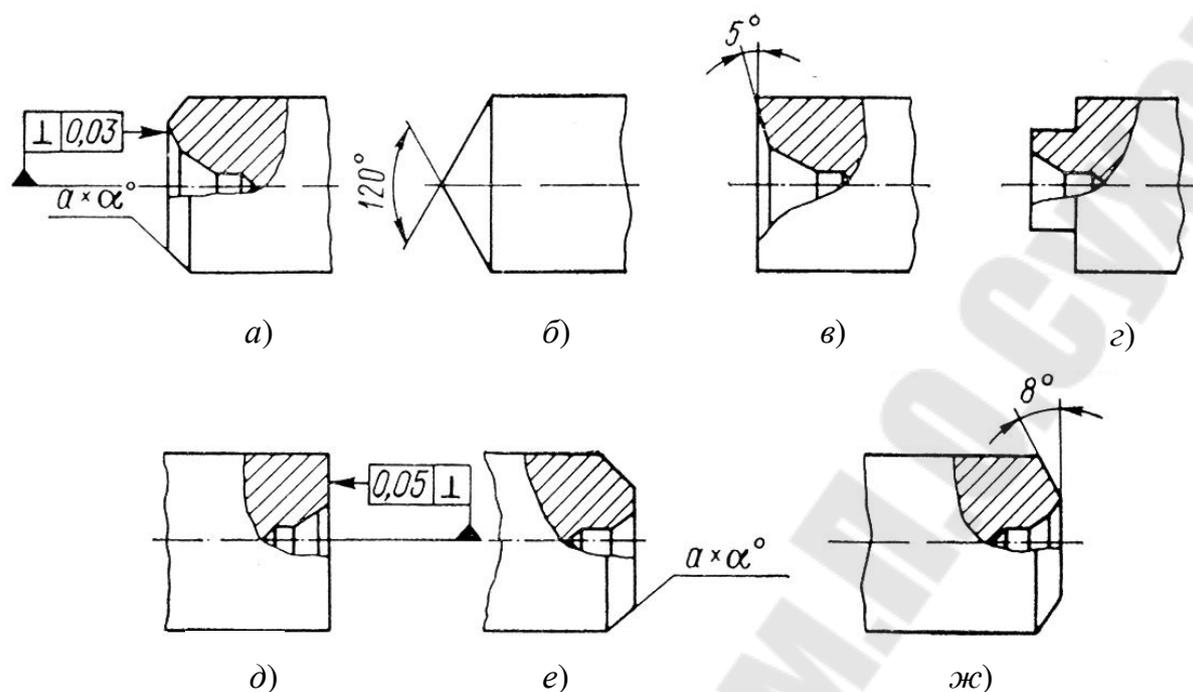


Рис. 16. Эскизы торцов заготовок концевых инструментов

Если торцы, показанные на рис. 16, а, г, д и е, свойственны как инструментам, так и машиностроительным деталям, то торцы форм, показанные на рис. 16, б, в, ж, специфичны и используются только для хвостовиков инструментов.

В настоящее время выпускается большое количество моделей станков для образования центровых гнезд, как правило, с одновременной обработкой торцов заготовки и прилегающих к ним участков. Эти станки имеют весьма разнообразные конструктивные исполнения и схемы работы, однако в них можно выделить следующие общие особенности:

1. Почти все они предназначены для одновременной обработки обоих торцов неподвижно закрепленной заготовки вращающимся инструментом. Редкое исключение составляют станки с вращающейся заготовкой или станки для односторонней обработки заготовки.

2. Для обработки торцов и центрования заготовок малых и средних размеров ($\varnothing 10 \div 50$ мм) используется большей частью комбинированный инструментальный блок, состоящий из центровочного сверла 1 и многогранных пластин 2 твердого сплава для подрезки и обточки (рис. 17, а). Блок работает с осевой подачей. Центровочные сверла в этом случае снабжены специальной лыской, позволяющей создать соответствующее перекрытие режущих кромок сверла и твердосплавных пластин.

3. Для подрезки торцов и центрования заготовок значительных размеров (\varnothing 50 мм и выше) используются многопозиционные станки (две и более позиции), причем торцы фрезеруются в одной позиции, а центровочные гнезда образуются комбинированным сверлом в другой позиции (рис. 17, б).

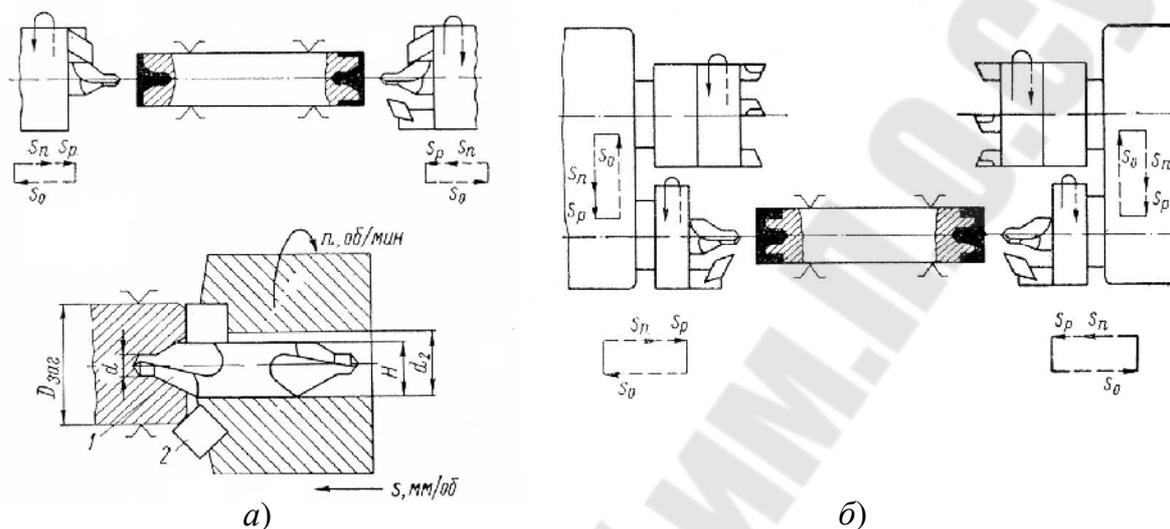


Рис. 17. Схема обработки торцов заготовок:
а – инструмента \varnothing 10 ÷ 50 мм; б – инструмента \varnothing выше 50 мм

Одновременное образование центровых гнезд на двух противоположных торцах не только значительно повышает производительность труда, но и резко уменьшает одну из главных погрешностей взаимного расположения центровых гнезд, так как в этом случае их несоосность в основном равна несоосности осей шпинделей станков, т. е. не превышает 0,1 мм на длине до 1000 мм. В случае поочередного центрования торцов величина смещения осей центровых гнезд зависит от погрешности зажимного устройства, состояния поверхности заготовки, погрешностей ее формы (овальности, огранки и т. п.) и колеблется в весьма широких пределах. Для ступенчатых заготовок, в особенности полученных ковкой или сваркой, она достигает 0,8 ÷ 1,5 мм на длине в 200 ÷ 300 мм при диаметре в 25 ÷ 50 мм.

Поскольку заготовки концевых инструментов в подавляющем большинстве имеют диаметры до 50 мм, то наиболее рациональной схемой их обработки является схема с осевой подачей комбинированной инструментальной головки.

Создание специальных станков для каждой комбинации переходов нецелесообразно, поэтому созданы две модели станков (ВТ-13М и 2В20),

предназначенных для обработки торцов заготовок с использованием комбинированного инструмента для каждого вида торцов. Так, например, обработка конических (120°) торцов при осевой подаче вращающегося блока и неподвижной заготовке за один проход осуществляется резцовым блоком (рис. 18) с соответствующим образом расположенными пластинками твердого сплава 1 и 2 (пластинки закрепляются клиньями).

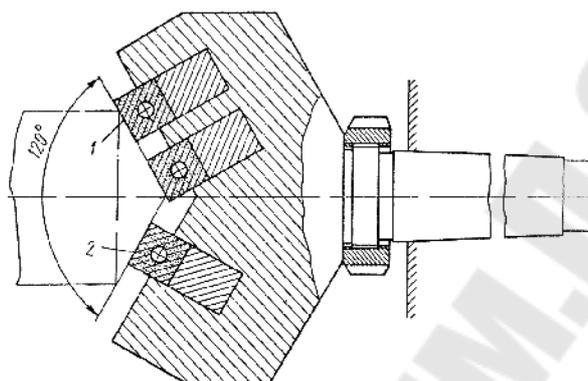


Рис. 18. Эскиз резцового блока для обработки конических торцов (угол 120°)

Подрезка торца с одновременной центровкой может производиться также патроном, изображенным на рис. 19. Патрон состоит из корпуса 1 с коническим хвостовиком для закрепления в шпинделе станка и цанги 2, в которую устанавливается комбинированное центровочное сверло 3. Зажим и отжим цанги осуществляется осевым перемещением втулки 5 при вращении винтов 6 торцевым ключом. Твердосплавные пластинки 4, закрепляемые с помощью винтов 7 и клиньев 8, служат для подрезки торцов заготовок. В зависимости от формы пластинок и их расположения оказывается возможным подрезать как прямые, так и конические торцы заготовок.

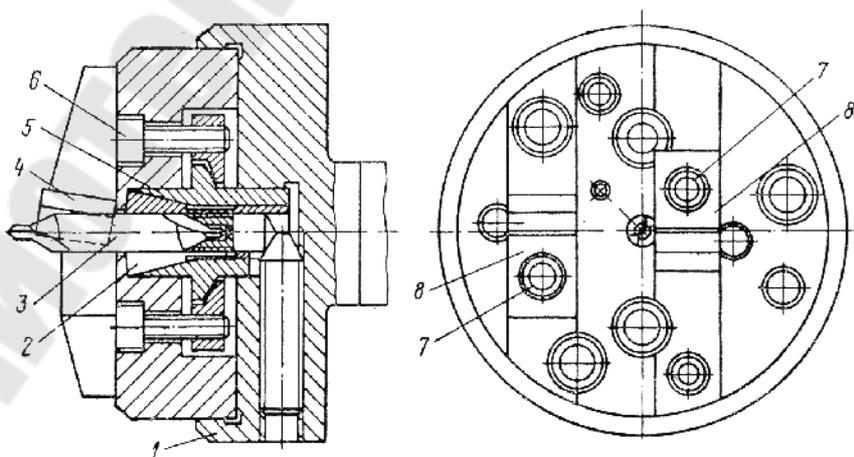


Рис. 19. Эскиз патрона для подрезки и одновременной зацентровки торцов заготовок

Станки выполнены по идентичной схеме для обработки неподвижной заготовки вращающимся в шпинделе инструментальным блоком, которому сообщается осевое перемещение. Наличие двух моделей станков обусловливается широким диапазоном размеров обрабатываемого инструмента.

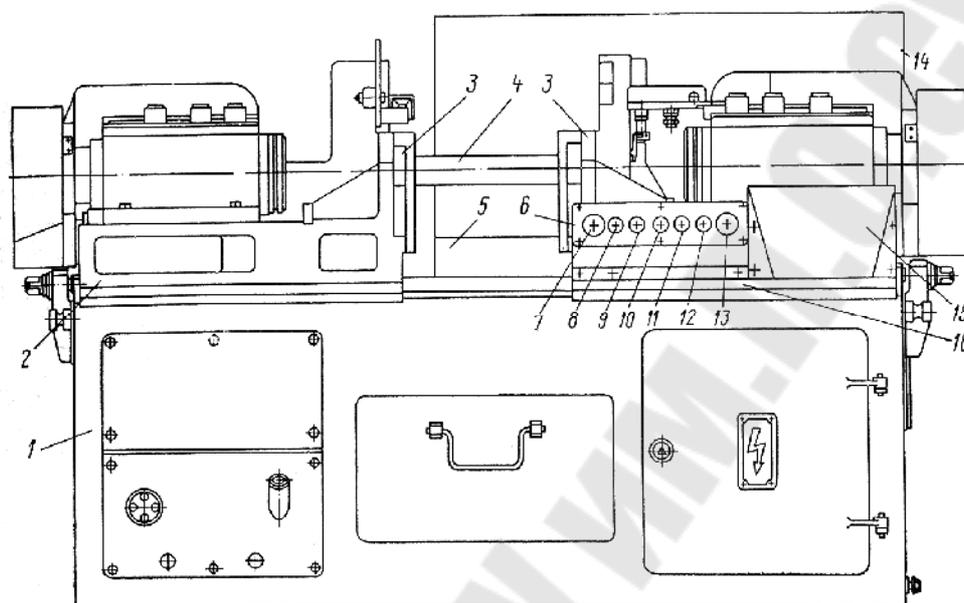


Рис. 20. Эскиз общего вида специального полуавтомата модели ВТ-13М:
 1 – станина; 2, 16 – левая и правая шпиндельные бабки; 3 – тиски;
 4 – обрабатываемая заготовка; 5 – насосная станция; 6 – пульт управления;
 7 – кнопка «Стоп»; 8 – кнопка «Насос»; 9 – переключатель «Левый шпиндель»; 10 – переключатель режима работы; 11 – переключатель «Правый шпиндель»; 12 – переключатель «Зажим–отжим» заготовок;
 13 – кнопка «Цикл»; 14 – электрошкаф; 15 – столик для заготовок

Станина 1 станка литая, чугунная, коробчатой формы. Верхняя часть станины выполнена в виде призматических направляющих, на которые устанавливаются основания правой 16 и левой 2 шпиндельных бабок. К обоим торцам станины крепятся плиты с неподвижными в осевом направлении винтами. Последние ввинчиваются в гайки, закрепленные в основаниях правой и левой бабок. При вращении винтов шпиндельные бабки перемещаются по направляющим станины, изменяя свое взаимное расположение. Во внутренних полостях станины располагаются стружкосборник, насосная станция системы смазки, вводный выключатель. Окна станины закрываются крышками и кожухами.

Шпиндельные бабки 2 и 16 состоят из чугунных литых оснований, устанавливаемых на направляющих станины, и корпуса. Корпус

бабки, плита с электродвигателем и клиноременная передача крепятся на основании. На лицевой стенке основания правой бабки закрепляются пульт управления 6 и столик 15 для размещения обрабатываемых заготовок 4. К правой части основания крепится гидроцилиндр, шток которого с помощью рычага перемещает гильзу со шпинделем в осевом направлении. В левой части основания в расточках и пазах размещаются самоцентрирующие тиски 3. К основанию бабки крепятся также кожухи, закрывающие клиноременную передачу, электродвигатель и зону резания.

В корпусе 1 (рис. 21) шпиндельной бабки на чугунных втулках 2 установлена пиноль 3, получающая продольное перемещение вместе со шпинделем 5 от гидроцилиндра 4. С пинолью связан ползун 6, несущий упоры 7, которые при помощи конечных выключателей управляют перемещениями пиноли. При работе с ощупыванием торца на ползуне правой бабки закрепляется плита, несущая микропереключатель, и щуп, входящий в контакт с торцом заготовки. Щуп с помощью рычага воздействует на микропереключатель, управляющий в этом случае движениями пиноли.

Конструкция левой шпиндельной бабки аналогична правой (за исключением того, что она не имеет столика с заготовками и пульта управления).

Самоцентрирующие тиски правой шпиндельной бабки расположены в расточках и пазах ее основания. Шток гидроцилиндра зажима Ц4 имеет зубчатую рейку, входящую в зацепление с зубчатым колесом 9. Последнее с помощью зубчатой муфты М1 вращает винт перемещения плоской губки, а через пару зубчатых колес и зубчатую муфту М2 – винт перемещения призматической губки. Для настройки губок винты имеют квадратные головки, за которые вручную (при отключенных зубчатых муфтах) можно перемещать как плоские, так и призматические губки тисков.

Тиски левой шпиндельной бабки имеют аналогичный привод и конструкцию с добавлением подвижного упора 8, который своим зубчатым сектором связан (через промежуточную реечную шестерню) с рейкой штока и при перемещениях последнего либо опускается, либо поднимается вместе с кожухом тисков. Для поддержания заготовок при разведенных губках к основаниям шпиндельных бабок крепятся поддерживающие призмы, предварительно ориентирующие заготовки (на рис. 21 не показаны).

Загрузка обрабатываемых деталей осуществляется вручную, цикл обработки – автоматический. Привод главного движения – вра-

щения шпинделей бабок – осуществляется от электродвигателей, зажим изделия и подача пинолей шпиндельных бабок – от гидроцилиндров. Конструкция станка позволяет обрабатывать один или оба торца заготовки одновременно. Форма торцов обрабатываемых заготовок определяется конструкцией установленных в шпинделях инструментальных блоков. Положение заготовки 4 (рис. 20) определяется зажимными тисками 3, устанавливающими ее соосно со шпинделями бабок 2 и 16 и откидным упором 8 (рис. 21), относительно которого выверяется ее левый торец. Осевое перемещение инструментальных блоков за счет перемещения пинолей шпиндельных бабок производят в следующей последовательности: быстрый подвод, рабочая подача, быстрый отвод.

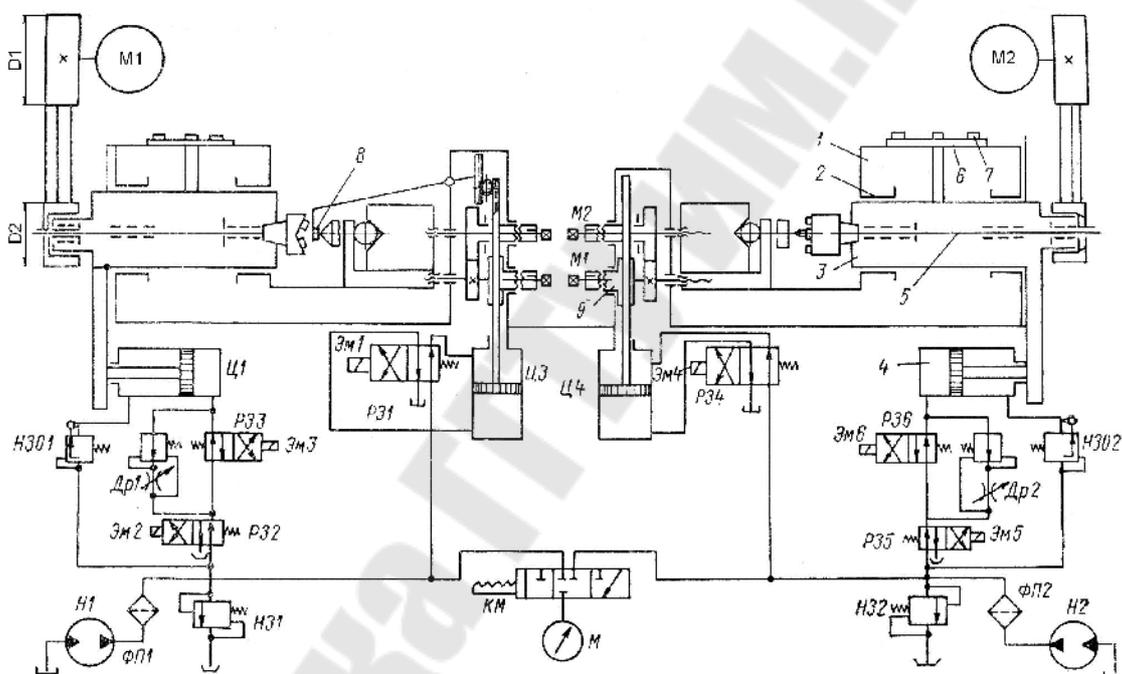


Рис. 21. Принципиальная схема полуавтомата модели ВТ-13М

Последовательность движений обеспечивается положением конечных выключателей, смонтированных на корпусах бабок и упоров, связанных с пинолями. Работа пиноли правой шпиндельной бабки 16 может осуществляться также по циклу с ощупыванием правого торца заготовки, заключающегося в том, что окончание быстрого подвода пиноли с инструментом и переход на рабочую подачу производятся по команде специального ощупывающего устройства. Такой цикл может быть рекомендован при большом разбросе длин заготовок, когда положение правого торца заготовки может колебаться в больших пределах.

Полуавтоматический цикл работы станка заключается в последовательном выполнении следующих этапов: загрузка заготовок на поддерживающие призмы тисков; зажим заготовки в тисках и отвод упора; быстрый подвод пинолей правой и левой бабок; обработка торцов заготовок вращающимися инструментальными блоками при рабочей подаче последних; выдержка времени для зачистки торцов; быстрый отвод пинолей в исходное положение; останов вращения головок; разжим тисков; подвод упора; съем и установка заготовок (вручную).

Привод гидравлических силовых исполнительных механизмов осуществляется от гидропривода станка. Силовым агрегатом гидропривода является насосная станция, состоящая из сварного бака, на крышке которого установлены электродвигатель с насосом и гидроаппаратура.

Гидропривод (рис. 21) питается от сдвоенного лопастного насоса производительностью 18 л/мин каждый. Сдвоенный насос применен для обеспечения независимой работы левой и правой бабок, а также левых и правых тисков станка. Это позволяет значительно повысить плавность рабочей подачи и исключить взаимное влияние двух гидравлических цепей.

Масло, нагнетаемое в систему через пластинчатый фильтр $\Phi\Pi\Pi$ насосом $Н1$, при выключенном положении электромагнитов золотников $P32$ и $P33$ поступает в правую полость цилиндра $Ц1$, шток поршня которого отводит пиноль левой бабки в исходное положение. Цилиндр $Ц1$ подключен по дифференциальной схеме, вследствие чего масло из левой полости цилиндра через обратный клапан напорного золотника $Н301$ поступает в правую полость цилиндра, ускоряя отвод пиноли. Одновременно при выключенном положении магнита золотника $P31$ масло поступает в верхнюю полость цилиндра $Ц3$ левых тисков, шток которого осуществляет разжим заготовки в тисках и через реечную передачу опускает подвижный упор на линию центров станка.

В начале цикла работы станка включается электромагнит золотника $P31$ и масло поступает в бесштоковую полость цилиндра левых тисков $Ц3$, шток которого производит зажим заготовки в тисках и отводит подвижный упор δ . Одновременно включается электромагнит золотника $P32$, который, переключаясь, запирает проход масла в правую полость цилиндра $Ц1$ и масло через напорный золотник $Н301$ (обеспечивающий сначала зажимы заготовки и последующее начало рабочей подачи) поступает в левую полость цилиндра $Ц1$. Из его правой полости (при включенном электромагните $Эм3$ золотника $P33$)

масло поступает через дроссель $Dp1$ (регулирующий скорость рабочей подачи) и золотник $P32$ на слив.

Работа механизмов правой бабки и правых тисков аналогична.

Регулирование давления и предохранение от перегрузки осуществляется посредством напорных золотников $H31$ и $H32$ (рекомендуемая величина давления 2,0 МПа).

Контроль рабочего давления обоих насосов производится с помощью общего манометра M , включаемого краном KM , который на схеме изображен в среднем положении. Для подключения манометра к гидросистеме насоса $H1$ необходимо переместить шток крана влево, для подключения манометра к гидросистеме насоса $H2$ – вправо.

Настройка и наладка станка осуществляется в следующей последовательности. Все наладочные работы проводятся при установке переключателя $ЛУ2$ пульта управления на режим «Наладка».

Установка выбранной частоты вращения шпинделя в соответствии с требуемой скоростью резания осуществляется сменой шкивов на шпинделях бабок и электродвигателях, что обеспечивает четыре ступени скорости: 650, 850, 1200, 1850 об/мин.

Уравнение кинематического баланса вращения шпинделя:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1}{D_2}, \text{ об/мин.}$$

В зависимости от выбранных режимов резания величина подачи регулируется (17 ÷ 280 мм/мин) дросселями подач, установленными на насосной станции. Первоначальное центрирование призм тисков относительно оси шпиндельных бабок следует производить в такой последовательности: установить пару губок; положить контрольную оправку в поддерживающую планку тисков и отвернуть гайки тисков; вывести из зацепления зубчатые муфты тисков; вращать винт; совместить ось контрольной оправки с линией центров станка; ввести муфты в зацепление с шестернями и завернуть гайки тисков.

Регулирование величины припуска (или глубины центrovания), снимаемого левой головкой, осуществляется комбинированным инструментом за счет смещения центровочного сверла относительно неподвижной пластины и за счет смещения корпуса шпиндельной бабки относительно тисков, для чего в него ввертывается винт (рис. 19), который своим скосом выдвигает центровочное сверло из корпуса патрона. Регулирование величины припуска (или глубины центrovки), снимаемого

правой головкой, обеспечивается смещением корпуса шпиндельной бабки относительно ее тисков, а начало рабочей подачи устанавливается перестановкой упоров на корпусах шпиндельных бабок.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Токарная обработка заготовок инструментов осуществляется по трем различным вариантам:

1. Для заготовок инструментов, получаемых непосредственно из прутков, применяются токарные одношпиндельные и многошпиндельные автоматы общего назначения.

2. Для насадных инструментов, изготавливаемых из штучных заготовок, используются патронные револьверные станки или одношпиндельные револьверные автоматы.

3. Концевые инструменты диаметром от 10 мм и выше обрабатываются в центрах на токарных полуавтоматах и автоматах самых различных типов. Как было отмечено, к этому классу относится самое большое количество инструментов, и он, по существу, определяет трудоемкость токарной обработки в инструментальном производстве.

Разнотипное оборудование для токарной обработки концевых инструментов не всегда отвечает специфике их обработки, заключающейся в следующем:

– наиболее массовыми (составляющими свыше 95 % всего количества и трудоемкости) являются инструменты диаметром до 35 мм и длиной до 350 мм, причем большая часть размеров инструментов находится в диапазоне диаметров $10 \div 20$ мм и длин $100 \div 200$ мм;

– для ряда инструментов характерно большое отношение длин к диаметру, достигающее у метчиков, сверл и зенкеров 20 и более, что определяет их малую жесткость;

– многие инструменты имеют хвостовики с конусом Морзе, что определяет значительные припуски на токарную обработку заготовок, достигающие (для конуса Морзе № 3) 5 мм и более на сторону;

– концевой инструмент, как правило, не имеет канавок для выхода абразивного инструмента, а отдельные ступени его сопрягаются галтелями или переходными конусами.

С учетом вышеизложенного токарные многорезцовые станки следует признать малоэффективными для производства концевых режущих инструментов, а универсальные модели гидроконтролируемых полуавтоматов – слишком громоздкими и малопродуктивными.

Если для обработки заготовок инструментов диаметром свыше 35 мм еще целесообразно использование станков общего назначения, то для обработки заготовок меньших диаметров требуются специальные станки, которые должны иметь кроме отмеченных, следующие особенности: а) меньшие габариты при значительной мощности привода; б) повышенные скорости быстрых ходов; в) повышенную жесткость.

Для повышения производительности эти станки должны оснащаться специальными поводковыми патронами (рис. 22), которые при коротких циклах обработки позволяют значительно сократить время на установку и снятие заготовок.

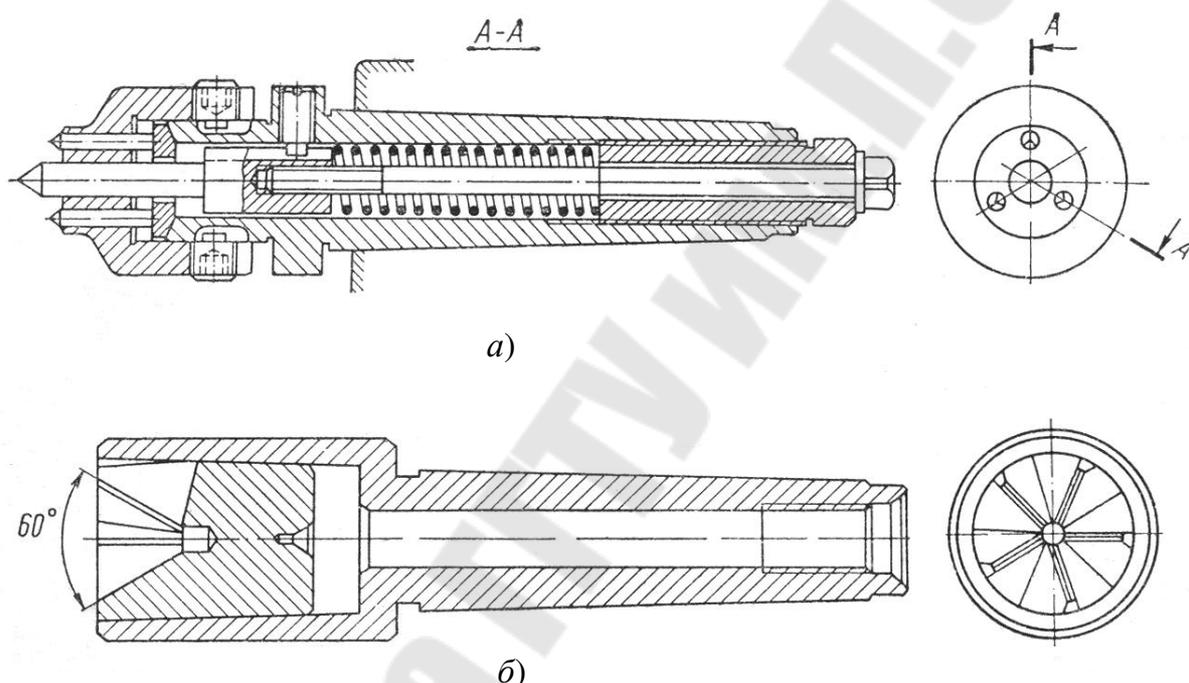


Рис. 22. Эскизы поводковых токарных патронов

Однако применение таких патронов усложняет работу пиноли задней бабки, которая сначала должна передавать значительное осевое усилие поджатия для обеспечения врезания зубьев поводковых патронов в металл заготовки на величину, достаточную для передачи крутящего момента заготовке при резании, после чего усилие поджатия пиноли должно быть снижено во избежание излишней нагрузки на шпиндель станка, продольного изгиба детали и деформации центровых гнезд.

Токарно-копировальный полуавтомат модели СИ-035

Полуавтомат предназначен для токарно-копировальной обработки в центрах или патроне заготовок концевой инструмента диа-

метром $10 \div 50$ мм и длиной $100 \div 350$ мм по круглому копиру. Главным движением станка является вращение обрабатываемой заготовки, резцу же сообщается продольное перемещение с заданной величиной подачи. Поперечным перемещением резца управляет копировальное устройство, щуп которого перемещается вдоль образующей цилиндрического копира, расположенного параллельно обрабатываемой детали. Профиль копира воспроизводится резцом на обрабатываемой заготовке.

Техническая характеристика полуавтомата

Размеры обрабатываемой заготовки, мм:	
диаметр	$10 \div 50$
длина	$100 \div 350$
Частота вращения шпинделя, об/мин.....	2900; 2200; 1520; 1050; 820
Скорость перемещения продольного суппорта (регулируется бесступенчато), мм/мин.....	$80 \div 1700$
Скорость отвода суппорта, мм/мин.....	2000
Наибольший ход копировального суппорта, мм	35
Величина хода пиноли задней бабки, мм.....	35
Электродвигатель главного движения:	
мощность, кВт	7,5
частота вращения, об/мин.....	460
Габаритные размеры, мм	$1500 \times 1015 \times 1375$

Общий вид специального токарно-копировального полуавтомата модели СИ-035 показан на рис. 23.

Привод вращения шпинделя (рис. 24) осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и двухступенчатый редуктор с парой сменных зубчатых колес:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1 Z_1 a Z_3}{D_2 Z_2 b Z_4}, \text{ об/мин.}$$

Продольная и поперечная подача, а также поджим пиноли задней бабки, производятся при помощи гидропривода.

Настройка и наладка полуавтомата модели СИ-035 производится в следующей последовательности. В зависимости от назначенной скорости резания устанавливается соответствующая пара зубчатых колес в редукторе. Резец закрепляется в резцедержателе и с помощью маховика на рычаге следящего золотника устанавливается в соответствии с диаметром обрабатываемой заготовки.

Крайние положения продольного суппорта при его перемещениях задаются упорами конечных выключателей. В пинолях копира ус-

танавливается копир, на шпиндель станка – патрон, в пиноль задней бабки – центр. Задняя бабка винтом перемещается в рабочую позицию и закрепляется на направляющих.

При обработке заготовок инструмента (особенно малой жесткости) очень важно правильно выбрать усилие, необходимое для врезания ведущих элементов поводкового патрона в левые торцы заготовок.

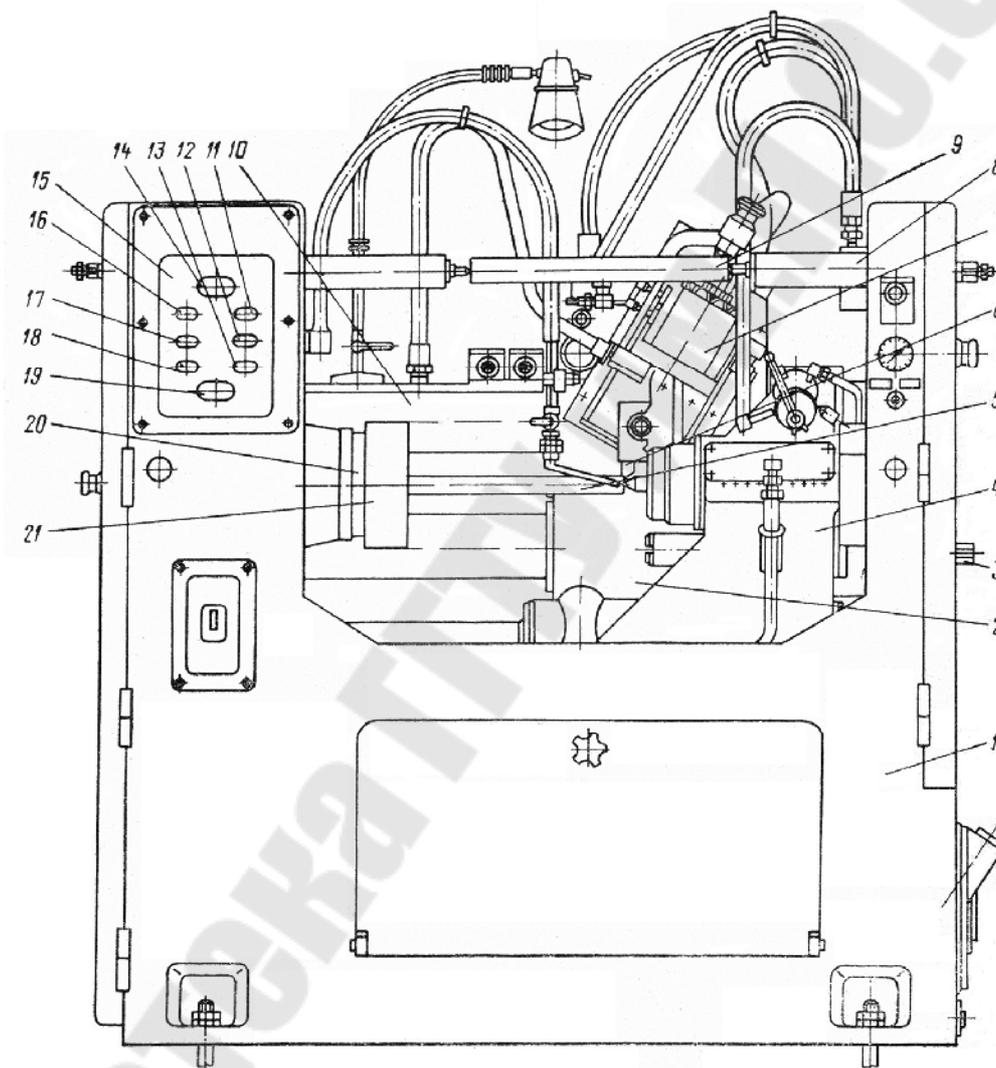


Рис. 23. Эскиз общего вида специального токарно-копировального полуавтомата модели СИ-035:

- 1 – станина; 2 – продольный суппорт; 3 – винт регулировки положения задней бабки; 4 – задняя бабка; 5 – обрабатываемая заготовка; 6 – резец; 7 – копировальный суппорт; 8 – пиньолы копера; 9 – копир; 10 – направляющие; 11 – переключатель режимов работы; 12 – кнопка «←»; 13 – кнопка «Цикл»; 14 – лампочка «Напряжение»; 15 – пульт управления; 16 – переключатель охлаждения; 17 – кнопка «→»; 18 – кнопка «Насос»; 19 – кнопка «Стоп»; 20 – шпиндель; 21 – поводковый патрон

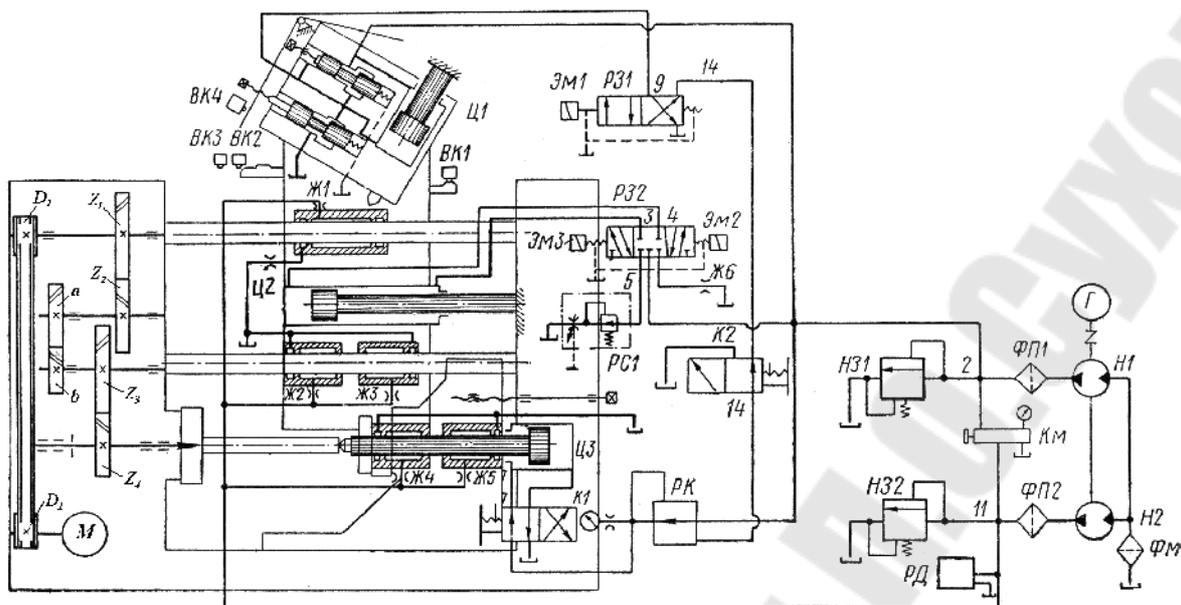


Рис. 24. Принципиальная схема полуавтомата модели СИ-035

Большое усилие может привести к продольному изгибу заготовки, малое усилие – не обеспечит врезания ведущих элементов патрона, что может привести к проворачиванию заготовки в процессе резания.

Для предварительного расчета усилия, передаваемого патроном, рекомендуется пользоваться следующей формулой:

$$P_{\text{окр}} = \frac{4P_{\text{ос}}^{1,3} \left(\frac{HRC}{60}\right)^{1,5}}{\sigma_{\text{в}}^{0,3} b^{0,3}}, \text{ Н,}$$

где $P_{\text{окр}}$ – окружное усилие, передаваемое патроном, Н; $P_{\text{ос}}$ – осевое усилие, создаваемое задней бабкой, Н; $\sigma_{\text{в}}$ – предел прочности на растяжение обрабатываемого материала, МПа; b – длина лезвия ведущего элемента поводкового патрона, мм; HRC – твердость материала ведущих элементов поводкового патрона.

Окончательно усилие подбирается практическим путем в зависимости от конструкции поводкового патрона, материала обрабатываемой заготовки и т. п.

Конструкция станка предусматривает применение специальной автоматической системы управления станком в зависимости от упругих деформаций системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь).

Упругие деформации системы вызывают погрешности формы и размеров детали, причем значительная доля погрешности возникает из-

за технологической нежесткости самой обрабатываемой заготовки, длина которой, как правило, более чем в 10 раз превосходит величину диаметра. Кроме нежесткости заготовки на погрешность формы обрабатываемой детали оказывают существенное влияние ряд факторов, например, изменение жесткости системы СПИД при перемещении резца вдоль детали в процессе обработки, переменная величина припуска на обработку и т. д. Автоматическое корректирующее устройство К-71 обеспечивает повышение точности обработки за счет компенсации погрешности обработки, определяемой путем сопоставления размеров и формы двух копиров – основного (используемого обычно на станке модели СИ-035) и вспомогательного. В качестве вспомогательного копира используется одна из обработанных на станке первых деталей, которая должна иметь припуск на обработку, близкий к среднему для данной партии заготовок.

Автоматическое корректирующее устройство (рис. 25) состоит из следящего золотника 4, щель 5 которого управляет расходом масла, а следовательно, и перемещением копировального суппорта 2 с резцом 13. Перемещение штока следящего золотника осуществляется от рычага 6 с помощью рычага 11 основного копира 7 и рычага 10 вспомогательного корректирующего копира 8. Во время обработки заготовки 14 резцом 13 продольный суппорт 1 вместе с установленной на нем корректирующей системой перемещается вдоль оси заготовки 14, а щупы рычагов 11 и 10 следят за профилем основного и вспомогательного копиров. Пружины 3 и 9 осуществляют силовое замыкание ощупывающей системы, а также снижают давление на щуп вспомогательного копира.

При одинаковых профилях обоих копиров углы поворота рычагов 11 и 10 одинаковы, рычаг 6 не имеет дополнительного поворота вокруг оси 12 и профиль обрабатываемого изделия определяется формой основного копира. Если профили различны, то рычаг 6 получает дополнительный поворот вокруг оси 12, пропорциональный разнице размеров отдельных участков профилей.

Дополнительный поворот передается на шток следящего золотника 4 и корректирует его положение; профиль обрабатываемого изделия при этом определяется как профилем основного копира, так и величиной угла рассогласования положений щупов.

Чувствительность устройства настраивается за счет отношения плеч рычага 6, величина которого μ определяется по формуле

$$\mu = 1 + \frac{\delta}{t - \delta},$$

где δ – максимальная погрешность формы первой детали в продольном направлении, мм; t – номинальная глубина резания в сечении, где измерена величина δ .

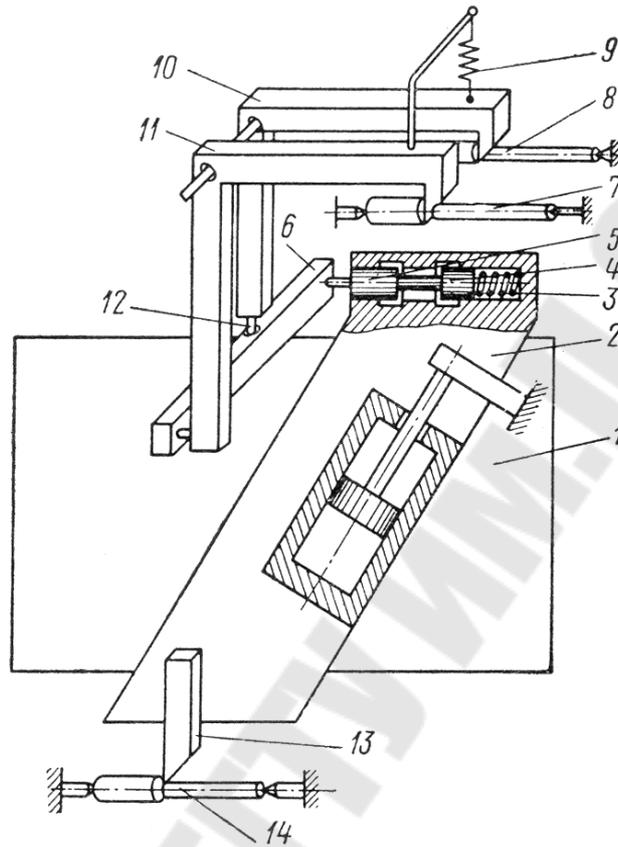


Рис. 25. Схема автоматического корректирующего устройства К-71 полуавтомата модели СИ-035

Для каждого станка величина μ устанавливается экспериментально. При изменении условий обработки (элементов режима резания, затуплении или замене резца, изменении формы детали и т. п.) вспомогательный копир необходимо заменять в процессе обработки.

Конструкция корректирующего устройства рассчитана на использование его со станком модели СИ-035. Рычаги устройства закрепляются с помощью кронштейна на корпусе следящего золотника станка, а пиноли и центры вспомогательного копира с помощью хомутов на пинолях бабок основного копира.

Корректирующее устройство позволяет либо повышать режимы резания при обеспечении заданной точности обработки, либо увеличивать точность обработки при установленном режиме резания.

Токарный полуавтомат модели КТ-16 для обтачивания цилиндрической части сверл

Полуавтомат модели КТ-16 является специальным станком и предназначается для обтачивания цилиндрической части спиральных сверл диаметром от 6 до 32,5 мм. Высота центров станка 160 мм. Расстояние между центрами при выдвинутой пиноли задней бабки 400 мм. Кинематическая схема станка приведена на рис. 26.

Шпиндель имеет шесть частот вращения в пределах 350 ÷ 1980 об/мин; настройка требуемой частоты вращения шпинделя производится передвижением двух блоков (трехвенцового и двухвенцового) при помощи одного рычага:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1}{D_2} \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} \left(\text{или} \frac{Z_5}{Z_6}, \text{или} \frac{Z_7}{Z_8} \right) \frac{Z_9}{Z_{10}} \left(\text{или} \frac{Z_{11}}{Z_{12}} \right) \frac{D_3}{D_4}, \text{ об/мин.}$$

Продольная рабочая подача сообщается суппорту посредством передачи винта и гайки; наибольшая длина перемещения 270 мм.

Ходовой винт приводится от шпинделя через зубчатые передачи и коробку подач. Эта коробка позволяет получать пять различных подач в пределах 0,1 ÷ 0,3 мм/1 оборот шпинделя:

$$S = i_{\text{об.шп}} \frac{Z_{16}}{Z_{17}} \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{Z_{18}}{Z_{19}} \left(\text{или} \frac{Z_{20}}{Z_{21}}, \text{или} \frac{Z_{22}}{Z_{23}}, \text{или} \frac{Z_{24}}{Z_{25}}, \text{или} \frac{Z_{26}}{Z_{27}} \right) \times \\ \times \frac{Z_{28}}{Z_{29}} \frac{Z_{30}}{Z_{31}} \frac{Z_{32}}{Z_{33}} \cdot P, \text{ мм/об.}$$

Быстрый обратный ход суппорт получает от отдельного электродвигателя мощностью 0,6 кВт, расположенного с правой стороны фартука. От электродвигателя через механизм быстрого хода вращение передается зубчатому колесу, закрепленному на гайке ходового винта.

Обработка заготовки сверла производится в центрах. Центр задней бабки – вращающийся. Перемещение пиноли при закреплении заготовки в центрах производится с помощью рукоятки 2 байонетного затвора. Наибольшее перемещение пиноли – 30 мм. Для зажима пиноли служит рукоятка 1.

Цикл работы полуавтомата состоит из следующих движений суппорта: рабочий ход – отход от заготовки – быстрый обратный ход – подход в исходное положение. Эти движения обеспечиваются соответствующей конструкцией узла суппорта (рис. 27).

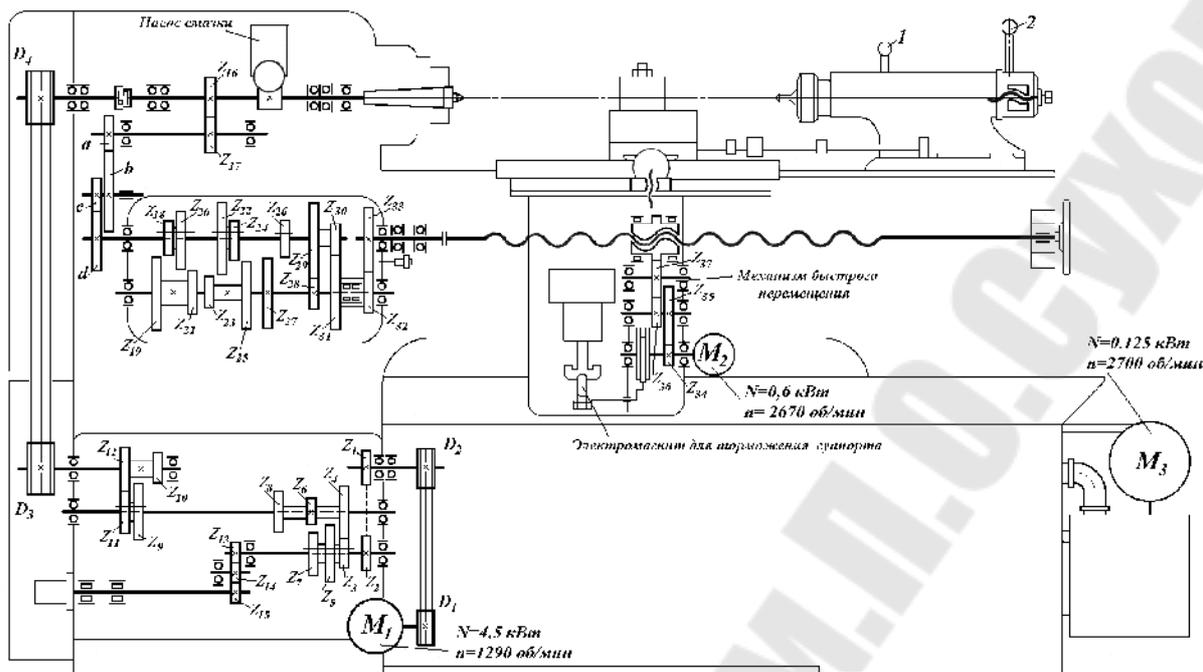


Рис. 26. Кинематическая схема токарного полуавтомата модели КТ-16

Поперечный суппорт 9 вместе с закрепленным на нем резцедержателем 8 может перемещаться по направляющим каретки при наладке станка вручную и автоматически во время работы. В продольном отверстии поперечного суппорта помещается валик 1 со снятой на конце лыской, которой он соприкасается с роликом 10. Вертикальная ось ролика закреплена в правой части поперечных салазок 11. Пружина 7 стремится отжать суппорт от обрабатываемой заготовки; этим обеспечивается постоянный контакт ролика 10 с лыской валика 1. На правом конце валика 1 закреплен наконечник с выфрезерованным Т-образным пазом, в который входит головка штанги 5; опорой ее служит кронштейн 2. На штанге 5 закрепляются в соответствующих местах два кольца 3 и 6, которые служат упорами.

Резцедержатель устанавливается на суппорте с таким расчетом, чтобы режущая кромка резца была правее конца заготовки на $1 \div 1,5$ мм.

Для настройки на заданный диаметр валик 1 сдвигают влево; находясь в контакте с роликом 10, валик будет перемещать суппорт вперед. Перемещение обычно принимают равным 1 мм, что соответствует величине отхода суппорта при работе станка. Маховиком 15 суппорт подводится к заготовке и правая часть поперечных салазок 11 закрепляется болтами 14.

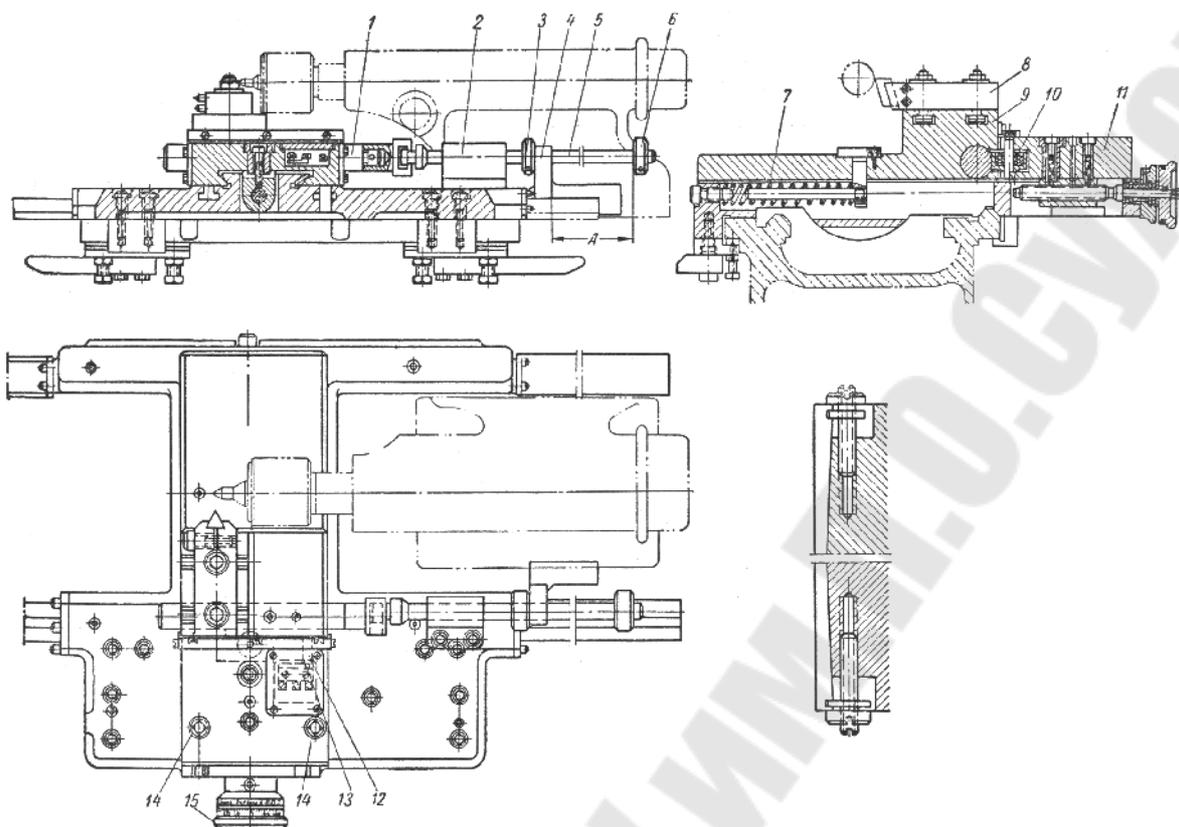


Рис. 27. Суппорт токарного полуавтомата модели КТ-16

После этого производят настройку на длину обтачивания цилиндрической части заготовки сверла, для чего кольцо 3 устанавливают на штанге 5 так, чтобы оно касалось торцом упора 4. Кольцо 6 устанавливают на таком расстоянии от упора 4, которое равно длине протачивания цилиндрической части сверла (размер А на рис. 27).

На задней стенке станины закрепляются два конечных выключателя для реверсирования движения каретки. Выключатель электродвигателя быстрого хода устанавливается у задней бабки в положении, соответствующем длине обтачивания цилиндрической части сверла.

Полуавтомат работает следующим образом.

Суппорт, перемещаясь влево, тянет за собой штангу 5. В конце пути точения цилиндрической части сверла кольцо 6 доходит до упора 4, и движение штанги 5 и валика 1 прекращается.

Вследствие того что ролик 10 скользит по скосу валика 1, суппорт под действием пружины 7 отходит от обрабатываемой заготовки и одновременно, нажимая пальцем 12 на конечный выключатель 13, выключает главный электродвигатель, включает электромагнит тормозного механизма (рис. 26) и двигатель быстрого хода; через механизм быстрого хода этот двигатель приводит

во вращение гайку 8 ходового винта и суппорт возвращается в исходное положение.

В конце быстрого обратного хода штанга 5, перемещаясь вправо до соприкосновения кольца 3 с упором 4, останавливается и нажимает на валик 1, который скользит поднимающейся частью скоса по ролику 10 и подводит поперечный суппорт 9 в исходное положение. Упор, установленный на задней стенке станины, действуя на конечный выключатель, выключает двигатель быстрого хода и электромагнит. Конечный выключатель замыкает контакты цепи управления главного двигателя. Станок останавливается, рабочий снимает обточенную заготовку и ставит на ее место следующую.

Токарный полуавтомат модели КТ-15 для обтачивания конических хвостовиков сверл

Станок предназначен для полуавтоматической обработки конической хвостовой части спиральных сверл диаметром $6 \div 32,5$ мм. Кинематическая схема станка представлена на рис. 28. Высота центров станка и расстояние между центрами при выдвинутой пиноли задней бабки такие же, как у полуавтомата модели КТ-16. Наибольшая длина обрабатываемого конуса 113 мм (конус Морзе № 3), наименьшая – 65 мм (конус Морзе № 1). Обработка заготовок производится в центрах. Цепь главного движения этого станка такая же, как у полуавтомата модели КТ-16, и обеспечивает такие же частоты вращения шпинделя.

Передний и задний поперечные суппорты станка модели КТ-15 получают независимые подачи от двух отдельных кулачков.

Обтачивание конусной части заготовки инструмента на данном станке производится методом одновременной продольной и поперечной подач.

Резец переднего суппорта обтачивает цилиндрическую шейку и конус, резец заднего суппорта предназначен для обтачивания только цапфы и радиуса закругления. Во время обтачивания конуса он перемещается вместе с передним резцом.

Продольная подача суппорта осуществляется от цилиндрического (барабанного) кулачка, поперечная подача – от дисковых кулачков, сидящих на распределительном валу.

Вращение кулачковых валов осуществляется через редуктор подачи. Уравнение кинематического баланса поперечных подач:

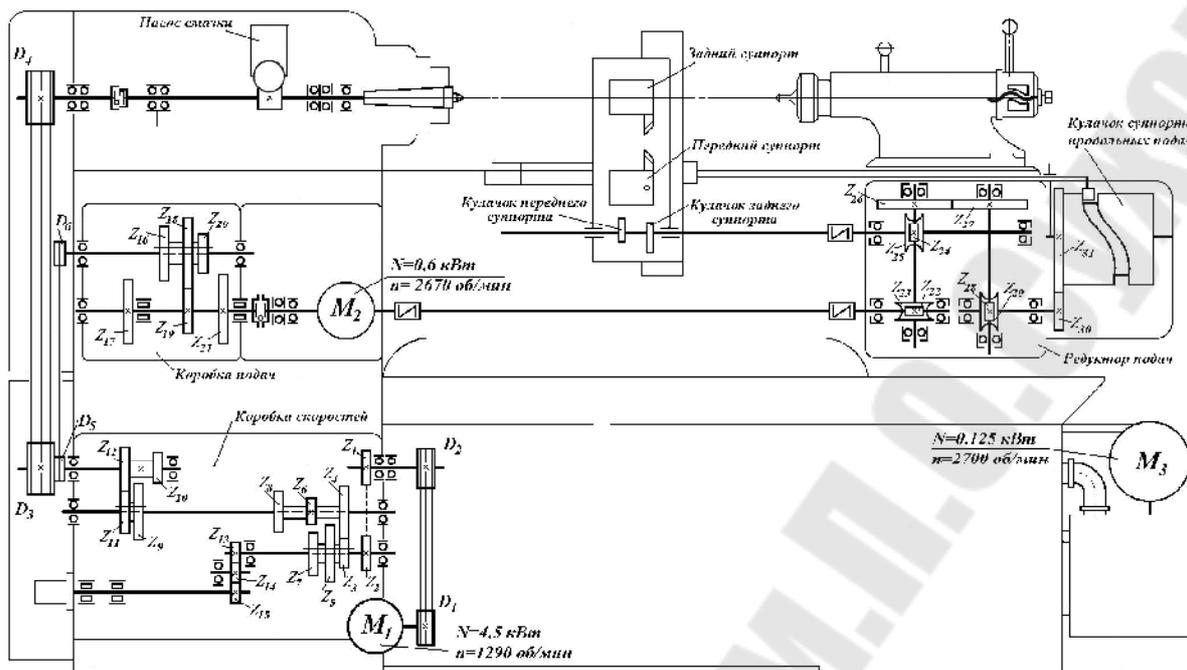


Рис. 28. Кинематическая схема токарного полуавтомата модели КТ-15

$$S = 1_{\text{об.шп}} \frac{D_4 D_5 Z_{16}}{D_3 D_6 Z_{17}} \left(\text{или } \frac{Z_{18}}{Z_{19}}, \text{ или } \frac{Z_{20}}{Z_{21}} \right) \frac{Z_{22} Z_{24}}{Z_{23} Z_{25}} R, \text{ мм/об,}$$

где R – величина подъема кривой, профилирующей кулачок при повороте его на 1 об, мм.

Уравнение кинематического баланса продольных подач, мм/об:

$$S = 1_{\text{об.шп}} \frac{D_4 D_5 Z_{16}}{D_3 D_6 Z_{17}} \left(\text{или } \frac{Z_{18}}{Z_{19}}, \text{ или } \frac{Z_{20}}{Z_{21}} \right) \frac{Z_{22} Z_{26} Z_{28} Z_{30}}{Z_{23} Z_{27} Z_{29} Z_{31}} R, \text{ мм/об,}$$

где R – величина подъема кривой, профилирующей кулачок при повороте его на 1 об, мм.

Коробка подач позволяет получать три различные подачи, которые выбираются в зависимости от обрабатываемого конуса.

На торце коробки подач укреплен электродвигатель мощностью 0,6 кВт при 2570 об/мин; один конец вала двигателя через муфту обгона соединен с валом коробки подач, другой – с приводным валом редуктора подач.

При рабочем ходе суппорта электродвигатель выключен, вал ротора вращается с такой же частотой, что и выходной вал коробки подач. Для сообщения суппорту быстрого обратного перемещения элек-

тродвигатель включается; вал ротора, вращаясь с повышенной частотой, опережает выходной вал коробки подач.

Каретка суппорта получает продольное перемещение с помощью штока 1 (рис. 29) и ролика, который входит в винтовой паз цилиндрического кулака. Для автоматического цикла работы каретку закрепляют на штоке 1 двусторонним зажимом, вращая гайку 2. Каретка при наладке станка перемещается от зубчатого колеса 3, широкие зубья которого находятся в постоянном зацеплении с зубьями штока 1; при этом гайка 2 зажима должна быть отпущена.

Шпиндельная бабка, редуктор подач и каретка смазываются от индивидуальных плунжерных насосов через распределители. Смазка механизмов редуктора скоростей и коробки подач осуществляется разбрызгиванием. Остальные трущиеся поверхности смазываются с помощью индивидуальных масленок.

Станок снабжен индивидуальным электронасосом для охлаждения при работе резцами из быстрорежущей стали.

СТАНКИ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ СТРУЖЕЧНЫХ КАНАВОК

Операции фрезерования стружечных канавок или пазов под ножи (у сборного инструмента) являются основными формообразующими операциями при производстве многолезвийного режущего инструмента. Именно на этих операциях получается наибольший экономический эффект при использовании специализированных станков.

Эти операции, а следовательно, и специализированные станки, характеризуют следующие особенности:

1. Сложность цикла обработки. Количество переходов доходит до 12, а общее число движений рабочих органов в цикле обработки в зависимости от числа зубьев может достигать $400 \div 500$.

2. Обработка, как правило, ведется одновременно на нескольких позициях станка (от 2 до 8).

3. Для обработки используется фасонный специальный инструмент, установка которого относительно изделий представляет известные трудности.

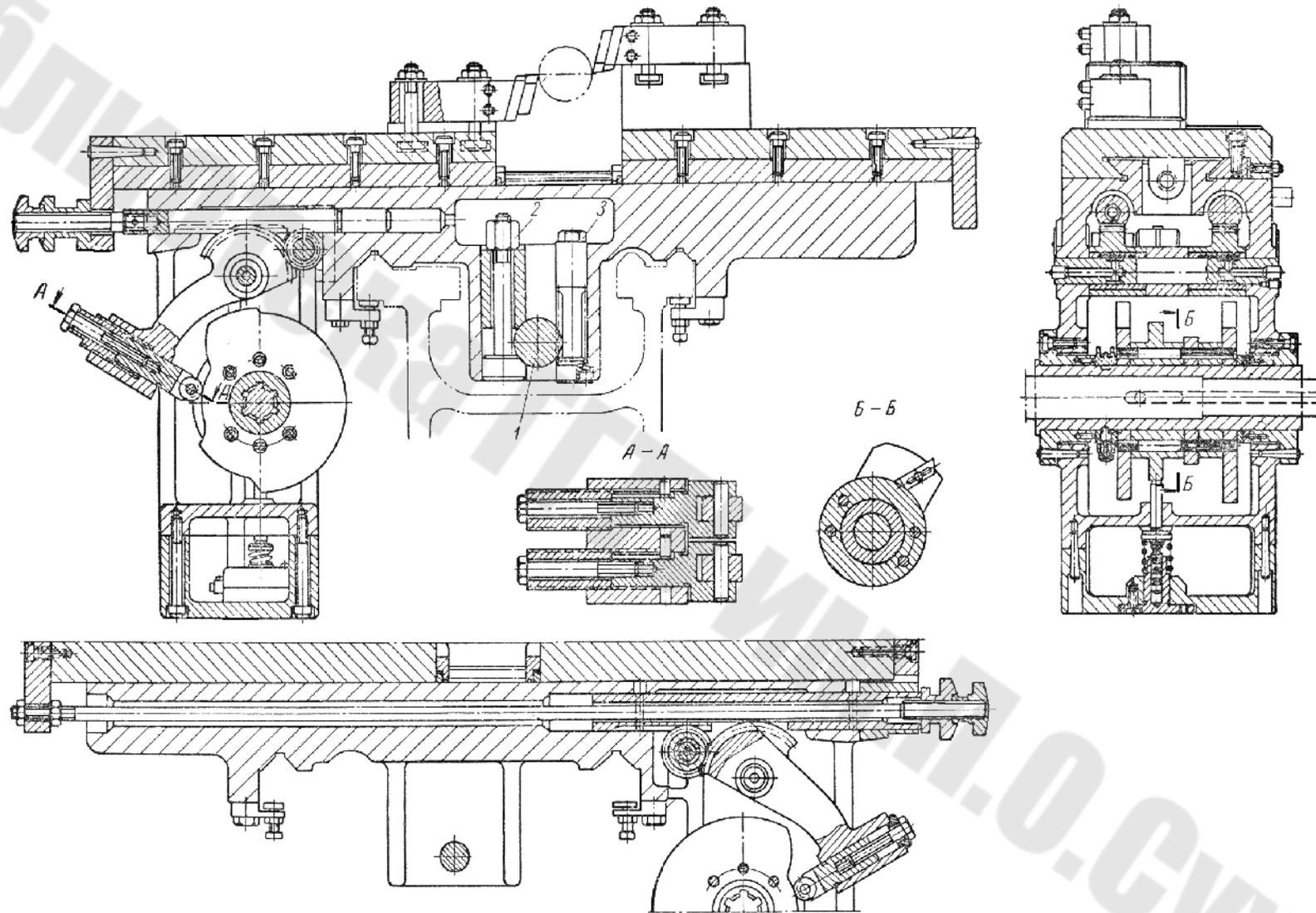


Рис. 29. Эскиз суппорта токарного полуавтомата модели КТ-15

4. Высокие требования к точности обработки инструмента и шероховатости его поверхности.

5. Высокие требования к жесткости станка и плавности перемещений его рабочих органов в связи с многопозиционностью обработки и повышенной точностью изделия.

Цикл обработки канавок, как правило, состоит из следующих движений:

- 1) зажим изделия в центрах или патроне;
- 2) быстрый подвод детали к инструментам (в направлении оси детали – продольный ход, на глубину резания – поперечный ход; эти движения часто совмещаются во времени);
- 3) рабочая подача (иногда с одновременным изменением глубины резания);
- 4) отвод инструмента от детали – в поперечном направлении;
- 5) быстрый отвод детали в продольном направлении в исходное положение;
- 6) деление (движения отвода и деления часто совмещаются);
- 7) остановка в исходном положении.

Далее движения повторяются до окончания обработки всех канавок, после чего следует раскрепление деталей и остановка станка.

При неравномерном шаге канавок применяются две схемы обработки:

1. Обработка каждой из канавок за один проход. Схемы последовательного положения инструмента и детали в процессе такой обработки представлены на рис. 30, а. Расчет величины Δh_n – разности межосевого расстояния инструмента и изделия и углов Θ_n – переменных углов деления производится исходя из заданной схемы расположения канавок (центрального угла φ_n) и условия сохранения постоянной ширины ленточек на всех зубьях f . Эти расчеты для случая обработки прямозубых инструментов общеизвестны. Для обработки же винтовых канавок специальными фасонными фрезами параметры Δh_n , Θ_n можно получить только одновременно с профилированием специальных канавочных фрез или же они должны быть получены по приближенным формулам и затем скорректированы по пробным проходам.

2. Обработка канавок ведется за два полуцикла (рис. 30, б–г).

По этой схеме вначале фрезеруются все канавки с наименьшим центральным углом ψ_0 . Ширина ленточек при этом получается самая разнообразная ($f_1 \neq f_2 \neq \dots \neq f_n$). Затем, во втором полуцикле, осуществляется дополнительная обработка канавок для зубьев, где центральный

угол превышает угол ψ_0 . Обработка может производиться как со стороны передней поверхности (рис. 30, з), так и со стороны спинки (рис. 30, в). Обработка производится для получения ленточек одинаковой ширины ($f_1 = f_2 = \dots = f_n$). Расстояние между осями инструмента и изделия при работе по данной схеме остается неизменным, однако число переходов, а следовательно, и длительность цикла, увеличиваются.

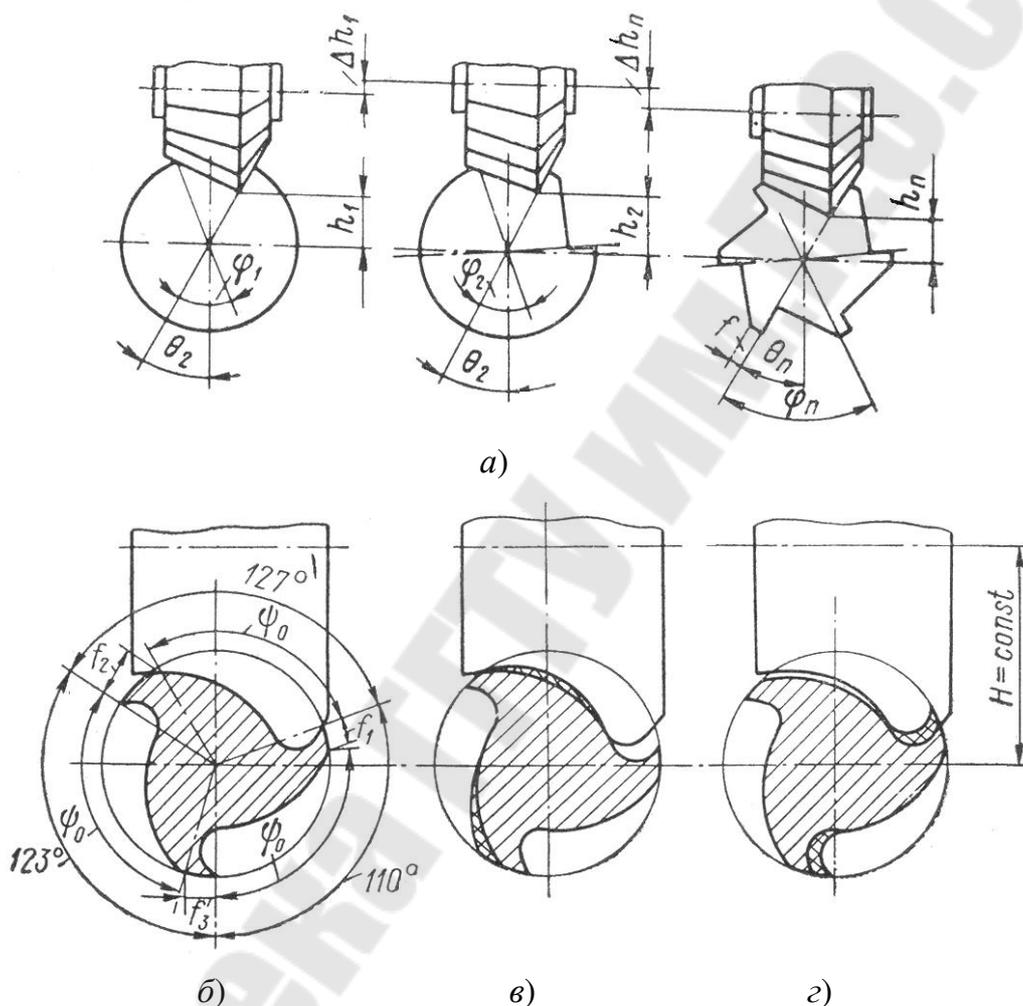


Рис. 30. Схемы обработки стружечных канавок многозубого инструмента с неравномерным угловым шагом зубьев: а – за один цикл; б–г – за два полуцикла

Так как количество инструментов, имеющих прямолинейные канавки или пазы, велико, а станки для обработки винтовых канавок сложны, то целесообразно иметь специализированные станки, служащие для обработки только прямых канавок или пазов, и станки для обработки только винтовых канавок. Однако для заготовок инструмента малого диаметра (до 20 мм) целесообразно в отдельных случаях иметь единую базовую модель с модификациями для обработки прямых или винтовых канавок.

Специальный полуавтомат для фрезерования винтовых канавок модели СИ-017

Полуавтомат предназначен для высокопроизводительного фрезерования стружечных винтовых канавок (правых и левых) на заготовках инструмента. Профиль канавок определяется профилем рабочей фрезы и ее расположением относительно обрабатываемой заготовки. Станок выпускается с наладками для фрезерования концевых фрез (основной вариант исполнения, описываемый ниже), шпоночных фрез, зенкеров, разверток, котельных разверток. Обрабатываемые заготовки (четыре или две одновременно) закрепляются в зажимах шпиндельной бабки и стойки, установленных на столе, который может разворачиваться под углом, близким к углу наклона винтовых канавок. Главное движение – вращение фрез (четырех или двух в зависимости от количества одновременно обрабатываемых заготовок). Заготовкам сообщается вращение и продольное перемещение подачи, которые связаны кинематически так, чтобы за один оборот заготовки последняя переместилась в продольном направлении на шаг винтовой канавки. После окончания обработки одной канавки заготовки поворачиваются на угловой шаг для обработки следующей канавки.

Работа станка в полуавтоматическом режиме осуществляется в следующей последовательности. Обрабатываемые заготовки устанавливаются вручную между центрами стойки б (рис. 31) и поводковыми патронами шпиндельной бабки, пиноли которой отводятся с помощью рукояток 4. Далее включается кнопка «Цикл» и стол быстро перемещается вперед (обрабатываемые изделия вращаются быстро). После включения вращения фрез бабка опускается, а стол начинает перемещаться со скоростью рабочей подачи (обрабатываемые заготовки при этом вращаются медленно). По окончании фрезерования фрезы поднимаются, стол отводится и одновременно производится деление обрабатываемых изделий на угловой шаг. Далее цикл обработки повторяется до тех пор, пока изделие не будет полностью обработано.

Привод главного движения вращения шпинделя 2 с фрезами 1 (рис. 32) осуществляется от электродвигателя 3 через шкивы D_1 и D_2 и зубчатые колеса a , b , Z_1 , и Z_2 . Шпиндель 2 полуавтомата может иметь четыре скорости вращения, устанавливаемые при помощи сменных зубчатых колес a и b . Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1 a Z_1}{D_2 b Z_2}, \text{ об/мин.}$$

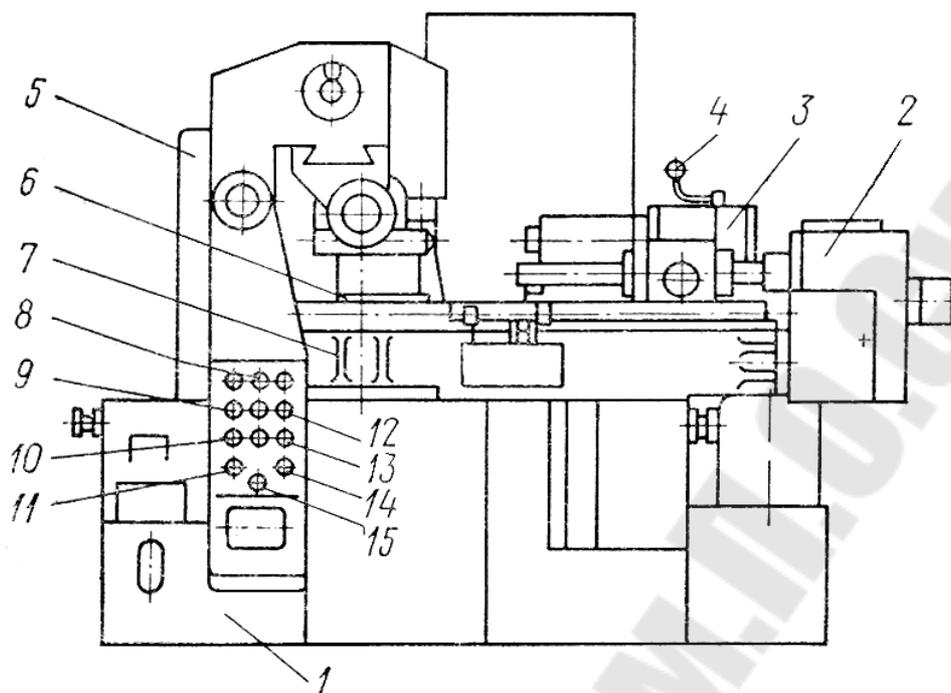


Рис. 31. Эскиз специального фрезерного полуавтомата модели СИ-017:

- 1 – станина; 2 – механизм подачи стола; 3 – шпиндельная бабка; 4 – рукоятка отвода шпиндельной бабки; 5 – фрезерная бабка; 6 – стойка; 7 – стол; 8 – лампочка «Напряжение»; 9 – кнопка «Насос»; 10 – кнопка «←»; 11 – переключатель «Зажим–Отжим»; 12 – кнопка «Цикл»; 13 – кнопка «→»; 14 – переключатель режим работы; 15 – кнопка «Стоп»

Гидропривод полуавтомата обеспечивает подвод и отвод фрезерной бабки, поджим обрабатываемых заготовок, рабочую подачу, быстрые подвод и отвод стола, деление и выбор зазоров в резьбе пары ходовой винт–гайка стола и вращение заготовок.

Быстрый подвод, рабочая подача и быстрый отвод стола производятся от гидродвигателя 5 с помощью зубчатых колес Z_3 , Z_4 , Z_5 , Z_6 и пары ходовой винт–гайка стола:

$$S = n_{\text{г.дв}} \frac{Z_3}{Z_4} \frac{Z_5}{Z_6} P, \text{ мм/мин.}$$

Для фрезерования винтовых канавок пиноли при продольном перемещении получают вращение от ходового винта через зубчатые колеса Z_8 , Z_9 , гитару сменных колес a_1 , b_1 , c_1 , d_1 , зубчатые колеса Z_{10} , Z_{11} , дифференциал (передаточное отношение 1:1), коническую пару Z_{14}/Z_{15} и червячные пары. Коническая пара является реверсом для изменения направления вращения заготовок в зависимости от направления винтовой канавки (правая или левая).

$$n_{\text{пиноли}} = \frac{S Z_6 Z_8 a_1 \cdot c_1 Z_{10} Z_{12} Z_{14} Z_{16}}{P Z_5 Z_9 b_1 \cdot d_1 Z_{11} Z_{13} Z_{15} Z_{17}}, \text{ об},$$

где P – шаг винта, мм; S – подача, равная ходу нарезаемой винтовой канавки, мм.

Деление заготовок 4 на заданный угол осуществляется при быстром перемещении стола назад и управляется двумя дисками: делительным 14 ($Z = 27$) и командным 18, число зубьев которого зависит от числа канавок на обрабатываемой заготовке и выбранной схемы обработки (рис. 30). При движении стола назад гидроцилиндр 16 освобождает делительный 14 и командный 18 диски, а пружина 13 посылает толкатель вперед. При этом рычаг 11 прижимает колодку к тормозному диску вала 10. В этот момент вращение от гидродвигателя 5 будет передаваться через дифференциал на вал делительного диска 14, а через зубчатую пару 8 и червячную передачу – на вал командного диска 18 (9) (цепь вращения пинолей отключена).

Грубый отсчет поворота диска 14 деления осуществляется рычагом 17 командного диска 18. При повороте диска 18 на один шаг рычаг под действием пружины 13 заскакивает в его паз. Одновременно фиксатор 15 под действием этой же пружины вводится в один из пазов делительного диска 14, осуществляя фиксацию делительного диска с повышенной точностью за счет увеличенного числа зубьев последнего. При этом рычаг 11 под действием пружины 12 освобождает вал 6, который снова начинает вращать пиноли изделий.

Гидроцилиндр 19 в верхнем положении фрезерной бабки с помощью шестерни 20 и собачки 29 поворачивает упорный диск 28 с торцовыми выступами, высота которых определяет глубину фрезерования каждой канавки. При опускании фрезерной бабки гидроцилиндром 21 винт 27 упирается в выступы диска 28 и тормозит его, после чего цилиндр 19 возвращает собачку 29 в исходное положение, подготавливая поворот упорного диска в очередную позицию.

При наладке станка необходимо: 1) установить требуемое число оборотов шпинделя путем замены сменных шестерен (выбираются по таблице, закрепленной на фрезерной бабке); 2) выбрать требуемую скорость подачи стола; 3) установить кулачки стола в зависимости от размеров обрабатываемой заготовки; 4) развернуть поворотную часть стола на угол, необходимый для обработки винтовой канавки, и закрепить стол; 5) настроить гитару механизма подачи стола на шаг винтовой канавки (в соответствии с чертежом); 6) установить командный диск в соответствии с числом канавок заготовки и выбран-

ной схемой обработки (рис. 30); 7) отрегулировать синхронную работу фиксаторов делительного и командного дисков и тормозного устройства; 8) ввести фрезерную оправку в шпиндель (на оправке отрегулировать положение фрез в соответствии с положением обрабатываемых заготовок), установить и закрепить подвески; 9) определить глубину фрезерования с помощью маховика по контрольной оправке и диска установки фрез по глубине.

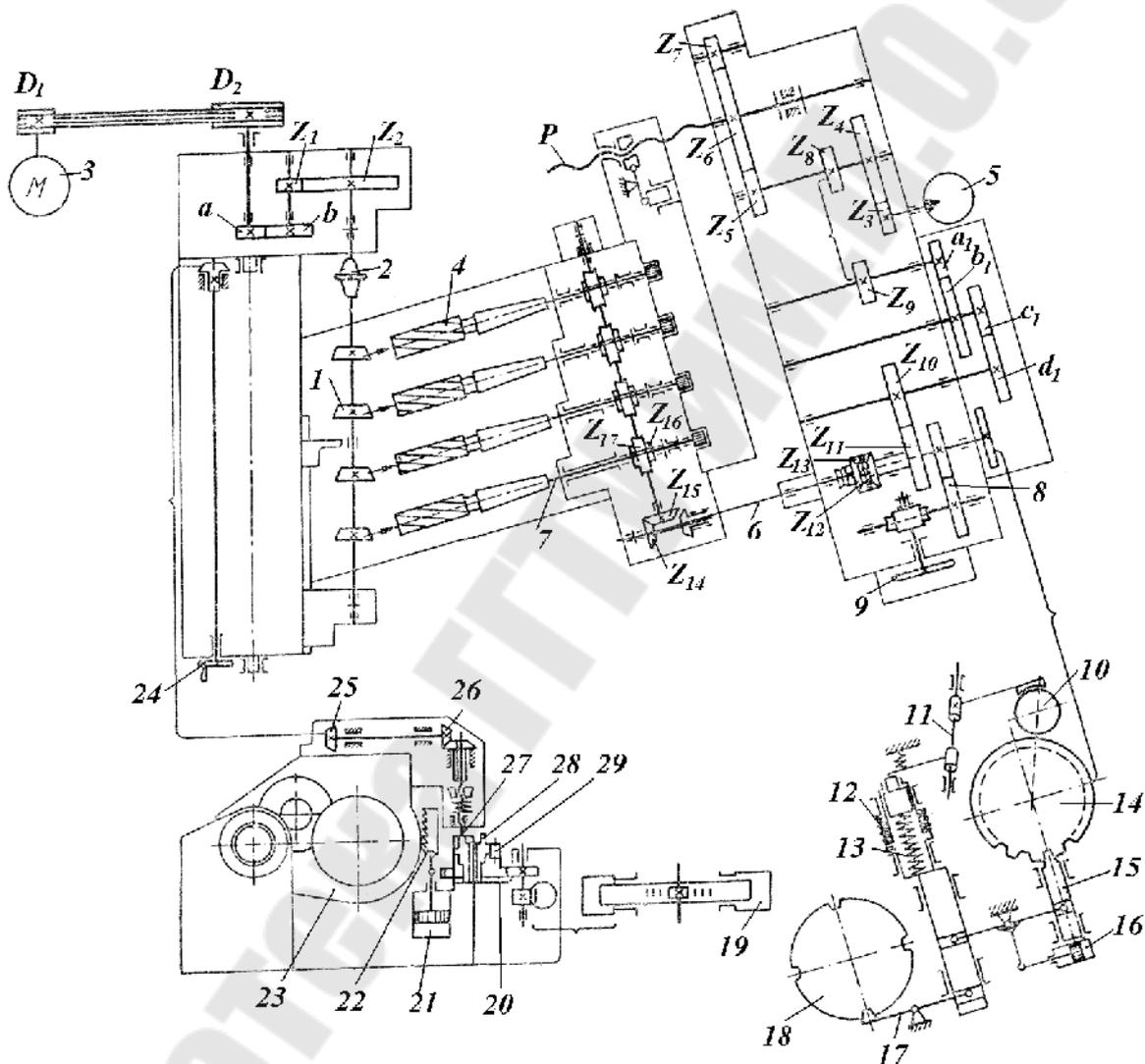


Рис. 32. Кинематическая схема полуавтомата модели СИ-017

При выборе схемы обработки необходимо учитывать, что получение канавок с неравномерным угловым шагом не всегда может быть осуществлено за счет установки фрез по глубине, поэтому в ряде случаев приходится работать по схеме с постоянным положением фрез по глубине и переменным угловым положением заготовки при

обработке. В последнем случае изделие после каждого прохода поворачивается на угол, величина которого устанавливается в зависимости от размеров канавок.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИНТОВЫХ СВЕРЛ

Винтовые сверла являются наиболее массовым и многономенклатурным видом инструмента. Кроме широко распространенных сверл общего назначения, в промышленности используется большая группа сверл специального назначения. Однако винтовые сверла как общего, так и специального назначения содержат общие конструктивные элементы, например, винтовые стружечные канавки, спинки, ленточки, задние поверхности. Все эти элементы на сверлах еще с XIX в. выполняются на специальных сверлофрезерных, сверлозаточных и других станках.

Для изготовления винтовых канавок и затылования зуба (снятия затылков) в зависимости от типов сверл и масштабов производства используются следующие способы: фрезерование, глубинное шлифование, продольно-винтовой прокат.

Станки для фрезерования канавок и снятия затылков у сверл занимают видное место в инструментальном производстве, так как эти операции весьма ответственны и трудоемки. Для их выполнения могут использоваться как универсально-фрезерные станки, так и специальные автоматы и полуавтоматы.

Фрезерование канавок и затылков зуба сверл на универсально-фрезерных станках производятся отдельно. Применением специальных многоместных приспособлений для фрезерования канавок сверл на универсально-фрезерных станках достигается значительное увеличение производительности на этой операции.

На существующих специальных станках для фрезерования канавки и снятия затылка режущей кромки сверла применяют следующие способы:

- а) фрезерование одной канавки и одного затылка одновременно;
- б) фрезерование одновременно двух канавок, затем двух затылков;
- в) раздельное фрезерование канавок, затем одновременное двух затылков;
- г) одновременное фрезерование двух канавок и двух затылков.

Станки, работающие по методу фрезерования одновременно двух канавок, а затем двух затылков, имеют существенный недоста-

ток: профрезерованные на сверле канавки могут оказаться расположенными несимметрично в результате неточной установки фрез.

Станки, работающие по методу одновременного фрезерования только одной канавки и одного затылка, не имеют этого недостатка. Расположение канавок в этом случае зависит только от делительного механизма, который обеспечивает достаточную точность деления. Однако при этом методе нельзя обеспечить наиболее выгодные режимы обработки для обеих фрез – канавочной и затылочной, так как условия их работы сильно различаются. В этом случае подача выбирается по более нагруженной фрезе – канавочной.

Этого недостатка не имеет метод отдельного фрезерования одновременно двух канавок, а затем двух затылков. Подача при этом может быть выбрана в соответствии с глубиной фрезерования, в результате чего работа производится в более выгодных условиях.

Метод фрезерования отдельно каждой канавки, а затем одновременно обоих затылков исключает указанные здесь недостатки. Конструкция станка и установка фрез при этом способе работы значительно упрощаются.

Наиболее распространенными станками для фрезерования сверл являются специальные автоматы и полуавтоматы, которые одновременно фрезеруют одну канавку и один затылок, с последующим делением заготовки.

Специальный сверлофрезерный автомат модели Си-031

Автомат предназначен для фрезерования канавок и затылков зуба правоспиральных сверл диаметром $2 \div 10$ мм с цилиндрическим хвостовиком как общего, так и специального назначения.

Принцип работы станка состоит в следующем. Заготовка сверла своим хвостовиком закрепляется в цанге горизонтального шпинделя. Профильным фрезам (канавочной и затылочной) сообщается главное вращательное движение. Заготовка сверла перемещается в направлении своей оси и вращается вокруг этой оси так, что за один оборот сверло перемещается на шаг винтовой канавки. За один продольный ход обрабатываются одна канавка и один затылок, затем заготовка возвращается в исходное положение, производится поворот ее на 180° и далее обрабатываются вторые канавка и затылок. В процессе фрезерования обрабатываемая часть заготовки поддерживается люнетом.

При обработке заготовок спиральных сверл, у которых глубина канавки уменьшается по направлению к хвостовику (толщина сердцевины увеличивается), канавочной фрезе в процессе обработки сообщается дополнительное перемещение – отвод фрезы от оси заготовки.

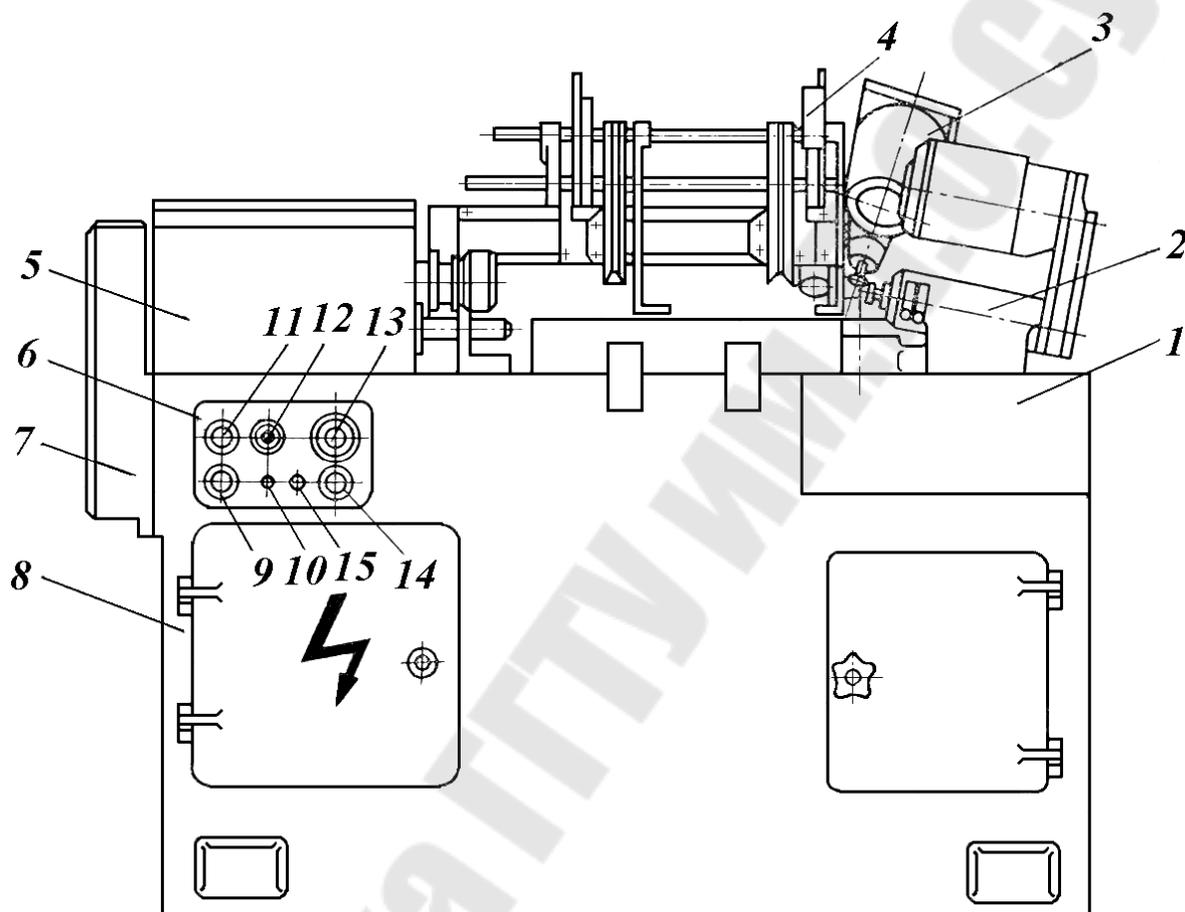


Рис. 33. Эскиз специального сверлофрезерного автомата модели СИ-031:
 1 – основание фрезерных головок; 2 – затыловочная фрезерная головка;
 3 – канавочная фрезерная головка; 4 – магазин с питателем и разгрузочным устройством; 5 – шпиндельная бабка; 6 – пульт управления; 7 – коробка подач; 8 – станина; 9 – кнопка «Стоп»; 10 – переключатель «Зажим–Отжим»;
 11 – лампочка «Напряжение»; 12 – переключатель режим работы;
 13 – кнопка «Пуск гидронасоса»; 14 – кнопка «Цикл»;
 15 – переключатель «Вперед–Назад»

Цикл работы станка полностью автоматизирован и состоит в последовательном выполнении ряда движений: перенос заготовки на линию центров станка и отвод лотков разгрузочного устройства; ввод заготовки хвостовиком в зажимную цангу шпиндельной бабки и зажим ее; отвод рычагов питателя; быстрый подвод шпиндельной бабки

с заготовкой и подвод вращающихся фрез; продольная рабочая подача шпиндельной бабки с заготовкой и вращение последней; фрезерование одной канавки и одного затылка; отвод бабки, деление и фрезерование второй канавки и второго затылка; медленный подъем головки канавочной фрезы для образования на заготовке винтовой канавки переменной глубины; отвод фрез; быстрый отвод шпиндельной бабки с заготовкой; подвод лотков разгрузочного устройства; разжим цанги и выталкивание заготовки в лотки разгрузочного устройства и т. д.

Краткая техническая характеристика автомата

Размер обрабатываемой заготовки, мм:	
диаметры.....	2 ÷ 10
длина	75 ÷ 500
длина рабочей части.....	до 465
Угол наклона винтовой канавки, град.....	15 ÷ 45
Частота вращения шпинделя, об/мин:	
канавочной фрезерной головки	360, 470, 680, 795, 1160
затыловочной фрезерной головки	630, 735, 1170, 1520, 1890, 2360
Наибольшее продольное перемещение шпиндельной бабки, мм.....	530
Скорость быстрого перемещения шпиндельной бабки, мм/мин	2000
Скорость рабочей подачи шпиндельной бабки (регулируется бесступенчато), мм/мин	100 ÷ 300
Электродвигатель вращения шпинделя канавочной головки:	
мощность, кВт	0,6
частота вращения, об/мин.....	1370
Электродвигатель вращения шпинделя затыловочной головки:	
мощность, кВт	0,27
частота вращения, об/мин.....	1400
Электродвигатель для привода гидронасоса:	
мощность, кВт	1,5
частота вращения, об/мин.....	1400
Габаритные размеры, мм	1690 × 840 × 1390

Гидрокинематическая схема автомата показана на рис. 34.

Привод главного движения осуществляется от индивидуальных электродвигателей $M1$ и $M2$ для канавочной и затыловочной фрез.

Вращение шпинделю 16 канавочной фрезы 18 передается от электродвигателя $M1$ через зубчатые колеса Z_{14}/Z_{15} и сменные колеса c/d . Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{к.фр}} = n_{\text{дв}} (1370) \frac{Z_{14} c}{Z_{15} d}.$$

Вращение шпинделя 24 затыловочной фрезы 22 передается от электродвигателя *M2* через зубчатые колеса Z_{25}/Z_{26} и сменные колеса e/f . Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{зат.фр}} = n_{\text{дв}}(1400) \frac{Z_{25} e}{Z_{26} f}.$$

Работа остальных механизмов станка осуществляется с помощью гидропривода.

Гидроцилиндром Ц3 обеспечивается подвод лотков загрузочного устройства, разжим–зажим заготовки – гидроцилиндром Ц1, загрузка заготовки – гидроцилиндром Ц2. Гидроцилиндрами Ц4 и Ц5 осуществляется подвод–отвод канавочной и затыловочной фрезерных головок соответственно. Вращение шпинделя с заготовкой 11 осуществляется при включенной муфте 12 от гидродвигателя 1 через зубчатые колеса Z_4/Z_5 , винт б (сообщающий шпиндельной бабке продольное перемещение), сменные шестерни a/b , коническую передачу Z_7/Z_8 и червячную передачу Z_{10}/Z_9 . Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{гидр.дв}} \frac{Z_4 a Z_7 Z_{10}}{Z_5 b Z_8 Z_9}, \text{ об/мин.}$$

Следовательно, перемещение шпиндельной бабки:

$$S_{\text{шп.бабки}} = 1_{\text{об.шп}} \frac{Z_9 Z_8 b}{Z_{10} Z_7 a} p_6, \text{ мм/об,}$$

где p_6 – ход винта б.

Для обработки канавки переменной глубины от гидродвигателя 1 через червячную передачу Z_2/Z_3 получает вращение винт 28, перемещающий гайку с клином 21, который с помощью рычага 20 постепенно отводит корпус канавочной фрезерной головки от заготовки.

Увеличение диаметра сердцевины сверла:

$$\Delta d = 2 \cdot p_6 \frac{Z_5 Z_2}{Z_4 Z_3} p_{28} \cdot \text{tg } \alpha, \text{ мм,}$$

где p_6 – ход винта б; p_{28} – ход винта 28; α – угол профиля клина.

Движение деления заготовки для фрезерования второй канавки и затылка сверла происходит во время отвода шпиндельной бабки. Упор станины отключает муфту 12 через рычаг 13, шпиндель с заго-

товкой прекращает вращение (начинается деление), а шпиндельная бабка продолжает движение. Рычаг 13 освобождается и муфта 12 под действием пружины снова приводит во вращение шпиндель с заготовкой (деление закончилось).

Наладка и настройка станка производятся при установке переключателя режимов работы в положение «Наладка».

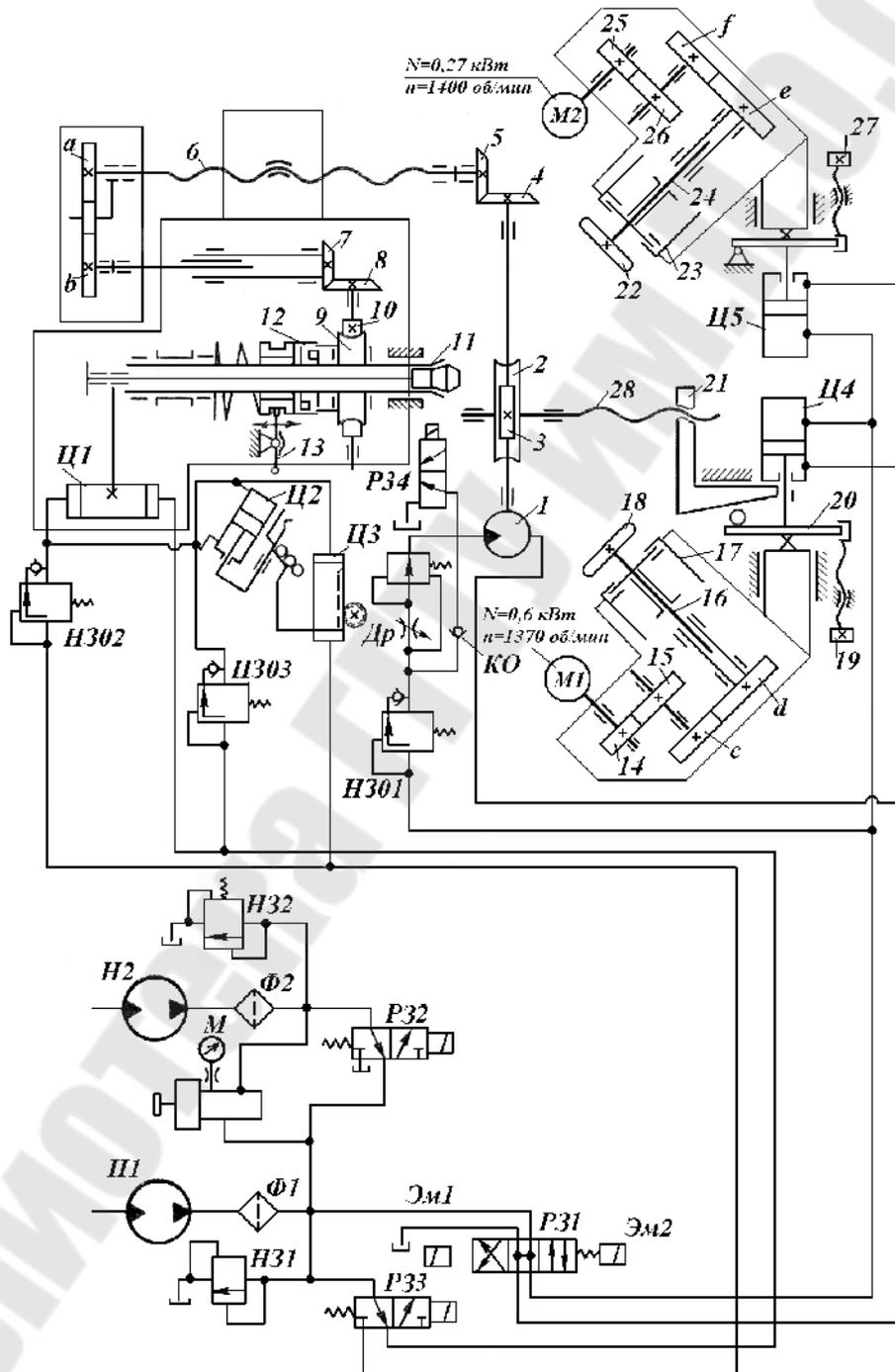


Рис. 34. Гидрокинематическая схема автомата модели СИ-031

При наладке в шпиндель 11 шпиндельной бабки (рис. 34) устанавливается цанга, соответствующая диаметру обрабатываемого сверла. Рычаги питателя, магазин и лотки разгрузочного устройства переставляются в соответствии с длиной обрабатываемой заготовки и ее диаметром. На основании фрезерных головок устанавливается букса-люнет с диаметром отверстия, соответствующим диаметру заготовки. Сменными шестернями a/b коробки подачи настраивается шаг обрабатываемой винтовой канавки:

$$\frac{a}{b} = \frac{p_6}{p} \frac{Z_9}{Z_{10}} \frac{Z_8}{Z_7},$$

где p – шаг обрабатываемой винтовой канавки.

Упорами шпиндельной бабки устанавливаются длина быстрого хода и длина рабочего хода. Канавочная фрезерная головка для устранения подрезания профиля при фрезеровании разворачивается вокруг оси колонки основания на угол, больший угла наклона винтовой канавки (на $2 \div 3^\circ$).

На шпиндели фрезерных головок устанавливаются профильные фрезы, положение которых относительно обрабатываемой заготовки регулируется перемещением пинолей 17 и 23 вдоль своих осей. Диаметр сердцевины сверла устанавливается упором 19, а диаметр затылка – упором 27. Скорость резания настраивается сменными колесами c/d и e/f . Увеличение диаметра сердцевины сверла (уменьшение глубины канавки) принимается для стандартных сверл равным 1,4 мм на 100 мм длины сверла и устанавливается профилем клина 21.

При обработке заготовок из быстрорежущих сталей фрезами из сталей Р18, Р12, Р6М5 рекомендуется выбирать скорость резания, равной $30 \div 40$ м/мин, а подачу – $0,05 \div 0,08$ мм/зуб. Эти режимы должны уточняться в зависимости от конкретных условий обработки.

Специальный сверлофрезерный полуавтомат модели 6В-4М

Полуавтомат предназначен для фрезерования канавок и спинок спиральных сверл общего назначения диаметром $6 \div 23$ мм как с цилиндрическим, так и коническим хвостовиком.

При работе станка заготовка сверла своим хвостовиком закрепляется в цанге вертикального шпинделя. Фасонным фрезам сообщается вращательное движение. При этом заготовка сверла перемещается в вертикальном направлении вдоль своей оси и поворачивается во-

круг нее так, что за один оборот она перемещалась на шаг винтовой канавки. За один двойной (вниз и вверх) ход обрабатывается одна канавка и одна спинка, после чего производятся деление и обработка следующей канавки и спинки. В процессе фрезерования обрабатываемая часть заготовки поддерживается буксой-люнетом. Для обработки винтовых канавок с переменной по длине глубиной канавочной фрезе в процессе обработки сообщается дополнительное движение – медленный отвод от заготовки.

Основное исполнение станка предусматривает изготовление сверл с правым направлением винтовых канавок.

Кроме основного исполнения выпускается ряд модификаций станка: для обработки заготовок сверл с левым направлением винтовой канавки; для обработки сверл с углом наклона винтовой канавки, равным 20° и др.

Общий вид специального полуавтомата модели 6В-4М приведен на рис. 35.

Краткая техническая характеристика полуавтомата

Размеры обрабатываемой заготовки, мм:	
диаметр	6 ÷ 23
длина	140 ÷ 320
Угол наклона винтовых канавок, град	26 ÷ 30
Частота вращения, об/мин:	
шпинделя канавочной головки.....	200, 285
спиночной головки.....	400, 560
Шпиндельная бабка:	
наибольшее вертикальное перемещение, мм.....	425
скорость быстрого перемещения, мм/мин	1600
скорость рабочей подачи, мм/мин.....	40 ÷ 700
Электродвигатель вращения шпинделя канавочной головки:	
мощность, кВт.....	0,8
частота вращения, об/мин.....	1900
Электродвигатель вращения шпинделя затыловочной головки:	
мощность, кВт.....	0,6
частота вращения, об/мин.....	1400
Габаритные размеры станка, мм.....	1165 × 1200 × 2400

Гидрокинематическая схема полуавтомата модели 6В-4М приведена на рис. 36.

Вращение шпинделя *II* затыловочной фрезы осуществляется от электродвигателя через пару зубчатых колес Z_{15}/Z_{16} и сменные зубчатые колеса *a/b*.

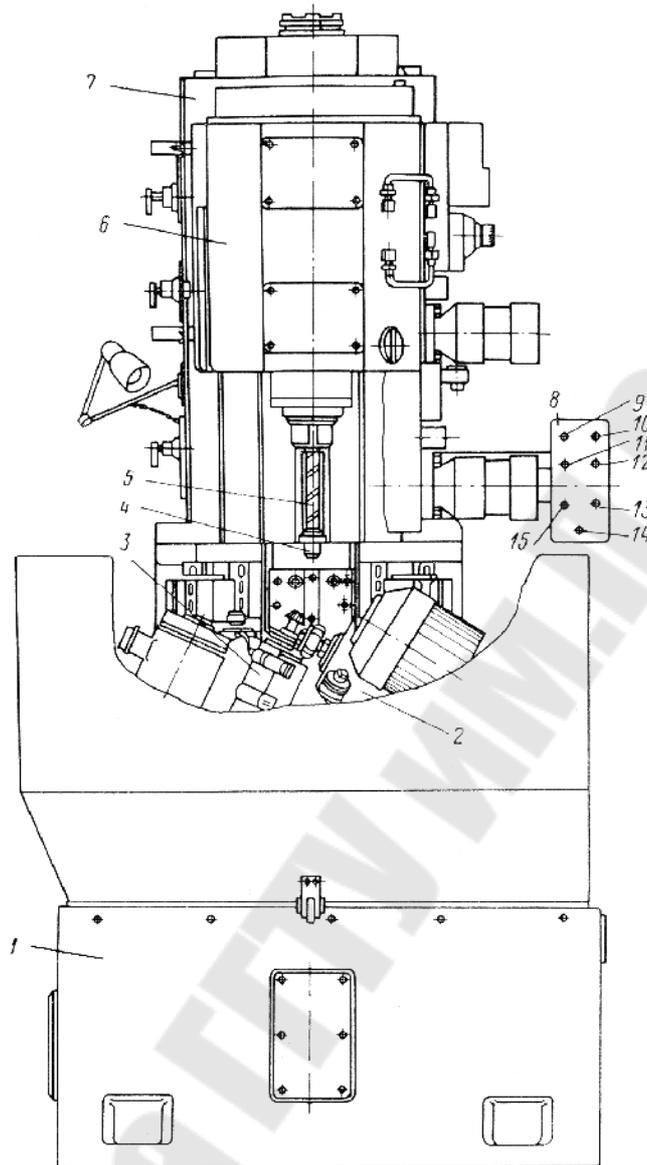


Рис. 35. Эскиз общего вида

специального сверлофрезерного полуавтомата модели 6В-4М:

- 1 – основание; 2 – канавочная фрезерная головка; 3 – затыловочная фрезерная головка; 4 – люнетная стойка; 5 – заготовка сверла; 6 – шпиндельная бабка; 7 – стойка; 8 – пульт управления; 9 – кнопка «Стоп» цикла; 10 – кнопка «Цикл»; 11 – кнопка «Вверх–вниз»; 12 – кнопка «Пуск»; 13 – кнопка «Стоп» (общий); 14 – переключатель режима работы; 15 – кнопка «Зажим–Отжим» заготовки

Вращение шпинделя 12 канавочной фрезы осуществляется от электродвигателя через пару зубчатых колес Z_{14}/Z_{13} и сменные зубчатые колеса c/d : Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{зат.фр}} = n_{\text{дв}}(1400) \frac{Z_{15} a}{Z_{16} b}, \quad n_{\text{к.фр}} = n_{\text{дв}}(1900) \frac{Z_{14} c}{Z_{13} d}.$$

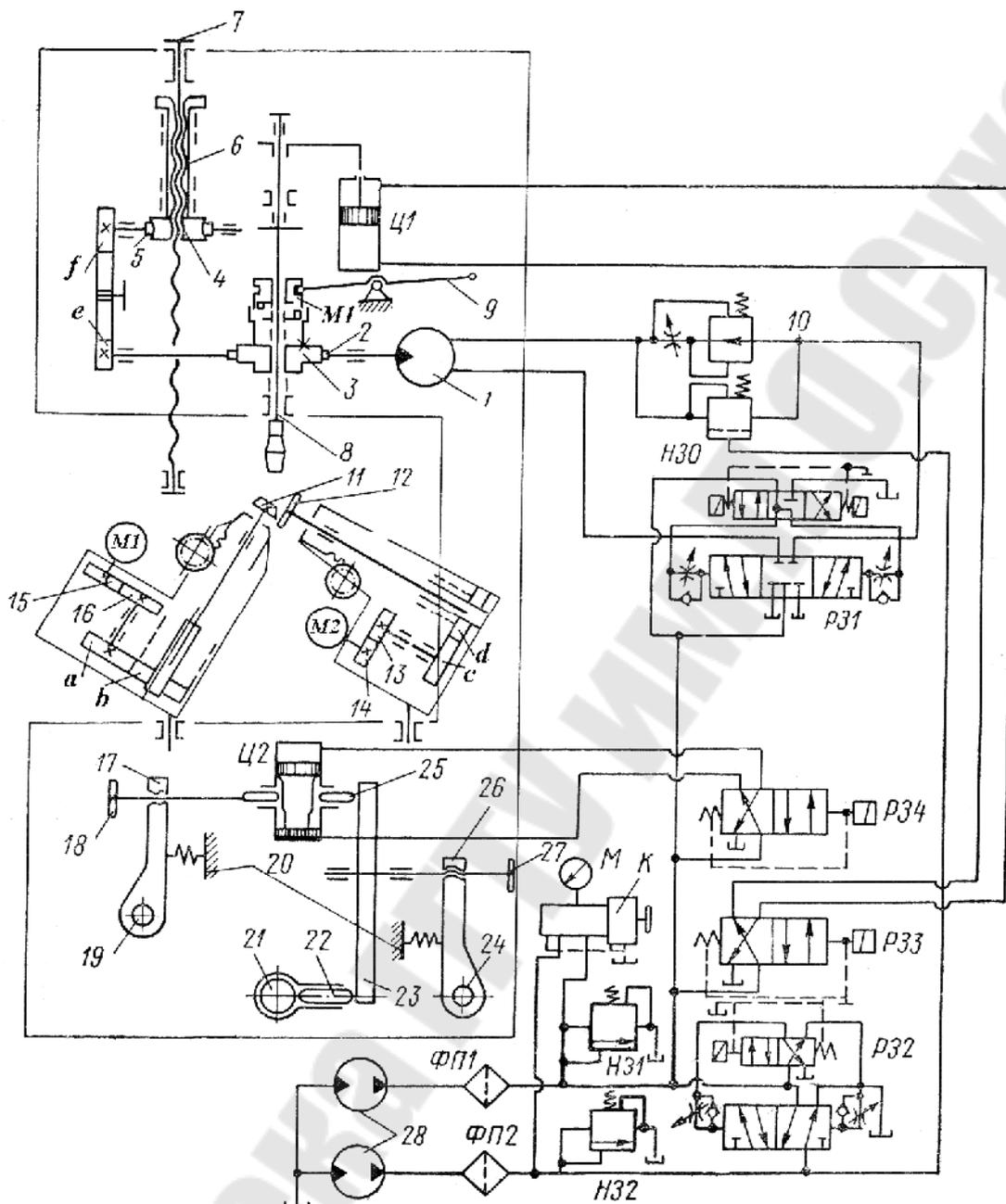


Рис. 36. Гидрокинематическая схема автомата модели 6В-4М

Движение всех остальных механизмов обеспечивается гидроприводом станка.

Полуавтоматический цикл работы предусматривает ручную загрузку и выгрузку заготовки сверла и автоматическую работу станка в следующей последовательности: ускоренный подвод заготовки и подвод фрезерных головок в рабочее положение; рабочая подача шпиндельной бабки; отвод фрезерных головок; быстрый отвод заготовки и деление; быстрый подвод заготовки и установка фрезерных головок в рабочее положение; рабочая подача шпиндельной бабки;

отвод фрезерных головок; быстрый отвод заготовки и деление; останковка станка для разгрузки и загрузки.

Вертикальное перемещение шпиндельной бабки осуществляется от гидродвигателя 1, передающего вращение через пару сменных шестерен e/f и червячную пару Z_5/Z_4 гайке 6 ходового винта 7, закрепленного в стойке. Одновременно вращение передается на шпиндель 8 через червячную пару Z_2/Z_3 (при включенной полумуфте $M1$). Уравнение кинематического баланса:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{гидр.дв}} \frac{Z_2}{Z_3}, \text{ об/мин.}$$

Следовательно, перемещение шпиндельной бабки:

$$S_{\text{шп.бабки}} = 1_{\text{об.шп}} \frac{Z_3}{Z_2} \frac{e}{f} \frac{Z_5}{Z_6} p_7, \text{ мм/об,}$$

где p_7 – ход винта 7.

При подъеме шпиндельной бабки рычаг 9 отжимается скосом неподвижного упора стойки и выводит полумуфту $M1$ из зацепления с червячным колесом. Вращение шпинделя прекращается. При дальнейшем подъеме бабки рычаг минует упор и под действием пружины вновь входит в зацепление со вторым пазом полумуфты, смещенным на 180° относительно первого, быстрый подвод и отвод шпиндельной бабки осуществляется также гидроприводом.

Регулирование скорости подачи бабки производится дросселем 10. Зажим и отжим заготовки – цангой при воздействии усилия, развиваемого цилиндром $Ц1$.

Сдвоенный лопастной насос 28 через пластинчатые фильтры $ФП1$ и $ФП2$ подает масло к трехпозиционному золотнику $P31$ и золотникам $P32$ – $P34$. Команда на включение магнита золотника $P32$ и переключение последнего подается на время быстрого подвода и отвода шпиндельной бабки, когда масло от насоса с большой производительностью направляется в общую магистраль. При выключенном магните золотника $P32$ масло сливается в бак, и гидропривод питается от насоса малой производительности. При выключенном электромагните золотника $P33$ масло направляется в бесштоковую полость цилиндра $Ц1$, штоковая полость которого соединяется со сливом. Происходит зажим заготовки. При включении электромагнита золотника $P33$ масло направляется в штоковую полость цилиндра $Ц1$, а его бесштоковая полость соединяется со сливом. Происходит отжим заготовки.

Быстрые подвод и отвод шпиндельной бабки происходят при включенном золотнике *P32*. При этом масло проходит через напорный золотник *H30*, включенный для обеспечения дистанционного управления и вращает гидродвигатель. Для перехода на рабочую подачу бабки золотник *P32* переключается и самозапирается золотник *H30* (вследствие падения давления в цепи дистанционного управления). Масло в гидродвигатель поступает через дроссель *10*, посредством которого регулируется скорость рабочей подачи. Для быстрого отвода шпиндельной бабки золотник *P32* вновь переключается и насос большой производительности подает масло в общую магистраль. Подвод и отвод обеих фрезерных головок осуществляется с помощью золотника *P34* и гидроцилиндра *Ц2*, шток которого своими скосами через сухари *25* и рычаги *17* и *26* поворачивает корпуса головок относительно осей *24* и *19*.

Утолщение сердцевины сверла в процессе фрезерования винтовой канавки достигается за счет воздействия клина *21*, перемещающегося вместе со шпиндельной бабкой (через сухарь *22*, рычаги *23* и *26*). на корпус канавочной фрезерной головки, которая поворачивается вокруг оси *24*, обеспечивая подъем фрезы *11*, формирующей канавку сверла.

Пружины *20* обеспечивают силовое замыкание фрезерных головок в процессе обработки. Регулирование давления в сети насоса высокой производительности осуществляется золотником *H31*, а в сети насоса низкой производительности золотником *H32*. Контроль давления производится манометром *M*, подключаемым с помощью крана *K* к одной или другой сети.

Наладка и настройка станка производятся при установке переключателя режимов работы в положение «Наладка».

При наладке в шпиндель *2* (рис. 36) устанавливаются цанга, а в стойку люнета – втулка, соответствующие размерам обрабатываемого сверла.

Сменными колесами *e/f* шпиндельной бабки настраивается величина шага винтовой канавки заготовки. Упорами шпиндельной бабки устанавливаются длина обработки и длина хода бабки при подводе и рабочей подаче. Упор стойки устанавливается в положение, соответствующее началу деления.

На шпинделях фрезерных головок закрепляются профильные фрезы, положение которых относительно обрабатываемой заготовки регулируется перемещениями пинолей фрезерных головок вдоль своих осей. Размер диаметров сердцевины и спинки сверла определяется вращением маховиков *18* и *27*. Скорость резания (частота вращения шпинделей канавочной и затыловочной фрезерных головок) настраи-

ваются сменными шестернями a/b и c/d и ориентировочно выбирается в пределах $30 \div 50$ м/мин.

Величина утолщения диаметра сердцевины сверла определяется профилем клина $2l$ и обычно равняется 1,4 мм на 100 мм длины канавки.

Приспособление для фрезерования лапок хвостового инструмента

Фрезерование лапок хвостового инструмента можно производить методом непрерывного фрезерования на вертикально-фрезерном станке с применением специального приспособления (рис. 37, *a, б*). Приспособление выполнено в виде круглого стола, с помощью которого можно непрерывно подводить заготовки обрабатываемого инструмента к фрезам.

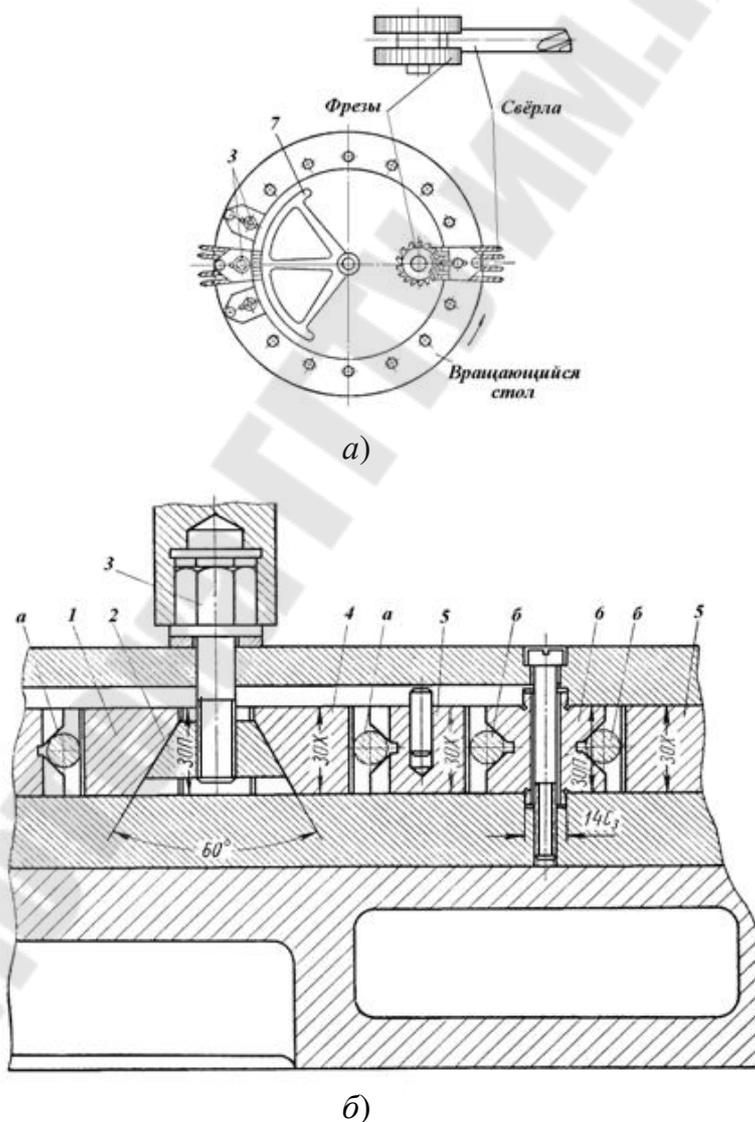


Рис. 37. Эскиз приспособления для фрезерования лапок хвостового инструмента

Приспособление (рис. 37, б) позволяет закреплять в каждом секторе по четыре заготовки. Закрепление заготовок инструментов и снятие их после обработки производится при вращающемся столе. Рабочий поворачивает ключом головку болта 3, при этом болт подтягивает двусторонний клин 2 и перемещает по окружности вкладыши 1 и 4, расположенные по обе стороны клина 2. Вкладыши зажимают заготовки *a* в V-образных гнездах перемещающихся вкладышей 5. Вкладыши 5 зажимают заготовки *б* в V-образных пазах неподвижных вкладышей 6. Сектор 7 (рис. 37, а) не вращается; он установлен на участке, где производится крепление заготовок, и служит упором, обеспечивающим получение определенного размера фрезеруемой лапки. Фрезерование производится двумя трехсторонними фасонными фрезами, посаженными на общей оправке, закрепленной в шпинделе станка.

С помощью данного приспособления можно обрабатывать более 100 инструментов в час.

Оборудование для продольно-винтового проката сверл

Широкое развитие получил метод продольно-винтового проката канавок и спинок на концевом инструменте (сверлах, фрезах, метчиках). Он осуществляется следующим образом (рис. 38).

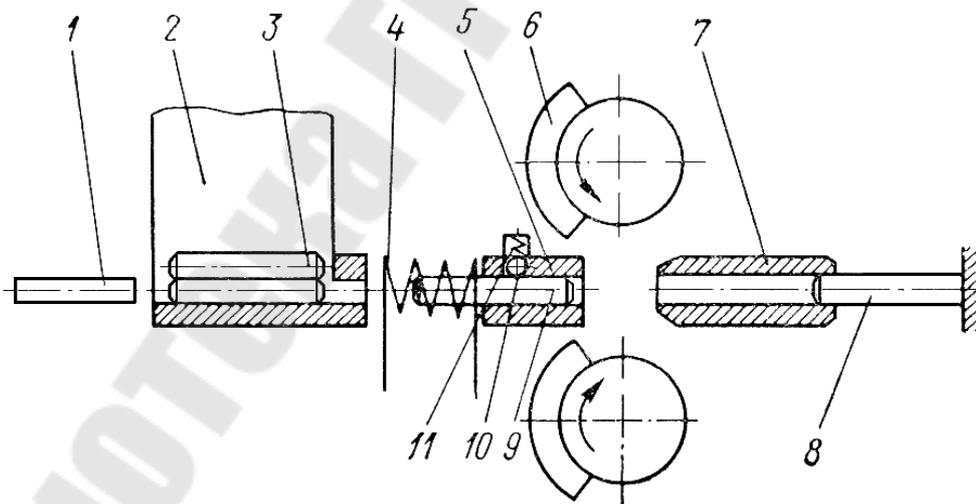


Рис. 38. Схема продольно-винтового проката сверл

Заготовки 3 из бункера стана поступают в лоток 2. Далее толкатель 1 проталкивает ее через индуктор 4 во втулку передней проводки 5. Шарик 10 под действием пружины 11 тормозит движение заготовки 9, и она фиксируется по длине во втулке 5.

Прокатный стан может работать по прерывистому или непрерывному циклам. В первом случае время, необходимое для нагрева заготовок, значительно больше времени прокатки. Поэтому в процессе нагрева все механизмы стана отключены, равно как и вращение шпинделей. Во втором случае время нагрева меньше времени прокатки и отпадает надобность в отключении механизма стана.

Ниже описывается работа стана в автоматическом цикле с прерывистым вращением шпинделей, с закрепленными на них формообразующими сегментами 6. При нагреве заготовок до соответствующей температуры вращение шпинделей прекращается на время, определяемое реле времени или фотоэлектрическим пирометром.

Толкатель 1 подает новую заготовку из лотка и направляет ее в переднюю проводку. При этом ранее нагретая заготовка с помощью толкателя и новой заготовки проталкивается через втулку 5 во втулку 7 задней проводки, которая в данный момент находится в крайнем левом положении. Четыре шпинделя с формообразующими сегментами, закрепленными на них, расположены под углом, близким к углу наклона винтовой канавки. Они получают вращение (на рис. 38 показаны два шпинделя с сегментами для проката канавок, развернутыми в плоскости чертежа, а два шпинделя с сегментами для проката спинок – не показаны).

В процессе вращения сегменты деформируют заготовку, образуя на ней профиль канавки и спинки с ленточкой сверла. Заготовка при этом вращается сегментами и вместе с задней проводкой перемещается в крайнее правое положение. В этом положении толкатель 8, расположенный в корпусе задней проводки, выталкивает прокатанную заготовку, которая скатывается на лоток и падает в тару. Совершив один оборот, распределительный вал и шпиндели с сегментами останавливаются, а в индукторе нагревается новая заготовка и т. д.

Стан для продольно-винтового проката сверл модели АСПС-3-5А

Стан (рис. 39) предназначен для продольно-винтовой прокатки сверл с цилиндрическим хвостовиком диаметром $3 \div 5$ мм из быстрорежущих сталей.

Обработка заготовки сверла осуществляется с помощью четырех сегментов, два из которых образуют канавки сверла, а два других – спинки и ленточки. Четыре шпиндельные головки, установленные под углом $32^{\circ}30'$ к оси прокатки в корпусе прокатной клетки, обеспечивают угол наклона винтовой канавки на заготовке, равный 26° .

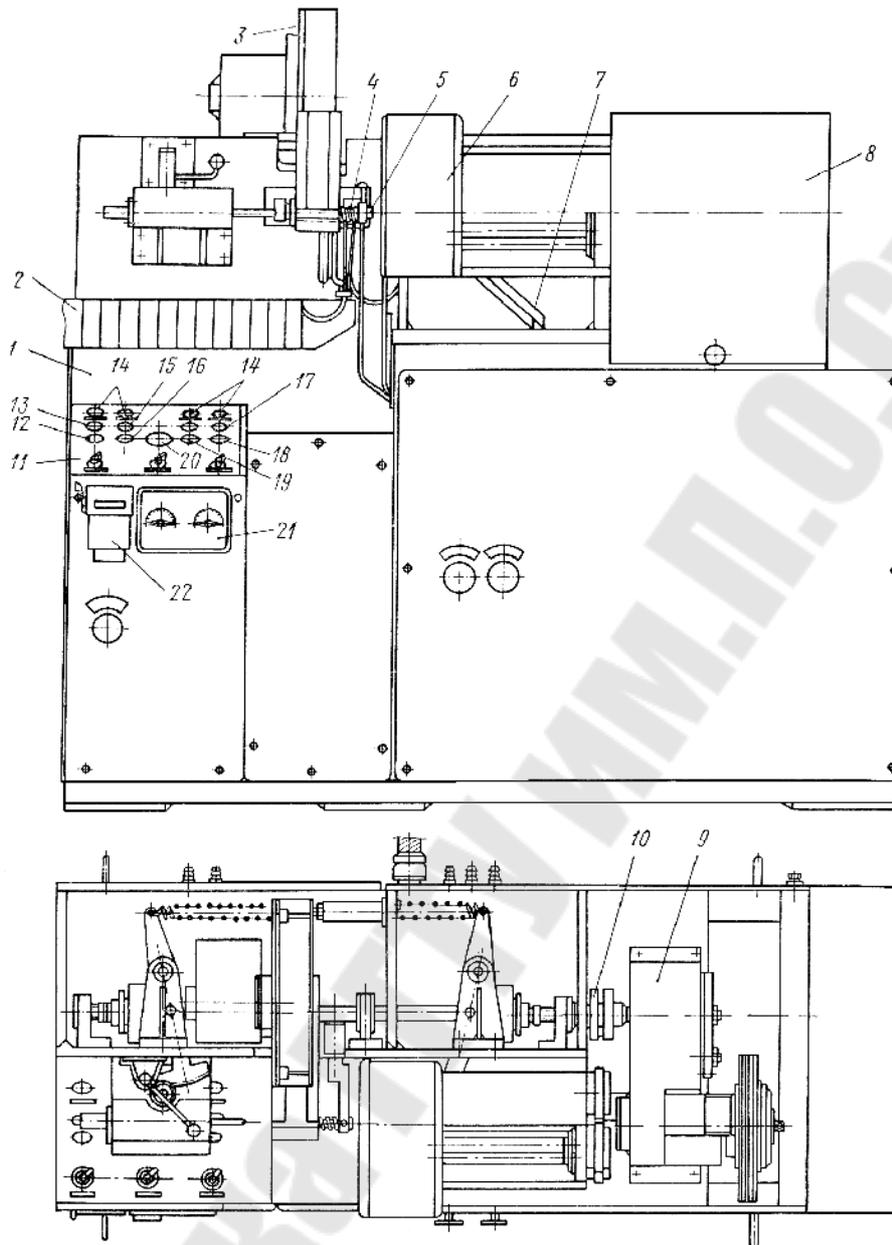


Рис. 39. Эскиз общего вида стана для продольно-винтового проката сверл модели АСПС-3-5А: 1 – станина; 2 – токоподводящая шина; 3 – бункер; 4 – индуктор; 5 – передняя проводка; 6 – прокатная клеть; 7 – лоток отвода заготовок; 8, 9 – распределительные редукторы; 10 – распределительный вал; 11 – пульт управления; 12 – кнопка «Стоп» (общий); 13 – кнопка «Пуск»; 14 – сигнальная лампочка; 15 – кнопка «Пуск» электродвигателя; 16 – кнопка «Стоп» электродвигателя; 17 – кнопка «Пуск» нагрева; 18 – кнопка «Стоп» нагрева; 19 – наладочные кнопки; 20 – переключатель режима работы; 21 – реле времени; 22 – реле счета импульсов

Регулировка расположения шпинделей относительно оси прокатки (центральной оси клетки) осуществляется при помощи клиньев 2 (рис. 40), имеющих угол 5° . Клинья смещают корпуса шпиндельных

вместе с ним. Хвостовая часть заготовки сверла при этом находится в ее сменной втулке.

Принципиальная схема стана приведена на рис. 41. Вращательное движение шпинделей стана заимствуется от вала электродвигателя M , через клиноременную передачу D_1/D_2 , сменные зубчатые колеса a/b , клиноременную передачу D_3/D_4 , фрикционную муфту с диском 2 и поворотную шпонку 1 сообщает вращение валу 3 распределительного редуктора 8. Центральное зубчатое колесо Z_{10} , закрепленное на валу 3, передает вращение колесам Z_9 посредством муфт 11 и далее через конические зубчатые колеса Z_{12} и Z_{19} шпинделям:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1 a D_3 Z_{10} Z_{12}}{D_2 b D_4 Z_9 Z_{19}}, \text{ об/мин.}$$

Муфты 11 обеспечивают угловую ориентацию шпинделей, необходимую для осуществления одновременного контакта формообразующих сегментов с заготовкой (в начале процесса проката). От вала 3 по второй цепи вращение через зубчатые колеса $(Z_4/Z_5) \times (Z_6/Z_7)$ и сменные колеса c/d с помощью муфты 39 передается распределительному валу 38:

$$n_{\text{р.вала}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1 a D_3 Z_4 Z_6 c}{D_2 b D_4 Z_5 Z_7 d}, \text{ об/мин.}$$

На валу 38 закреплены кулачки 37 и 30, которые сообщают через рычаги 28 и 18 с зубчатыми секторами, зубчатые колеса Z_{25} и Z_{17} и зубчатые рейки возвратно-поступательное движение соответственно переднему толкателю 24 и гильзе задней проводки 14. Силовое замыкание этих кулачковых механизмов осуществляется пружинами 31.

От вала 38 посредством цепной передачи 33 и зубчатых колес 29 вращение через предохранительную муфту 27, предусмотренную на случай заклинивания, передается валу 34 бункера.

На распределительном валу 38 закреплен кулачок 35, который взаимодействует со счетчиком ВК2, отсчитывающим количество прокатанных сверл. Ввиду того что распределительный вал имеет большую длину, он поддерживается промежуточной опорой 36.

При наладке стана для выключения переднего толкателя 24 служит затвор 26, фиксирующий зубчатый сектор в правом положении (что соответствует крайнему левому положению толкателя).

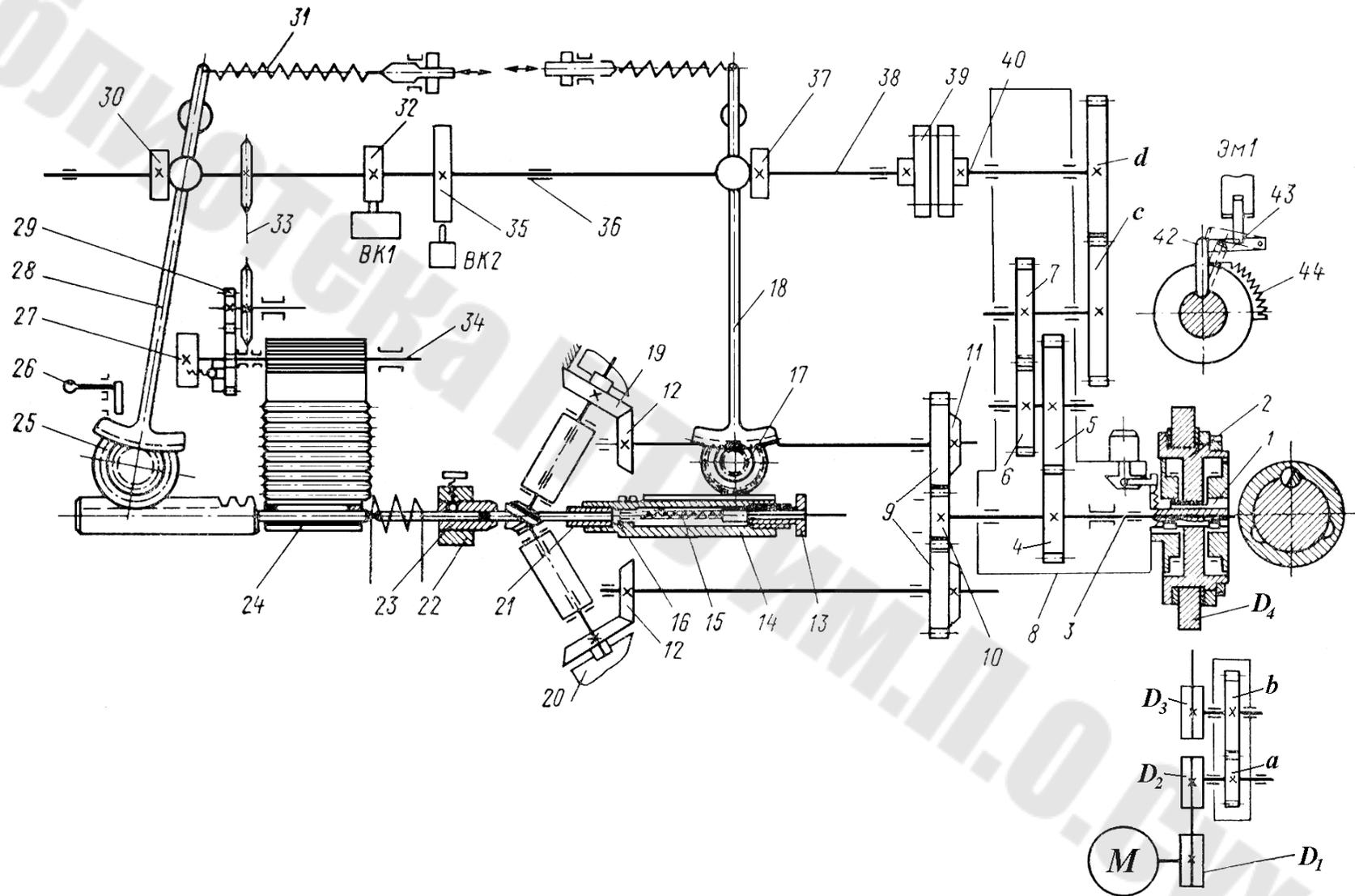


Рис. 41. Принципиальная схема стана модели АСПС-3-5А

При нагреве в индукторе находится только часть заготовки, равная длине рабочей части сверла, а хвостовая часть располагается в сменной втулке 23 передней проводки 22. Длина этой втулки выбирается такой, чтобы в процессе прокатки заготовка одновременно размещалась как в ней, так и в сменной втулке 21 задней проводки 14. Последняя при подаче заготовки в зону прокатки перемещается вперед (на расстояние около 5 мм от заднего торца втулки передней проводки).

Наладка и настройка стана осуществляются при установке переключателя режимов работ в позицию «Наладка».

При наладке необходимо в соответствии с диаметром и длиной прокатываемых заготовок отрегулировать переставную стенку бункера, установить соответствующий барабан и левую направляющую лотка выдачи заготовок. Далее закрепить индуктор для нагрева заготовки (зазор между внутренним диаметром индуктора и заготовкой не должен превышать $1,5 \div 4$ мм), а в корпус передней и гильзы задней проводок вставить сменные втулки соответствующего диаметра. На шпиндели прокатной клетки установить сегменты и отрегулировать их взаимное расположение так, чтобы обеспечить получение заданных размеров заготовки и одновременное начало работ всех сегментов. Сменными колесами *alb* и *cld* настроить требуемую частоту вращения распределительного вала и шпинделей прокатной клетки. Отрегулировать настройку теплового реле фотопирометра (или задать выдержку реле времени) на заданную температуру нагрева и прокатать пробные партии заготовок.

РЕЗЬБООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ

Методы изготовления резьб

Основными методами изготовления резьб являются:

- а) нарезание резьбы на токарных станках резьбовыми резцами и гребенками;
- б) нарезание резьбы метчиками, круглыми плашками и резьбно-нарезными головками;
- в) фрезерование резьбы (рис. 42);
- г) шлифование резьбы однониточным и многониточным абразивным инструментом (рис. 43);
- д) холодное накатывание резьбы плоскими плашками и круглыми роликами (рис. 44);
- е) горячее накатывание резьбы круглыми роликами.

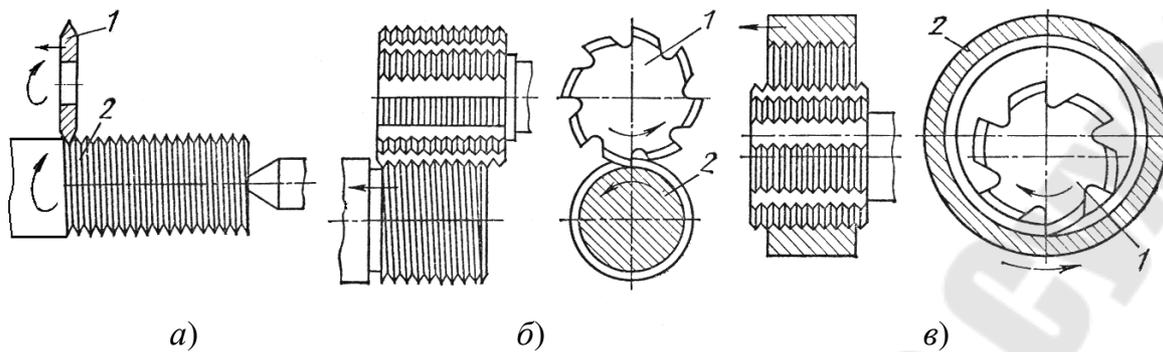


Рис. 42. Схемы резьбофрезерования

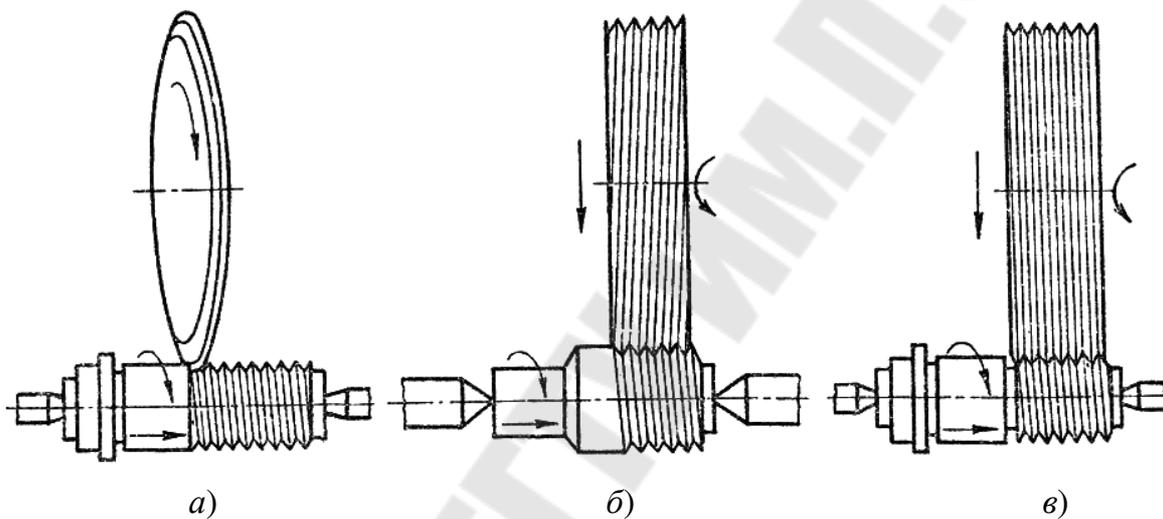


Рис. 43. Схемы резьбошлифования:
a – однониточным; *б* – многониточным с винтовыми канавками;
в – многониточным с кольцевыми канавками

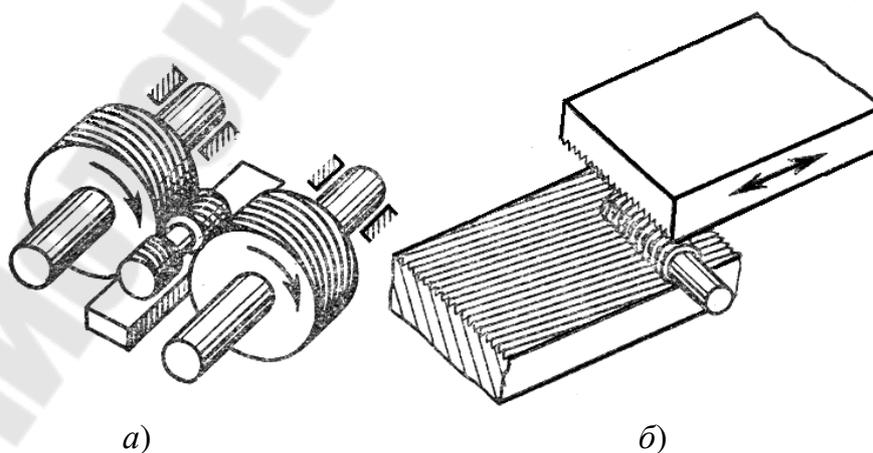


Рис. 44. Схемы накатывания резьбы: *a* – роликами; *б* – плашками

Правильный выбор способа получения резьбы в каждом отдельном случае зависит от размеров резьбы, ее точности и параметров шероховатости поверхности, формы и размеров обрабатываемой заготовки, на которой нарезают резьбу, материала заготовки, вида производства и других условий.

Токарные резьбонарезные станки повышенной точности

В инструментальном производстве при изготовлении резьбового инструмента применяют токарно-винторезные станки повышенной точности. Эти станки имеют точные ходовые винты и корректирующие устройства. Последние служат для поворота гайки винта, в результате чего выбирается люфт в винтовой паре и обеспечивается получение точного шага нарезаемой резьбы. Например, накопленная погрешность шага резьбы на длине 50 мм у таких станков 0,003 мм, а на длине 300 мм – 0,005 мм. На станках без корректирующего устройства эти погрешности в 4 ÷ 5 раз больше. Существует несколько способов коррекции: дополнительным поворотом гайки, дополнительным осевым перемещением ходового винта и применением дифференциального механизма для дополнительного поворота винта.

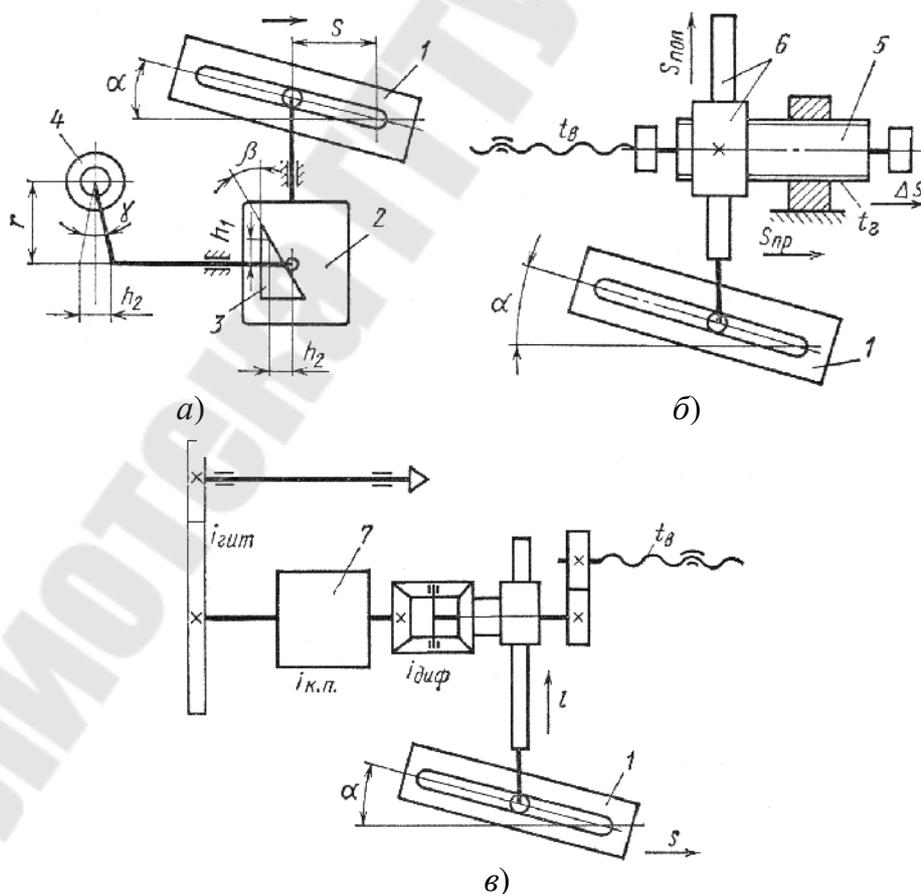


Рис. 45. Схемы корректирующих устройств

Поворот гайки с целью коррекции хода ходового винта может быть осуществлен с помощью установленной на суппорте станка коррекционной линейки 1 (рис. 45, а), соединенной системой тяг с гайкой 4. При установке линейки под углом α к оси центра станка одновременно с продольной подачей суппорта будет перемещаться ползун 2 с копиром 3, поворачивая через систему тяг гайку ходового винта. Между величиной перемещения h_1 ползуна за один оборот шпинделя, подъемом h_2 тяги гайки и продольным перемещением суппорта существует зависимость $h_1 = \text{ctg } \alpha$, $h_2 = h_1 \text{tg } \beta$; отсюда

$$h_2 = s \cdot \text{tg } \alpha \cdot \text{tg } \beta,$$

где α – угол наклона линейки к оси центров станка; β – угол копира.

Вместе с тем величина подъема h_2 на радиусе r при повороте гайки на угол γ будет $h_2 = r\gamma$, откуда угол поворота гайки

$$\gamma = \frac{s \cdot \text{tg } \alpha \cdot \text{tg } \beta}{r}.$$

В результате величина дополнительного продольного перемещения суппорта за один оборот шпинделя в зависимости от угла γ поворота гайки будет:

$$\Delta s = \frac{\gamma \cdot t_{\text{в}}}{2\pi} = \frac{s \cdot \text{tg } \alpha \cdot \text{tg } \beta}{2\pi r},$$

где $t_{\text{в}}$ – шаг винта.

Осевое перемещение ходового винта станка создается при помощи коррекционной линейки 1 (рис. 45, б), соединенной с суппортом. При продольном движении суппорта линейка через реечную передачу 6 будет поворачивать гильзу 5, имеющую резьбу с шагом $t_{\text{г}}$. Внутри гильзы свободно вращается конец ходового винта. Гильза при вращении получает продольное перемещение Δs и передает его ходовому винту, который, таким образом, дополнительно перемещается в осевом направлении. Число оборотов реечного зубчатого колеса $n_{\text{р.к}}$ за один оборот шпинделя:

$$n_{\text{р.к}} = \frac{s_{\text{поп}}}{\pi m z},$$

где $s_{\text{поп}} = s_{\text{пр}} \cdot \text{tg } \alpha$ – поперечная подача; $s_{\text{пр}}$ – продольная подача; m, z – модуль и число зубьев реечного колеса.

Дополнительное продольное перемещение суппорта вместе с ходовым винтом станка за один оборот шпинделя:

$$\Delta s = n_{p.k} \cdot t_r = \frac{s \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot t_r}{\pi m z}.$$

Коррекция погрешности шага ходового винта при помощи дифференциала. Назначение дифференциала состоит в сложении двух движений: основного – от коробки подач 7 (рис. 45, в) и дополнительного – от коррекционной линейки 1. Если линейка поставлена горизонтально, правое коническое зубчатое колесо дифференциала будет неподвижно и уравнение кинематического баланса для цепи от шпинделя до ходового винта будет иметь вид:

$$s_{пр} = i_{гит} i_{к.п} i_{диф} t_B,$$

где $s_{пр}$ – продольная подача; $i_{гит}$ – передаточное отношение гитары подач; $i_{к.п}$ – передаточное отношение коробки подач; $i_{диф}$ – передаточное отношение дифференциала; t_B – шаг ходового винта.

Обозначив произведение трех передаточных отношений через $i_{общ}$, получим: $s_{пр} = i_{общ} t_B$.

Если коррекционная линейка будет установлена под углом α к оси центров станка, то при ее продольном перемещении вместе с суппортом дифференциал получит от реечной передачи дополнительное вращение. Уравнение кинематического баланса с учетом дополнительного перемещения суппорта примет вид:

$$s_{пр} = (i_{общ} \pm \Delta i) t_B.$$

Величину Δi – дополнительного передаточного отношения всей кинематической цепи шпиндель – ходовой винт можно определить по формуле

$$\Delta i = \frac{1}{2} \frac{l}{\pi m z},$$

где $l = s_{пр} \operatorname{tg} \alpha$ – величина перемещения рейки; $1/2$ – передаточное отношение дифференциала.

Из рис. 45, в и предыдущего уравнения имеем:

$$s_{пр} = l / \operatorname{tg} \alpha = 2 \pi m z \Delta i / \operatorname{tg} \alpha.$$

Подставив это значение в уравнение кинематического баланса, получим:

$$(i_{\text{общ}} \pm \Delta i) t_{\text{в}} = 2\pi m z \Delta i / \text{tg } \alpha,$$

откуда

$$\Delta i = \frac{i_{\text{общ}}}{\frac{2\pi m z}{t_{\text{в}} \text{tg } \alpha} \pm 1}.$$

Прецизионный винторезный полуавтомат модели 103 предназначен для нарезания наружной и внутренней резьб повышенной точности.

Конструкция станка обеспечивает нарезание резьб до упора, а также конических и многозаходных резьб. Диаметр нарезаемых резьб составляет $5 \div 30$ мм, шаг нарезаемых резьб: метрических – от 0,25 до 5 мм, дюймовых – от 5 до 24 ниток на 1". Станок имеет высоту центров 100 мм, наибольшее расстояние между центрами 300 мм. В качестве режущего инструмента при нарезании наружных резьб используют фасонные дисковые резцы, а при нарезании внутренних резьб – специальные резцы или гребенки. После того как резьба нарезана на заданную глубину, резец проходит установленное настройкой счетного реле число зачистных проходов. По окончании цикла обработки загорается сигнальная лампочка и станок автоматически останавливается.

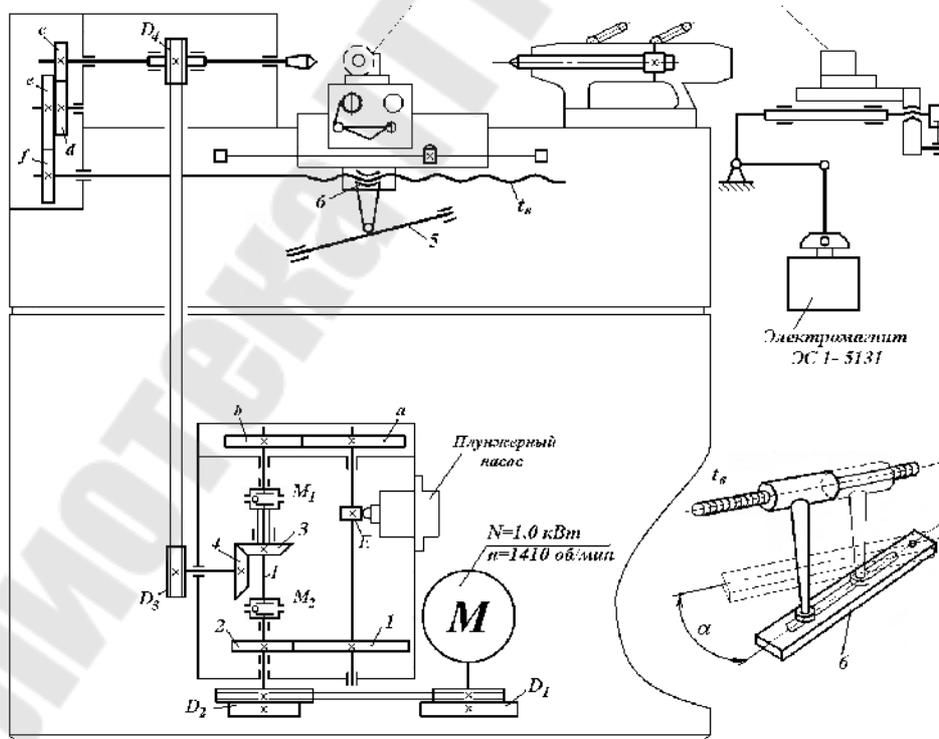


Рис. 46. Принципиальная схема прецизионного винторезного полуавтомата модели 103

Подвод резца к заготовке – рабочий ход – отвод резца – быстрый обратный ход обеспечивает электрическая схема полуавтомата. Конструктивно станок состоит из станины с тумбой, передней бабки, редуктора, суппорта, гитары подач, резцедержателя, коррекционной линейки, системы охлаждения и электрооборудования. Для нарезания многозаходных резьб, нарезания резьб до упора и шлифования центров станок оснащают соответствующими приспособлениями.

Привод главного движения обеспечивает электродвигатель, который через двухступенчатую клиноременную передачу, сменные зубчатые колеса и плоскоремennую передачу передает крутящий момент на шпиндель станка.

Задний конец шпинделя опирается на два радиально-упорных шарикоподшипника повышенной точности с постоянным натягом, который осуществляется пружинами.

В конусном отверстии шпинделя может быть установлена цанга или планшайба. Вращение на шпиндель через цилиндрические зубчатые колеса 1 и 2 (рис. 46), сменные колеса a и b , конические колеса 3 и 4 , а при обратном ходе – через зубчатые колеса 3 и 4 .

Направление вращения шпинделя изменяют путем реверсирования приводного электродвигателя.

Вал I , на котором установлено коническое зубчатое колесо 3 , концами соединен с внутренними кольцами муфт обгона M_1 и M_2 . Муфта M_1 при рабочем ходе проскальзывает, а вращение передается шпинделю через сменные колеса a/b и обгонную муфту M_2 . Для быстрого обратного хода ролики муфты M_1 при реверсировании электродвигателя заклиниваются и муфта начнет передавать вращение шпинделю непосредственно через конические колеса 3 и 4 ; в этот период цикла будет проскальзывать муфта обгона M_2 .

При настройке станка на нарезание левой резьбы изменяют направление рабочего и обратного (холостого) ходов, для чего в гитару подач $c/d \cdot e/f$ вводят паразитное колесо и производят переключение в цепи электромагнита, который отводит резец.

На промежуточном валу коробки скоростей закреплен эксцентрик E , который приводит в действие плунжерный насос системы охлаждения.

В зависимости от положения клинового ремня на ступенчатых шкивах D_1 , D_2 и сменных зубчатых колес a и b , частота вращения шпинделя при рабочем ходе находится в пределах $39 \div 530$ об/мин, при обратном ходе – 355 или 710 об/мин:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{D_1 Z_1 a Z_3 D_3}{D_2 Z_2 b Z_4 D_4}, \text{ об/мин.}$$

Продольное перемещение суппорта осуществляется от шпинделя через гитару сменных колес и ходовой винт:

$$t_{\text{н}} = 1_{\text{об.шп}} \frac{c \cdot e}{d \cdot f} t_{\text{в}}, \text{ мм,}$$

где $t_{\text{н}}$ – шаг нарезаемой резьбы; $t_{\text{в}}$ – шаг ходового винта.

Для исправления ошибки погрешности шага ходового винта, обусловленного неточностью его изготовления и колебаниями окружающей температуры служит коррекционная линейка, которая выполнена поворотной. Для поворота ее имеется два винта, один из которых снабжен лимбом. Повороту лимба на одно деление соответствует изменение шага нарезаемой резьбы на 0,1 мкм на 100 мм длины. При продольном движении каретки рычаг 5 поворачивает маточную гайку 6 на определенный угол в том или другом направлении и тем самым увеличивает или уменьшает шаг резьбы.

На станке можно нарезать также конические резьбы. Коническую резьбу с небольшой конусностью можно нарезать при смещении центра задней бабки. В других случаях применяется специальная линейка, которая устанавливается на место линейки для автоматического отвода суппорта.

Резьбошлифовальные станки

Резьбошлифовальные станки применяют для чистовой обработки точных резьб, например резьбы метчиков, резьбовых калибров, точных ходовых винтов. Мелкие резьбы нарезают сразу шлифовальным кругом, а крупные шлифуют после предварительной их нарезки. Существуют три способа шлифования резьбы:

1. Резьба шлифуется одноконтурным абразивным диском (рис. 47, а). Ось абразивного диска повернута относительно оси заготовки на угол подъема резьбы. Это позволяет получить большую точность профиля шлифуемой резьбы.

2. Резьба шлифуется многоконтурным абразивным инструментом с кольцевыми канавками заданного шага (рис. 47, б). В этом случае ширина b инструмента должна быть больше длины шлифуемой резьбы на $2 \div 4$ шага. Этот способ производительнее, чем первый, однако резьба получается менее точной, так как профиль ее искажается вследствие параллельности осей инструмента и заготовки.

3. Если необходимо нарезать длинную резьбу многониточным инструментом с кольцевыми канавками, то применяют конический инструмент. Абразивный инструмент (рис. 47, з) имеет конус с углом $\gamma = 5 \div 10^\circ$, поэтому при продольном перемещении заготовки происходит постепенное врезание инструмента, и только последние его витки образуют резьбу полного профиля.

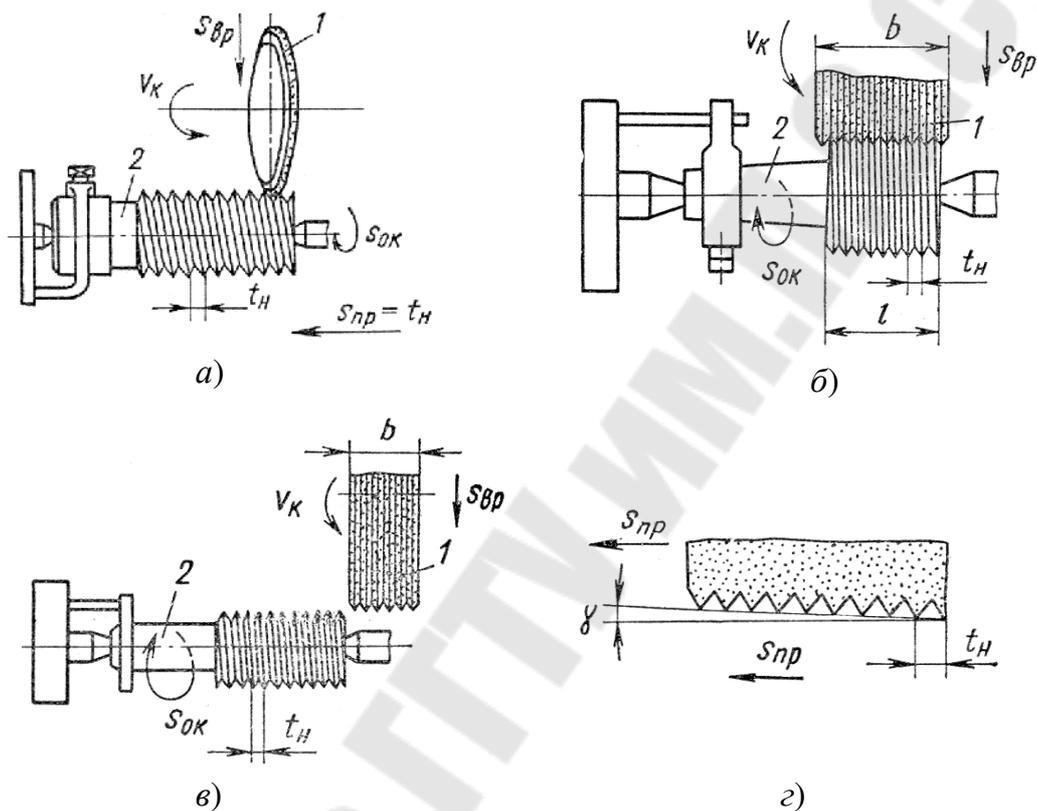


Рис. 47. Схемы шлифования резьбы

Резьбошлифовальный станок модели 5822М предназначен для выполнения основных резьбошлифовальных операций: шлифование цилиндрических и конических резьб метчиков, калибров, точных винтов и червяков; затылование метчиков, модульных червячных фрез, резьбовых плоских плашек для резьбонарезных головок и т. д. Станок может работать однониточным и многониточным инструментами.

Техническая характеристика станка

Диаметры шлифуемых резьб, мм:

однониточным инструментом $3 \div 150$

многониточным инструментом $10 \div 120$

Наибольшая длина шлифуемой резьбы, мм:

однониточным инструментом 375

многониточным инструментом 335

Шаг шлифуемой резьбы:

однониточным инструментом:

метрической, мм $0,25 \div 24$

дюймовой, число ниток на 1" $28 \div 3$

модульной, мм $0,3\pi \div 14\pi$

многониточным инструментом:

метрической, мм $1 \div 4$

дюймовой, число ниток на 1" $24 \div 6$

Диаметр абразивного инструмента, мм:

наибольший 400

наименьший 300

Основные узлы станка: станина коробчатой формы, по горизонтальным направляющим которой перемещается стол; передняя бабка с приводом вращения заготовки и шпинделем; задняя бабка; шлифовальная бабка с индивидуальным приводом от электродвигателя.

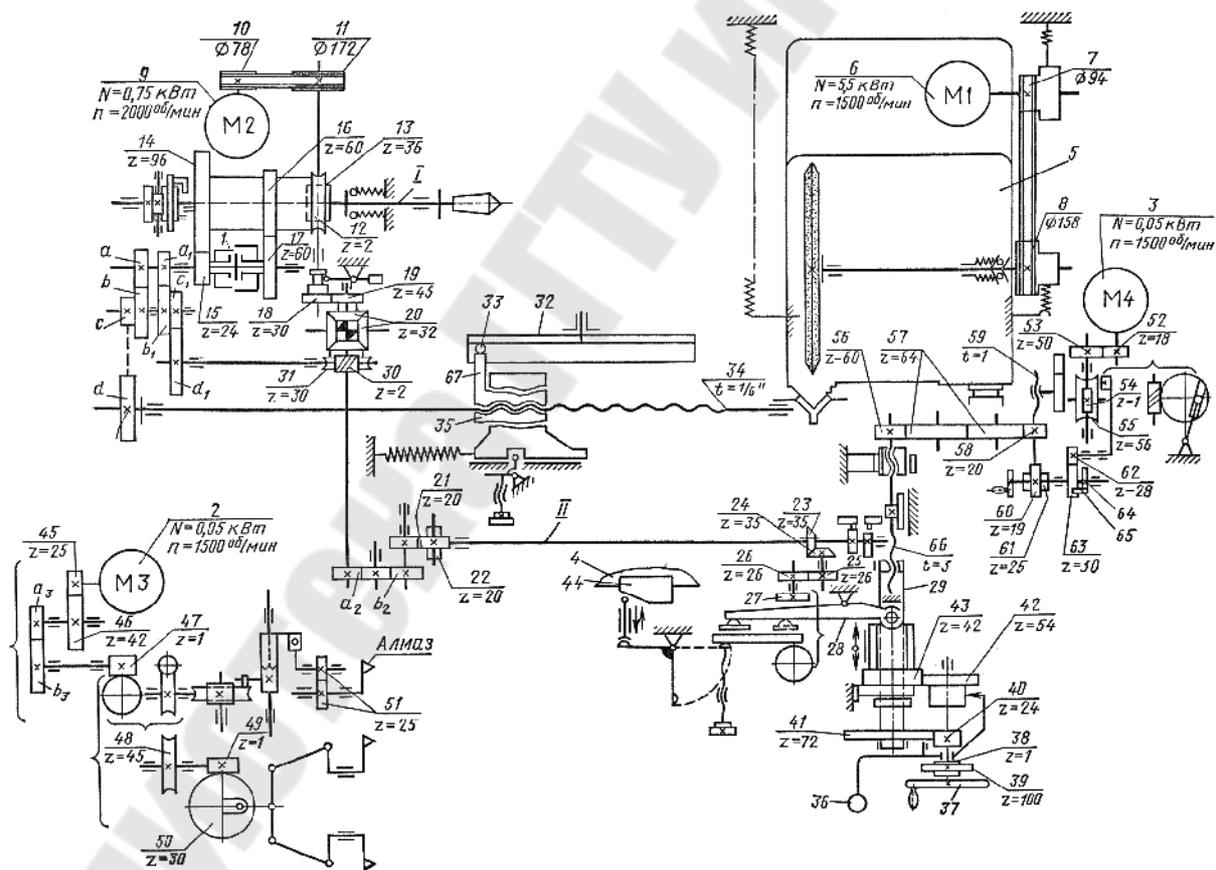


Рис. 48. Принципиальная схема резьбошлифовального станка модели 5822М

Для вращения шпинделя изделия применен бесступенчатый электродвигатель 9 постоянного тока (рис. 48). Станок имеет дифференциал, с помощью которого можно затыловать детали со спиральными канавками.

Главное движение (вращение абразивного инструмента) осуществляется от электродвигателя 6 через ременную передачу со сменными шкивами 7 и 8. Круговая подача (вращение заготовки) производится электродвигателем 9 через ременную передачу со шкивами 10 и 11 и червячную пару Z_{12}/Z_{13} . Продольная подача стола с заготовкой осуществляется от шпинделя I через зубчатые колеса Z_{14}/Z_{15} или Z_{16}/Z_{17} , муфту 1, сменные колеса гитары подач a/b , c/d и ходовой винт 34.

Передаточное отношение гитары подач подсчитывают, как и для винторезных цепей, по формуле

$$\frac{a c}{b d} = C \frac{k t_{\text{н}}}{t_{\text{в}}},$$

где k – число заходов резьбы; C – постоянная цепи ($C = 4$ или 1); $t_{\text{н}}$ – шаг шлифуемой резьбы; $t_{\text{в}}$ – шаг ходового винта.

Поперечное перемещение шлифовальной бабки 5 осуществляется вручную маховичком 37 через колеса Z_{40}/Z_{41} или Z_{42}/Z_{43} на ходовой винт 66 или механически от электродвигателя 3 через зубчатые колеса Z_{52}/Z_{53} , червячную пару Z_{54}/Z_{55} , колеса Z_{62}/Z_{63} , храповой механизм 65 и 64 и колеса $(Z_{60}/Z_{61}) \times (Z_{56}/Z_{57}) \times (Z_{57}/Z_{56})$ на ходовой винт 66.

Станок снабжен специальным механизмом, позволяющим затыловать зубья инструмента с прямыми и винтовыми канавками. При затыловании инструмента с прямыми канавками настраивается только гитара затылования (a_2/b_2), а при винтовых канавках настраиваются две гитары: дифференциала (a_1/b_1 , c_1/d_1) и затылования (a_2/b_2).

Цепь перемещения шлифовальной бабки при затыловании началась от шпинделя изделия и далее через червячную пару Z_{13}/Z_{12} , зубчатые колеса Z_{18}/Z_{19} , дифференциал 20, сменные колеса a_2/b_2 , зубчатые колеса Z_{21}/Z_{22} , вал II, коническую пару Z_{23}/Z_{24} , колеса Z_{25}/Z_{26} , кулачок 27, рычаг 28 и винтовую пару Z_{29}/Z_{66} передает движение бабке 5 с абразивным инструментом.

$$Z_K = 1 \text{ об. изд.} \frac{36}{2} \frac{30}{45} \frac{32}{32} \frac{32}{32} \frac{a_2}{b_2} \frac{20}{20} \frac{35}{35} \frac{26}{26}.$$

Число зубьев сменных колес гитары затылования подсчитывают по формуле

$$\frac{a_2}{b_2} = \frac{c_3}{z_K},$$

где z_K – число канавок; c_3 – постоянная цепи.

Цепь дополнительного поворота при затыловании инструмента с винтовыми канавками идет от шпинделя изделий *I* через зубчатые колеса Z_{14}/Z_{15} или Z_{16}/Z_{17} , сменные колеса гитары дифференциала a_1/b_1 , c_1/d_1 , червячную пару Z_{30}/Z_{31} и далее по предыдущей цепи:

$$\frac{S}{t_H} = 1 \text{ об. изд.} \frac{96}{24} \left(\text{или} \frac{60}{30} \right) \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{2}{30} \frac{20}{20} \frac{35}{35} \frac{26}{26}.$$

В этом случае передаточное отношение гитары дифференциала подсчитывают по формуле

$$\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{C_d t_H}{s},$$

где $s = \pi D_{cp} C \cdot \text{tg } \beta$; D_{cp} – средний диаметр затылуемого инструмента, мм; β – угол наклона спирали; t_H – шаг шлифуемой резьбы, мм; C_d – постоянная цепи.

Скорость поперечной подачи определяется как

$$S_{\text{поп}} = 1 \text{ об. изд.} \cdot Z \cdot R \cdot \frac{A}{B},$$

где Z – число оборотов кулачка за 1 об. изд.; R – величина подъема кривой, профилирующей кулачок 27, при повороте его на 1 об, мм; $\frac{A}{B}$ – отношение плеч рычага 28.

Быстрый отвод шлифовальной бабки производится с помощью рукоятки 36. Передача Z_{38}/Z_{39} служит для микроподачи. В станке имеется корректирующее устройство для компенсации погрешностей шага ходового винта 34. Устройство имеет поворотную линейку 32, связан-

ную через ролик 33 и рычаг 67 с гайкой 35 ходового винта. Линейка 44, установленная на станине 4, служит для шлифования конусов.

Механизм для правки абразивного инструмента приводится в движение от электродвигателя МЗ по кинематической цепи

$$\frac{Z_{45} a_3 Z_{47} Z_{49} Z_{51}}{Z_{46} b_3 Z_{48} Z_{50} Z_{51}}$$

Резьбофрезерный станок модели 5Б63

Станок предназначен для фрезерования коротких наружных и внутренних резьб гребенчатыми фрезами в условиях крупносерийного и массового производства.

Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм	450
Наибольшее расстояние между торцами шпинделей, мм.....	400
Максимальный наружный диаметр фрезеруемой резьбы, мм.....	80
Частота вращения шпинделя фрезерной головки, мин ⁻¹	160 ÷ 2500

Фреза, установленная в шпинделе XXI (рис. 49) фрезерной головки В, получает главное вращательное движение. Каретка фрезерной головки перемещается по горизонтальным направляющим станины А. Заготовке, закрепленной в патроне бабки изделия Б, сообщается круговая подача. Фрезерная головка имеет поперечную подачу для врезания в направлении к заготовке.

Цикл работы станка – полуавтоматический. В цикл входит быстрое продольное перемещение каретки к заготовке от двигателя МЗ; медленное ее перемещение от того же двигателя при подходе упора 3 каретки к копиру 1; продольное перемещение каретки от копира 1 на шаг нарезаемой резьбы и одновременное врезание фрезы в заготовку на глубину резьбы от копира 2; нарезание полной глубины резьбы; отвод фрезы (копирами) от заготовки в поперечном и продольном направлениях; быстрое возвращение каретки в исходное положение; останов станка. Цикл обработки осуществляется за один оборот копиров 1 и 2. Все автоматические переключения осуществляются с помощью кулачков и конечных выключателей.

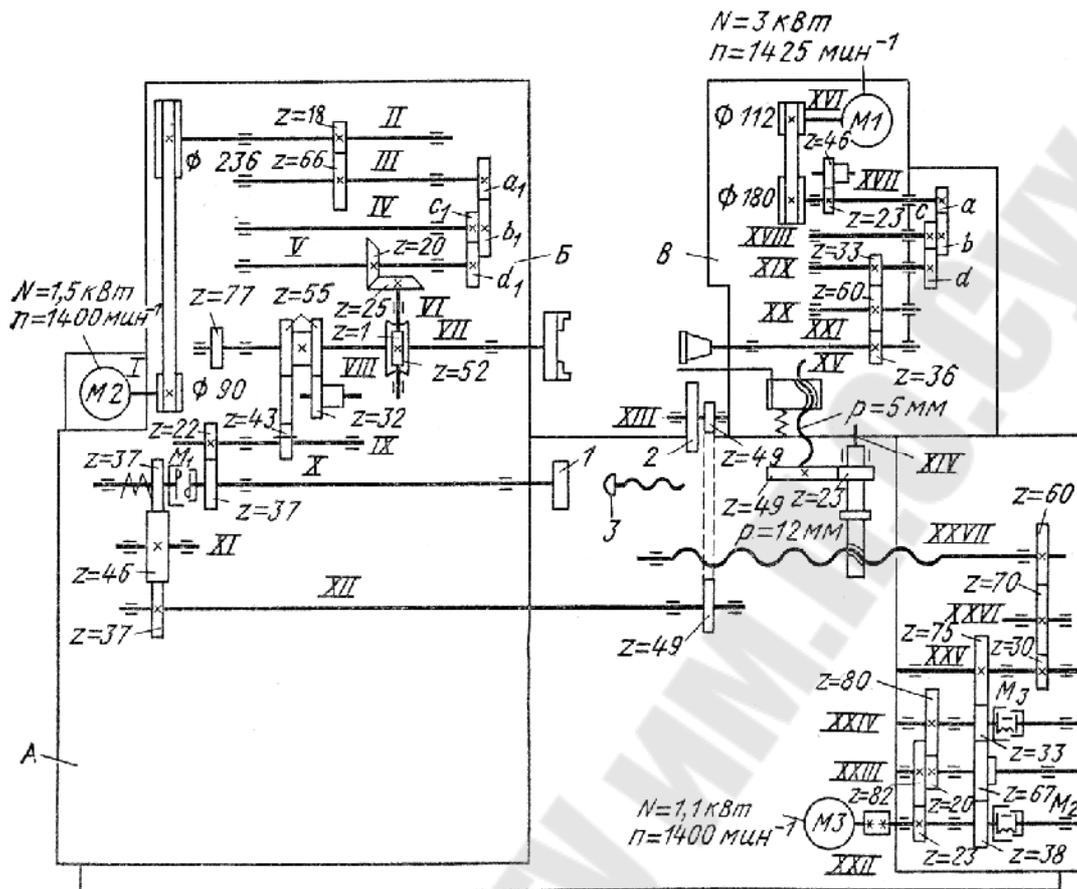


Рис. 49. Принципиальная кинематическая схема резьбофрезерного станка модели 5Б63

Кинематическая схема станка. Главное движение сообщается шпинделю фрезы от электродвигателя $M1$ через клиноременную передачу $\frac{112}{180}$, гитару сменных зубчатых колес $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$ и зубчатую передачу $\frac{33}{60} \frac{60}{36}$. Уравнение кинематического баланса главного движения:

$$n_{\phi} = 1425 \frac{112}{180} 0,985 \frac{a}{b} \frac{c}{d} \frac{33}{60} \frac{60}{36}, \text{ об/мин,}$$

откуда

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \frac{n_{\phi}}{800,6}.$$

Зубчатое колесо $z = 23$ на валу $XVII$ приводит в действие насос для подачи смазочного материала.

Круговая подача детали осуществляется от электродвигателя $M2$ через клиноременную передачу, зубчатую пару, гитару сменных зубчатых колес, коническую передачу и червячную пару.

Уравнение кинематического баланса вращения шпинделя (обрабатываемой заготовки):

$$n_{\text{шп.заг}} = 1400 \frac{90}{236} 0,985 \frac{18}{66} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{20}{25} \frac{1}{52}, \text{ об/мин,}$$

откуда

$$\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{n_{\text{шп.заг}}}{2,2}.$$

Изменение направления вращения шпинделя заготовки осуществляется реверсированием электродвигателя.

Копиры продольного 1 и поперечного 2 перемещений фрезерной головки получают вращения от шпинделя заготовки.

За один оборот копиров заготовка совершает 1,31 оборота:

$$S_{\text{пр.под}} = 1_{\text{об.шп}} \frac{55}{43} \frac{22}{37} R_1;$$

$$S_{\text{поп.под}} = 1_{\text{об.шп}} \frac{55}{43} \frac{22}{37} M_1 \frac{37}{46} \frac{46}{37} \frac{49}{49} R_2,$$

где R_1 и R_2 – величины подъема кривой, профилирующей кулачок продольной и поперечной подачи соответственно, мм.

Полный оборот заготовки необходим для формирования полного профиля резьбы, а 0,31 оборота для врезания фрезы в заготовку. Продольный копир – сменный; он осуществляет перемещение фрезерной головки на шаг нарезаемой резьбы при неподвижном ходовом винте $XXVII$. Вал копира 1 отключается от приводной цепи муфтой M_1 и электромагнитом при возвращении копира в исходное положение (один оборот копира). При реверсе вала шпинделя VII вал X постоянно вращается в одну и ту же сторону вследствие переключения паразитного колеса $z = 32$ на валу $VIII$. Копир 2 поперечного перемещения для определенного диапазона шагов резьб – сменный открытого типа. Рабочее перемещение каретки на глубину нарезаемой резьбы осуществляется от копира 2 через рычаг, а ее установочное перемещение – от винта XV с шагом $p = 5$ мм.

Ускоренные подвод и отвод фрезерной головки осуществляются от асинхронного электродвигателя M_3 . Быстрое перемещение фрезерная головка получает от ходового винта XXVII при включении электромагнитной муфты M_2 по следующей кинематической цепи:

$$v = 1400 \frac{38}{67} \frac{67}{33} \frac{33}{75} \frac{30}{70} \frac{70}{60} \frac{12}{1000} = 4 \text{ м/мин.}$$

При подходе копира 1 к упору 3 включается муфта M_3 и выключается муфта M_2 . Каретка фрезерной головки получает замедленное перемещение:

$$v = 1400 \frac{23}{82} \frac{20}{80} \frac{33}{75} \frac{30}{70} \frac{70}{60} \frac{12}{1000} = 0,26 \text{ м/мин.}$$

ТОКАРНО-ЗАТЫЛОВОЧНЫЕ СТАНКИ

Для придания задней поверхности зубьев режущих инструментов (особенно фасонного) криволинейной формы (обычно спирали Архимеда) применяют затылование на токарно-затыловочных станках. Затылуют чаще всего фрезы. Процесс затылования заключается в том, что фрезу с предварительно профрезерованными стружечными канавками закрепляют на станке. Фреза совершает вращательное движение. Для сообщения резцу возвратно-поступательного движения в поперечном направлении применяют кулачки специального профиля (чаще всего контур кулачка очерчивается по архимедовой спирали). Кулачки делают сменными, с различным шагом спирали в соответствии с величиной падения затылка зуба фрезы. На рис. 50 показан сменный кулачок затыловочного станка. Участок abc на кривой кулачка создает движение формообразования (в это время резец движется на затылуемую фрезу), а участок ca – вспомогательное движение (на этом участке резец быстро отводится назад).

На кулачке располагают либо одну рабочую кривую abc , либо несколько участков кривых (до четырех) для рабочих и вспомогательных ходов резца, если необходимо уменьшить частоту вращения кулачка. Кулачки устанавливают в специальном суппорте (рис. 50). Подвижная часть суппорта 1 с пальцем 2 прижимается к кулачку 3 пружиной 4. Движение подвижной части суппорта 1 вперед происходит под действием рабочей кривой вращающегося кулачка, а возврат в исходное положение – по кривой кулачка для вспомогательных движений под действием пружины 4.

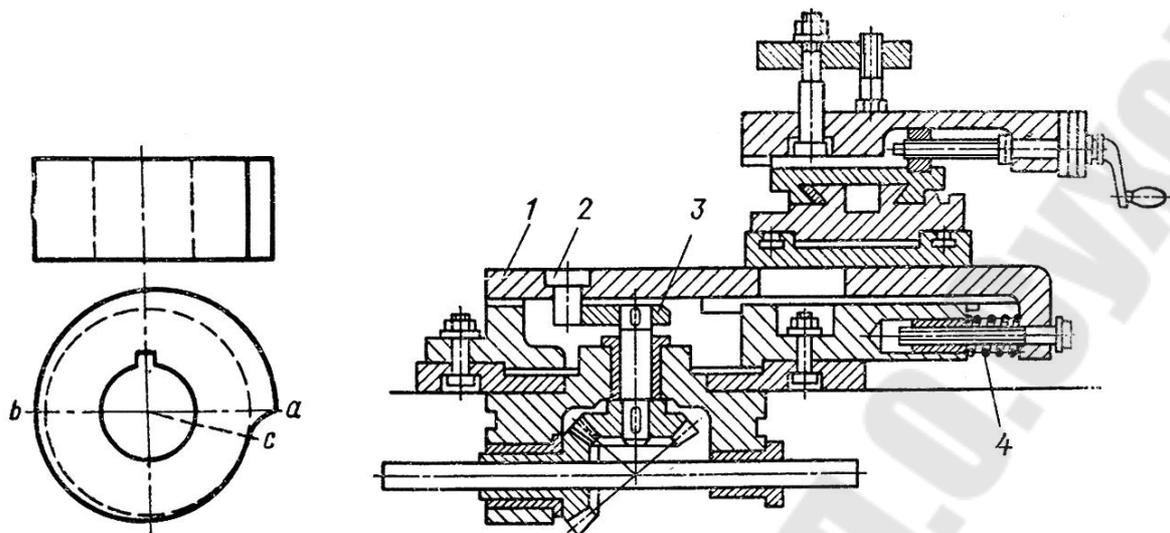


Рис. 50. Эскиз сменного кулачка и суппорта токарно-затыловочного станка

В зависимости от вида затылуемого инструмента и характера затылования существуют различные схемы движений инструмента и заготовки при затыловании.

Затылование дисковых фасонных фрез происходит при непрерывном и равномерном вращении фрезы и непрерывно повторяющемся возвратно-поступательном движении резца в поперечном направлении (рис. 51, а). Во время поворота фрезы на угол, соответствующий дуге ab , резец движется на фрезу и снимает припуск. Затем резец быстро отводится назад и когда фреза повернется на угол, соответствующий дуге bc , он займет исходное положение для снятия припуска у очередного зуба фрезы. После каждого оборота заготовки резцу сообщают поперечную подачу. Резец имеет фасонный профиль, соответствующий профилю зубьев затылуемой фрезы.

Расчетные перемещения конечных звеньев станка при затыловании дисковой фрезы, имеющей z зубьев:

$$n \text{ мин}^{-1} \text{ электродвигателя} \rightarrow n \text{ мин}^{-1} \text{ шпинделя}$$

$$1 \text{ об. шпинделя} \rightarrow z \text{ двойных ходов резца} \rightarrow z \text{ об. кулачка.}$$

При *затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками* на станке осуществляются следующие движения: равномерное вращение фрезы, непрерывно повторяющееся возвратно-поступательное движение резца в поперечном направлении, равномерное продольное перемещение инструмента параллельно оси заготовки. Первые два движения обеспечивают получение профиля зубьев фрезы, третье движение является движением продольной подачи.

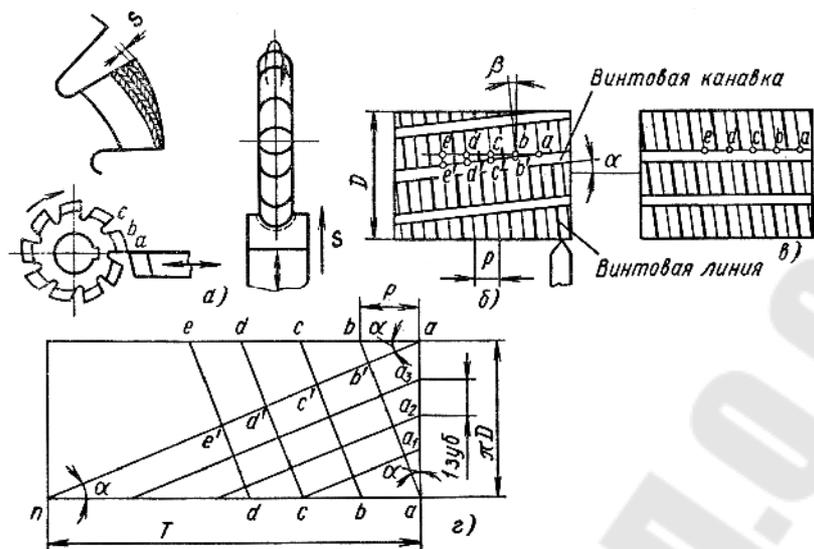


Рис. 51. Схемы затылования фрез

Расчетные перемещения конечных звеньев при затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow S$ мм продольного перемещения резца.

При затыловании метчиков с прямыми канавками величина продольной подачи соответствует шагу P резьбы затылуемого инструмента. Расчетные перемещения для этого случая:

$n \text{ мин}^{-1}$ электродвигателя $\rightarrow n \text{ мин}^{-1}$ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow P$ мм продольного перемещения резца.

При затыловании червячных фрез с винтовыми канавками на станке осуществляются следующие движения: равномерное вращение фрезы; равномерное продольное перемещение инструмента параллельно оси заготовки, соответствующее шагу P винтовой линии резьбы фрезы; непрерывно повторяющееся возвратно-поступательное движение резца в поперечном направлении. Все три движения связаны между собой. На рис. 51, б показана червячная фреза с винтовыми канавками: D – диаметр начальной окружности фрезы; P – шаг резьбы; β – угол подъема винтовой канавки; α – угол наклона винтовой канавки. Если бы фреза имела прямые канавки (рис. 51, в), то при затыловании было бы необходимо, чтобы после каждого оборота фрезы

резец перемещался в продольном направлении на шаг винтовой линии P и сделав z двойных ходов за один оборот фрезы, оказывался в точках пересечения винтовой линии резьбы фрезы с канавкой, т. е. в точках a, b, c, d, e и т. д. При обработке фрезы с винтовыми канавками резец в течение каждого оборота фрезы, по-прежнему смещаясь в продольном направлении на шаг P , должен делать отличное от z число двойных ходов. Это вызвано тем, что положение резца в точках a, b, c, d, e и так далее не соответствует началу затылования очередных зубьев (точки a', b', c', d', e' и т. д.). Следовательно, расчетные перемещения для затылования червячной фрезы с винтовыми канавками должны отличаться от расчетных перемещений инструмента с прямыми канавками.

На рис 51, z показана развертка условной червячной фрезы, длина которой равна шагу T винтовой канавки (an – развертка винтовой канавки фрезы, aa – развертка начальной окружности фрезы, на которой размещено z зубьев). Точками a, a_1, a_2, a_3 на торце фрезы обозначены начала винтовых канавок, разделяющих зубья. На длине одного витка резьбы фрезы (отрезок ab) размещено больше чем z зубьев, на отрезке ab' – z зубьев и на отрезке $b'b$ – Δz зубьев. Следовательно, резец за каждый оборот фрезы, проходя один виток резьбы фрезы (отрезки ab, bc, cd, de и т. д.), должен будет сделать $(z + \Delta z)$ двойных ходов.

Число зубьев, которые размещены на отрезке $b'b$:

$$\Delta z = \frac{bb'}{ab'/z} = \frac{Pz \operatorname{tg} \alpha}{\pi D \cos \alpha / z} = Pz \operatorname{tg} \alpha / \pi D.$$

Учитывая, что $\operatorname{tg} \alpha = \pi D / T$, $\Delta z = zP / T$.

Таким образом, за один оборот фрезы резец должен сделать $(z + zP/T) = z(1 + P/T)$ двойных ходов.

Основные расчетные перемещения при затыловании червячной фрезы с винтовыми канавками:

n мин⁻¹ электродвигателя → n мин⁻¹ шпинделя;

1 об. фрезы → $z(1 + P/T)$ об. кулачка;

1 об. фрезы → P мм продольного перемещения резца.

Расчетные перемещения при затыловании цилиндрических фрез с винтовыми канавками:

n мин⁻¹ электродвигателя → n мин⁻¹ шпинделя;

1 об. фрезы $\rightarrow z (1 + P/T)$ об. кулачка;

1 об. фрезы $\rightarrow S$ мм продольного перемещения резца.

Универсальный токарно-затыловочный станок 1Б811

На станке, приведенном на рис. 52, производят затылование одно- и многозаходных червячных модульных фрез, а также гребенчатых, дисковых и фасонных фрез и инструментов с прямыми, косыми или торцовыми зубьями. На этом станке можно выполнять также все виды токарных работ. Особенности станка являются: специальная конструкция суппорта, позволяющего осуществлять затыловочные движения; наличие кинематических цепей делительного движения и дополнительного вращения кулачка, отсутствующих у токарно-винторезных станков. Кроме того, у станка 1Б811 имеются дополнительные устройства, обеспечивающие его работу по полуавтоматическому циклу.

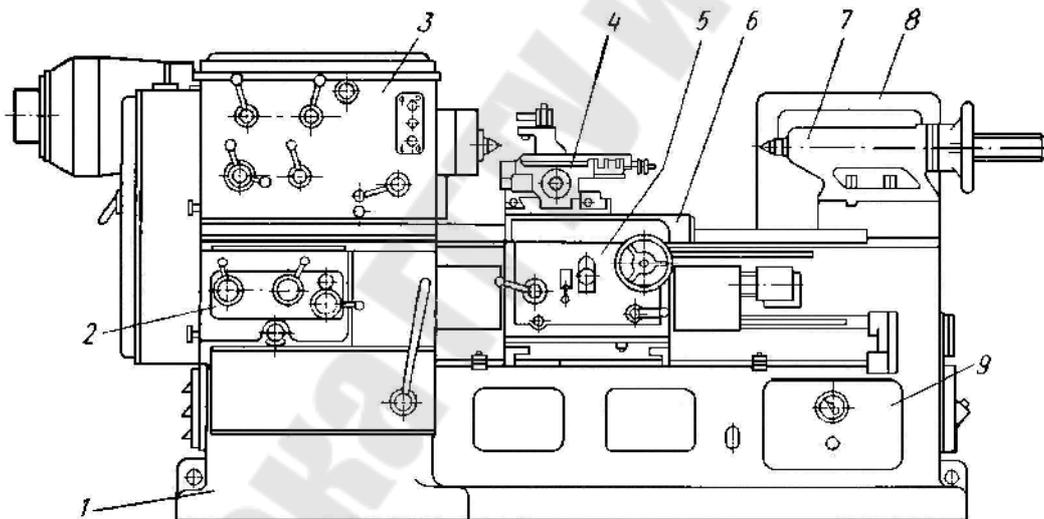


Рис. 52. Эскиз общего вида

универсального токарно-затыловочного станка модели 1Б811:

- 1 – станина; 2 – коробка подач; 3 – передняя бабка с коробкой скоростей;
4 – суппорт; 5 – фартук; 6 – каретка; 7 – задняя бабка; 8 – электрошкаф;
9 – гидропривод

Техническая характеристика станка

Высота центров, мм.....	260
Расстояние между центрами, мм.....	710
Максимальный диаметр затылуемых деталей, мм:	
над станиной.....	520
над нижней частью суппорта.....	240

Наименьший и наибольший шаги нарезаемой и затылуемой резьб:	
метрической, мм.....	0,5 ÷ 240
дюймовой, число ниток на 1"	3/16 ÷ 10"
Наибольшая глубина затылования, мм	18
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ :	
при прямом вращении.....	2,8 ÷ 63
при обратном вращении.....	8,1 ÷ 192
Подача, мм/об.....	0,1 ÷ 1
Наибольшая длина затылования, мм.....	550

Принцип работы. Затылуемый инструмент закрепляют на оправке в центрах станка. Режущий инструмент устанавливают в затыловочном суппорте, которому сообщается возвратно-поступательное движение в направлении, перпендикулярном к оси центров (затыловочное движение, согласованное с вращением заготовки), и продольное перемещение по направляющим станины.

При затыловании цилиндрических фрез продольное перемещение суппорту сообщается от ходового вала, а при затыловании червячных фрез – от ходового винта. При затыловании дисковых фрез продольное перемещение суппорта отсутствует.

Кинематическая схема станка. Движение шпинделю станка передается от двухскоростного электродвигателя ($N = 3,0/4,5$ кВт; $n = 700/1400$ мин⁻¹) через коробку скоростей (рис. 53). При рабочем ходе частота вращения электродвигателя 700 мин⁻¹, а при обратном – 1400 мин⁻¹. Коробка скоростей позволяет получить 12 прямых и 12 обратных значений частот вращения шпинделя. Включение любой из ступеней скорости вращения шпинделя производится переключением блоков, расположенных на валах II, IV и V коробки.

Уравнение кинематического баланса при рабочем ходе, об/мин:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} \frac{25}{56} \frac{22}{46} \left(\text{или } \frac{34}{34}, \text{ или } \frac{28}{40} \right) \frac{24}{68} \left(\text{или } \frac{46}{46} \right) \frac{45}{54} \frac{20}{80} \left(\text{или } \frac{50}{50} \right) \frac{24}{96}.$$

Продольная подача суппорта от ходового вала осуществляется при выключенной гайке ходового винта и включенной муфте M_5 .

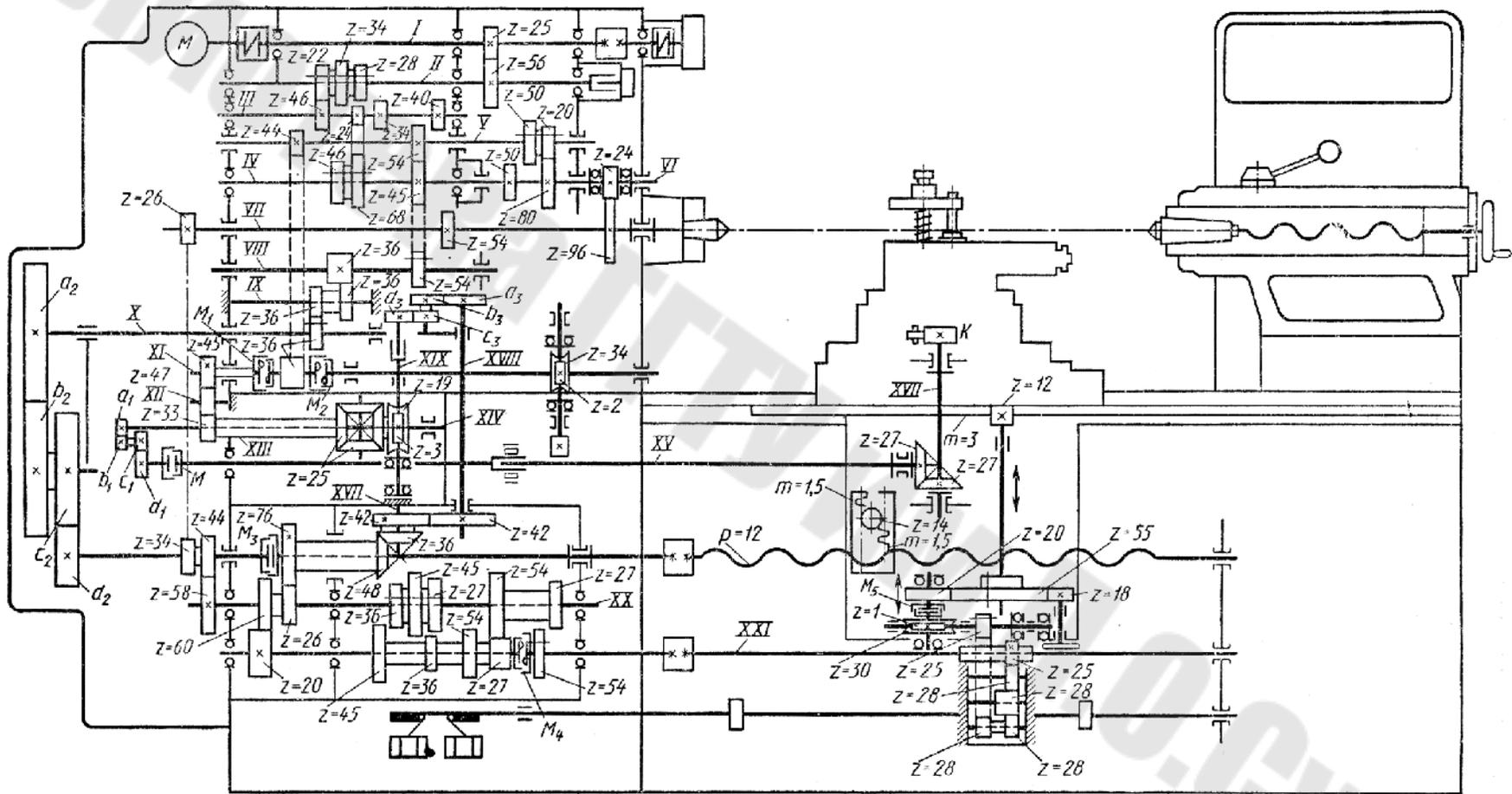


Рис. 53. Кинематическая схема универсального токарно-затыловочного станка 1Б811

Уравнение кинематического баланса:

$$S = 1_{\text{об.шп}} \frac{26}{34} \frac{44}{58} \frac{27}{54} \left(\text{или } \frac{36}{45}, \text{ или } \frac{45}{36} \right) \frac{27}{54} \frac{27}{54} (M_4) \times \\ \times \frac{25}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{25} \frac{1}{30} (M_5) \frac{20}{55} \pi 12 \cdot 3, \text{ мм/об.}$$

От коробки подач вращение может передаваться на ходовой вал, ходовой винт и сменные зубчатые колеса гитары дифференциала. Цепь продольной подачи от ходового вала используют при затыловании цилиндрических фрез с прямыми и винтовыми зубьями.

Продольное перемещение суппорта от ходового винта осуществляется при затыловании зубьев червячных фрез или метчиков. В этом случае необходимо, чтобы за один оборот шпинделя резец, участвующий в сложном движении формообразования винтовой поверхности на цилиндре, переместился на шаг P резьбы фрезы.

Расчетные перемещения конечных звеньев винторезной цепи станка:

1 об. шпинделя $\rightarrow S = P$ мм продольного перемещения резца.

Уравнение кинематического баланса винторезной цепи:

$$P = 1 \text{ об. шп.} = \frac{54}{54} \left(\text{или } \frac{96}{24} \frac{50}{50} \frac{54}{54}; \text{ или } \frac{96}{24} \frac{80}{20} \frac{54}{54} \right) \frac{36}{36} \frac{36}{36} \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} 12, \text{ мм/об,}$$

откуда формула настройки винторезной гитары будет иметь вид:

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{12} \text{ или } \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{48} \text{ или } \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{P}{192}.$$

Для дюймовой резьбы $P = 25,4/k$,

где k – число ниток на дюйм резьбы, т. е.

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{25,4}{12k}.$$

Наладка станка. При затыловании дисковых фрез шпинделю сообщается вращательное движение, а резцу – возвратно-поступательное в поперечном направлении. Расчетные перемещения:

n мин⁻¹ электродвигателя $\rightarrow n$ мин⁻¹ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow z$ об. кулачка;

где z – число зубьев затылуемой фрезы.

Уравнение кинематического баланса цепи деления:

$$z = 1_{\text{об.шп}} \frac{96}{24} \frac{80}{20} \left(\text{или} \frac{50}{50} \right) \frac{44}{36} (M_4) \frac{45}{33} \frac{25}{25} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{27}{27},$$

откуда $\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{3z}{40}$ или $\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{3z}{10}$.

Храповая муфта M предназначена для выключения вращения кулачка K при быстром обратном ходе продольного суппорта и для останова кулачка при отведенном положении затыловочного суппорта.

При затыловании цилиндрических фрез с прямыми канавками расчетные перемещения конечных звеньев:

n мин⁻¹ электродвигателя → n мин⁻¹ шпинделя;

1 об. шпинделя → z об. кулачка;

1 об. шпинделя → S мм продольного перемещения резца.

Наладку главного движения и движения цепи деления производят аналогично наладке при затыловании дисковых фрез. Продольная подача инструмента осуществляется от ходового вала.

При затыловании цилиндрических фрез с винтовыми канавками расчетные перемещения конечных звеньев:

n мин⁻¹ электродвигателя → n мин⁻¹ шпинделя;

1 об. шпинделя → $(z + zS/T)$ об. кулачка;

1 об. шпинделя → S мм продольного перемещения резца.

В этом случае необходимо выполнить все наладочные расчеты, как при наладке на затылование цилиндрических фрез с прямыми канавками, так и дополнительно произвести наладку цепи дифференциала, т. е. сообщить кулачку дополнительное вращение. Это осуществляется от ходового вала или ходового винта через

сменные колеса гитары дифференциала $\frac{a_3}{b_3} \frac{c_3}{d_3}$. Расчет при наладке

станка на дополнительное вращение кулачка ведется из условия, что при воображаемом перемещении суппорта на шаг винтовой канавки T кулачок совершает дополнительно $\pm z$ оборотов. Знак «плюс» соответствует увеличению числа двойных ходов резца, знак «минус» — уменьшению этого числа. При правом направлении винтовых линий червячной фрезы берут знак «минус», при левом — знак «плюс». Иначе говоря, необходимо, чтобы за один оборот шпинделя (заготовки)

кулачок дополнительно получил zS/T оборотов при подаче от ходового вала или zP/T оборотов при подаче от ходового винта. Для этого в станке предусмотрена цепь дифференциала.

Затылование цилиндрических фрез с винтовыми канавками производят при выключенной муфте M_3 и включенной муфте M_5 ; при этом продольная подача суппорта происходит с помощью ходового вала. Учитывая, что один оборот шпинделя при этом соответствует S мм продольного перемещения суппорта с резцом, расчетные перемещения цепи дифференциала будут иметь вид:

S мм продольного перемещения суппорта $\rightarrow zS/T$ оборотов кулачка.

Уравнение кинематического баланса цепи дифференциала для этого случая:

$$z \frac{S}{T} = \frac{S}{\pi \cdot 12 \cdot 3} \cdot \frac{55}{20} \frac{30}{1} \frac{25}{28} \frac{28}{28} \frac{28}{25} \frac{20}{60} \frac{26}{76} \frac{48}{36} \frac{42}{42} \frac{a_3}{b_3} \frac{c_3}{d_3} \frac{3}{19} \frac{1}{2} \frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} \frac{27}{27},$$

так как $\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1} = \frac{3z}{10}$, то $\frac{a_3}{b_3} \frac{c_3}{d_3} \approx \frac{380}{T}$.

При затыловании червячных фрез с винтовыми канавками расчетные перемещения конечных звеньев:

n мин⁻¹ электродвигателя $\rightarrow n$ мин⁻¹ шпинделя;

1 об. шпинделя $\rightarrow (z + zP/T)$ об. кулачка;

1 об. шпинделя $\rightarrow P$ мм продольного перемещения резца.

Наладка цепи главного движения и цепи деления аналогична описанной выше. Продольная подача инструменту сообщается от ходового винта, от него же осуществляется дополнительное вращение кулачку. В этом случае муфта M_3 выключена, и движение от ходового винта передается кулачку K через конические колеса 48/36, цилиндрическую зубчатую передачу 42/42, сменные зубчатые колеса $\frac{a_3}{b_3} \frac{c_3}{d_3}$, червячную передачу 3/19, дифференциал, гитару

деления $\frac{a_1}{b_1} \frac{c_1}{d_1}$ и коническую пару колес 27/27.

Расчетные перемещения цепи дифференциала при затыловании червячных фрез:

1 об. шпинделя $\rightarrow zP/T$ об. кулачка.

Уравнение кинематического баланса цепи дополнительного вращения кулачка (цепи дифференциала):

$$\frac{zP}{T} = 1_{\text{об.шп}} \frac{54 \ 36 \ 36 \ a_2 \ c_2 \ 48 \ 42 \ a_3 \ c_3 \ 3 \ 1 \ a_1 \ c_1 \ 27}{54 \ 36 \ 36 \ b_2 \ d_2 \ 36 \ 42 \ b_3 \ d_3 \ 19 \ 2 \ b_1 \ d_1 \ 27}.$$

Так как $\frac{a_2 \ c_2}{b_2 \ d_2} = \frac{P}{12}$ и $\frac{a_1 \ c_1}{b_1 \ d_1} = \frac{3z}{10}$, то $\frac{a_3 \ c_3}{b_3 \ d_3} = \frac{380}{T}$, а при работе с перебором $i_{\text{пер}} = \frac{1 \ a_3 \ c_3}{16 \ b_3 \ d_3} = \frac{1520}{T}$.

КООРДИНАТНО-РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ

Во избежание температурных влияний окружающей среды на точность работы эти станки необходимо устанавливать в изолированном помещении, где поддерживается температура 20 °С.

Основной особенностью одностоечного координатно-расточного станка 2А450 (рис. 54) является то, что он оборудован оптическими устройствами, позволяющими отсчитывать целую и дробную части размера. Поэтому точность отсчета перемещений стола не зависит от механизмов, перемещающих стол, и не нарушается даже при изнашивании этих механизмов. В условиях нормальной эксплуатации станок обеспечивает точность установки межцентровых расстояний в прямоугольной системе координат 0,001 мм, в полярной системе – 5 угл. с.

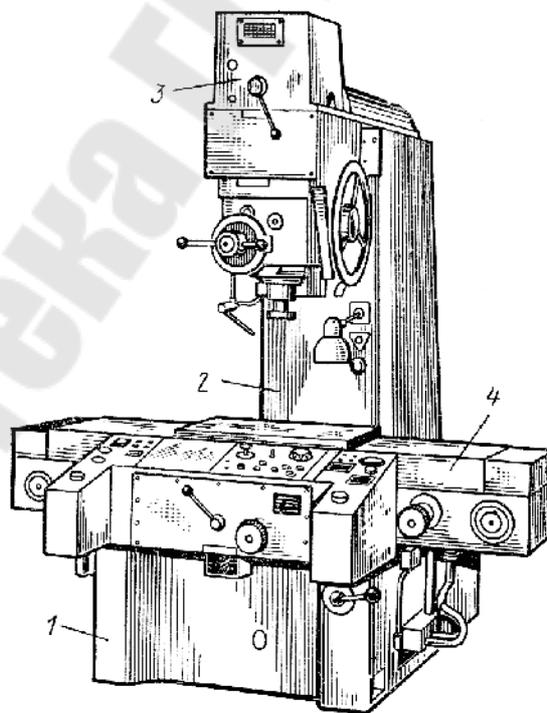


Рис. 54. Общий вид координатно-расточного станка:
1 – станина; 2 – стойка; 3 – шпиндельная бабка; 4 – стол

Координаты отсчитывают с помощью точных масштабных зеркальных валиков и оптических приборов. Зеркальные валики представляют собой стержни из коррозионно-стойкой стали, на которых нанесены тонкие винтовые риски с точным шагом. Поверхность валиков доведена до зеркального блеска. Координаты устанавливают по точным шкалам при наблюдении через специальные микроскопы. Зеркальный валик размещают на столе станка и перемещают вместе с ним. На рис. 55 показана схема хода лучей при наблюдении продольно расположенного размера. От осветительного элемента 3 на поверхность валика 2 направляется пучок света, который отражается от валика и, проходя через ряд призм и линз, попадает в микроскоп 1. В микроскоп видна освещенная поверхность валика и риска 5. Риска может быть в положениях s_1 , s_2 или s_3 . Для правильного отсчета положений стола его надо передвигать до тех пор, пока риска 5 не расположится точно между двумя неподвижными линиями 4 визира (эти линии нанесены на тонкую стеклянную пластинку). Следовательно, если риска 5 видна в положениях s_1 , или s_2 , то стол нужно сдвинуть так, чтобы риска заняла положение s_2 .

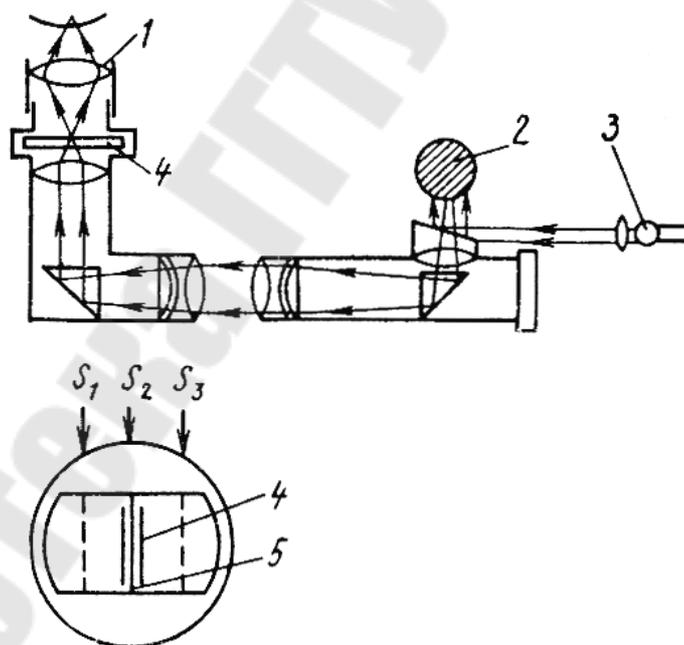


Рис. 55. Оптическая система для отсчета положения стола

Перемещения измеряют с помощью шкал зеркальных валиков. Перемещения, равные целым миллиметрам, отсчитывают по масштабным линейкам с миллиметровыми делениями. Перемещения, составляющие доли миллиметров, отсчитывают по лимбам, закреплен-

ным на валиках со шкалами. Точность отсчетов зависит от точности шага рисок масштабного валика.

Сущность индуктивного метода отсчета координат, который применяют на некоторых координатно-расточных станках, состоит в следующем. На станке имеется индуктивный винтовой механизм (рис. 56), который содержит винт-якорь 5 и датчик, состоящий из проходных гаек 1 и 2 с шагом 5 мм. Шаг винта-якоря также равен 5 мм. Датчик прикреплен к столу и перемещается вместе с ним. Гайки являются сердечниками, на которые намотаны катушки, создающие в гайках магнитный поток при прохождении тока. Между наружной поверхностью винта и внутренней поверхностью гайки имеется радиальный зазор $0,3 \div 0,4$ мм.

Каждая из гаек-сердечников смещена относительно другой на полшага. Суммарные воздушные зазоры между торцами витков гаек 1 и 2 и винта-якоря 5 будут равны и минимальны лишь в одном относительном положении. Это положение повторяется на каждом шаге винта-якоря. Во всех других случаях при перемещении в пределах шага увеличение зазоров в одном полудатчике сопровождается уменьшением их в другом. Это приводит к изменению силы тока в цепи электроиндикатора (микроамперметра со шкалой ± 100 мкА). Когда зазоры в обоих полудатчиках равны, сила тока в цепи электроиндикатора будет равна нулю. Таким образом, при перемещении датчика вместе со столом относительно винта будет фиксироваться точное положение стола через каждые 5 мм.

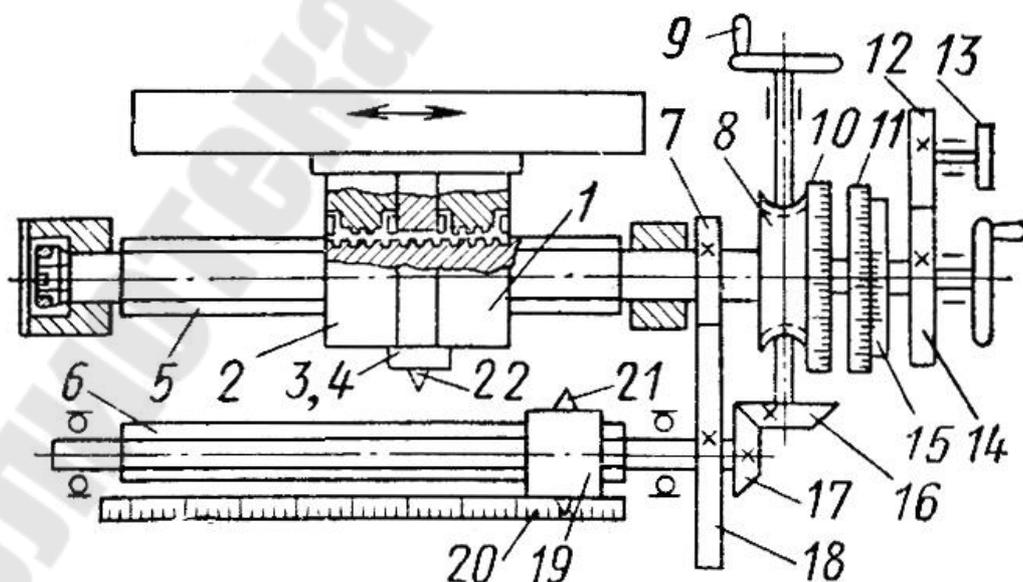


Рис. 56. Эскиз индуктивного винтового механизма

Установка точного положения стола в пределах меньше 5 мм (до 0,001 мм) достигается следующим образом. При наборе координат винт-якорь 5 поворачивают вокруг оси маховичком 9 через конические колеса Z_{16}/Z_{17} и цилиндрическую передачу Z_{18}/Z_7 . Величину поворота винта-якоря наблюдают по лимбу. Затем при работе станка, когда стол движется, датчик точно фиксирует нулевое положение.

Таким образом, создается непрерывная индуктивная шкала отсчета координат. Учитывая, что датчик при движении со столом фиксирует каждый шаг винта-якоря, т. е. каждые 5 мм, необходимо, чтобы электроиндикатор включался только перед требуемым витком. Для этого служит передвижной упор 21, который устанавливают при наборе координат в соответствии с требуемым размером напротив заданного витка винта-якоря. Упор 21 закреплен на гайке 19, находящейся на вспомогательном винте 6. Винт 6 вращается от маховичка 9 через конические колеса Z_{16}/Z_{17} .

На датчике закреплены два микропереключателя 4 и 3, которые последовательно срабатывают при нажатии на упор 22 во время движения стола. Микропереключатель 4 за $2,5 \div 3$ мм до требуемой координаты выключает быстрый ход стола или салазок и одновременно включает медленную рабочую подачу. Микропереключатель 3 срабатывает за $0,8 \div 1,2$ мм до заданной координаты, подготавливая реле для подачи команды «Стоп» электродвигателю привода стола, а также включает электроиндикатор и его сигнальную лампочку. При достижении столом заданного размера датчик подает сигнал поляризованному реле, а от него через промежуточное реле – магнитному пускателю, отключающему электродвигатель привода подачи, и стол автоматически останавливается. Точность останова зависит от скорости движения стола и составляет $\pm 0,02$ мм.

Для наладки на требуемую координату служит лимб 10, приводимый во вращение маховичком 9 через червячную пару и показывающий величину в миллиметрах, лимб 11, указывающий доли миллиметров, и нониусный лимб 15, с помощью которого устанавливают тысячные доли миллиметров. Винт 5 и его лимбы точно устанавливают рукояткой 13 через зубчатые колеса 12 и 14.

После обработки первого базового отверстия лимб 11 устанавливают в нулевое положение. Отключают лимб 11 фрикционной муфтой. Лимб 10 связывается с червячным колесом 8 фрикционными пальцами, находящимися под воздействием пружин. Благодаря этому лимб можно также установить в нулевое положение. Положение стола определяют по линейке 20.

Для автоматического исправления ошибок отсчетного механизма (неточность шага и биение винта-якоря, неточность электрической системы механизма) имеется специальный корригирующий диск, который через рычажную систему в соответствии с заранее обнаруженными ошибками поворачивает нониусный лимб. Конструкция и принцип работы датчика для набора и установки поперечных координат аналогичны рассмотренным.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Электрофизические методы обработки деталей, основанные на различных процессах энергетического воздействия на твердое тело, получают в настоящее время большое распространение. Они позволяют обрабатывать заготовки из твердых сплавов, жаропрочных и других материалов, не поддающихся резанию. Характерными свойствами этих методов являются возможность обработки независимо от твердости, возможность копирования по всей поверхности заготовки при простом поступательном перемещении. Обработка детали производится практически без силового воздействия, а автоматизация процесса не вызывает трудностей.

На станках данной группы изготавливают сложные штампы, пресс-формы, фильеры и другие детали, в том числе имеющие малые размеры отверстий (до 0,05 мм).

Электроэрозионные станки

Электроэрозионная обработка основана на тепловом действии импульсных электрических разрядов, возбуждаемых между электрод-инструментом и обрабатываемой заготовкой. Метод основан на разрушении материала обрабатываемой детали при помощи прерывистых дуговых разрядов. При искровом разряде сфокусированный поток электронов, двигаясь с большой скоростью от одного электрода к другому, создает на поверхности электродов ударные волны сжатия. Возникшее в металле механическое напряжение распространяется по всем направлениям. Достигнув первоначальной поверхности, ударная волна отражается от нее и меняет знак на обратный, вследствие чего происходит выброс частиц металла в направлении, встречном направлению ударной волны сжатия. Электрод постепенно погружается в заготовку, копируя в ней свою форму.

В зависимости от вида применяемых разрядов эрозионные станки делятся на три вида, получившие широкое применение: электроискровые, электроимпульсные и анодно-механические.

Электроискровые станки

Основу электроискрового метода обработки металлов составляет процесс электроэрозии металлов. Сущность его заключается в том, что под воздействием коротких искровых разрядов, посылаемых источником электрического тока, металл разрушается. При обработке на электроискровом станке для прошивки отверстий (рис. 57, а) заготовку 2 погружают в бак с жидкостью и соединяют с положительным полюсом, выполняющим функции анода. Электрод (инструмент) 4, являющийся катодом, соединяют с отрицательным полюсом и укрепляют на ползуне 5, имеющем вертикальное перемещение по направляющим 6. Заготовка 2, стол 1, на котором ее закрепляют, корпус бака и станина станка электрически соединены между собой и заземлены, так что их электрический потенциал всегда равен нулю. Это необходимо для безопасности работы на станке.

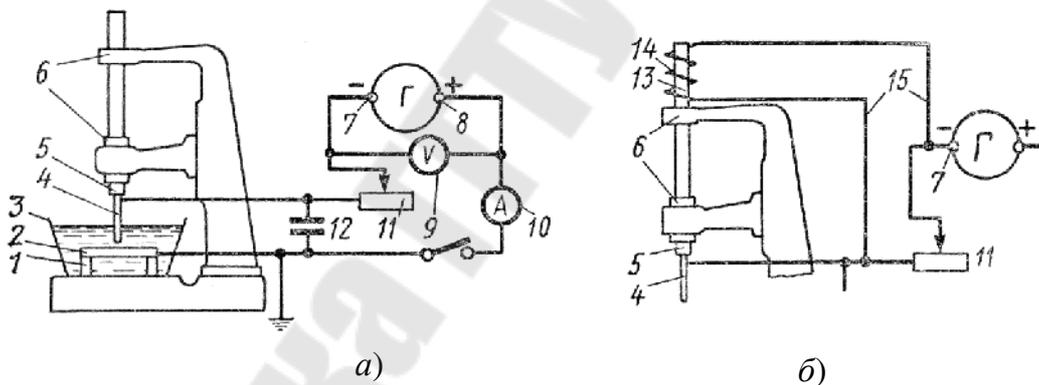


Рис. 57. Схемы электроискровых станков:

а – для электроискровой прошивки отверстия; б – соленоидный регулятор

Если, опустив ползун 5, прикоснуться электродом 4 к заготовке 2, то в электрической цепи пойдет электрический ток от отрицательной клеммы 7 генератора Г к положительной клемме 8. В электрическую цепь включен резистор 11. Это катушка из длинной тонкой проволоки. Изменяя сопротивление, можно регулировать силу тока, контролируя ее по амперметру 10.

Для того чтобы получить импульсные разряды, непрерывно следующие друг за другом, между электродом 4 и заготовкой 2 в электрическую схему станка включается конденсаторная батарея 12. Ее включают параллельно заготовке 2 и электроду 4. Если замкнуть

выключатель электрической цепи при разведенных электродах станка, то в первый момент стрелка амперметра *10* резко отклонится и постепенно возвратится на 0. Стрелка вольтметра *9*, наоборот, плавно отклонится от того значения напряжения, которое создается генератором. Это означает, что произошла зарядка конденсаторов. Теперь можно приблизить электрод к заготовке. Как только расстояние между ними станет небольшим, произойдет электрический разряд. При этом вся энергия, накопленная в конденсаторах, разрядится в промежутке между электродом и заготовкой, и чем больше запас энергии, тем больше будет электрическая эрозия анода (заготовки).

После разряда электрический ток между электродом и деталью исчезнет, так как вся энергия, накопленная в конденсаторах, израсходована, и снова начинается зарядка конденсаторной батареи. Следующий разряд произойдет как только конденсаторы зарядятся. Этот процесс происходит непрерывно, импульсные разряды следуют один за другим до тех пор, пока не закончится обработка.

Во время обработки электрод *4* не должен касаться заготовки, иначе произойдет короткое замыкание. Между электродом *4* и заготовкой всегда должен поддерживаться небольшой, так называемый искровой промежуток. Это достигается с помощью различных устройств. Наиболее простое устройство – соленоидный регулятор (рис. 57, б). К верхнему концу ползуна *5* прикреплен стальной стержень-сердечник *13*, который входит внутрь катушки (соленоида) *14*, присоединенной к основной цепи. Присоединение сделано по разным сторонам резистора *11* так, что концы проводов *15* находятся под разными потенциалами.

Когда электрод *4* прикоснется к заготовке, электрическая цепь станка замкнется и в ней потечет электрический ток. Тогда на концах катушки *14* создается разность потенциалов, и в ней также потечет электрический ток. Сердечник *13* намагнитится и втянется в катушку *14*, т. е. поднимется, поднимая вместе с собой ползун *5* и электрод *4*. Искровой промежуток *3* между электродом *4* и заготовкой *2* восстановится, и основная электрическая цепь окажется разорванной – ток в ней исчезнет. Одновременно исчезнет ток и в катушке соленоида. Сердечник *13* размагнитится, перестанет втягиваться в катушку и под действием собственной массы опустится. Вместе с ним опустятся ползун *5* и электрод *4*. Между электродом и заготовкой снова произойдет электрический разряд. По мере углубления отверстия электрод будет опускаться под действием силы тяжести.

Так будет продолжаться, пока идет процесс прошивки отверстия. Соленоидный регулятор автоматически постепенно опускает электрод

по мере увеличения глубины отверстия. Если электрод можно сравнить с инструментом, то соленоидный регулятор может быть уподоблен механизму подачи. Электроды, применяемые при электроискровой прошивке, делают из мягкой латуни. Электрод должен иметь профиль, подобный профилю прошиваемого отверстия. Если диаметр отверстия больше 6 мм, то электрод лучше делать пустотелым.

Электроискровой прошивкой удается изготавливать отверстия с криволинейной осью (рис. 58). Электрод 2 из латунной проволоки изогнут по дуге окружности, радиус которой равен радиусу закрепления оси отверстия. Электрод укреплен в держателе 3, который может поворачиваться вокруг оси 1. Держатель 3 вокруг оси 1 поворачивается с помощью шнура 4, верхний конец которого прикреплен к соленоидному регулятору. В остальном процесс совершается так же, как и при прошивке отверстий с прямолинейной осью.

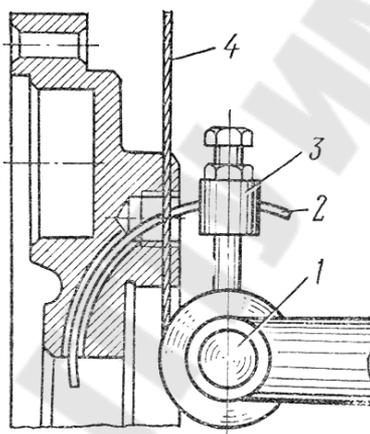


Рис. 58. Схема прошивки отверстий с криволинейной осью

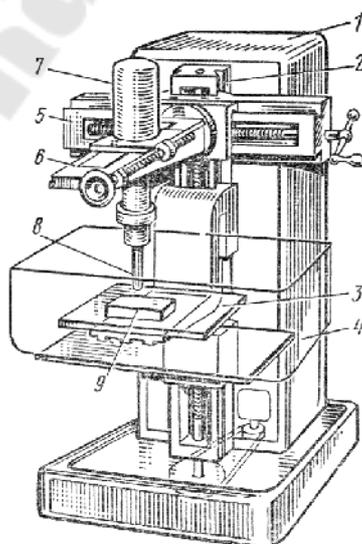


Рис. 59. Универсальный электроискровой станок

Универсальные электроискровые станки обычно имеют вертикальную компоновку (рис. 59). Автоматический регулятор подач 7 сообщает вертикальные перемещения электроду-инструменту 8. Ванну 4 с заготовкой 9, установленной на столе 3, можно перемещать в вертикальном направлении с помощью электромеханического привода. Суппорт 5 при обработке отверстий с криволинейной осью поворачивается вокруг горизонтальной оси. Поперечный суппорт 6 перемещается по направляющим продольного суппорта. Продольный суппорт 5 установлен на направляющих 2 станины. Механизмы станка находятся внутри корпуса 1.

Электроимпульсные станки

Электроискровой метод обработки металлов вытесняется электроимпульсной обработкой. Это объясняется тем, что электроискровая обработка имеет ряд серьезных недостатков: производительность сравнительно низкая; износ электрода-инструмента относительно большой (например, износ латунных электродов составляет $25 \div 30$ % объема металла, снятого с заготовки), что значительно удорожает этот вид обработки и затрудняет получение необходимой точности. Кроме того, электроискровая обработка требует большого расхода электроэнергии. Электроимпульсный способ обработки металлов не лишен полностью недостатков электроискрового метода, однако является более производительным.

В электрической схеме (рис. 60) электроимпульсного станка отсутствуют конденсаторы, которые были нужны в электроискровом станке для получения импульсных разрядов. В электроимпульсном станке импульсные разряды, необходимые для электрической эрозии, создаются (генерируются) в специальном генераторе импульсов. Роль такого генератора импульсов играют преобразователь 1 и селеновый выпрямитель 2. Преобразователь 1 изменяет (преобразует) напряжение и частоту переменного тока; его подключают к заводской сети (напряжение 380 В, частота 50 Гц). На выходных зажимах преобразователя получают ток с более низким напряжением (50 В) и повышенной частотой (490 Гц). Селеновый выпрямитель 2 пропускает ток только в одном направлении. Таким образом, в течение 1 с получают 490 импульсов. При этом между электродом 3 и заготовкой 4 происходят электрические разряды. Заготовке сообщается колебательное движение в направлении подачи, что предохраняет электроды от короткого замыкания.

В отличие от электроискровой обработки при электроимпульсном процессе заготовка соединена с катодом (–) электрической цепи, а инструмент – с анодом (+). Обработку ведут в жидкой среде (в маслах низ-

кой вязкости: промышленное 12, трансформаторное, а также в керосине и др.). Электроды изготовляют из меди, алюминия, чугуна, графита и т. д. Процесс электроимпульсной обработки основан на расплавлении малых объемов металла электродов в тех местах, где между ними проскакивают электрические разряды. Каждый разряд снимает очень небольшое количество металла, но так как разряды происходят очень часто, один за другим, то общий объем металла достаточно велик. По мере съема металла электрод-инструменту сообщается подача.

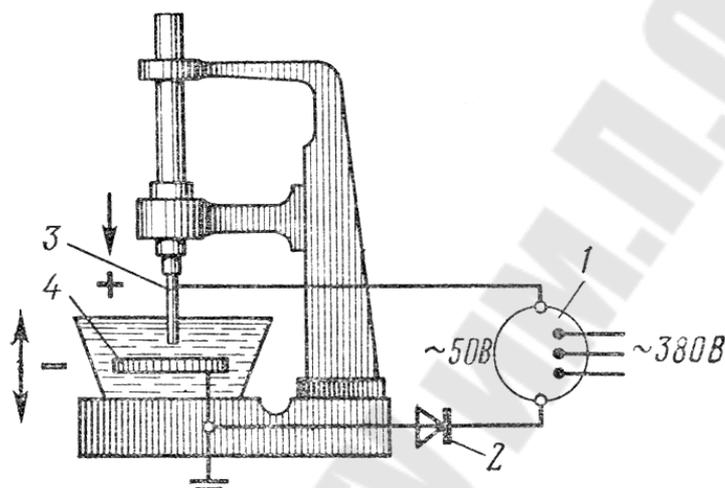


Рис. 60. Эскиз станка для электроимпульсной обработки

Электроимпульсный метод позволяет производить обработку на небольших площадях (до 180 см^2) с высокой производительностью ($4000 \text{ мм}^3/\text{мин}$).

Электроимпульсный копировально-прошивочный станок 4723М (рис. 61) предназначен для обработки сложных фасонных отверстий и полостей в деталях из жаропрочных и твердых сплавов, изготовления ковочных штампов из закаленных, высоколегированных и инструментальных сталей.

Механическая система станка имеет устройства для установки инструмента и заготовки, ванну для диэлектрической жидкости, механизмы установочных и рабочих перемещений инструмента, систему хранения и снабжения диэлектрической жидкостью, средства контроля и измерения перемещения инструмента.

Инструментальная головка 5 смонтирована в направляющих г-образной траверсы 6. На ее шпиндель установлен электрод 3, получающий вертикальную подачу: медленную, для рабочих ходов, осуществляемую от регулируемого шунтового электродвигателя постоянного тока, и быструю – от асинхронного электродвигателя. Вели-

чина хода шпинделя отсчитывается по механизму 4. Для форсирования работы шпиндель станка может иметь от электромагнитного вибратора вертикальные вибрации с частотой 100 Гц. Электрод состоит из рабочей части с поверхностями, участвующими в формообразовании, и вспомогательных элементов, необходимых для фиксации положения и закрепления электродов.

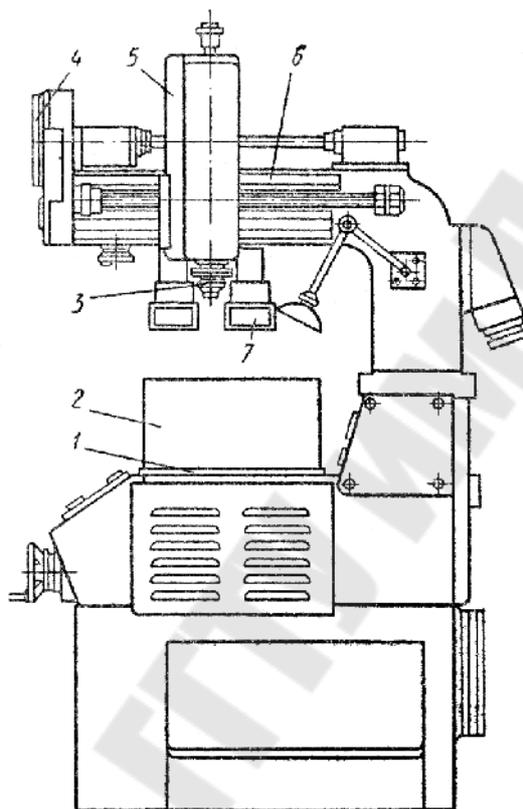


Рис. 61. Эскиз электроимпульсного копировально-прошивного станка 4723М

Деталь устанавливают на рабочем столе 1 при опущенной подъемной ванне 2. Во время работы ванна заполнена диэлектрической жидкостью (индустриальное масло 12). Жидкость прокачивается в ванну через электрод. Образующиеся в процессе работы пары и газы отсасываются через вентиляционные головки 7.

Станок обеспечивает точность координатных перемещений инструментальной головки 0,02 мм, шероховатость поверхности $Ra\ 0,4 \div 0,6$ мкм. Производительность при черновой обработке 3500 мм³/мин. Размеры рабочей поверхности стола 400 × 500 мм, наибольшая масса заготовки 450 кг.

Электрическая система станка включает устройства токопроводов и коммуникаций, электропривода, контрольно-измерительную аппаратуру и регулятор межэлектродного зазора.

Анодно-механические станки

При анодно-механической резке (рис. 62) электрод-инструмент делают обычно в виде диска, быстро вращающегося вокруг своей оси. В пространство между обрабатываемой заготовкой 1 и вращающимся электродом-диском 2 подается по трубке 3 электролит. Электрод-диск, изготовленный из мягкой стали, и заготовка присоединены, как при электроискровой обработке, к генератору постоянного тока 4 (диск – к отрицательному, а деталь – к положительным клеммам). В отличие от электроискровой обработки жидкость, которая находится между электродом-диском и заготовкой, проводит электрический ток. Из-за соприкосновения диска с заготовкой и наличия электролита между диском и заготовкой непрерывно проходит электрический ток. При анодно-механической резке диск имеет медленную поперечную подачу.

Сущность процесса состоит в следующем. Жидкость-электролит, которая подается в пространство между диском 1 и заготовкой 2, растворяет под действием тока металл, образуя на поверхности заготовки тонкую пленку 3 (рис. 63, а). Тонкая пленка, имеющая низкую прочность, легко соскабливается быстро вращающимся диском. На ее месте вновь образуется пленка, которая вновь счищается диском при дальнейшем его вращении. Таким образом, непрерывно происходит электрохимическое разъедание поверхности детали.

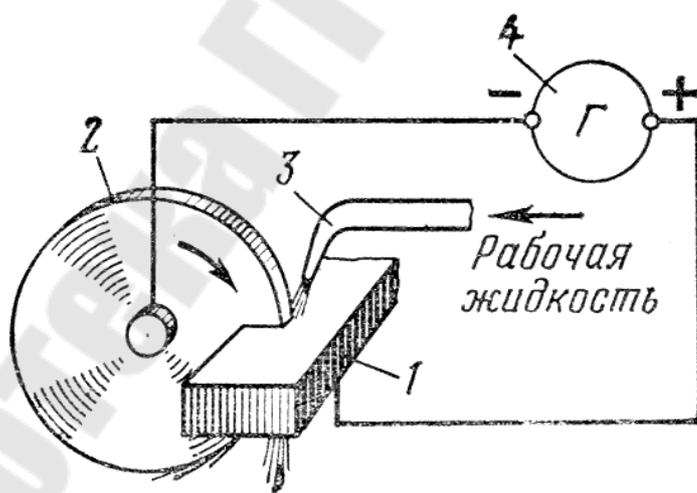


Рис. 62. Схема анодно-механической резки

Вершины неровностей на поверхности заготовки (рис. 63, б) отделены от диска очень небольшим промежутком, через который легко проскакивает разряд, и подвергаются электрической эрозии: они расплавляются и частички выносятся вращающимся диском из места раз-

реза в виде снопа искр. Таким образом, при анодно-механической обработке происходят одновременно два процесса: электромеханическое разьедание поверхности и электрическая эрозия. В качестве рабочей жидкости-электролита применяют водный раствор жидкого стекла.

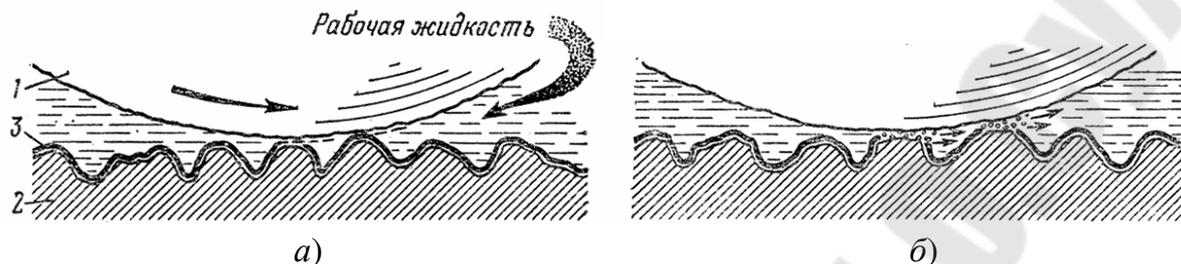


Рис. 63. Схема процессов, происходящих при анодно-механической обработке:
 а – электрохимическое растворение; б – электрическая эрозия

Анодно-механическая обработка получила наибольшее распространение при резке металлических заготовок и заточке режущих инструментов; эту обработку можно использовать и для чистовой доводки поверхностей. Для анодно-механической резки применяют станки различных конструкций. Разрезаемый пруток 10 (рис. 64) зажимают в тисках 9. Диск 3 из листовой стали укреплен на оси, расположенной в маятнике 4, который может поворачиваться вокруг оси 6. Поворотом маятника обеспечивается необходимая подача. Подача регулируется гидравлическим регулятором 5. Диск вращается от электродвигателя 7 с помощью ременной передачи 8. Рабочая жидкость подается насосом 11 к соплу 2. Отработанная жидкость собирается в коробке 1. Скорость вращения диска обычно равна $15 \div 25$ м/с, напряжение тока $20 \div 30$ В. Силу тока выбирают в зависимости от диаметра разрезаемого прутка. При диаметре 40 мм сила тока равна 80 А, а при диаметре $200 \div 250$ мм – $300 \div 350$ А. Плоскость реза получается достаточно чистой и не требуется никакой дополнительной обработки. Если заменить диск стальной бесконечной лентой толщиной $0,8 \div 1,2$ мм и шириной $12 \div 20$ мм, то можно осуществить фигурную резку.

При анодно-механической заточке инструмент 3 (рис. 65) закрепляют в тисках 4, которые присоединяют к положительному зажиму генератора постоянного тока. Заточка производится быстровращающимся диском 1, изготовленным из меди, чугуна или низкоуглеродистой стали. В зону соприкосновения затачиваемого инструмента с диском подается через сопло 2 рабочая жидкость (водный раствор жидкого стекла).

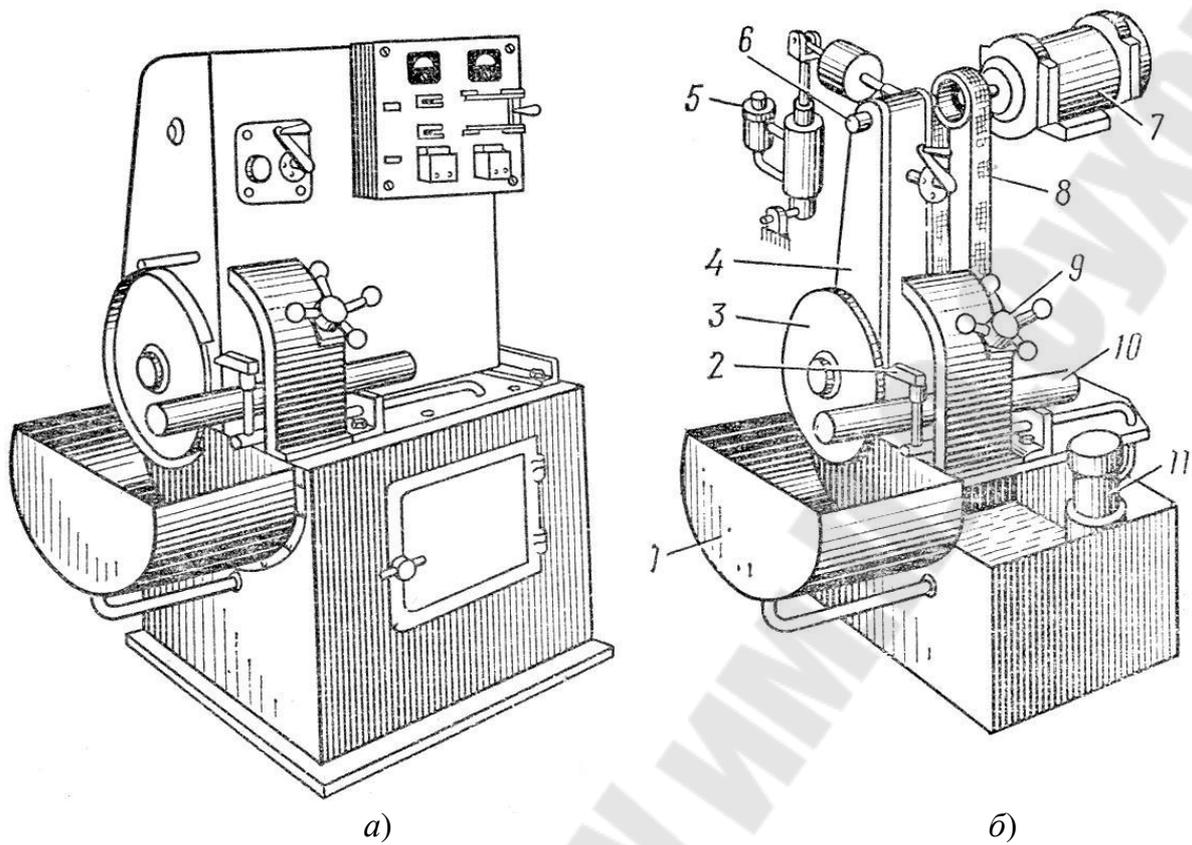


Рис. 64. Общий вид (а) и схема (б) анодно-механического станка

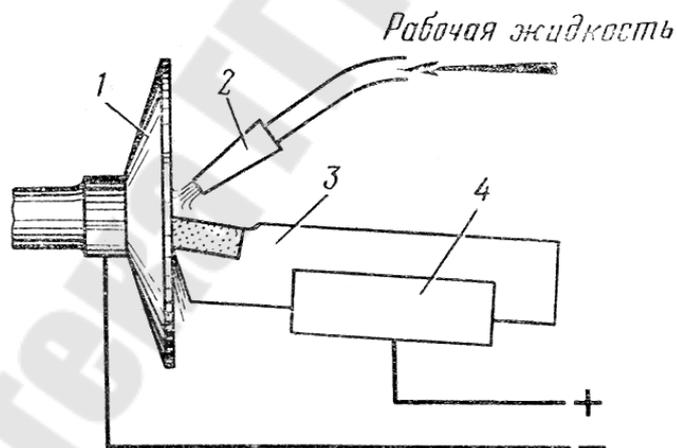


Рис. 65. Схема анодно-механической заточки инструмента

Анодно-механическую заточку и доводку производят за три перехода: обдирка, шлифование и доводка. Все эти переходы выполняют на одном и том же станке за одну установку затачиваемого инструмента, изменяют только электрические режимы обработки. Обдирку ведут при напряжении 20 В, шлифование – при напряжении 15 В; при доводке напряжение снижают до 10 В. В результате изме-

нения напряжения меняется и характер обработки. При обдирке снимается большой слой металла ($1 \div 1,5$ мм). Это необходимо для того, чтобы придать инструменту требуемую форму. При шлифовании глубина снимаемого слоя не превышает 0,1 мм. Доводкой снимается незначительный по толщине слой, составляющий всего $0,01 \div 0,03$ мм.

Электроэрозионный вырезной станок 4732 Ф3 с ЧПУ предназначен для обработки заготовок сложного контура с прямолинейной образующей, например, рабочих элементов вырубных штампов, фасонных фильер в матрицах, фасонных резцов, шаблонов и подобных заготовок из любых токопроводящих материалов: легированных, закаленных сталей, металлокерамических, твердых сплавов, цветных металлов и т. д. Электродом-инструментом является непрерывно перемещающаяся латунная, вольфрамовая или молибденовая проволока диаметром $0,05 \div 0,3$ мм.

Обработку ведут в среде рабочей жидкости, в качестве которой используют воду с антикоррозийными присадками или керосин. Импульсный технологический ток вырабатывается тиристорным генератором типа ГКИ-250.

Станок может комплектоваться копировальной системой управления, работающей по фотошаблону. Это позволяет обрабатывать заготовки со сложным контуром, программирование которого затруднено. Заготовки с наклонной образующей обрабатывают при применении специальных приспособлений.

Техническая характеристика станка

Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм.....	250 × 160 × 75
Наибольшая масса заготовки, кг	45
Точность изготовления контура, мм	0,032
Производительность мм ³ /мин при обработке заготовок:	
из стали и меди.....	35
из твердого сплава.....	18
Габаритные размеры станка, мм.....	830 × 1200 × 1570

Устройство ЧПУ станка типа CNC имеет линейно-круговой интерполятор, обеспечивает управление двухкоординатным приводом подачи в плоскости X–Y по программе, заданной в коде ISO. Цена деления импульса программного управления при линейных перемещениях 0,001 мм, при круговых $0,1^\circ$, точность координатных перемещений по программе 0,025 мм. Для обработки поверхности наклонной проволокой необходимо управление по третьей координате для поддержания заданного угла наклона проволоки.

Станок состоит из следующих механизмов (рис. 66): на станине *A* установлены подъемная ванна *B* и механизм координатных перемещений *Г*; скоба *B* несет на себе механизмы перемотки, натяжения проволоки; в ванне расположен стол *Д* г-образной формы для крепления обрабатываемой заготовки. Подъем и опускание ванны с рабочей жидкостью осуществляется винтом *И* с шагом $P = 4$ мм, движение которому передается от двигателя *М1* ($N = 0,18$ кВт, $n = 2980$ мин⁻¹) через червячный редуктор. Скорость перемещения ванны:

$$V = 2890 \frac{2}{77} P = 300 \text{ мм/мин.}$$

Перемещение скобы с проволокой в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях является движением формообразования. Ходовые винты качения *VI* и *X* с шагом $P_{х.в} = 5$ мм приводятся в движение шаговыми двигателями *М2* и *М3* типа ШД5-Д1М через редукторы.

Линейное перемещение скобы в том или ином направлении за один импульс при минимальном повороте вала шагового двигателя на $1,5^\circ$ составит:

$$L = \frac{1}{240} \frac{18}{36} \frac{18}{60} \frac{24}{75} P = 0,001 \text{ мм.}$$

Ручное перемещение скобы осуществляется в продольном направлении непосредственно от ходового винта *X*, в поперечном направлении – через винтовую зубчатую передачу $Z = 28/28$.

В качестве направляющих в станке использованы линейные подшипники качения.

Перемотка проволоки осуществляется непосредственно двигателем *М4* типа РД-09 со встроенным редуктором $N = 0,01$ кВт; редукция $1/76$ через ведущий ролик диаметром 45 мм. Скорость перемотки регулируется в пределах $8 \div 20$ мм/с за счет изменения частоты вращения двигателя *М4*. Вращение на катушку, принимающую отработанную проволоку, передается через ременную передачу. Направление движения проволоки в рабочей зоне – сверху вниз. Раскладка проволоки на приемной катушке производится за счет осевого возвратно-поступательного движения катушки, осуществляемого качающимся рычагом *1* и торцовым кулачком *2*. Вращение кулачку передается от двигателя *М4* через зубчатые пары

(20/80)×(20/80)×(20/80). Натяжение проволоки осуществляется электродвигателем $M5$ ($N = 0,015$ кВт, $n = 3000$ мин⁻¹), работающим в заторможенном режиме. Управление наклоном проволоки происходит от шагового двигателя ШД5-Д1М.

Станки для обработки ультразвуком

Ультразвук – упругие волны с частотой колебаний от 20 кГц до 1 ГГц. Для получения ультразвуковых колебаний инструмента чаще всего применяют магнитострикционные преобразователи. Работа ультразвуковых установок основана на использовании способности железа, никеля, кобальта и их сплавов изменять длину под действием электрического или магнитного поля, а при снятии поля восстанавливать первоначальные размеры. Это явление называют магнитострикцией.

Работа ультразвукового станка заключается в следующем. В зону между заготовкой и вибрирующим пуансоном (инструментом), который очень близко подходит к заготовке, но не касается ее, поступает абразивный порошок, находящийся в жидкости во взвешенном состоянии. От воздействия вибратора (преобразователя) абразивные зерна с большой силой ударяются о поверхность заготовки и с большой скоростью выбивают частицы материала (стружку). Одновременно пуансон постепенно опускается в выдолбленное таким способом пространство, и процесс продолжается.

Принцип работы головки магнитострикционного преобразователя (рис. 67) заключается в том, что через катушку возбуждения 2 пропускается ток высокой частоты, который создает переменное магнитное поле такой же частоты, действующее на сердечник 1 вибратора. Для лучшего использования магнитострикционных свойств вибратора создают постоянное магнитное поле двумя катушками подмагничивания 4 и их сердечниками 3. Колебания, возникающие на вибраторе, передаются на трансформатор скорости 6, заключенный между двумя скобами 5, и, усиленные им, сообщаются инструменту 7. Монтажную панель устанавливают на салазки, вместе с которыми она перемещается по направляющим станины.

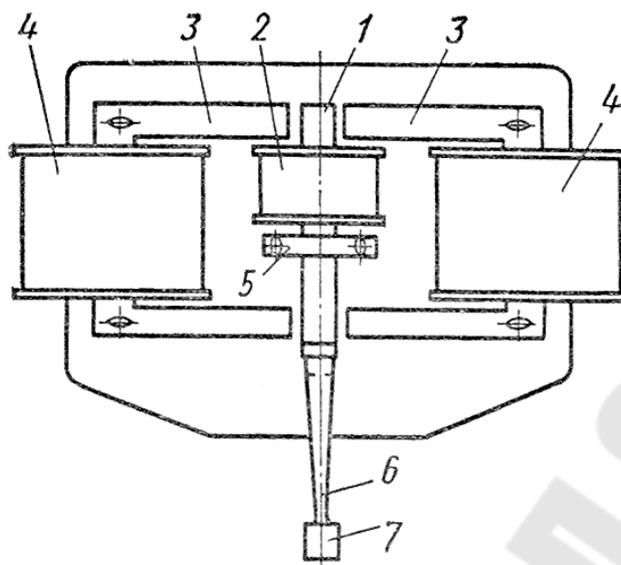


Рис. 67. Эскиз головки магнестрикционного преобразователя ультразвуковой установки

Универсальный настольный прошивочный ультразвуковой станок 4770 (рис. 68) предназначен для обработки деталей из твердых и хрупких материалов: стекла, керамики, полупроводниковых материалов, камня, твердых сплавов и т. п. На станке можно выполнять круглые и фасонные отверстия и полости, вырезать заготовку, гравировать, резать и др. Во время работы инструмент колеблется с ультразвуковой частотой в направлении его подачи. Одновременно центробежным насосом под торец инструмента подается абразивная суспензия.

Стол 2 станка имеет координатные установочные перемещения в горизонтальной плоскости по направляющим типа ласточкина хвоста. Ходовые винты снабжены лимбами с ценой деления 0,02 мм. Ползуну 5 вручную сообщают перемещение по шариковым направляющим станины 1 через реечную передачу Z_1/Z_2 или механически от регулируемого двухфазного асинхронного электродвигателя 8 через редуктор Z_3/Z_4 и реечную передачу. Электродвигатель работает на заторможенном режиме, развивая крутящий момент в соответствии с силой подачи инструмента. Ползун вместе с укрепленной на нем головкой уравновешен грузом 11, подвешенным на ленте 10, намотанной на барабан 9 валика привода ручной подачи. Для плавности хода ползуна имеется масляный демпфер, цилиндр 4 которого крепят к корпусу каретки 7, а шток 6 – к ползуну. Скорость ползуна регулируется иглой, перекрывающей пропускное отверстие в штоке. Для ускоренного отвода поршня имеется обратный клапан.

Основной частью станка является акустическая головка 3, которая сообщает инструменту колебательное движение. В головке применен двухстержневой никелевый магнитострикционный вибратор (преобразователь).

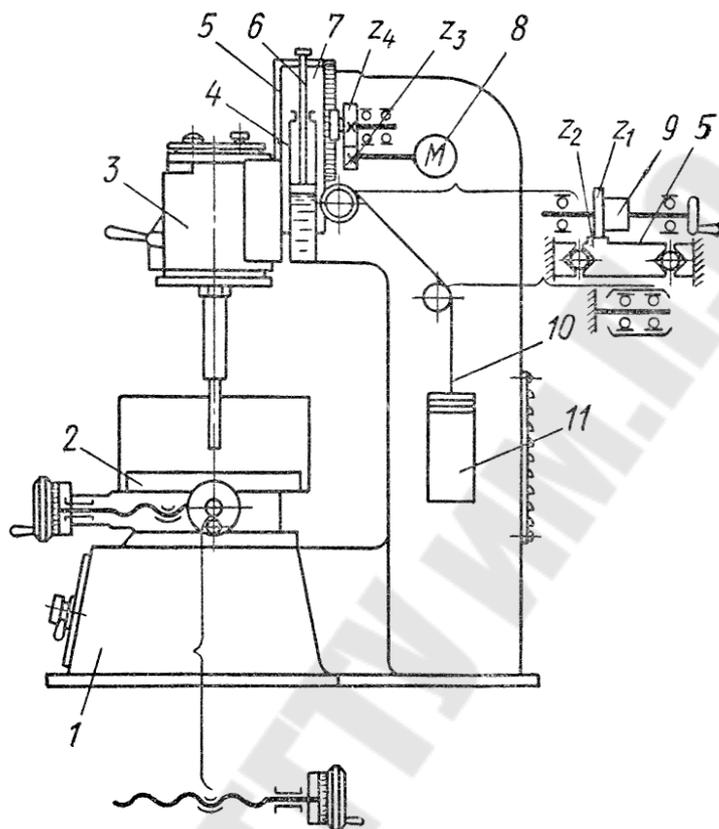


Рис. 68. Кинематическая схема универсального прошивочного станка 4770

Техническая характеристика станка

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм.....	0,5 ÷ 10
Наибольшая глубина обработки, мм.....	(2 ÷ 5)d
Продольное перемещение стола, мм.....	80
Ход ползуна, мм.....	100
Перемещение головки по ползуну, мм.....	110
Чувствительность механизма подачи, Н.....	(686 ÷ 980)10 ⁻³
Рабочая частота, кГц.....	18 ÷ 19
Мощность генератора, кВт.....	0,25

Электроимпульсный копировально-прошивочный станок модели 4Б772 (рис. 69) предназначен для совмещенной ультразвуковой и электрохимической обработки деталей из токопроводящих материалов и сплавов. Черновая обработка выполняется одновременным воздействием на обрабатываемый материал ультразвукового и электрохимического процессов при размерной точности $\pm 0,1$ мм. Чистовая обработка

производится только ультразвуковым способом, обеспечивая размерную точность 0,02 мм. Кроме этого на станке можно прошивать отверстия любой формы в деталях из хрупких материалов.

Основанием станка является станина 1, на которой расположен координатный стол 2 с баком 3. Круглая планшайба стола имеет механический и ручной приводы поворота.

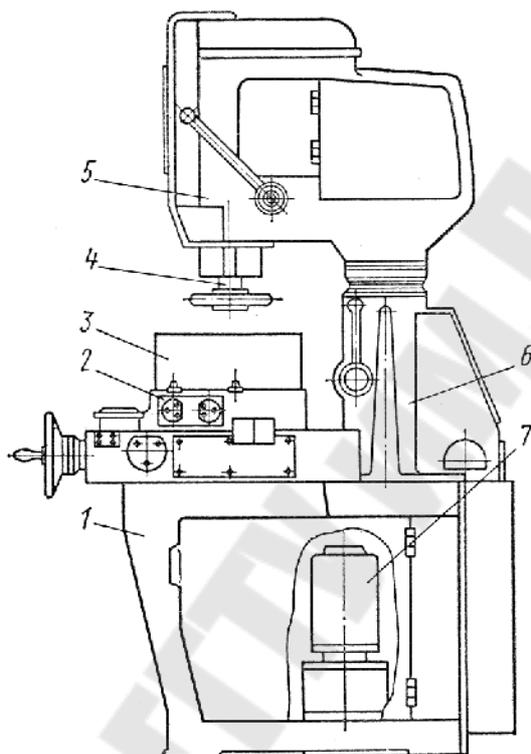


Рис. 69. Эскиз электроимпульсного копировально-прошивочного станка модели 4Б772

В верхней части на колонне 6 имеется шпиндельная головка 5, которая заканчивается магнестрикционным вибратором 4. Шпиндель станка, несущий магнестрикционный преобразователь и катод-инструмент, вместе с механизмом перемещения смонтирован на цилиндрической колонне. Установочное вертикальное перемещение в направляющих стойки он получает от встроенного в корпус колонны механического привода.

Внутри станины расположены поворотный бак с абразивной суспензией, pompa для перемешивания абразива, диафрагменный насос 7 для нагнетания суспензии в зону обработки, а также трубопроводы, подводящие суспензию в зону обработки и воду для охлаждения магнестрикционного преобразователя.

При обработке отверстий или полостей небольшой глубины (до 5 мм) суспензия подается в зону обработки поливом (рис. 70, а), а при изготовлении глубоких отверстий – нагнетанием через отверстие в инструменте (рис. 70, б) либо в обрабатываемой детали (рис. 70, в). В процессе работы зерна абразива разрушаются, поэтому в зависимости от материала детали абразив необходимо менять (при обработке твердого сплава через 12 ÷ 15 смен). Весовая концентрация суспензии в воде должна быть в пределах 70 ÷ 25 %. Шероховатость обработанной поверхности достигает $0,32 < Ra < 2,5$ мкм.

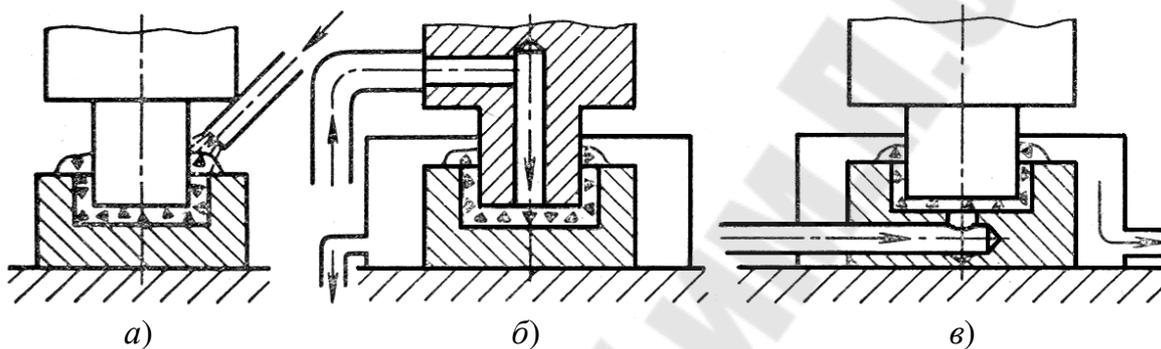


Рис. 70. Схема подвода суспензии:

а – в зону обработки поливом; б – нагнетанием через отверстие в инструменте; в – в обрабатываемой детали

Лучевая обработка

Электронно-лучевая обработка основана на использовании кинетической энергии сфокусированного пучка электронов. Большие скорости электронам сообщают с помощью высоких ускоряющих напряжений в среде, имеющей достаточный вакуум. Сущность процесса состоит в испарении вещества из зоны касания электронного луча. Такой обработкой можно получать очень малые отверстия и прорезы шириной до 0,01 мм. Установка для электронно-лучевой обработки (рис. 71) состоит из электронной пушки, в которой образуется мощный электронный луч, вакуумной или рабочей камеры (вместе с устройствами для точной установки и перемещения заготовки), вакуумных насосов, контрольной схемы, управляющей электронным лучом и его траекторией, высоковольтного источника энергии, приборов для контроля и наблюдения за ходом процесса. Для уменьшения энергии, рассеиваемой в материале детали, применяют импульсный режим работы.

Лазерная обработка – обработка сфокусированным световым лучом. Ее применяют для резки, сварки, получения отверстий и т. п. Лазеры работают в импульсном режиме. Энергия их светового импульса

невелика, но она сфокусирована в луче диаметром около 0,01 мм и выделяется в миллионные доли секунды. При такой концентрации энергии и ее мгновенном выделении материал обрабатываемой заготовки нагревается до высоких температур, плавится и испаряется.

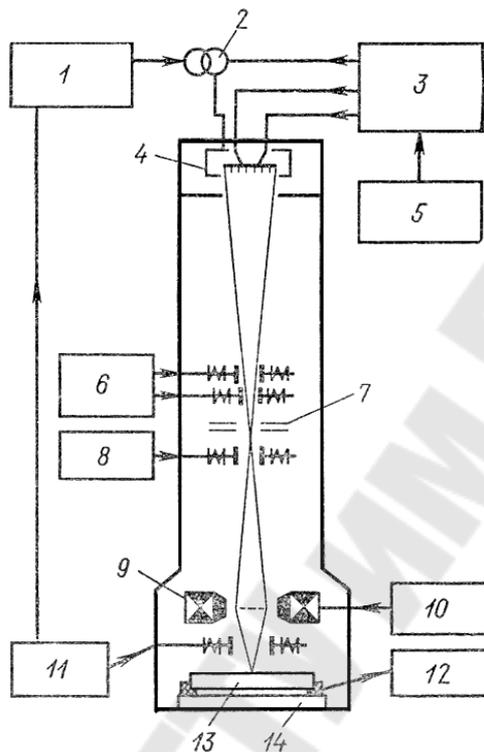


Рис. 71. Схема установки для электронно-лучевой обработки:
 1 – генератор импульсов; 2 – импульсный трансформатор; 3 – источник напряжения возбуждения и накала; 4 – катод; 5 – источник высокого напряжения; 6 – электромагнитная юстировка; 7 – диафрагма; 8 – корректор изображения; 9 – магнитная линза; 10 – источник питания линзы; 11 – контрольный контур; 12 – катодный осциллоскоп; 13 – обрабатываемая заготовка; 14 – рабочий стол

Оптический квантовый генератор состоит из трех основных элементов: активного вещества, являющегося источником индуцированного излучения, источника возбуждения (подкачки), который снабжает энергией активное вещество, и резонансной системы. Когда энергия импульса источника излучения превышает определенную величину, наблюдается увеличение интенсивности излучения в 1000 раз; с помощью линзы оно фокусируется в узкий пучок (рис. 72). Оптическая подкачка осуществляется одним или несколькими источниками излучения (вспышками), снабженными рефлекторами-отражателями. Резонансной системой служит стержень из рубина или неодимового стекла, торцы которого отполированы и

представляют собой зеркала, причем один торец покрыт плотным непрозрачным слоем серебра, а другой, также посеребренный, имеет коэффициент пропускания около 8 %.

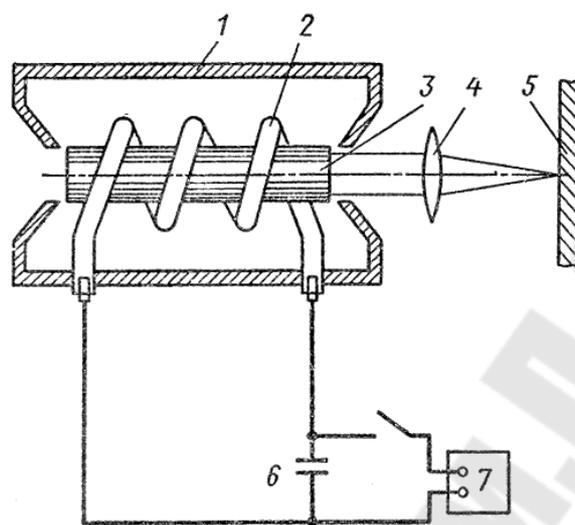


Рис. 72. Схема светолучевой обработки:

- 1 – отражатель; 2 – импульсный источник излучения; 3 – активное вещество;
 4 – линза; 5 – обрабатываемая заготовка; 6 – батарея конденсатора;
 7 – источник питания для заряда конденсатора

Оптический квантовый генератор работает следующим образом. При разряде конденсатора происходит возбуждение световых колебаний: появляется вспышка света продолжительностью около 0,001 с. Свет отражателем фокусируется на стержень, в результате чего его атомы переходят в возбужденное состояние. Когда больше половины атомов приходит в возбужденное состояние, то равновесие становится неустойчивым, и вся запасенная в кристалле энергия одновременно освобождается, и кристалл испускает ослепительно яркий свет.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Зубошлифовальные станки

Зубошлифовальные станки применяют для шлифования зуборезных долбяков, шеверов и эталонных зубчатых колес. Такие специальные прецизионные станки работают по методу обката (огибания) с помощью эвольвентного копира. Очень важной и сложной операцией является шлифование профиля зубьев.

У долбяков эвольвентный профиль зубьев шлифуют на специальных полуавтоматах, работающих по методу обката с периодиче-

ским делением. За каждый цикл обрабатывается лишь одна сторона зуба. Движение обката выполняется заготовкой.

Принцип шлифования зубьев долбяков основан на зацеплении долбяка с неподвижной производящей рейкой, которую воспроизводит в этом случае абразивный инструмент.

Зубошлифовальный полуавтомат модели 5893 представлен на рис. 73.

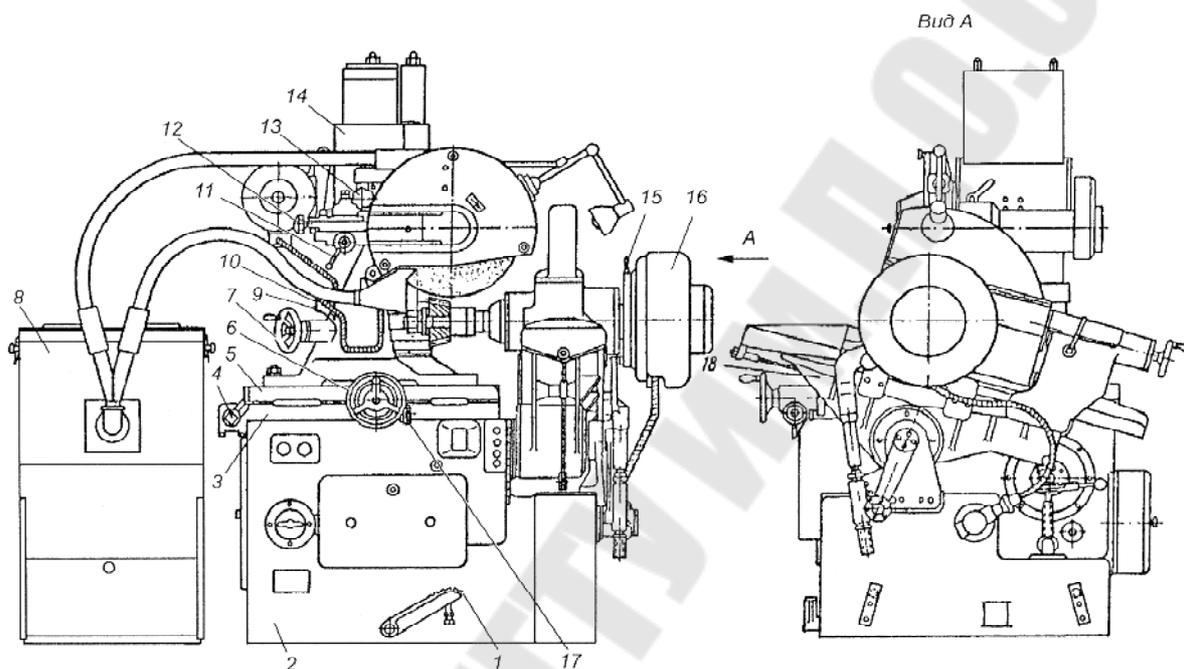


Рис. 73. Общий вид зубошлифовального полуавтомата модели 5893: 1 – панель тормоза; 2 – станина; 3 – нижний стол; 4 – квадрат продольного перемещения абразивного инструмента; 5 – верхний стол; 6 – маховичок поперечного перемещения инструмента; 7 – маховичок вертикального перемещения инструмента; 8 – пылесос; 9 – колонна; 10 – поворот колонны; 11 – рукоятка продольного перемещения приспособления для правки абразивного инструмента; 12 – кнопка для установочного перемещения приспособления; 13 – поворотная кнопка для поперечного перемещения приспособления; 14 – шлифовальная бабка; 15 – рукоятка ручного поворота рабочей головки; 16 – рабочая головка; 17 – маховичок тонкой поперечной подачи абразивного инструмента; 18 – салазки

В основе работы станка лежит известный принцип образования эвольвенты окружности (рис. 74): производящая прямая $C'C'$ неподвижна, а основная окружность вращается равномерно вокруг своего центра и в то же время движется поступательно, параллельно $C'C'$ со скоростью, равной окружной скорости точки, лежащей на основной окружности.

Роль касательной $A'A'$ к эвольвенте (a_0a) играет плоскость абразивного инструмента, роль второй эвольвенты (b_0b) – профиль точного копира, соосного со шлифуемым долбяком и находящегося в постоянном контакте с роликом неподвижного упора под действием груза Q . Таким образом, профиль копира b_0b катится по неподвижной касательной $B'B'$, соприкасаясь с ней в точке B , в то время как профиль a_0a зуба долбяка катится по касательной $A'A'$, соприкасаясь с плоскостью абразивного инструмента (точнее – со следом этой плоскости) в точке A .

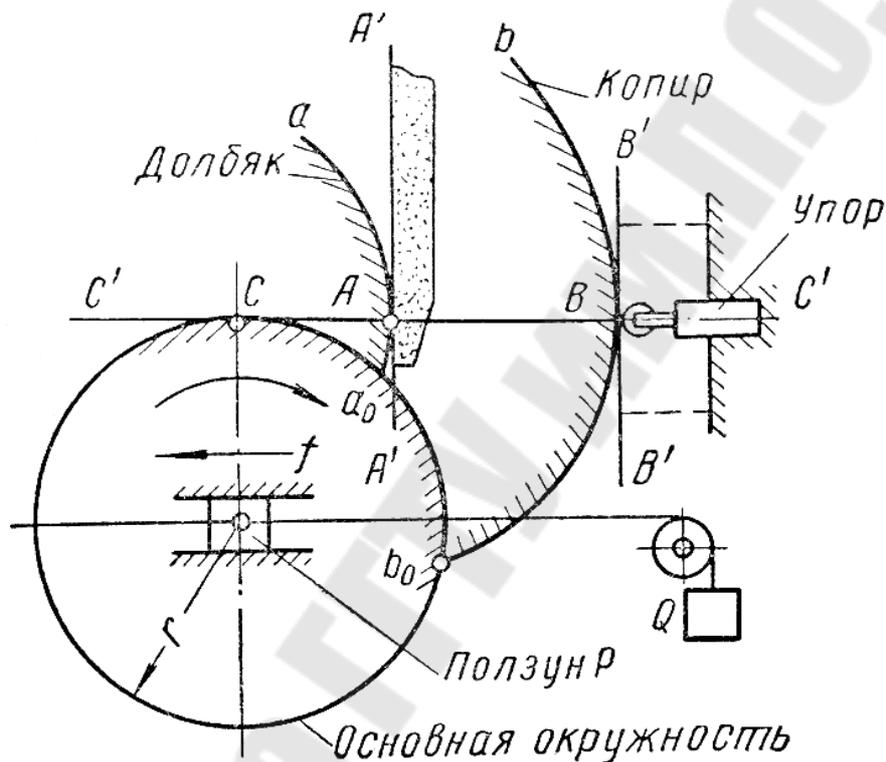


Рис. 74. Принцип работы зубошлифовального полуавтомата

При вращении шпинделя вместе с закрепленным на нем долбяком и копиром вся система перемещается под действием груза параллельно производящей прямой $C'C'$. Основная окружность катится без скольжения по этой прямой.

На практике схема перемещения салазок параллельно производящей прямой не применяется, так как шлифовальный инструмент при этом работал бы одной окружностью, которая описывается точкой A и инструмент быстро изнашивался бы. Кроме того, при такой схеме основные окружности копира и шлифуемого долбяка должны точно совпадать. Следовательно, для каждого диаметра начальной окружности долбяка необходимо изготовить отдельный копир.

Для устранения этих недостатков конструкцией станка преду-

смотрена возможность установки салазок вместе с производящей прямой под углом $\alpha_{уст}$ к оси шпинделя шлифовального инструмента (рис. 75). Это позволяет шлифовальному инструменту работать всей кольцевой поверхностью, так как центр основной окружности долбяка перемещается из одного положения в другое по наклонной прямой O_1O_2 , а профиль зуба долбяка при этом перемещается от точки M_1 к точке M_2 .



Рис. 75. Схема расположения салазок станка под углом установки

Установка салазок под различными углами $\alpha_{уст}$ позволяет пользоваться одним и тем же копиром для шлифования долбяков с различными начальными окружностями. Изменение угла установки для использования одного копира при обработке долбяков с различными окружностями должно оставаться в пределах $14 \div 30^\circ$ (лучше $16 \div 25^\circ$). Такое ограничение диктуется тем, что при больших значениях $\alpha_{уст}$ шлифовальный инструмент может задевать соседний зуб долбяка. К тому же, чем больше угол $\alpha_{уст}$, тем больше зона M_1M_2 , но это приводит к чрезмерно большой разнице между окружными скоростями крайних точек окружностей, расположенных на шлифовальном инструменте и, как следствие, к его неравномерному износу. Исходя из этого, на практике принимают $10^\circ < \alpha_{уст} < \alpha$, где α – угол зацепления шлифуемого долбяка.

Схема приводов станка представлен на рис. 76. От электродвигателя 3 ($N = 1$ кВт, $n = 930$ мин $^{-1}$) через клиноременную передачу 2

с четырехступенчатыми шкивами и фрикционную конусную муфту 1 вращение передается червячному валу 8, с которого движение сообщается цепи качания рабочей головки (бабки изделия) и цепи деления.

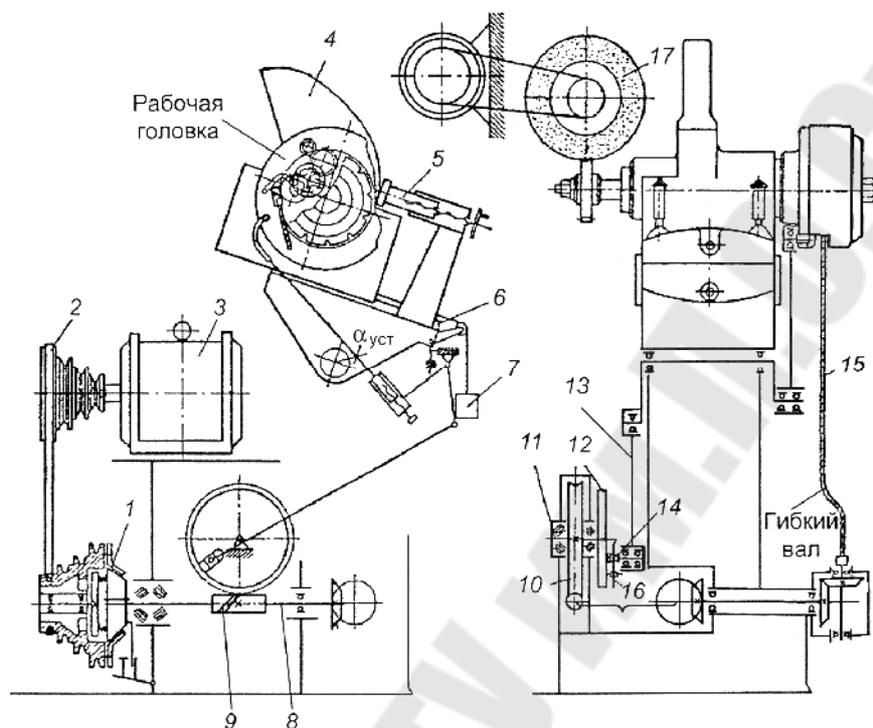


Рис. 76. Принципиальная схема полуавтомата 5893

На одном валу 12 с червячным колесом 10 закреплен кривошипный диск 11 с профрезерованным диаметральным пазом. По этому пазу винтом 16 можно перемещать ползушку 14, ось которой связана через опору качения с шатуном 13. При вращении червяка 9 и червячного колеса 10 шатун 13 через систему рычагов сообщает качательное движение рабочей головке вокруг оси шпинделя изделия.

Скорость и величина хода головки определяются скоростью вращения червячного вала 8 и радиусом кривошипа (положением ползушки 14), который можно регулировать в пределах $50 \div 110$ мм.

Эвольвентный копир 4, закрепленный на шпинделе рабочей головки, при качании упирается в неподвижную плоскость регулируемого упора 5 и сообщает рабочей головке возвратно-поступательное перемещение по направляющим салазок 6, установленный под углом α к горизонтальной плоскости. Постоянный контакт копира 4 с плоскостью упора 5 обеспечивается грузом 7.

Для шлифования следующего зуба заготовка поворачивается при помощи делительного механизма, смонтированного в рабочей головке.

ЗАТОЧНЫЕ И ДОВОДОЧНЫЕ СТАНКИ

Заточные станки представляют наибольшую группу среди станков, применяемых в инструментальном производстве.

Заточные станки предназначаются для заточки как нового, так и затупившегося инструмента. Они применяются при производстве инструмента в массовом масштабе на специальных инструментальных заводах, в инструментальных цехах механических заводов, а некоторые типы заточных станков – также и в механических цехах заводов.

Заточные станки можно подразделить на две самостоятельные группы: 1) для безабразивной заточки и доводки режущего инструмента; 2) для абразивной заточки и доводки инструмента из быстрорежущей стали и инструмента, оснащенного твердыми сплавами.

К первой группе относятся станки для анодно-механической заточки инструмента и для электроискровой заточки и доводки инструмента.

Станки, работающие абразивным инструментом, составляют в настоящее время основной парк заточных станков и по характеру выполняемой работы делятся на универсальные и специальные.

Универсальные заточные станки предназначаются для заточки различного вида режущего инструмента – разверток, зенкеров, фрез, резцов, зуборезных инструментов. Для этого они снабжаются целым рядом приспособлений, облегчающих установку и закрепление затачиваемого инструмента.

Специальные заточные станки предназначаются для заточки инструмента одного определенного вида, например резцов, сверл, протяжек, червячных фрез; поэтому на них возможны лишь определенные перемещения затачиваемого инструмента и абразивного.

Доводка режущего инструмента производится на специальных доводочных станках. Инструмент, оснащенный твердым сплавом, можно доводить также на заточных станках, которые предназначаются как для заточки, так и для доводки такого инструмента.

До последнего времени заточка и доводка режущего инструмента производились исключительно вручную. С широким развитием автоматических процессов в машиностроении была поставлена задача автоматизации также и этих процессов. В настоящее время имеется ряд заточных станков, работающих по полуавтоматическому циклу, а также многоцелевые станки с ЧПУ.

Точильно-шлифовальные станки – это наиболее простые заточные станки, применяемые для заточки инструмента вручную, а также для зачистки деталей. Качественное выполнение этих операций обеспечивается при использовании несложных приспособлений. В зависимости от назначения и соответствующих размеров абразивного инструмента эти станки делят на три группы: малые станки с кругами $\text{Ø } 100 \div 175$ мм, применяемые для заточки мелкого инструмента в часовой и приборостроительной промышленности; средние станки с кругами $\text{Ø } 200 \div 350$ мм, применяемые в машиностроении для заточки основных типов резцов; крупные станки с кругами $\text{Ø } 400$ мм и более, используемые как обдирочно-зачистные.

Универсально-заточные станки являются основным видом оборудования, используемого для заточки многолезвийного инструмента – зенкеров, разверток, фрез, долбяков и метчиков. С их помощью можно затачивать также резцы, червячные фрезы, зуборезные головки и протяжки. Станки приспособлены для круглого (наружного и внутреннего) и плоского шлифования.

Универсально-заточный станок модели 3М642 (рис. 77, 78) предназначен для шлифования, заточки и доводки абразивными, алмазными и эльборовыми кругами различных инструментов, шаблонов и других деталей из твердых сплавов, инструментальных сталей и керамики. На станке можно осуществлять круглое шлифование цилиндрических и конических поверхностей, плоское шлифование под разными углами, шлифование радиусов и эксцентрическое шлифование.

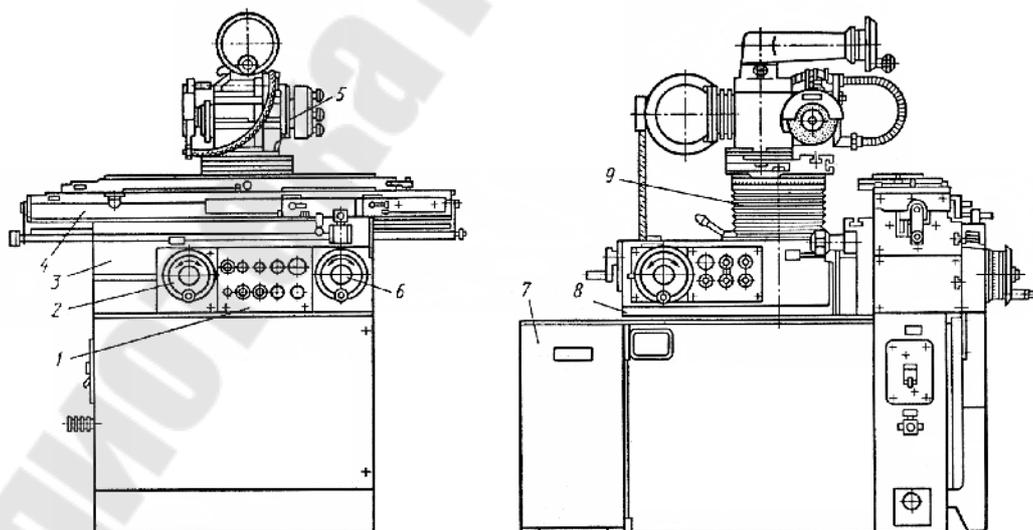


Рис. 77. Общий вид универсально-заточного станка 3М642:

- 1 – пульт управления; 2 – маховик поперечной подачи; 3 – основание стола; 4 – стол; 5 – шлифовальная бабка; 6 – маховик тонкой продольной подачи; 7 – блок охлаждения; 8 – каретка; 9 – колонна

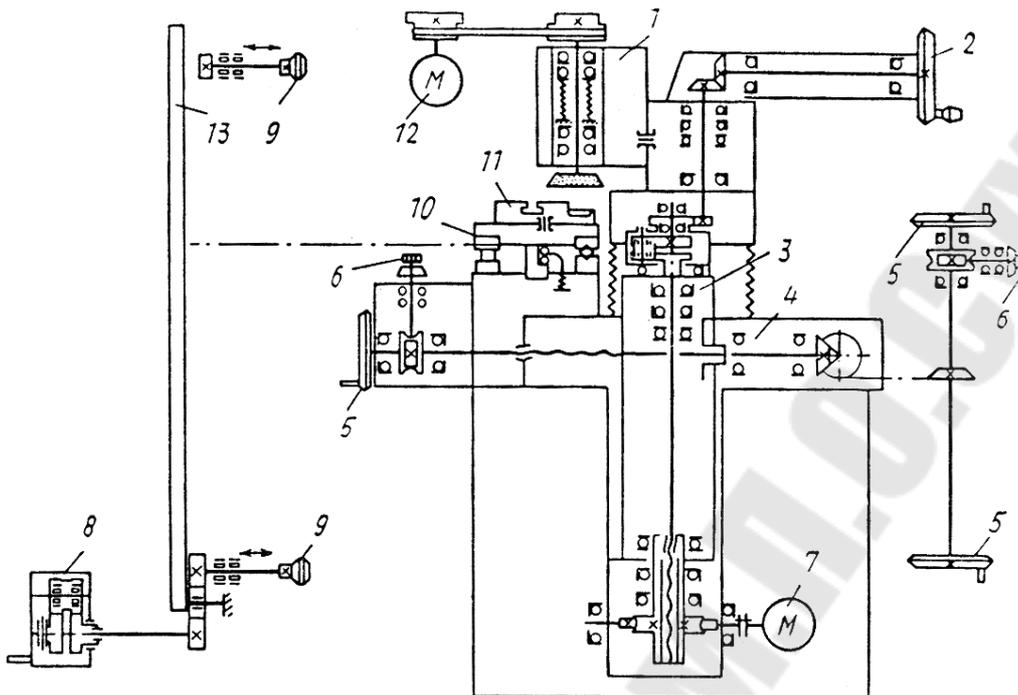


Рис. 78. Принципиальная схема универсально-заточного станка 3М642: 1 – шлифовальная бабка; 2 – маховик ручного подъема и опускания колонны; 3 – колонна; 4 – каретка поперечного перемещения колонны; 5 – маховик поперечной подачи; 6 – кнопка тонкой продольной подачи; 7 – электродвигатель быстрого подъема и опускания колонны; 8 – маховик тонкой продольной подачи стола; 9 – маховик продольной подачи стола; 10 – стол продольной подачи; 11 – поворотный стол; 12 – электродвигатель привода абразивного инструмента; 13 – рейка продольного хода

Шлифовальная бабка имеет наклон до 20° (рис. 79).

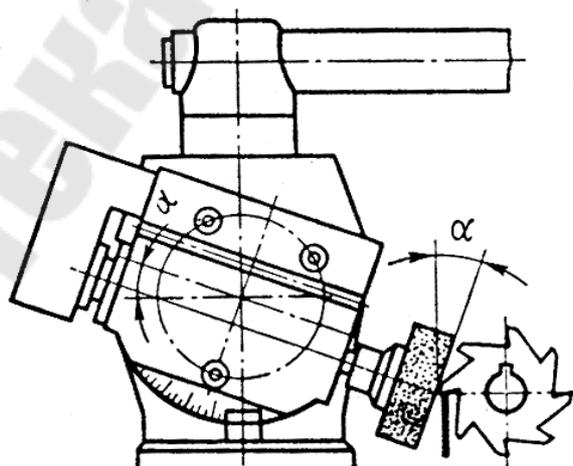


Рис. 79. Эскиз шлифовальной бабки станка 3М642

Универсально-заточной станок 3М642 имеет следующие основные приспособления.

Центровые бабки (рис. 80) применяют при заточке инструмента в центрах: концевых фрез по передней и задней поверхностям зубьев на цилиндрической части; зенкеров и разверток по передней и задней поверхностям зубьев на калибрующей части; метчиков по передней поверхности и др.

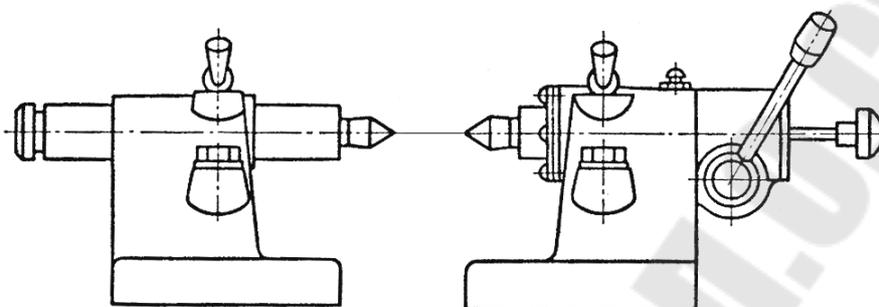


Рис. 80. Эскиз центровых бабок

Большую универсальную головку (рис. 81, а) применяют при заточке торцовых и наклонных режущих кромок фрез и зенкеров, закрепляемых во время заточки за хвостовик (консольно). Головка позволяет повернуть инструмент вокруг своей оси и еще двух осей. Для заточки многолезвийного инструмента с точным расположением зубьев на головку устанавливают делительный механизм.

Приспособление для круглого шлифования (рис. 81, б) монтируют на большой универсальной головке.

Малую универсальную головку (рис. 81, в) используют при заточке торцовых и наклонных режущих кромок фрез и зенкеров, закрепляемых во время заточки за хвостовик. Головка позволяет повернуть инструмент вокруг своей оси и еще трех осей.

Универсальная упорка (рис. 81, г) предназначена для правильного ориентирования зуба многолезвийного инструмента при заточке, а также для деления при переходе к заточке следующего зуба.

Универсальными тисками (рис. 82, а) пользуются при заточке резцов и плоских протяжек; они позволяют повернуть инструмент вокруг трех осей на 360° .

Наклонно-поворотные тиски (рис. 82, б) применяют при заточке резцов и плоских протяжек; они позволяют повернуть инструмент вокруг двух осей на 360° и вокруг третьей оси – на 90° .

Подручник (рис. 82, в) служит опорой при заточке вручную резцов и дисковых пил.

Приспособление для линейной правки абразивного инструмента (рис. 82, г) алмазным карандашом устанавливают на стол станка.

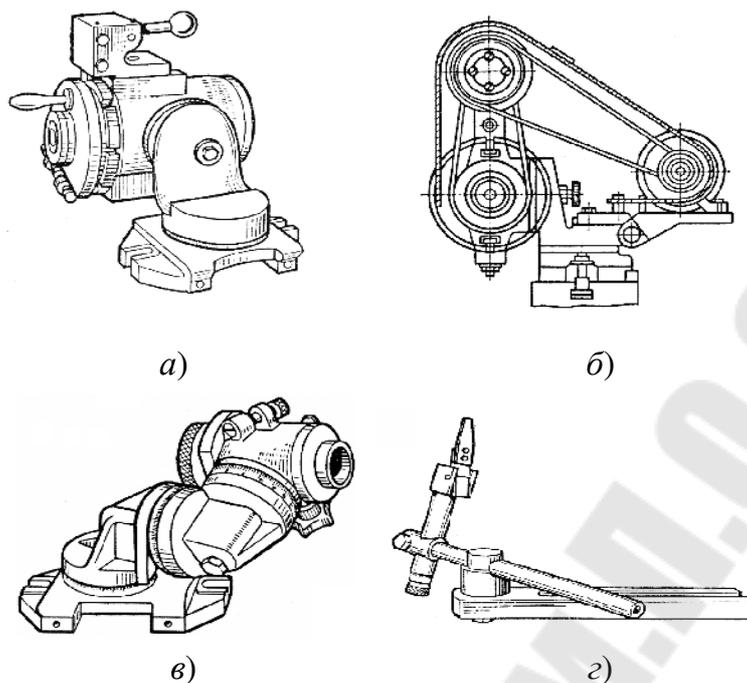


Рис. 81. Эскизы основных приспособлений к универсально-заточному станку 3М642:

a – большой универсальной головки; *б* – приспособления для круглого шлифования; *в* – малый универсальной головки; *г* – универсальный упорки

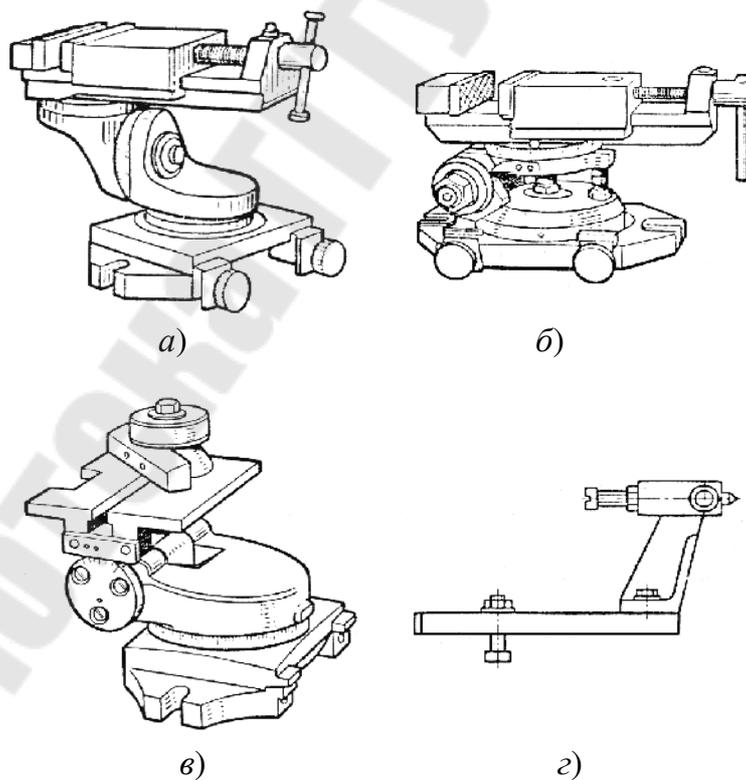


Рис. 82. Эскизы универсальных тисков (*a*); наклонно-поворотных тисков (*б*); подручника (*в*); приспособления для линейной правки абразивного инструмента (*г*)

Наладка универсально-заточного станка на заточку инструментов.

Резцы затачивают торцом или периферией абразивной чашки преимущественно в трехповоротных тисках. При этом используют три исходных положения (рис. 83) – два основных (I_1, I_2) и одно дополнительное (I_3), при котором несколько упрощается настройка тисков, но усложняется процесс заточки. Чтобы заточить резец по трем поверхностям (передней, главной и вспомогательной задней), необходимо задать его углы $\gamma, \lambda, \alpha, \alpha_1, \varphi$ и φ_1 .

Призматические фасонные резцы затачивают по передней поверхности торцом абразивной чашки (рис. 84, а) при установке резца в поворотных тисках или специальной державке.

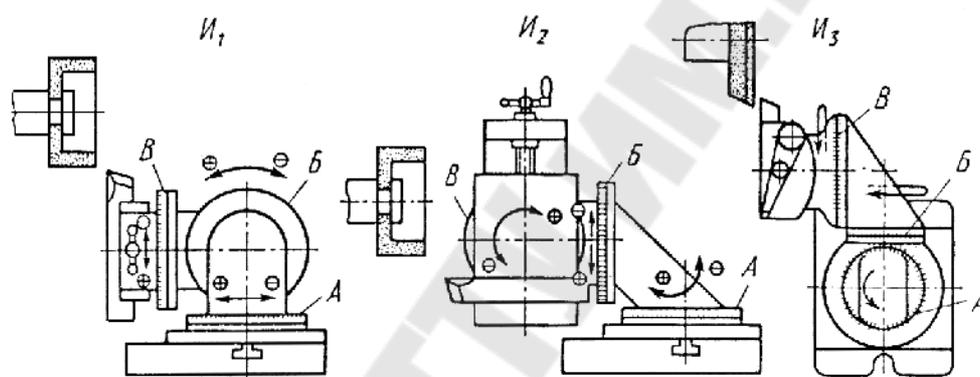


Рис. 83. Исходное положение резца (I_1, I_2, I_3) при заточке в трехповоротных тисках: А, В, В – шкала поворотов

Круглые фасонные резцы затачивают по передней поверхности торцом абразивной чашки (рис. 84, б) при установке резца на оправке в универсальной головке или в центрах.

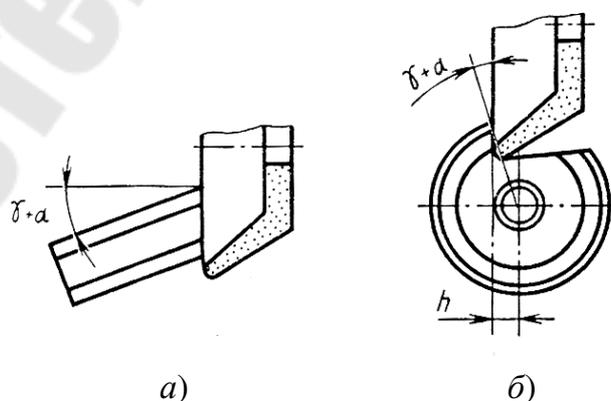


Рис. 84. Схемы заточки фасонных резцов по передней поверхности: а – призматического; б – круглого

Торцовые фрезы диаметром до 250 мм затачивают по задним поверхностям в большой универсальной головке. Из исходного положения (рис. 85, а) головку поворачивают вокруг трех осей по шкалам А, В и В соответственно на углы:

$$\Theta_A \approx \varphi + [(\alpha \sin \varphi) / \cos \lambda];$$

$$\Theta_B \approx \alpha \cos \varphi;$$

$$\Theta_B \approx \alpha \sin \varphi.$$

Заточку обычно ведут торцом абразивной чашки при повороте шпинделя головки на заточку следующего зуба по упорке или делительному диску.

Концевые фрезы затачивают по передним и задним поверхностям винтовых зубьев в центрах. Переднюю поверхность винтового зуба затачивают при продольном перемещении стола, прижимая фрезу рукой к шлифовальному инструменту. При заточке задней поверхности винтового зуба затачиваемый зуб вручную прижимают к упорке, установленной на шлифовальной головке перед рабочей поверхностью шлифовального инструмента вблизи места его контакта с фрезой. Вследствие этого одновременно с продольным перемещением стола происходит поворот фрезы вокруг своей оси.

Настройка станка упрощается при повороте шлифовального шпинделя в вертикальной плоскости. Поворот абразивного инструмента в вертикальной и горизонтальной плоскостях осуществляется соответственно на углы:

$$\Theta_A \approx \alpha_N \sin \omega;$$

$$\Theta_B \approx \alpha_N \cos \omega.$$

Передние и задние поверхности торцового зуба фрез затачивают в малой универсальной головке (рис. 85, б) с использованием упорки или делительного диска.

Фасонные фрезы с затылованными зубьями затачивают только по передней поверхности при базировании фрезы на оправке, установленной в центрах или в универсальной головке. Наибольшая точность фасонной фрезы достигается при делении по делительному диску. При пониженных требованиях к точности возможна заточка фрезы с делением по упорке, касающейся затылованной поверхности затачиваемого зуба. Фрезы с прямыми зубьями затачивают торцом

чашечного инструмента, а с винтовыми зубьями – конической поверхностью или кромкой тарельчатого инструмента. Необходимый передний угол получают за счет смещения рабочей поверхности абразивного инструмента.

Передние поверхности фасонных фрез с затылованными винтовыми зубьями целесообразно затачивать на приспособлениях для заточки червячных фрез. Фасонные фрезы с незатылованными зубьями и выпуклым профилем затачивают по задней поверхности абразивным инструментом прямого профиля на специальном приспособлении с использованием копира.

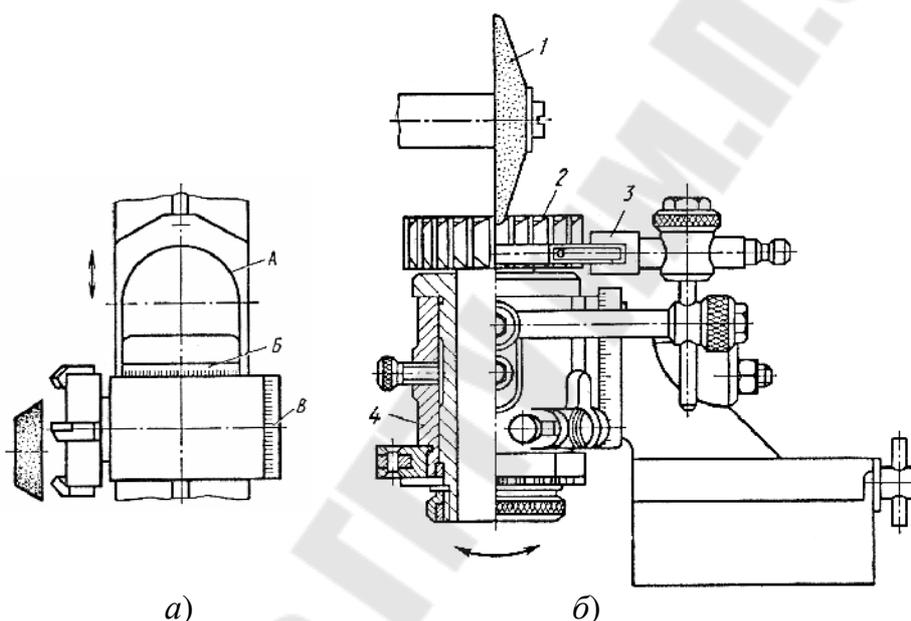


Рис. 85. Исходное положение большой универсальной головки перед заточкой задних поверхностей торцевой фрезы (а); схема заточки передней поверхности торцевого зуба трехсторонней пазовой фрезы в малой универсальной головке: 1 – круг; 2 – фреза; 3 – упорка; 4 – головка

Заточка осевого инструмента. Заточку спиральных сверл на универсально-заточных станках выполняют коническим, винтовым, эллиптическим, одно- и двухплоскостным методами с использованием специальных или универсальных приспособлений.

Одноплоскостную заточку осуществляют при закреплении сверла в большой или малой универсальной головке с применением цангового либо кулачкового патрона. Эти головки можно использовать также при двухплоскостной и эллиптической заточках.

Более производительна двухплоскостная заточка в специальных приспособлениях (рис. 86), в которых переход от заточки первой

плоскости к заточке второй производится поворотом вокруг горизонтальной или вертикальной оси, совпадающей с ребром пересечения плоскостей.

При подточке поперечной кромки сверло и абразивный инструмент необходимо повернуть на некоторые углы относительно направления продольной подачи стола (рис. 87, а). Для осуществления этих поворотов используют оправку (рис. 87, б) к универсальной головке. Сверло базируется в сменной втулке оправки.

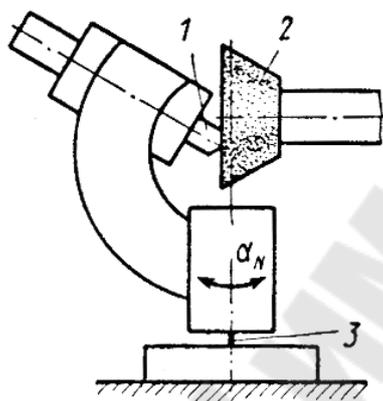


Рис. 86. Схема двухплоскостной заточки сверла:
1 – сверло; 2 – абразивный инструмент; 3 – ось поворота

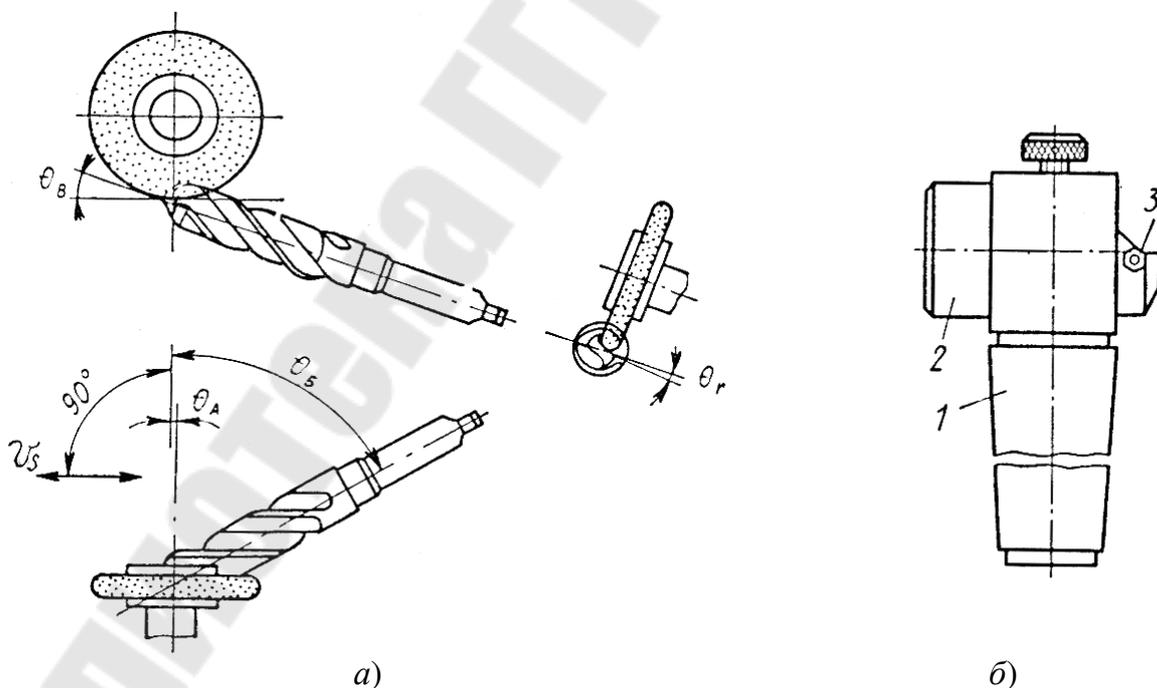


Рис. 87. Схема установки абразивного инструмента и сверла при подточке его поперечной кромки (а) и оправка для крепления сверла (б):
1 – корпус; 2 – сменная втулка; 3 – ориентирующий штифт

Зенкеры и развертки затачивают, как правило, на универсально-заточных станках. Операции по заточке и доводке передних и задних поверхностей, ленточек на калибрующей части, а также задних поверхностей на режущей части при угле в плане $\varphi \leq 45^\circ$ производят в центрах, причем насадной инструмент предварительно закрепляют на оправке. Заточку и доводку задних поверхностей зубьев зенкеров на режущей части с углом $\varphi \geq 60^\circ$ выполняют в двух- или трехповоротных головках при консольном закреплении инструмента с базированием на конический хвостовик.

Переднюю поверхность зуба зенкера или развертки затачивают тарельчатым абразивным инструментом, причем для инструментов с прямыми зубьями используют торцовую сторону абразивной тарелки (рис. 88, а), а винтовые зубья обрабатывают его конической стороной (рис. 88, б, в). Для радиальной установки рабочей поверхности абразивного инструмента пользуются специальным шаблоном.

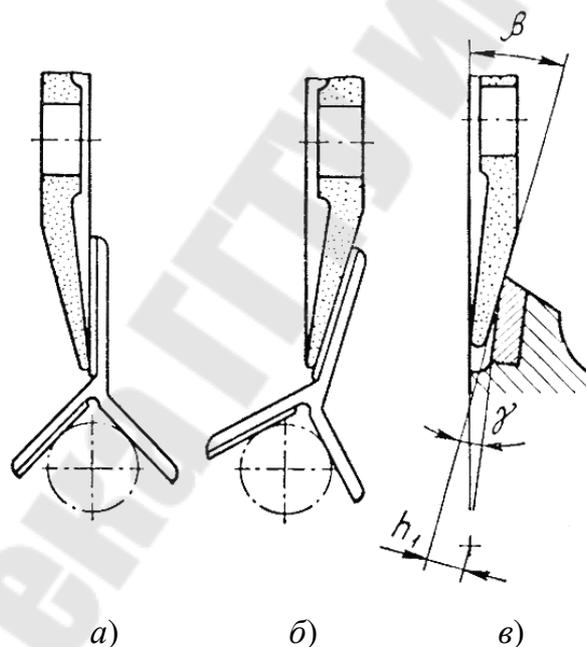


Рис. 88. Установка абразивного инструмента при заточке передней поверхности инструмента: а – с прямыми зубьями при $\gamma = 0^\circ$; б – с винтовыми зубьями при $\gamma = 0^\circ$; в – с винтовыми зубьями при $\gamma < 0^\circ$

Если передняя поверхность не радиальная, т. е. передний угол на калибрующей части не равен нулю, например при наличии отрицательной фаски, необходимо сместить абразивный инструмент от радиального расположения на величину:

$$h_1 = D \sin \gamma / (2 \cos \beta),$$

где h_1 – смещение абразивного инструмента в направлении, перпендикулярном оси обрабатываемого инструмента; D – диаметр инструмента; γ – передний угол на калибрующей части; β – угол правки абразивного инструмента.

Заточку зенкеров и разверток по передним поверхностям выполняют в центрах без делительных приспособлений, вручную прижимая зуб обрабатываемого инструмента к абразивному. Припуск на заточку по передней поверхности зенкеров составляет в среднем 0,2 мм, разверток – 0,15 мм, а на доводку – 0,03 ÷ 0,05 мм.

Заточку задней поверхности на калибрующей части выполняют в центрах, ось которых параллельна направлению продольной подачи стола. При заточке торцом абразивного инструмента (рис. 89, а) вершину зуба с помощью упорки устанавливают ниже горизонтальной осевой плоскости затачиваемого инструмента на величину:

$$h = (D/2)\sin \alpha_T \approx 0,01D\alpha_T,$$

где D – диаметр затачиваемого инструмента; α_T – задний угол в торцовом сечении (для инструмента с винтовыми зубьями $\alpha_T \approx \alpha_N \cos \omega$, а для прямозубого инструмента $\alpha_T \approx \alpha_N$, где α_N – задний угол в сечении, перпендикулярном режущей кромке).

При заточке периферией абразивного инструмента (рис. 89, б) упорку располагают в горизонтальной осевой плоскости затачиваемого инструмента, а ось абразивного инструмента смещают вверх на величину

$$h = (D_{кр}/2)\sin \alpha_T \approx 0,01D_{кр}\alpha_T.$$

Расстояние, на которое требуется сместить упорку на станке, устанавливают с помощью штангенрейсмаса.

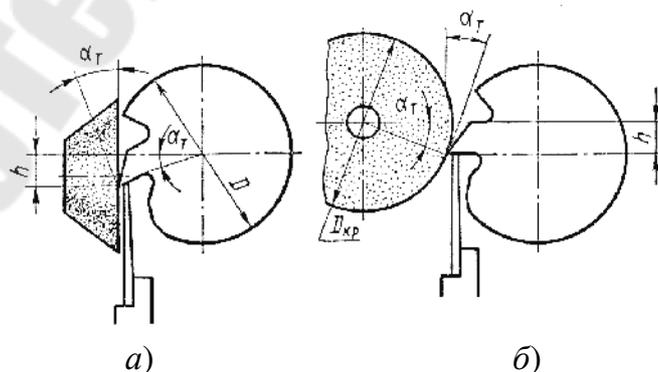


Рис. 89. Установка абразивного инструмента при заточке задней поверхности обрабатываемого инструмента: а – торцом чашки; б – периферией чашки

При заточке прямозубого инструмента упорку используют только для деления, закрепляя ее на столе станка. В процессе заточки она перемещается вместе с инструментом. Устанавливают упорку в любом месте по длине калибрующей части таким образом, чтобы ее опорное лезвие касалось передней поверхности затачиваемого зуба как можно ближе к режущей кромке (не далее 0,5 мм). Затачиваемый зуб прижимают к упорке вручную.

При заточке инструмента с винтовыми зубьями упорка служит как для деления, так и для придания инструменту винтового движения. Упорку закрепляют на заточной головке, и в процессе заточки инструмент перемещается относительно нее. Опорное лезвие упорки наклоняют так, чтобы оно составляло с осью инструмента угол ω – угол наклона зубьев. Смещение h упорки устанавливают по средней точке ее опорного лезвия, которое может быть прямолинейным (длиной 3–5 мм) или криволинейным.

Задние поверхности зубьев на режущей части затачивают так же, как на калибрующей. Различие заключается в том, что верхняя часть стола поворачивается на угол заборного конуса ϕ . Смещение упорки рассчитывают по среднему диаметру режущей части.

Заточка резьбонарезных инструментов. Метчики, плашки, гребенки изнашиваются по задней поверхности режущей части и первым двум виткам калибрующей части. В связи с этим ручные и машинные метчики, для увеличения числа переточек, рекомендуется затачивать по задней и передней поверхностям режущей части, а метчики для глухих отверстий и гаечные – по передней поверхности. Количество переточек по задней поверхности ограничивается допустимой длиной калибрующей части (2 ÷ 3 витка), а количество переточек по передней поверхности – допустимой толщиной зуба (около половины первоначальной толщины).

Затылование режущей части метчиков производят на универсально-заточном станке с применением специального приспособления (рис. 90). Значение заднего угла зависит от эксцентриситета e (рис. 91) и положения упорки. Метчик базируется в центрах и при заточке покачивается вокруг оси приспособления.

Передние поверхности метчиков затачивают в центрах торцовой поверхностью абразивного инструмента чашечной или тарельчатой формы, совпадающей с осевой плоскостью метчика при $\gamma = 0^\circ$ или смещенной относительно оси метчика на величину

$h = 0,5D \sin \gamma$, и может осуществляться с заданным усилием прижима к рабочей поверхности абразивного инструмента с применением делительных дисков или упорки, фиксирующей положение спинки зуба. Если режущая кромка метчика имеет угол λ , то метчик вместе с центровыми бабками и столом станка поворачивают на соответствующий угол.

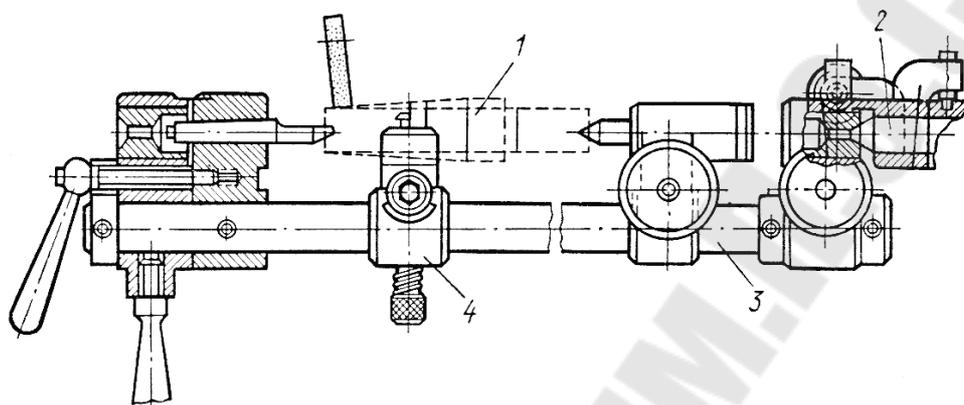


Рис. 90. Делительное приспособление для конической заточки задней поверхности режущей части метчика: 1 – метчик; 2 – центр станка; 3 – штанга; 4 – упорка

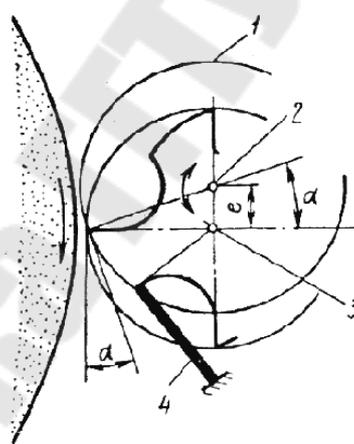


Рис. 91. Схема затылования: 1 – цилиндр затылования; 2 – ось качения в центрах станка; 3 – ось метчика; 4 – упорка

Заточка дисковых гребенок производится вместе с кулачком, установленным в специальном заточном приспособлении.

В приспособлениях (рис. 92) для заточки червячных фрез винтовое движение фрезы создается кинематически: поступательное движение стола преобразуется во вращательное реечной передачей. Шаг винтовых канавок настраивают, поворачивая копирную линейку на угол δ .

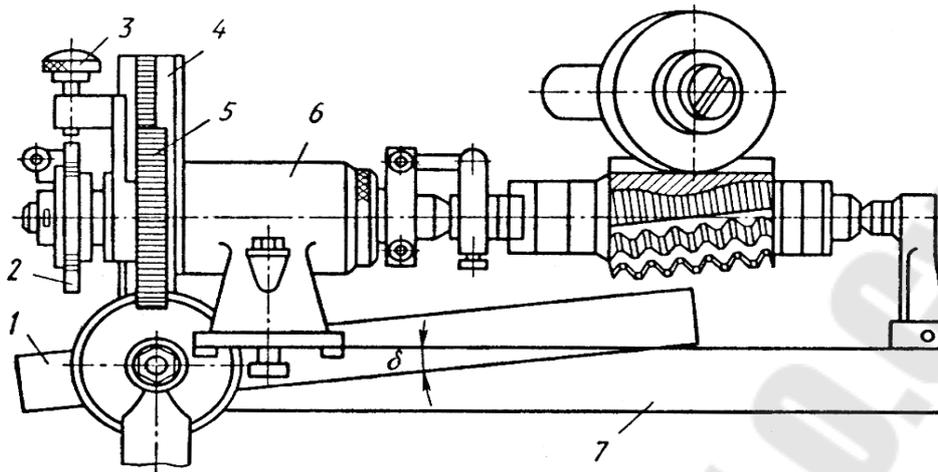


Рис. 92. Эскиз приспособления для заточки червячных фрез на универсально-заточном станке: 1 – копирная линейка; 2 – делительный диск; 3 – фиксатор; 4 – рейка; 5 – шестерня; 6 – бабка изделия; 7 – стол станка

При заточке прямозубых фрез они устанавливаются в центрах.

Долбяки с прямыми зубьями затачиваются по передней поверхности способом круглого шлифования (рис. 93, а, б). Заточку выполняют на универсально-заточном станке с использованием приспособления для круглого шлифования.

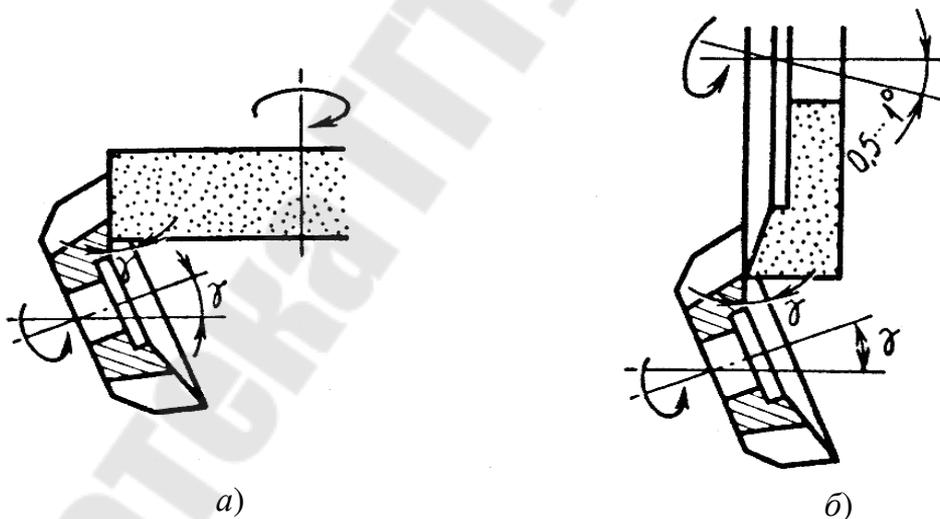


Рис. 93. Заточка прямозубых долбяков:
а – периферией; б – торцом абразивного инструмента

При заточке косозубых долбяков (рис. 94) каждый зуб обрабатывают отдельно периферией абразивного инструмента прямого профиля способом плоского шлифования. В качестве делительного диска используют затачиваемый долбяк.

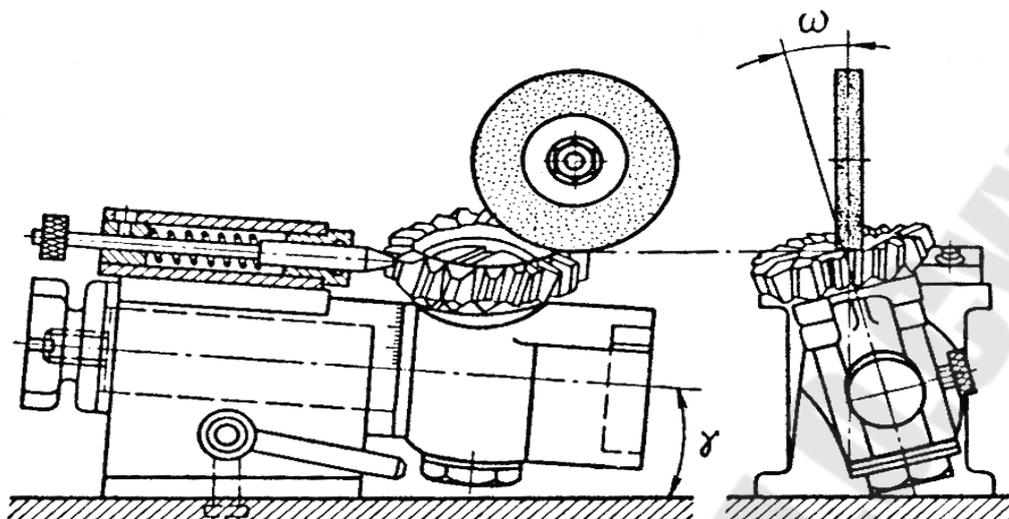


Рис. 94. Приспособление для заточки косозубых долбяков на универсально-заточном станке

Заточка передней поверхности внутренних протяжек осуществляется конической поверхностью абразивного инструмента тарельчатой формы. Для предотвращения повреждения режущей кромки протяжки поверхностью абразивного инструмента необходимо, чтобы радиус его кривизны был меньше радиуса кривизны передней поверхности протяжки во всех точках контакта:

$$D_{\text{кр}} \leq \frac{m D \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma},$$

где m – коэффициент запаса (0,8 ÷ 0,9).

Круглые и шлицевые протяжки затачивают в центрах с использованием люнетов, расстояние между которыми не превышает $8D$. Вращение абразивного инструмента и протяжки должно быть встречным.

Плоские протяжки затачивают по передним и задним поверхностям зубьев торцом тарельчатого или чашечного абразивного инструмента при его возвратно-поступательном перемещении параллельно режущей кромке. Протяжку закрепляют в тисках или на магнитной плите. При заточке плоской протяжки по задней поверхности смещение на шаг обеспечивается использованием откидной упорки, закрепленной на неподвижной части станка и базирующейся по передней поверхности затачиваемого зуба.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СТАНКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ РАЗЛИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Специализированные станки для заточки резцов

Полуавтомат модели ЗЕ624 служит для заточки твердосплавных и быстрорежущих токарных и строгальных резцов по задним поверхностям торцом алмазного или эльборового инструмента. С помощью дополнительных приспособлений возможна заточка резцов с высотой державки до 100 мм, а также заточка по передним поверхностям.

Для осуществления упругой заточки скорость гидравлической подачи на глубину шлифования устанавливается больше скорости съема металла. Станок работает с охлаждением; СОЖ подается в центр алмазного инструмента. Затачиваемый резец закрепляют на наклонном столе с помощью специальных приспособлений.

На станке можно работать как с ручным управлением, так и в автоматическом цикле. При работе с ручным управлением все движения кроме осцилляции должны производиться вручную. Для работы в автоматическом цикле необходимо: установить на пульте управления переключатели в положение, соответствующее автоматической работе; назначить необходимую выдержку времени при выхаживании, скорость подачи, усилие прижима абразивного инструмента к резцу и снимаемый припуск. Включение станка в работу в автоматическом цикле производится кнопкой «Цикл», при этом происходит гидравлический зажим резца и включается система охлаждения. По окончании зажима с помощью реле давления осуществляются осцилляция шлифовальной бабки и врезание. После снятия припуска срабатывает путевой выключатель, включающий реле времени выхаживания. По окончании выхаживания прекращаются осцилляция и подача охлаждающей жидкости, происходит разжим резца, шлифовальная бабка возвращается в исходное положение.

Полуавтомат модели ЗВ624 имеет назначение, аналогичное полуавтомату модели ЗЕ624, однако заточка как твердосплавных, так и быстрорежущих резцов осуществляется торцом алмазного инструмента на металлической связке электроэрозионным методом. При использовании специальных приспособлений возможна заточка резцов сечением до 100 мм по задним и передним поверхностям, вышлифов-

ка стружколомающих порошков, а также плоскостная заточка твердосплавных и быстрорежущих сверл $\varnothing 5 \div 32$ мм.

Станок модели 3622 (рис. 95) предназначен для алмазной и эльборово́й заточки и доводки резцов вручную в незакрепленном или закрепленном состоянии. Движения продольной подачи и подачи на глубину сообщаются шлифовальной бабке. На наклонном столе станка могут устанавливаться специальные приспособления: для ориентации резца при ручной заточке; для зажима резца; для правки абразивного инструмента. При заточке задних поверхностей угол α настраивают поворотом наклонного стола, а угол α – поворотом приспособления для ориентации или зажима резца.

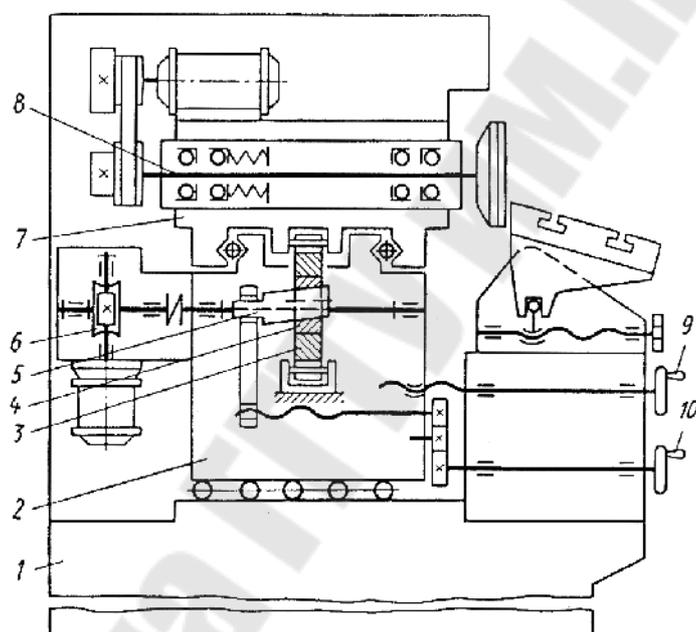


Рис. 95. Принципиальная схема станка модели 3622 для заточки резцов:

- 1 – станина; 2 – каретка; 3 – кулиса; 4 – промежуточное кольцо;
- 5 – кулачок; 6 – червячный редуктор; 7 – шлифовальная бабка;
- 8 – шлифовальный шпиндель; 9, 10 – маховики

Специализированные станки для заточки сверл и зенкеров

Станок модели ВК-80 настольного типа (рис. 96) предназначен для двухплоскостной заточки твердосплавных и быстрорежущих сверл $\varnothing 0,4 \div 3$ мм. Сверла затачивают торцом абразивного инструмента с одной установки. Для настройки и контроля заточки пользуются микроскопом. Продольная подача осуществляется покачиванием шлифовальной бабки вручную. Заточку выполняют алмазными или эльборовыми инструментами без охлаждения.

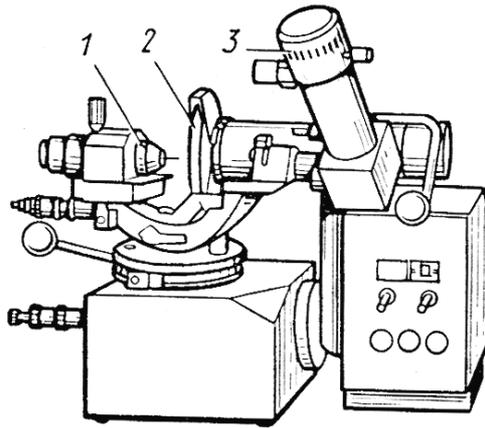


Рис. 96. Общий вид станка модели ВК-80:
1 – сверлодержатель; 2 – абразивный инструмент; 3 – микроскоп

Полуавтомат модели ЗЕ651 (рис. 97) предназначен для двухплоскостной заточки твердосплавных и быстрорежущих сверл $\varnothing 0,4 \div 6$ мм. Сверла затачивают способом глубинного шлифования торцовыми поверхностями двух абразивных инструментов: алмазных – при заточке твердосплавных сверл и эльборовых – при заточке быстрорежущих сверл. Перемещением шлифовальных бабок по поперечным направляющим устанавливается величина снимаемого припуска, достигается проходжение ребра пересечения плоскостей через ось сверла и компенсируется износ абразивного инструмента. При настройке станка необходимо установить угол сверла при вершине 2ϕ поворотом бабки изделия и нормальные задние углы первой и второй плоскостей (α_{1N} и α_{2N}) наклоном шпинделей, ось поворота которых проходит через вершину сверла.

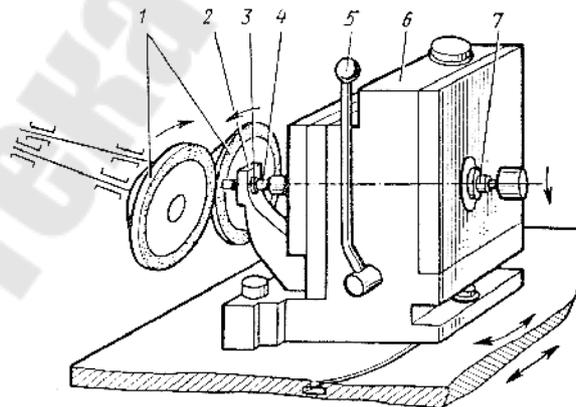


Рис. 97. Общий вид полуавтомата модели ЗЕ651:
1 – абразивные инструменты; 2 – стойка; 3 – втулка; 4 – сверло;
5 – рукоятка зажима; 6 – бабка изделия; 7 – цанговая оправка

Полуавтомат модели ЗЕ653 предназначен для винтовой заточки спиральных сверл $\varnothing 5 \div 40$ мм из быстрорежущей стали или оснащенных

твердым сплавом. Кроме сверл на станке можно затачивать задние поверхности трех- и четырехзубых инструментов (зенкеров и метчиков), а также на отдельной позиции выполнять подточку поперечной кромки сверл. Сверла затачивают периферией абразивного, эльборового или алмазного инструмента способом многопроходного шлифования со скоростью 24 м/с при подаче СОЖ поливом. Поворотом основания бабки изделия устанавливают угол 2ϕ . Для настройки заднего угла используют шкалы затылования и осцилляции на бабке изделия. После ориентации инструмента на отдельной позиции оправку с инструментом устанавливают в патрон бабки изделия. Заточка сверл без заострения поперечной кромки, а также зенкеров и метчиков ведется с осцилляцией абразивного инструмента. Заточку сверл с заострением поперечной кромки, а также ступенчатых выполняют без осцилляции инструмента.

Специализированные станки для заточки фрез

Полуавтомат модели **ЗБ667Ф2** (рис. 98) предназначен для поэлементной заточки торцовых фрез $\varnothing 80 \div 630$ мм с ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава, и фрез из быстрорежущей стали. Заточка, выполняемая с охлаждением торцом алмазного инструмента, сочетается с электроэрозионной правкой. На полуавтомате пооперационно затачивают все прямолинейные режущие кромки – главные, вспомогательные и переходные.

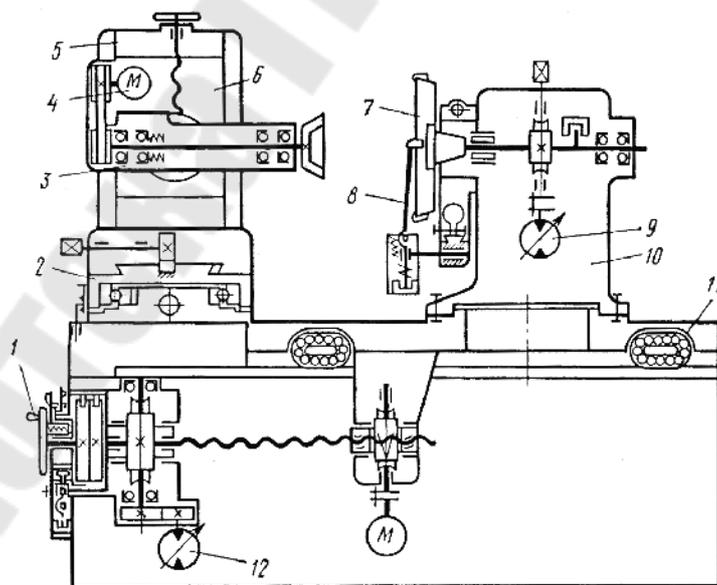


Рис. 98. Принципиальная схема полуавтомата модели ЗБ667Ф2 для заточки торцовых фрез: 1 – маховичок; 2 – стол; 3 – шлифовальная бабка; 4 – электродвигатель; 5 – колонна; 6 – салазки; 7 – фреза; 8 – упорка; 9, 12 – гидродвигатели деления и подачи; 10 – бабка изделия; 11 – суппорт

Затачиваемую фрезу закрепляют на шпинделе бабки изделия, базируя непосредственно на шпинделе или через переходную оправку. Упорка выполнена покачивающейся и обладает возможностью продольного смещения, что позволяет с помощью бесконтактного выключателя подавать сигнал на продолжение цикла обработки по окончании деления. Шлифовальная бабка может поворачиваться на угол $\pm 20^\circ$ в вертикальной плоскости для установки заднего угла.

Заточной комплекс модели ВЗ-219К (рис. 99), служащий для заточки задних поверхностей торцовых фрез $\text{Ø } 80 \div 630$ мм, состоит из двух полуавтоматов 1 модели ЗБ667Ф2, манипулятора 3 с ручным управлением, универсального схвата 2 и накопителя 4.

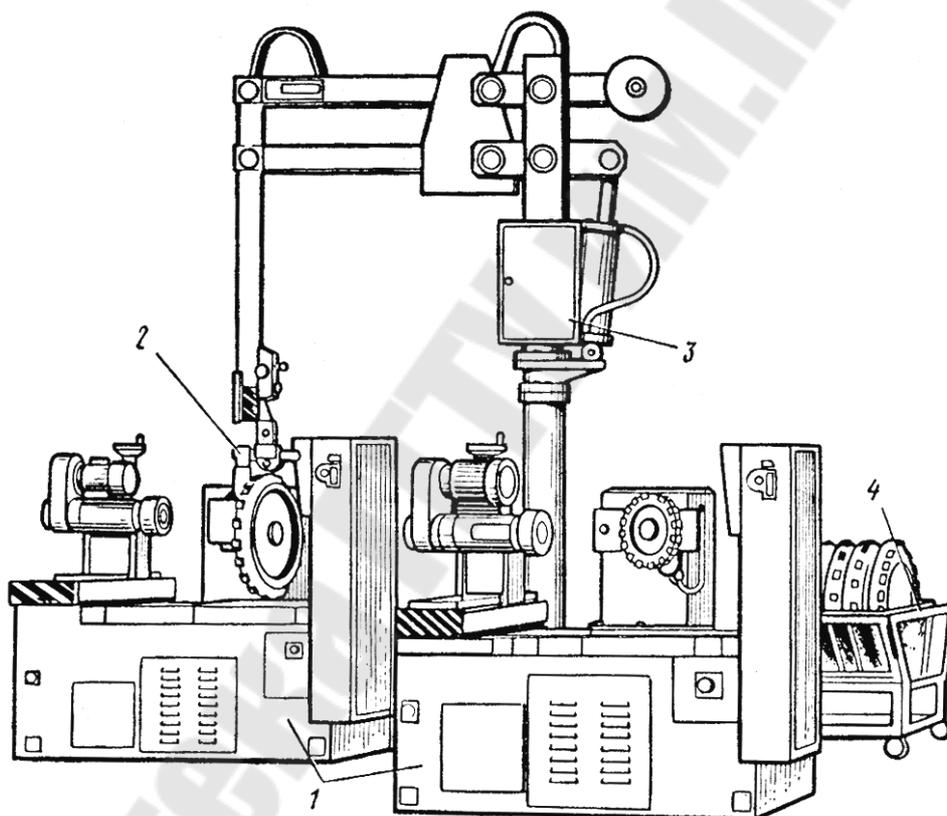


Рис. 99. Общий вид заточного комплекса ВЗ-219К для заточки торцовых фрез: 1 – полуавтомат модели ЗБ667Ф2; 2 – схват; 3 – манипулятор; 4 – накопитель

Полуавтомат модели ВЗ-152Ф2 (рис. 100, а) предназначен для копирной контурной заточки задних поверхностей торцовых фрез $\text{Ø } 100 \div 500$ мм с ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава (рис. 100, б). Заточку по пластине и державке выполняют под разными углами, что достигается смещением оси абразивного инструмента. Обработку пластины из твердого сплава производят периферией двухугол-

вого инструмента из карбида кремния (63С 40–25 М2 7 К8) или алмазного инструмента (АСМ 40/28 100 % Б1). Для обработки стальной державки используют абразивные инструменты 25А 40–25 СМ1 7 К8. На станке можно осуществлять также круглое шлифование фрез по контуру. Станок оснащен специальным приспособлением для фрезерования копиров.

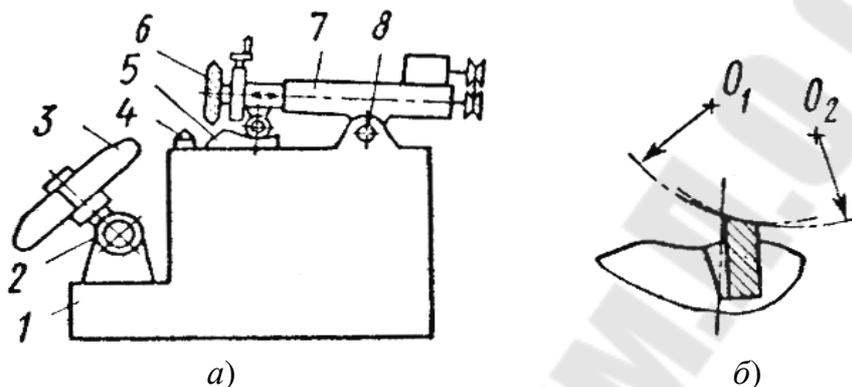


Рис. 100. Компоновка полуавтомата модели ВЗ-152Ф2 (а) и схема заточки задней поверхности торцевой фрезы (б): 1 – станина; 2 – ось наклона бабки изделия; 3 – фреза; 4 – алмаз; 5 – копир; 6 – абразивный инструмент; 7 – шлифовальная бабка; 8 – ось качания шлифовальной бабки; O_1, O_2 – положение оси абразивного инструмента при заточке по пластине и по державке

Полуавтомат с ЧПУ модели ВЗ-205Ф3 (рис. 109), на котором затачивают передние и задние поверхности винтовых и торцевых зубьев концевых фрез $\varnothing 14 \div 63$ мм, имеет защитный кожух для работы с обильным охлаждением. С целью определения фактических окружных и осевых шагов винтовых зубьев полуавтомат оснащен специальной упоркой с контактным датчиком. Устройство ЧПУ рассчитывает, запоминает и выводит на дисплей значения среднего осевого и каждого из окружных шагов винтовых зубьев, используемые затем в процессе заточки при задании осевого шага винтового движения и окружных шагов деления. Выбор типа инструмента и затачиваемой поверхности, ввод геометрической и технологической информации происходят в диалоговом режиме.

При настройке станка на заточку задней поверхности концевой фрезы с радиусным закруглением на торце или со сферическим торцом ось абразивного инструмента тороидальной формы устанавливается в горизонтальной плоскости, проходящей через ось фрезы, и разворачивается на угол 45° , что обеспечивает обработку задней поверхности фрезы по всему контуру (рис. 106, в). После введения

оператором в устройство ЧПУ известной геометрической и технологической информации и определения осевого и окружных шагов винтовых зубьев фреза затачивается автоматически.

Полуавтомат модели 3691 предназначен для заточки отрезных и прорезных фрез $\varnothing 50 \div 315$ мм по передним и задним поверхностям главных и переходных кромок. Заточку передних и задних поверхностей главных кромок выполняют абразивным или эльборовым инструментом за один рабочий цикл. Задние поверхности переходных кромок затачивают также в автоматическом цикле, но пооперационно – отдельно правые и левые. При заточке тороидальный абразивный инструмент получает возвратно-поступательное движение в радиальном направлении, кинематически связанное с вращением пилы.

Полуавтоматы модели 3Д692 (рис. 101) и **3Е692** служат для заточки дисковых сегментных пил $\varnothing 275 \div 1430$ мм по передним и задним поверхностям главных и переходных кромок. Заточка передних и задних поверхностей главных кромок на прорезных и зачистных зубьях производится электрокорундовым или эльборовым инструментом за один рабочий цикл. Задние поверхности переходных кромок также затачиваются в автоматическом цикле, но требуют отдельной настройки положения абразивного инструмента и числа его ходов. Все три операции заточки – главных, правых переходных и левых переходных кромок – можно выполнить с одной установки пилы. При заточке тороидальный абразивный инструмент получает возвратно-поступательное движение в радиальном и осевом направлениях, кинематически связанное с непрерывным равномерным вращением пилы.

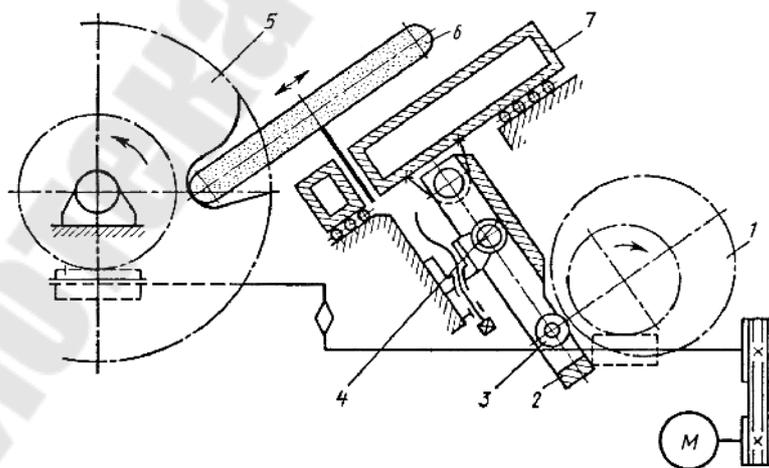


Рис. 101. Схема работы полуавтомата модели 3Д692 для заточки дисковых пил:
1 – сменный кулачок; 2 – качающийся рычаг; 3 – ролик рычага;
4 – смещаемый опорный ролик; 5 – затачиваемая пила; 6 – абразивный инструмент; 7 – каретка шлифовальной бабки

Специализированные станки для заточки червячных фрез и долбяков

Полуавтоматы моделей **ЗЛ660А** и **ЗБ662ГВ** предназначены для заточки червячных фрез из быстрорежущей стали и твердого сплава с прямыми канавками. Заточку выполняют способом глубинного шлифования торцом эльборового или алмазного инструмента с охлаждением. На станке модели **ЗА660А** возможно многопроходное шлифование. Цикл обработки автоматизирован. На станках можно затачивать передние поверхности других многолезвийных инструментов с прямыми зубьями.

Полуавтоматы моделей **ЗА662** и **ЗБ662ВФ2** предназначены для заточки хвостовых и насадных червячных фрез из быстрорежущей стали и твердого сплава с прямыми и винтовыми канавками. Заточку выполняют способом многопроходного шлифования конической поверхностью абразивного, эльборового или алмазного инструмента с охлаждением и всухую. Станки работают в автоматизированном цикле, включающем заточку с подачей и периодической правкой инструмента, выхаживание без подачи и остановку станка в конце обработки. Снимаемый припуск, периодичность правки, продолжительность выхаживания задаются счетчиками на пульте управления.

Полуавтомат модели **ЗА662** (рис. 102) служит для заточки червячных фрез класса АА $\varnothing 65 \div 200$ мм, имеющих модуль $0,5 \div 14$ мм. Полуавтомат выполнен в горизонтальной компоновке с подвижными шлифовальными салазками, перемещающимися по направляющим станины относительно установленной в центрах затачиваемой фрезы.

При заточке червячных фрез с винтовыми канавками движение на шпиндель передается от рейки через реечную шестерню, дифференциал, гитару сменных колес, фиксатор и делительный диск. С помощью гитары сменных колес настраивают шаг винтовой стружечной канавки.

На пульте управления устанавливают: периодичность подачи (число зубьев, после обработки которых происходит круговая подача); количество подач, необходимое для снятия припуска; периодичность правки; продолжительность выхаживания. Механизм выборки люфтов регулируют для обеспечения равномерного съема металла при шлифовании в обоих направлениях. С целью заточки фрез с большим углом подъема винтовых стружечных канавок (более 25°) и модулем до 8 мм в комплекте станка предусмотрена дополнительная шлифовальная бабка.

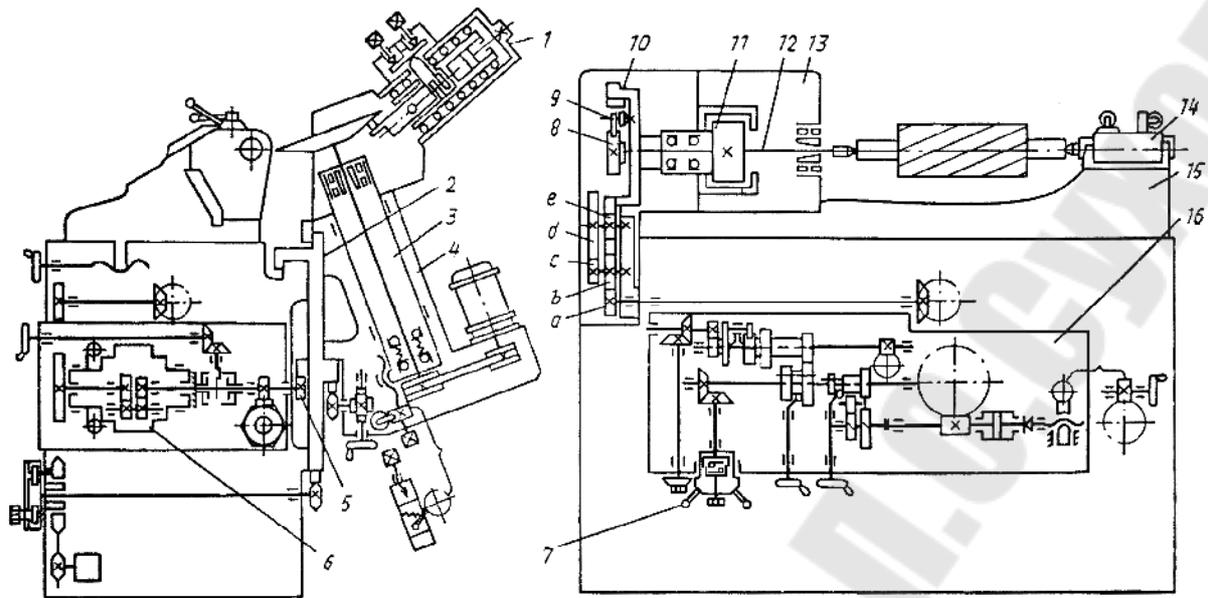


Рис. 102. Кинематическая схема полуавтомата модели 3А622 для заточки червячных фрез: 1 – механизм правки; 2 – шлифовальные салазки; 3 – шлифовальная головка; 4 – шлифовальная бабка; 5 – реечная шестерня; 6 – дифференциал; 7 – маховичок; 8 – делительный диск; 9 – фиксатор; 10 – шестерня; 11 – гидродвигатель; 12 – шпиндель изделия; 13 – бабка изделия; 14 – задняя бабка; 15 – поперечные салазки; 16 – механизм подачи и спиралеобразования

Полуавтомат модели 3Б662ВФ2 с ЧПУ имеет в качестве привода круговой подачи шаговый двигатель с управлением от системы ЧПУ, что обеспечивает обработку со съемом полного припуска с черновыми и чистовыми подачами за один оборот фрезы и значительно сокращает время обработки. Необходимые цикл заточки и режим съема припуска (общий припуск, величина и число черновых ходов, величина чистовой подачи, число выхаживающих ходов) устанавливаются оператором на декадных переключателях пульта управления.

Полуавтомат модели ВЗ-203Ф2 с ЧПУ предназначен для заточки передних поверхностей косозубых и прямозубых дисковых, чашечных и хвостовых долбяков классов АА, А и В. Обработку выполняют периферией абразивного, алмазного или эльборового инструмента прямого профиля. С помощью декадных переключателей программируются параметры обработки: число зубьев; подача и число черновых ходов; подача и число чистовых ходов; число ходов выхаживания.

Специализированные станки для заточки метчиков и круглых плашек

Станок модели 4М (рис. 103) предназначен для заточки метчиков по задней поверхности режущей части и работает по методу радиального затылования.

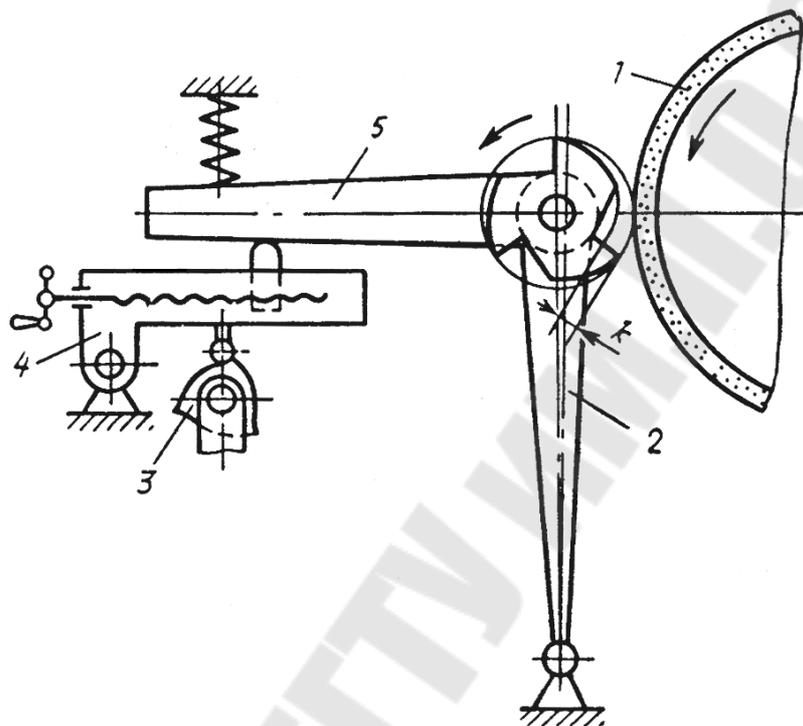


Рис. 103. Схема работы станка модели 4М для радиального затылования метчиков по задней поверхности режущей части: 1 – абразивный инструмент; 2 – каретка; 3 – кулачок затылования; 4 – кронштейн с переменным плечом; 5 – рычаг; К – размер затылования

Полуавтомат модели 3В10М (рис. 104) предназначен для заточки метчиков по передней поверхности торцом чашечного инструмента с охлаждением. Метчик устанавливают в центрах и закрепляют в специальном поводковом патроне. Деление при заточке инструмента производится с ориентацией зуба на упорку.

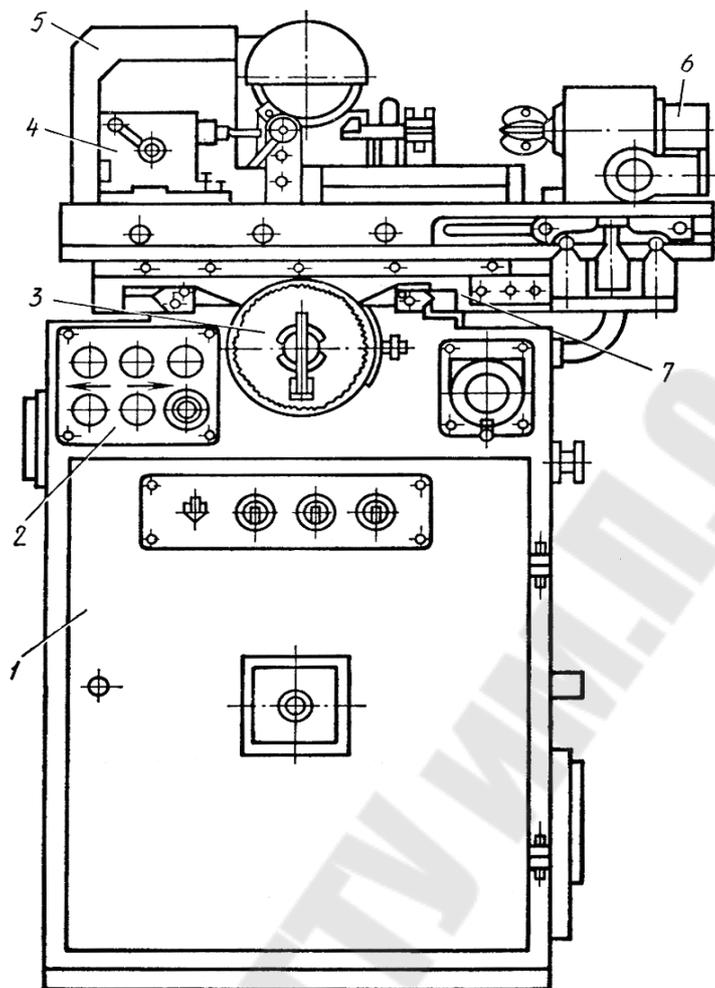


Рис. 104. Общий вид полуавтомата модели 3В10М для заточки метчиков по передней поверхности: 1 – станина; 2 – пульт управления; 3 – маховик поперечной подачи; 4 – задняя бабка; 5 – шлифовальная бабка; 6 – передняя бабка; 7 – стол

Полуавтоматический цикл работы станка состоит из возвратно-поступательного перемещения стола и деления на зуб через один или два двойных хода стола. Поперечная подача производится вручную на один оборот изделия перемещением стола. После заточки всех зубьев счетчик отключает станок.

Станок модели МФ-27А (рис. 105) предназначен для заточки плашек $\varnothing 6 \div 52$ мм по передней поверхности. Ориентация плашки на столе и продольная подача инструмента осуществляются вручную.

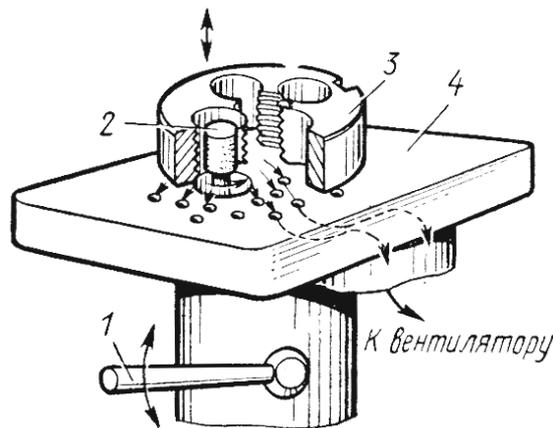


Рис. 105. Эскиз общего вида станка модели МФ-27А для заточки плашек:
1 – рычаг; 2 – абразивный инструмент; 3 – плашка; 4 – столик

Специализированные станки для заточки протяжек

Таблица 3

Станки для заточки протяжек

Модель	Назначение станка
3601	Предназначен для заточки круглых и плоских протяжек, изготовленных из быстрорежущей стали или твердого сплава, абразивными, алмазными или эльборовыми инструментами всухую и с охлаждением
3601-1	Отличается от станка модели 3601 меньшей длиной затачиваемой протяжки. На станках предусматривается шлифование выкружек и стружкоразделительных канавок
3601Б	Предназначен для заточки только плоских протяжек
ЗМ601Ф1	Имеет цифровую индикацию продольного или вертикального перемещения
3602	Отличается тем, что на нем можно обрабатывать протяжки больших размеров

На всех станках продольное перемещение протяжки осуществляется столом, несущим переднюю и заднюю бабки, магнитную плиту или другие приспособления для закрепления затачиваемой протяжки; вертикальное и поперечное перемещения осуществляются шлифовальной бабкой.

Шлифовальная головка может поворачиваться в вертикальной плоскости на угол до 90° , что обеспечивает возможность шлифования передних поверхностей конусной поверхностью тарельчатого инструмента и задних поверхностей – торцом чашечного инструмента. Шлифовальные салазки могут поворачиваться в горизонтальной плоскости на угол $\pm 30^\circ$ с целью заточки косозубых протяжек.

Передняя бабка предназначена для сообщения протяжке непрерывного вращательного движения, а также для деления при шлифовании выкружек и нанесения стружкоразделительных канавок.

Многоцелевые заточные станки с ЧПУ

Важной особенностью заточных станков с ЧПУ является их универсальность: на одном и том же станке, заменяя программы обработки, можно вышлифовать и заточить по передним и задним поверхностям сверло, зенкер, развертку, концевую и дисковую фрезы, метчик, различный комбинированный инструмент (рис. 106, а–д).

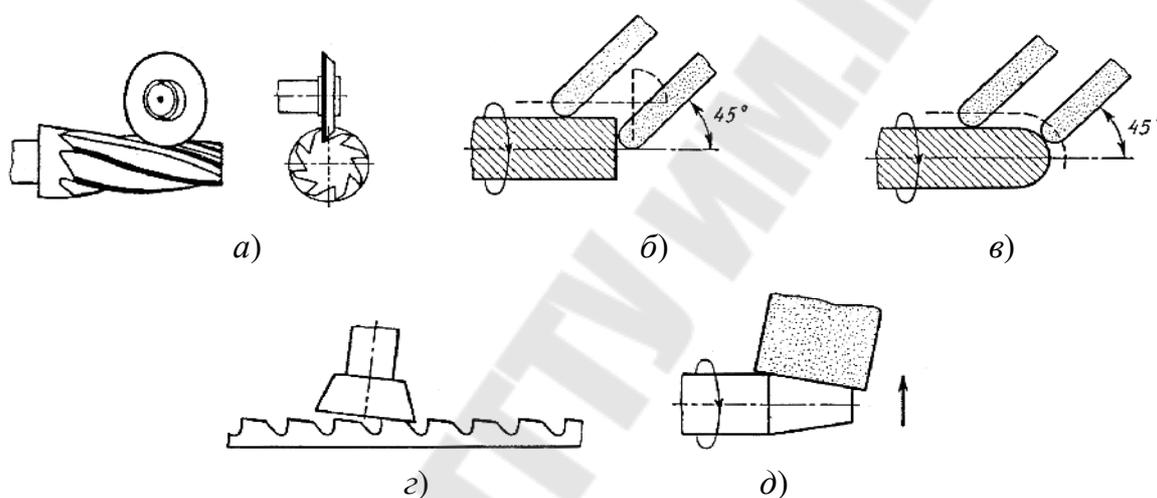


Рис. 106. Схемы заточки на заточном станке с ЧПУ многолезвийного инструмента: *а* – конической концевой фрезы по передней поверхности зуба тарельчатым инструментом; *б* – цилиндрической концевой фрезы по задним поверхностям винтового и торцового зубьев торoidalным инструментом; *в* – концевой фрезы со сферическим концом по задним поверхностям винтового и радиусного зубьев торoidalным инструментом; *г* – плоской протяжки по задней поверхности чашечным инструментом; *д* – метчика по задней поверхности режущей части инструмента прямого профиля (затылование заборного конуса)

Технологические возможности заточных станков с ЧПУ расширяются за счет установки на шлифовальной оправке двух-трех шлифовальных инструментов, последовательно вводимых в обработку с учетом их формы, размеров и расположения (рис. 107).

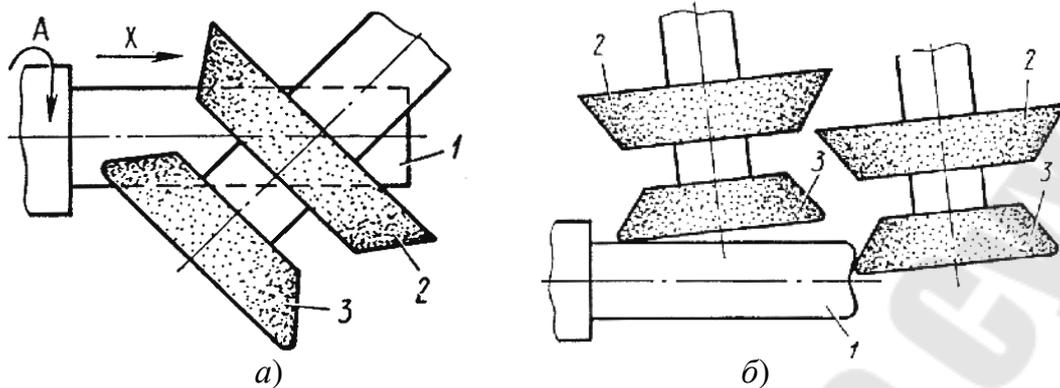


Рис. 107. Обработка концевой фрезы на заточном станке с ЧПУ:
 а – шлифовка винтовых канавок; б – заточка задних поверхностей
 винтовых и торцовых зубьев: 1 – заготовка концевой фрезы; 2 – абразивный
 инструмент для вышлифовки винтовых стружечных канавок;
 3 – абразивный инструмент для заточки задних поверхностей; А – вращение
 вокруг оси инструмента; Х – поступательное перемещение вдоль
 оси инструмента

Многоцелевые заточные станки с ЧПУ позволяют в условиях мелкосерийного и серийного инструментального производства вышлифовывать стружечные канавки и затачивать сложный прецизионный концевой инструмент с высокой концентрацией операций, выполняемых с одной установки. Для вышлифовки стружечных канавок и заточки большинства инструментов наиболее целесообразно использовать заточные станки с пятью управляемыми координатами (рис. 108), по трем из которых (X , Y , Z) осуществляются взаимно перпендикулярные поступательные перемещения, а по двум (A , C) – вращательные движения соответственно вокруг оси инструмента и вокруг вертикальной оси. Каждая из координат имеет отдельный привод (от шагового двигателя или двигателя постоянного тока), управляемый от системы ЧПУ. Несколько пониженные технологические возможности имеют 4-координатные (X , Y , Z , A) станки с ЧПУ (рис. 109). Применение многоцелевых 6–9-координатных заточных станков с ЧПУ можно рекомендовать в заточных отделениях гибких автоматизированных производств (ГАП) для заточки особо сложного режущего инструмента.

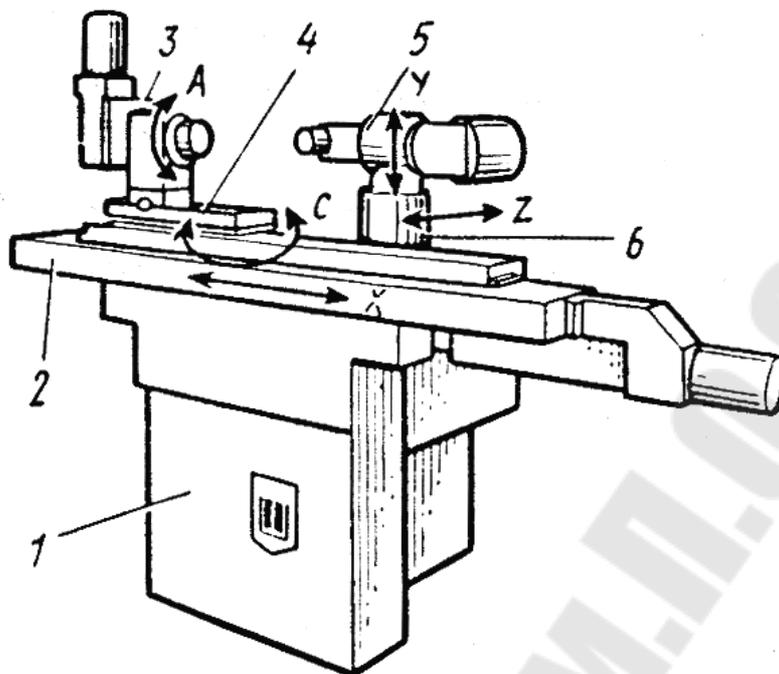


Рис. 108. Общий вид многоцелевого заточного 5-координатного станка с ЧПУ:
 1 – станина; 2 – стол; 3 – бабка изделия; 4 – поворотное основание бабки изделия; 5 – шлифовальная бабка; 6 – колонна

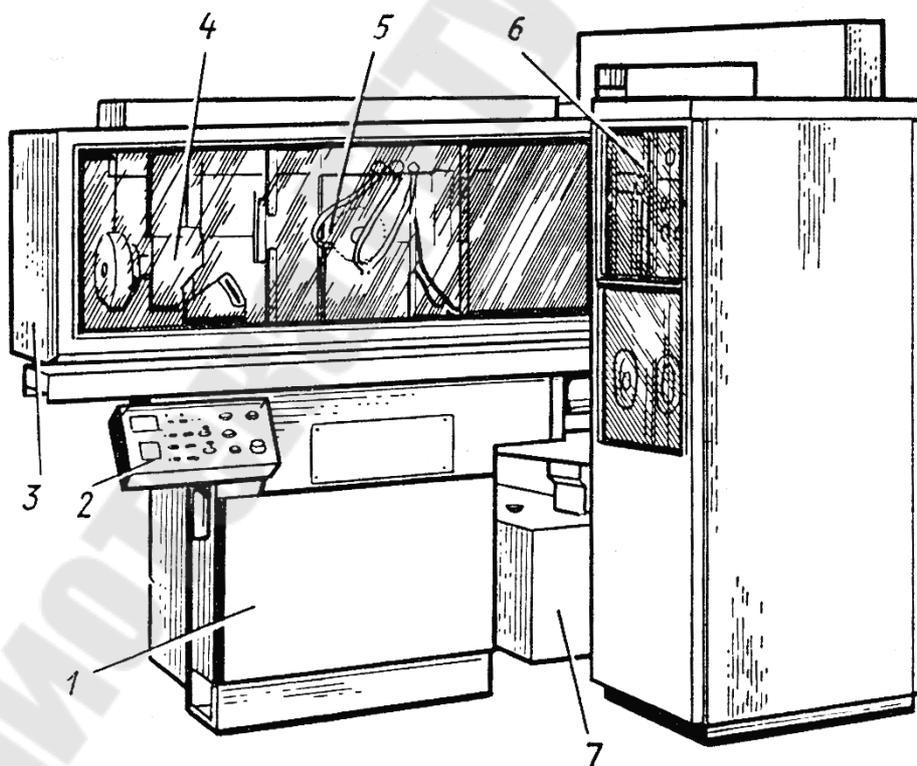


Рис. 109. Многоцелевой заточный 4-координатный станок с ЧПУ модели ВЗ-205ФЗ: 1 – станина; 2 – пульт управления; 3 – кожух; 4 – бабка изделия; 5 – шлифовальная бабка; 6 – устройство ЧПУ; 7 – бак СОЖ

Особенности процесса вышлифовки стружечных канавок

Вышлифовка стружечных канавок – это процесс профильного шлифования, при котором канавки инструмента полностью или поэлементно формируются фасонным абразивным инструментом на целой (не имеющей канавок) заготовке.

Стружечные канавки чаще всего располагаются на цилиндрической поверхности или торце режущего инструмента. Их формирование способом вышлифовки получило распространение преимущественно для концевых инструментов диаметром до 12 мм – сверл, концевых фрез, метчиков, разверток. Основными достоинствами процесса вышлифовки являются высокая точность геометрических параметров, хорошее качество рабочих поверхностей стружечных канавок, быстрая смена объекта обработки, короткий цикл производства.

Спиральные сверла вышлифовывают в диапазоне диаметров $0,1 \div 0,2$ мм. Угол наклона винтовых стружечных канавок составляет $10 \div 35^\circ$, глубина – $(0,35-0,45)D$, ширина равна или несколько превышает ширину пера, подъем сердцевины сверла – $1,4 \div 1,6$ мм на 100 мм длины. Ленточки сверла при вышлифовке выполняют высотой, равной $(0,02-0,03)D$, что значительно меньше, чем при фрезеровании или прокатке.

Профиль стружечных канавок сверла состоит из двух поверхностей (рис. 110) – передней 1 и переходной 2. Передняя поверхность канавки формируется радиусной частью инструмента (R) при винтовом движении. Переходная поверхность образуется при винтовом движении угловой кромки L абразивного инструмента. Для повышения прочности и стойкости угловой кромки прилегающая к ней сторона абразивного инструмента оформляется в виде упрочняющего конуса с углом β .

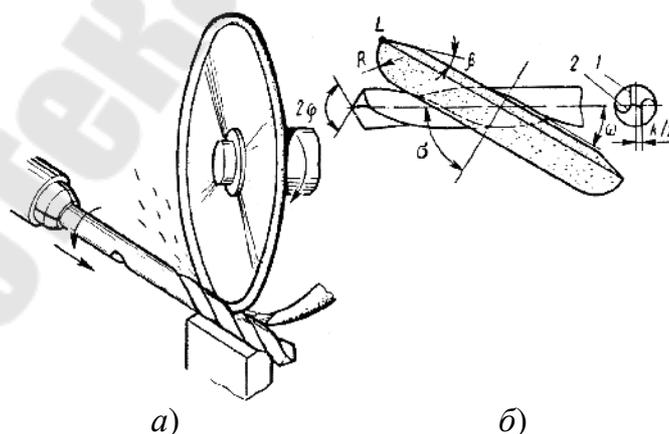


Рис. 110. Расположение спирального сверла и абразивного инструмента при вышлифовке винтовых стружечных канавок: *a* – внешний вид; *б* – схема: 1 – передняя поверхность канавки; 2 – переходная поверхность; L – угловая кромка инструмента

Концевые фрезы вышлифовывают в диапазоне диаметров $2 \div 12$ мм; они имеют три-шесть винтовых стружечных канавок с углом ($\omega = 30\text{--}45^\circ$ на цилиндрической поверхности и столько же – прямых канавок на торцевой поверхности. Глубина винтовых канавок составляет $(0,2 \div 0,3)D$. Профиль винтовой стружечной канавки концевой фрезы (рис. 111) состоит из двух участков – передней поверхности и спинки. Спинка у концевой фрезы в отличие от сверла является частью канавки и образует выпуклую переходную поверхность (от передней поверхности к задней), которая может быть частью поверхности спинки или формироваться отдельно. Зубья обычно выполняют с равномерным окружным шагом.

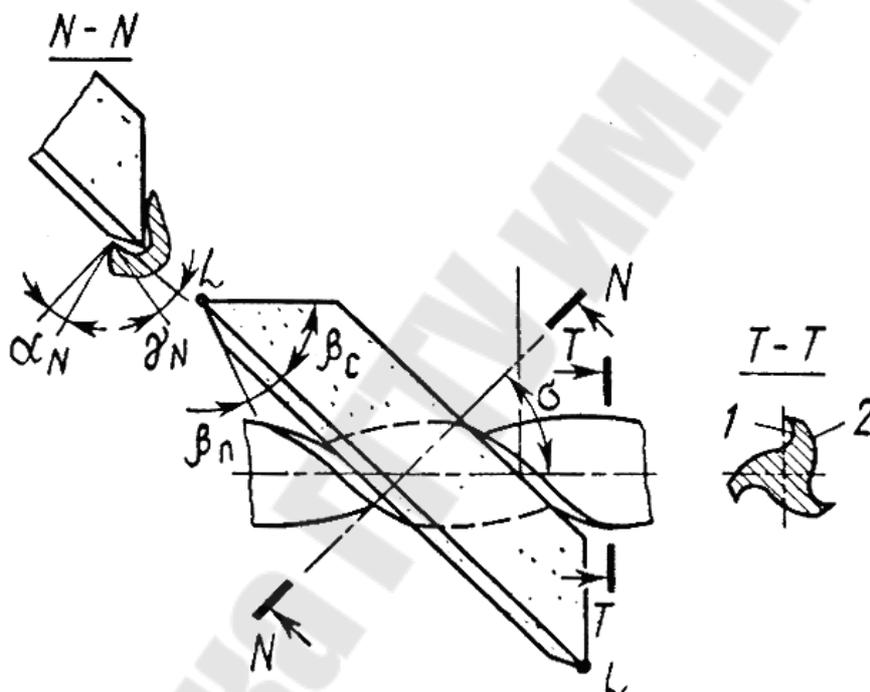


Рис. 111. Схема расположения концевой фрезы и абразивного инструмента при вышлифовке винтовых канавок: 1 – передняя поверхность; 2 – спинка

Передняя поверхность винтовых зубьев концевой фрезы, которая должна обеспечить выполнение двух основных требований – получения заданного положительного переднего угла в нормальной сечущей плоскости (γ_N) и плавного перехода к поверхности спинки для улучшения условий отвода стружки – чаще всего формируется окружностью L угловой кромки абразивного инструмента. Упрочняющий конус абразивного инструмента с углом β_n , обращенный к передней поверхности, может участвовать в съеме металла, но не должен формировать переднюю поверхность зуба фрезы.

Значение переднего угла в наибольшей степени зависит от соотношения углов установки абразивного инструмента (ω_y) и наклона канавок (ω), а также относительного диаметра сердцевины фрезы (k/D). Если $(D_{кр}/D)\sin \omega \geq 5$, для предварительных расчетов можно использовать следующую зависимость:

$$\operatorname{tg} \gamma_N \approx \frac{\left(1 - \frac{2k}{D} \cdot \frac{\operatorname{tg} \omega_y}{\operatorname{tg} \omega}\right) \cos \omega}{\frac{\operatorname{tg} \omega_y}{\operatorname{tg} \omega} \sqrt{1 - \left(\frac{2k}{D}\right)^2}},$$

где k – диаметр сердцевины фрезы; $k = (D/2) - h$, где h – высота зуба.

Профилирующий конус абразивного инструмента с углом β_c участвует в съеме припуска и формировании выпуклой поверхности спинки.

Угол установки абразивного инструмента ω_y обычно равен $\omega + (1 \div 5^\circ)$; угол упрочняющего конуса со стороны передней поверхности $\beta_{\Pi} = 0 \div 15^\circ$; диаметр алмазного или эльборового инструмента $D_{кр}$ по технологическим соображениям выбирают в пределах $100 \div 200$ мм. Угол конуса инструмента со стороны спинки ($\beta_c = 60 \div 80^\circ$) рассчитывают по специальным зависимостям или подбирают экспериментально. Угол установки абразивного инструмента можно рассчитать, пользуясь приближенной формулой:

$$\operatorname{tg} \omega_y \approx \frac{\operatorname{tg} \omega}{\frac{\operatorname{tg} \gamma_N}{\cos \omega} \sqrt{1 - \left(\frac{2k}{D}\right)^2} + \frac{2k}{D}}.$$

Метчики вышлифовывают в диапазоне диаметров М0,35–М10. Профиль стружечной канавки состоит из трех участков – передней поверхности, радиусного сопряжения и переходной поверхности. Основными параметрами профиля канавки являются следующие: число канавок $Z_{и} = 3 \div 4$; диаметр сердцевины $k = (0,38 \div 0,45)D$; ширина пера $p = (0,2 \div 0,32)D$; передний угол $\gamma = 10 \div 12^\circ$. При обработке прямых канавок их профиль соответствует профилю абразивного инструмента.

Для базирования инструмента используют неподвижные или подвижные относительно него базы (рис. 112, а–г). Хвостовик базируется в неподвижной базе, выполненной обычно в виде цанги. Для базирования рабочей части применяют либо неподвижную (люнет или

центр), либо подвижную базу (направляющую втулку). Базирование с использованием люнета и втулки отличается большей жесткостью, чем с использованием центра. Кроме того, люнет обеспечивает образование сердцевины за счет наклона оси изделия к направлению движения и удобный подвод СОЖ в зону обработки, а направляющая втулка увеличивает поверхность базирования. Длинные инструменты, базируемые в центрах, поддерживаются регулируемым люнетом. При обработке инструментов с диаметром рабочей части менее 3 мм рекомендуется: 1) конец хвостовика зажимать в цанге; 2) часть хвостовика, примыкающую к рабочей части, базируют в направляющей втулке; 3) рабочую часть устанавливают на люнете. Особенно важно обеспечить соосность люнета и направляющей втулки.

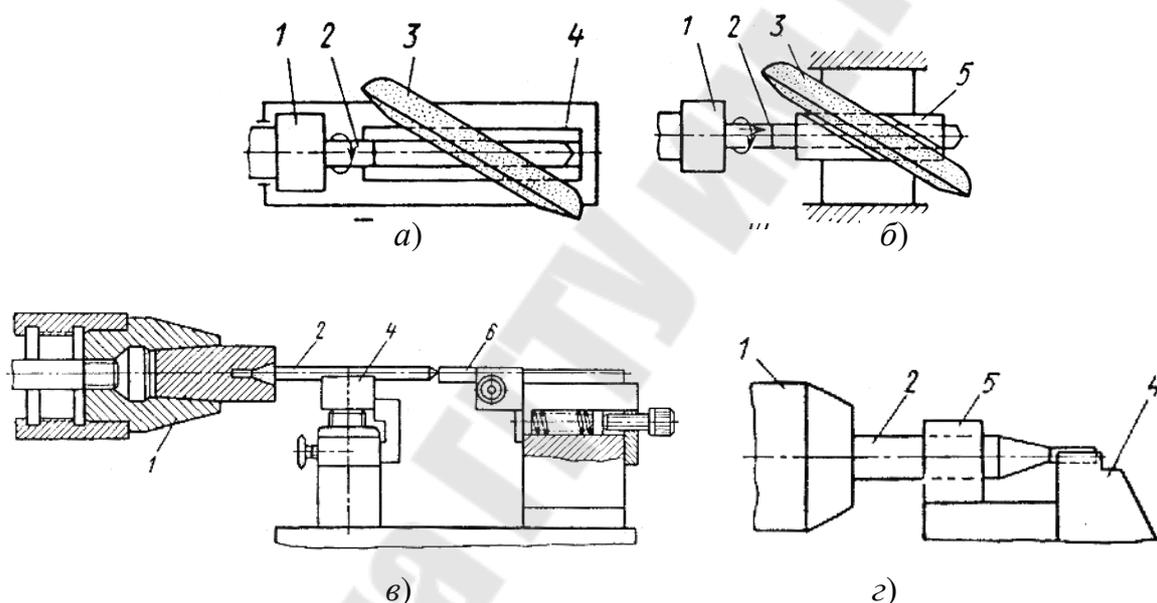


Рис. 112. Базирование рабочей части инструмента:

а – на люнете; *б* – в направляющей втулке; *в* – в центре с поддержкой в люнете;

г – на люнете с базированием хвостовика в направляющей втулке:

1 – патроны; 2 – инструмент; 3 – абразивный инструмент; 4 – люнеты;

5 – направляющие втулки; 6 – задний центр

Профиль абразивного инструмента при вышлифовке канавок обрабатываемого инструмента образуется в основном дугами окружности и прямыми. Для правки абразивного инструмента на керамической или бакелитовой связке применяют алмазный карандаш (рис. 113, *а*, *б*) или алмазный ролик (рис. 113, *в*, *г*). Алмазные и эльборовые инструменты на металлической связке правят шлифованием инструментами из карбида кремния (63С 25–40, СМ1–М3, К) либо электроэрозионным способом. Правка ведется с воспроизведением профиля по элементам (рис. 114, *а–г*) или полностью с помощью копира.

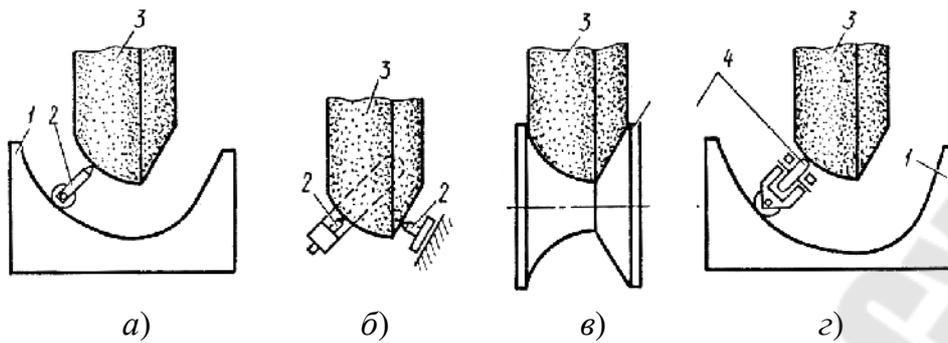


Рис. 113. Схемы правки абразивного инструмента:
a – одним алмазным карандашом по копиру; *б* – двумя алмазными карандашами; *в* – фасонным алмазным роликом методом врезания; *г* – алмазным роликом по копиру: 1 – копиры; 2 – алмазные карандаши; 3 – абразивные инструменты; 4 – алмазные ролики

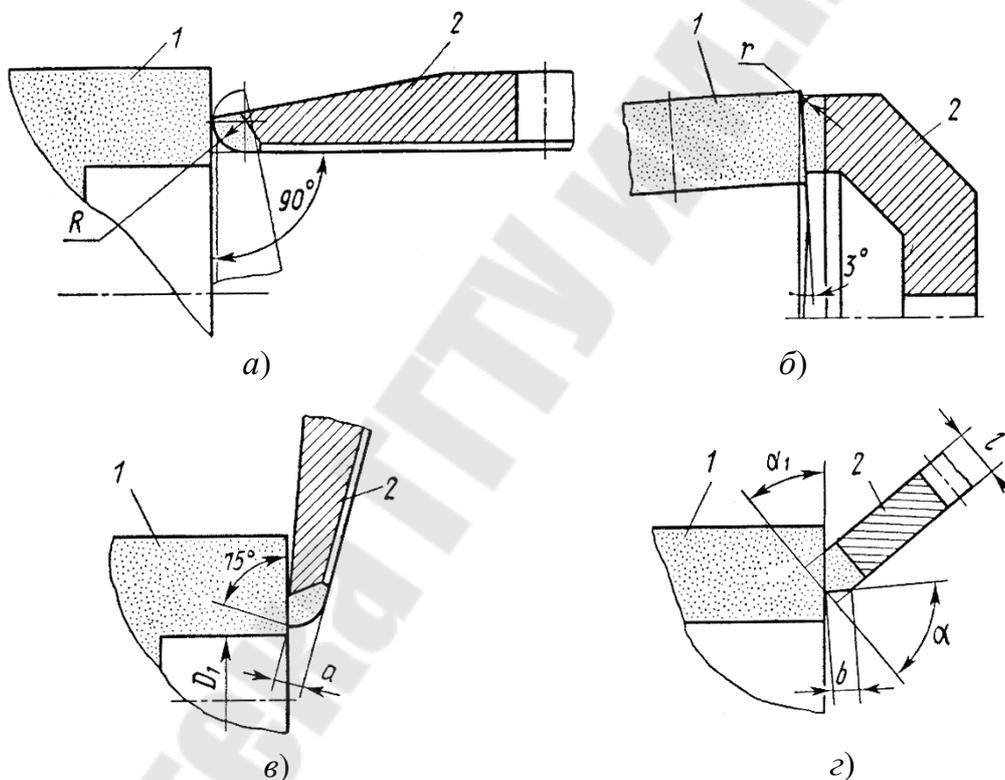


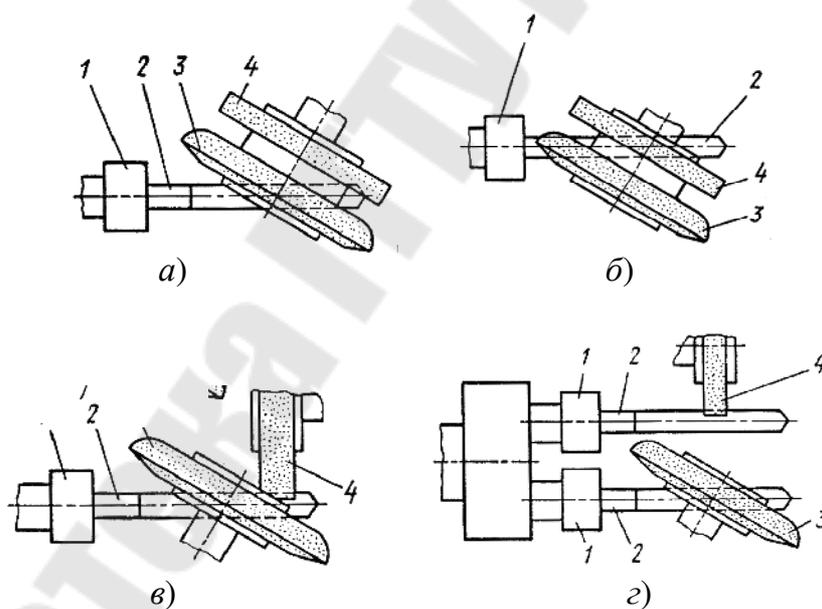
Рис. 114. Схемы правки методом шлифования алмазных и эльборовых инструментов при вышлифовке канавок сверл (*a*, *б*); метчиков и разверток с прямыми зубьями (*в*); фрез и разверток с винтовыми зубьями (*г*):
 1 – правящие абразивные инструменты; 2 – алмазные инструменты

Вышлифовку стружечных канавок твердосплавного инструмента рекомендуется выполнять алмазными инструментами на металлической связке глубинным способом. При использовании алмазных инструментов на органической связке чаще применяют многопроходное шлифование.

В крупносерийном производстве канавки вышлифовывают на специализированных станках: электрокорундовыми инструментами – при обработке быстрорежущего инструмента, алмазными инструментами – при обработке твердосплавного инструмента. СОЖ подается в зону обработки под давлением 0,8–2 МПа. В мелкосерийном производстве канавки режущего инструмента вышлифовывают на универсально-заточных станках с использованием специальных приспособлений, а также на заточных станках с ЧПУ. При этом используются алмазные (для твердосплавного инструмента) и эльборовые (для быстрорежущего инструмента) инструменты на металлической, металлоорганической или органической связке.

Специализированные станки для вышлифовки стружечных канавок

На многооперационных однопозиционных станках операции (обычно две) можно выполнять последовательно (рис. 115, а, б) или параллельно (рис. 115, в, г).



*Рис. 115. Схемы вышлифовки канавок и спинок сверла на многооперационном станке: а, б – однопозиционном с последовательным проведением операций на канавке и спинке; в – однопозиционном с параллельным проведением операций; г – многопозиционном с параллельным проведением операций:
1 – патроны; 2 – сверла; 3 – канавочные абразивные инструменты;
4 – спиночные абразивные инструменты*

В первом случае канавочный и спиночный абразивные инструменты чаще располагаются на одном или двух шпинделях и вступают в работу

поочередно, во втором случае они располагаются на разных шпинделях. Производительность параллельной вышлифовки в $1,5 \div 1,8$ раза превышает производительность последовательной, однако значительное увеличение тепловыделения в зоне обработки требует более интенсивной подачи СОЖ. Кроме того, уменьшаются опорные базы поддерживающей втулки.

Станки с кинематическим делением (рис. 116) широко применяют при вышлифовке канавок благодаря простоте конструктивных решений, отсутствию реверсирования шпинделя изделия и прерывания кинематических цепей во время деления. С помощью гитары сменных колес передаточное отношение между кулачком и шпинделем изделия выбирают таким, чтобы на каждый оборот кулачка приходилось $K/z_{ин}$ оборота изделия, где K – любое целое число, не имеющее общих множителей с числом зубьев инструмента. Угол наклона винтовых канавок инструмента определяют, используя формулу $\text{tg} \omega = (\pi D i q) / L$, где D – диаметр инструмента, мм; $i = K/z_{ин}$ – передаточное отношение между кулачком продольного хода и изделием; $q = \Theta_{п} / 360$ – коэффициент, характеризующий конструкцию кулачка ($\Theta_{п}$ – центральный угол кулачка, занятый участком прямого хода, град); L – длина продольного хода, мм ($L \geq l_0 + \Delta$), где l_0 – длина стружечных канавок инструмента, мм; $\Delta \approx 0,2l_0$ – перебег, необходимый для отвода и подвода абразивного инструмента, мм).

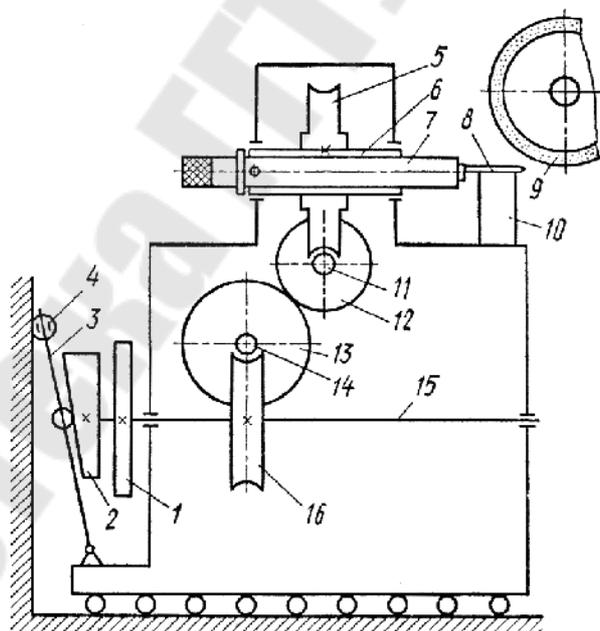


Рис. 116. Схема станка с кинематическим делением: 1 – кулачок отвода-подвода изделия; 2 – кулачок продольной подачи; 3 – рычаг с переменным плечом; 4 – опорный подвижный ролик; 5, 11 и 14, 16 – червячные пары; 6 – шпиндель изделия; 7 – цанговая оправка-спутник; 8 – изделие; 9 – абразивный инструмент; 10 – люнет; 12, 13 – гитара сменных зубчатых колес; 15 – распределительный вал

Расположение заготовки и абразивного инструмента при вышлифовке канавок сверла на станке с кинематическим делением показано на рис. 117.

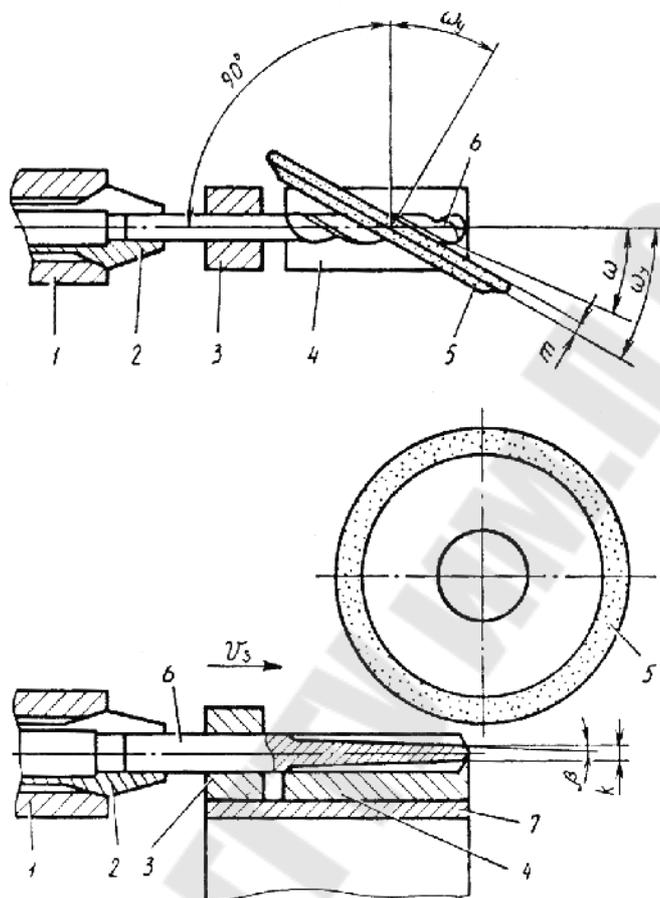


Рис. 117. Расположение заготовки и абразивного инструмента при вышлифовке канавок инструмента: 1 – цанговая оправка; 2 – цанга; 3 – очко; 4 – люнет; 5 – абразивный инструмент; 6 – обрабатываемый инструмент; 7 – регулировочная прокладка; ω – угол наклона канавок; ω_γ – угол установки абразивного инструмента; k , β – диаметр и угол подъема сердцевины

Очень перспективным для вышлифовки стружечных канавок и заточки инструмента является использование заточных станков с ЧПУ, позволяющее в условиях мелкосерийного производства освоить выпуск прецизионного инструмента с высокой концентрацией операций.

Копировальный станок для профильной заточки фасонных фрез

В инструментальном производстве для фрезерования канавок сверл, метчиков и другого режущего инструмента применяются профильные дисковые фрезы.

В случае применения острозаточенных фрез, которые дают лучшую шероховатость поверхности и обладают большей стойкостью по сравнению с затылованными, заточку их производят на специальных станках по копиру с масштабом 1 : 1.

При заточке фрез малых размеров этот способ не обеспечивает требуемой точности. Ошибки в установке копира и его быстрый износ также отражаются на точности заточки.

Необходимое перемещение фрезы относительно абразивного инструмента осуществляется сложением двух вращательных движений: одного – независимого от привода, и второго – зависящего от копира, связанного с фрезой.

Принципиальная схема этого копирующего станка приведена на рис. 118.

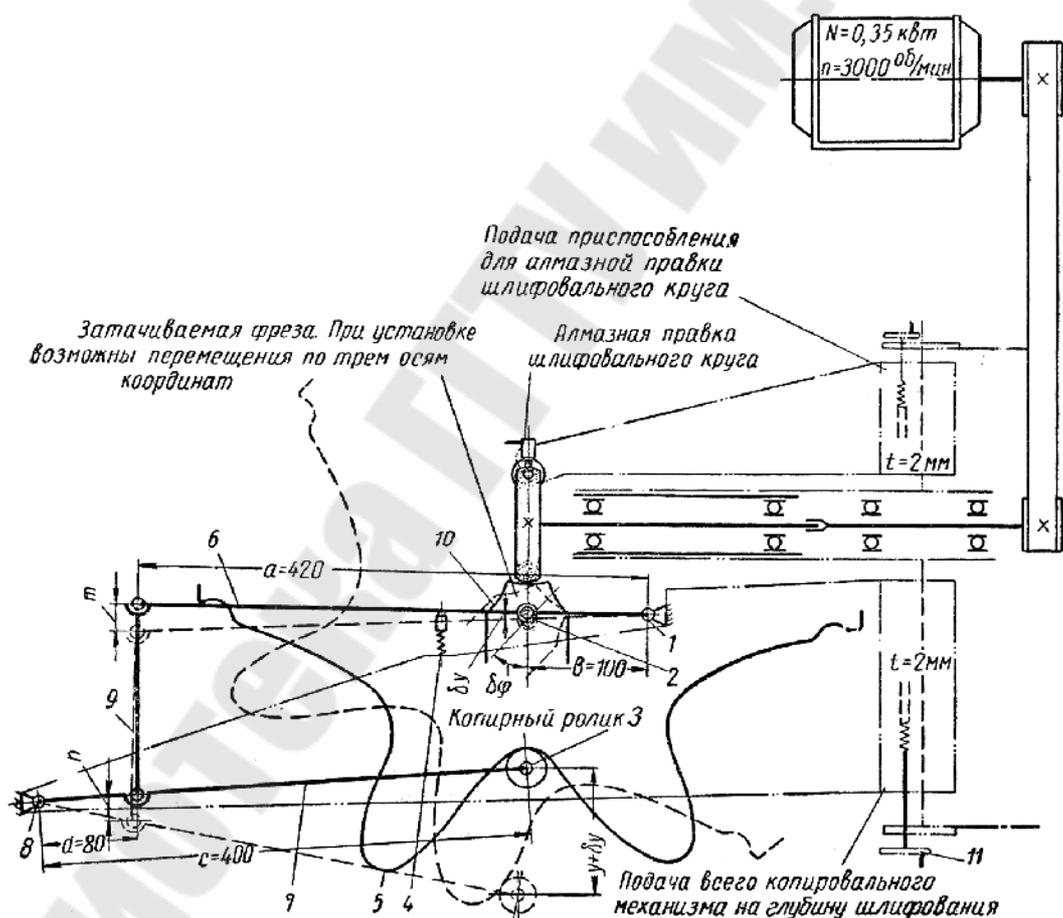


Рис. 118. Принципиальная схема копирующего станка для профильной заточки фасонных фрез

Суппорт, в котором закрепляется затачиваемая фреза 10, устанавливается на вращающейся оси 2, которая расположена на рыча-

ге 6. Рычаг 6 может поворачиваться на оси 1. Копир 5 жестко связан с суппортом и, следовательно, с затачиваемой фрезой. Тягой 9 рычаг 6 соединен с рычагом 7, который несет копирующий ролик 3. Постоянный контакт ролика с копиром обеспечивается пружиной 4.

Для перевода фрезы на обработку очередного зуба очертание копира в одном из крайних положений предусматривает отвод затачиваемой фрезы от абразивного инструмента. При повороте системы суппорта вместе с копиром 5 и инструментом вокруг оси 2 (см. штрих-пунктир) ролик 3 будет обкатываться по копиру, а рычаг 6 поворачиваться вокруг оси 1. При этом копир 5 сам перемещается в соответствии с направлением перемещения ролика 3, к которому копир постоянно прижат. Это обстоятельство должно быть учтено при определении относительных размеров плеч рычагов a , b , c и d .

При повороте суппорта на угол $\delta\varphi$ смещение профиля фрезы (центра 2) будет равно δy . При этом линейное смещение копирующего ролика составляет $y + \delta y$, где $y = k \cdot \delta y$. Здесь k – масштаб увеличения копира по сравнению с затачиваемым профилем. Следовательно, необходимое передаточное число рычажного механизма:

$$i = \frac{a c}{b d} = \frac{y + \delta y}{\delta y} = k + 1.$$

В рассматриваемом станке $k = 20$, поэтому соотношение плеч рычажной системы должно удовлетворять условию:

$$\frac{a c}{b d} = 1.$$

Погрешность, которая обусловлена дополнительным перемещением, вследствие неравенства отрезков m и n при повороте рычага 9, очень мала, и ею пренебрегают.

Профиль копира строится таким же способом, как профиль кулачка для кулачкового механизма с рычажным толкателем.

Абразивный инструмент приводится во вращение от электродвигателя $N = 0,35$ кВт, $n = 3000$ об/мин через ременную передачу.

На станке имеется приспособление для алмазной правки абразивного инструмента.

Подача всего копирующего механизма на глубину шлифования производится перемещением стола с помощью маховичка 11.

Профилешлифовальные станки

В инструментальном производстве значительное место занимает изготовление профильного инструмента – штампов, профильных резцов, шаблонов и лекал, профильных деталей мерительного инструмента и др. При производстве таких изделий широко применялись малопроизводительные ручные процессы, что не давало возможности удовлетворить всевозрастающие потребности промышленности. Обработка сложных профилей инструмента на координатно-расточных и на плоскошлифовальных станках получила широкое распространение.

Для механизации в инструментальном производстве различных лекальных работ были созданы профилешлифовальные станки. К числу станков этого типа относятся описанные ниже оптический профилешлифовальный станок и профилешлифовальный станок с двумя пантографами.

Оптический профилешлифовальный станок модели 395 (рис. 119) имеет следующие основные узлы: координатный столик, шлифовальную головку и оптическую систему.

Координатный столик *A* служит для закрепления на нем обрабатываемой детали. Он имеет вертикальное и два взаимно перпендикулярных перемещения в горизонтальной плоскости, которые могут сообщаться соответствующим салазкам с помощью точных ходовых винтов. Для перемещения продольных салазок *18* служит рукоятка *19*, для перемещения нижних поперечных салазок *20* – рукоятка *21*. После установки в требуемых положениях верхние и нижние салазки закрепляются поворотом рукояток, находящихся на их боковой стороне.

Обрабатываемая деталь устанавливается на рабочем столе *17*, который смонтирован на верхних продольных салазках.

Координатный столик расположен под объективом *13* оптического устройства, представляющего собой проектор (типа ИЗП-25). Оптическая система служит для проектирования увеличенного изображения профиля обрабатываемой детали на экран *14*. Эталон-копиром является увеличенный чертеж профиля шлифуемой детали, выполненный в масштабе 50 : 1, который закрепляется между двумя экранными стеклами. Около объектива имеются верхние осветители *15* и *16*, которые позволяют получать четкое увеличенное изображение обрабатываемой детали на экране.

Для точного перемещения обрабатываемой детали относительно объектива оптической системы применяются наборы мерных плиток и индикаторы.

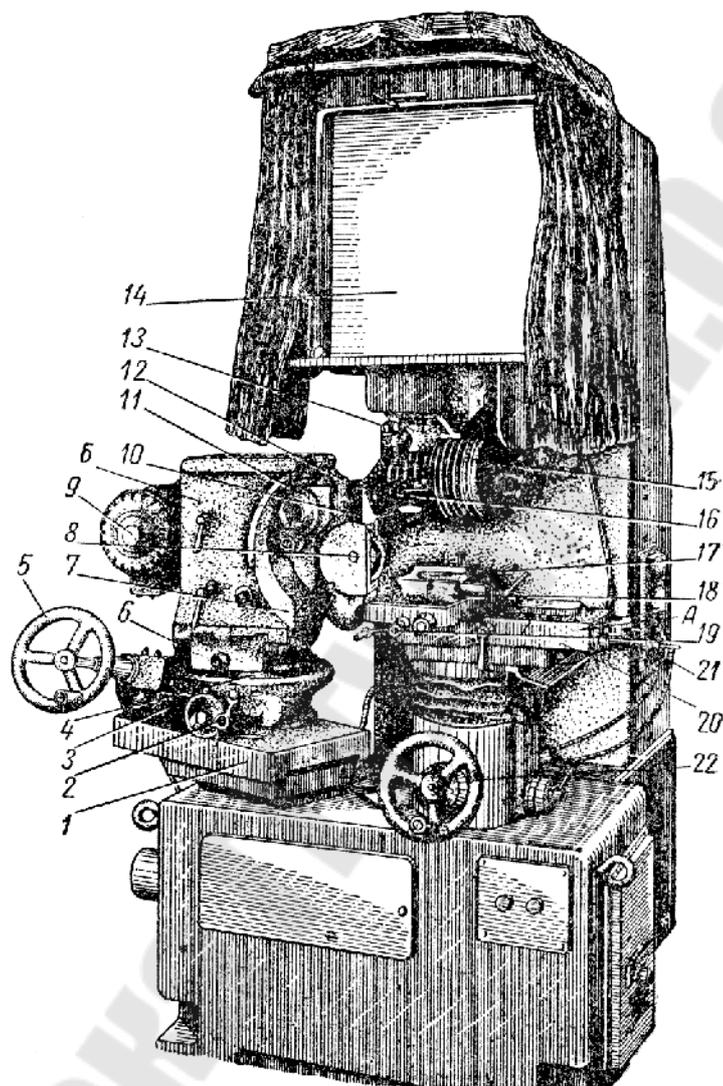


Рис. 119. Общий вид профилешлифовального станка модели 395

Вертикальное перемещение узла координатного столика производится по круглой направляющей от маховичка 22 через пару конических колес, гайку и вертикальный винт.

Шлифовальная головка *Б*, несущая шпиндель 8 абразивного инструмента, позволяет производить все установочные и рабочие перемещения. Шпиндель 8 смонтирован в вертикальных салазках 10 и совершает возвратно-поступательные движения с числом двойных ходов 46 или 86 в минуту. Длина хода салазок – от 0 до 50 мм. Пусковой рычаг 11 служит для включения этих движений, а также для пе-

реключения частоты двойных ходов. Установка абразивного инструмента по высоте относительно профиля обрабатываемой детали производится перемещением салазок с помощью винта 12.

Абразивный инструмент может устанавливаться под углом как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, для этого служат круговые салазки 6 и 7 со шкалами и нониусами. Угловые перемещения абразивного инструмента необходимы для получения задних углов резцов и других изделий, шлифуемых на описываемом станке. Горизонтальный поворотный диск 4 шлифовальной головки имеет дуговую шкалу, позволяющую устанавливать в необходимом положении абразивный инструмент. Возможность перемещений шлифовальной головки в горизонтальной плоскости обеспечена тем, что головка смонтирована на верхних продольных салазках 3, которые перемещаются по нижним поперечным салазкам 1. Перемещения осуществляются при помощи рукояток 2 и 5. В установленных положениях салазки закрепляются посредством рукояток стопорными механизмами.

Принципиальная схема станка представлена на рис. 120.

Используя имеющиеся перемещения шлифовальной головки, можно обрабатывать фасонные профили деталей.

На боковой стенке круговых салазок 10 (рис. 119) устанавливается приспособление для правки абразивного инструмента. Шпиндель шлифовальной головки получает вращение от электродвигателя 9, установленного на задней стенке станины. Число оборотов шпинделя – 3500 в минуту.

Станок модели 395 позволяет шлифовать различные профили у сырых и закаленных деталей плоской и круглой формы с точностью $0,01 \div 0,02$ мм.

Обрабатываемая площадь детали ограничивается полем зрения объектива и равна 10×10 мм; это соответствует площади экрана 500×500 мм.

Если требуется производить обработку деталей с большей площадью, то она производится с перестановками детали относительно неподвижного объектива проектора. Перемещение детали в этом случае осуществляется салазками координатного столика. Наибольшие перемещения стола: продольное – 60 мм, поперечное – 150 мм, вертикальное – 100 мм. При обработке деталей с большими габаритами требуется дополнительное перемещение детали относительно стола.

Профилешлифовальный станок модели Ш-228 служит для обработки профилей калибров, шаблонов, призматических и дисковых резцов, а также составных матриц штампов.

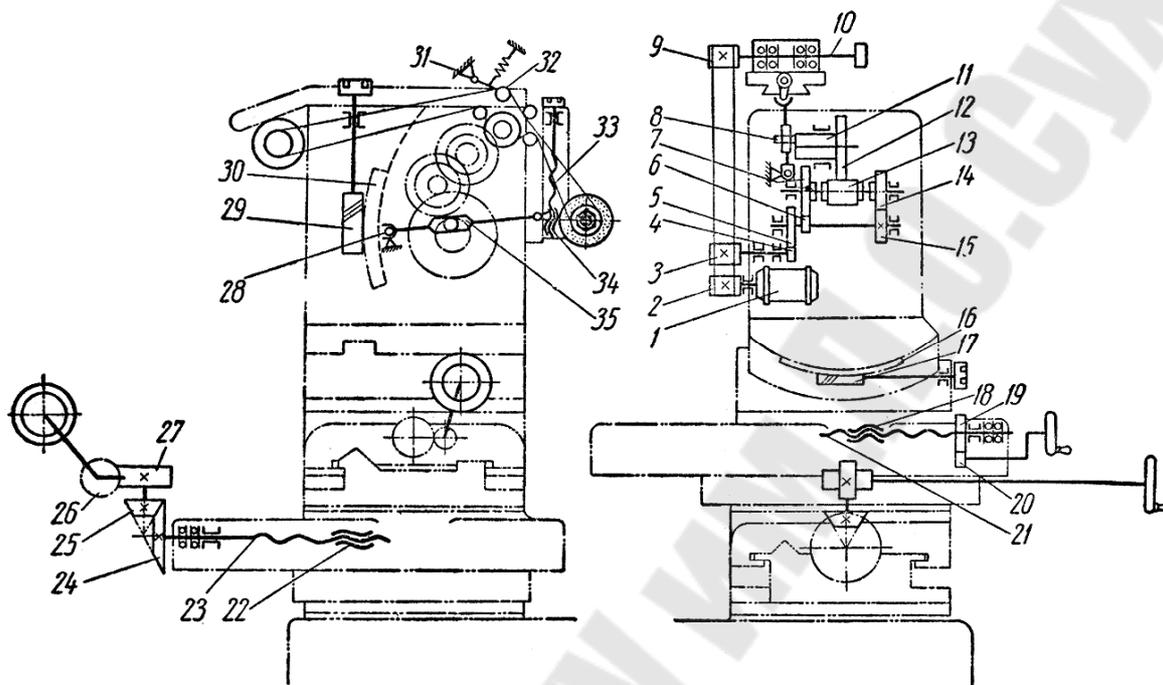


Рис. 120. Принципиальная схема станка модели 395:

1 – электродвигатель; 2, 3, 9 – шкивы; 4, 5, 6, 7, 12, 13 – зубчатые колеса передачи медленного возвратно-поступательного движения вертикальных салазок (46 дв. ход./мин); 4, 5, 12, 13, 14, 15 – зубчатые колеса быстрого возвратно-поступательного движения вертикальных салазок (86 дв. ход./мин); 10 – шпиндель шлифовальной головки; 11 – втулка зубчатого колеса 12, внутри которой эксцентрично расположен кривошипный палец 8; 13 – зубчатое колесо со сцепной муфтой; 16, 17 – зубчатый сектор и червяк поворота шлифовальной головки для получения боковых углов; 18, 19, 20, 21 – гайка, зубчатые колеса и винт ручного перемещения верхних поворотных салазок; 22, 23, 24, 25, 26, 27 – зубчатые колеса, винт и гайка ручного перемещения нижних салазок; 29, 30 – червяк и сектор поворота шлифовальной головки для получения заднего угла; 31 – шарнирная опора натяжного ролика 32; 35 – качающаяся кулиса с неподвижной опорой 28 и опорой 34, связанной с гайкой вертикального винта 33 салазок абразивного инструмента

Конструкция профилешлифовального станка модели Ш-228 (рис. 121) основана на применении пантографов (рис. 124).

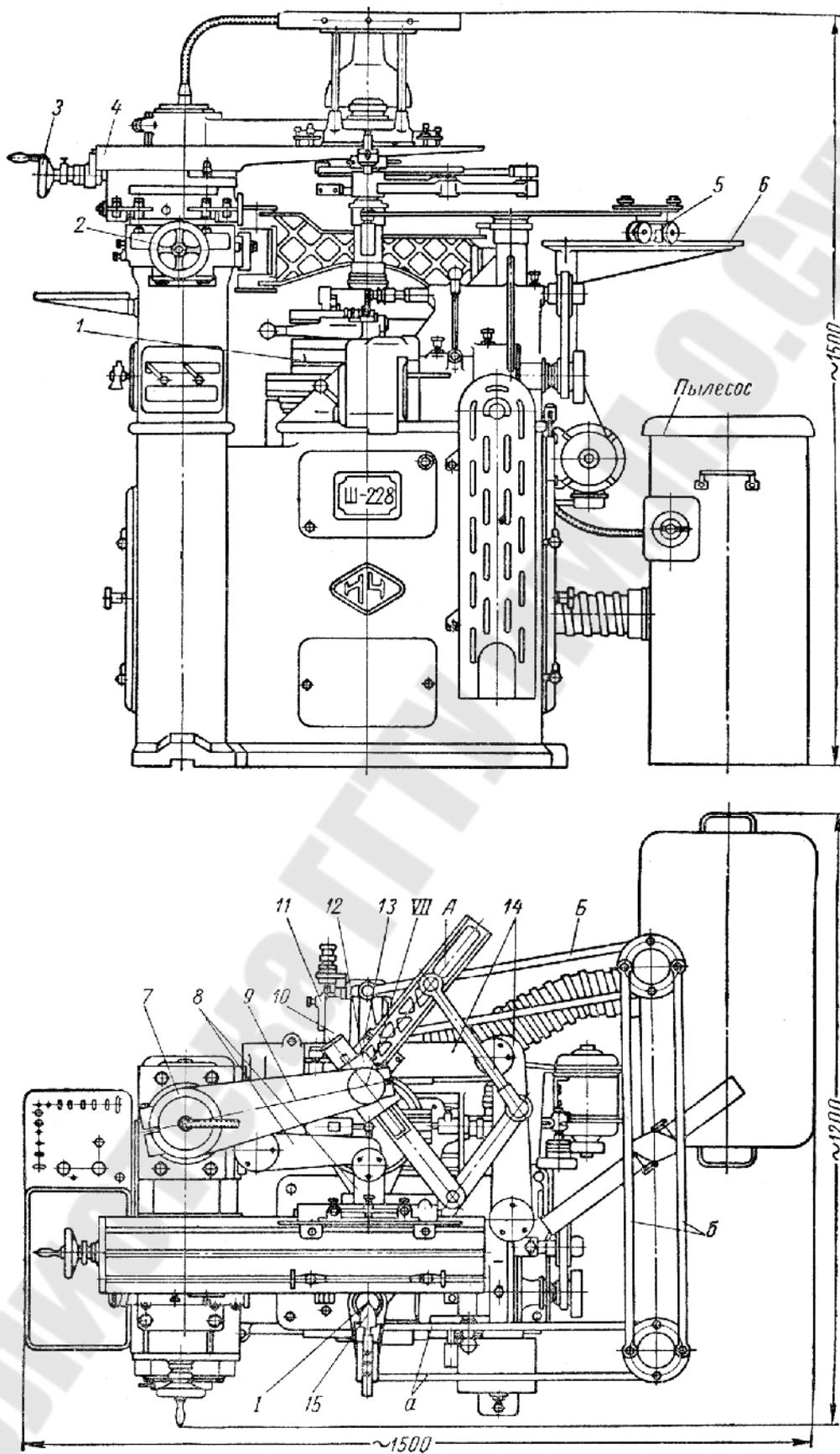


Рис. 121. Общий вид профилешлифовального станка модели Ш-228

Координация положения инструмента и копирующего пальца в копирующе-фрезерных станках осуществляется одним пантографом. В профилирующем станке, в связи с применением в качестве инструмента дискового абразивного инструмента, применяются два пантографа – основной *A* и вспомогательный *B* (рис. 121 и 122, *a*).

Основной пантограф обеспечивает точную координацию положений режущей точки абразивного инструмента и рабочей точки копирующего пальца. Он имеет вертикальную ось поворота *VIII*, которая смонтирована в кронштейне 9; кронштейн закрепляется на стойке 7. Копирующий палец 15 закреплен на длинном плече основного пантографа *A* и поддерживается хоботом 8. Копирующий палец поворачивается вокруг оси *I* которая проходит через его вершину. Для точной координации положения рабочей точки копирующего пальца с режущей точкой абразивного инструмента последняя должна находиться на оси *V* (рис. 122, *a*), расположенной на коротком плече основного пантографа. С целью создания жесткой системы корпус шлифовальной головки 11 монтируется на шарикоподшипниках в хоботе 14. Ось поворота *V* всегда должна проходить через вершину профиля абразивного инструмента.

В конструкции станка предусмотрена возможность совмещения вершины абразивного инструмента с осью *V* при всех изменениях его диаметра, для чего шпиндель вместе с ползушкой 10 может перемещаться. Наибольшее перемещение – 40 мм; точность перемещения по лимбу – 0,01 мм. Наибольший угол поворота шлифовальной головки в горизонтальной плоскости $\pm 90^\circ$. Масштаб копирования регулируется в пределах от 1 : 1 до 1 : 20 путем перемещения ползушек 12 и 13, для чего на линейках пантографа имеются соответствующие деления.

Вспомогательный пантограф *B* обеспечивает точную угловую координацию копира и абразивного инструмента, чем достигается правильное относительное расположение их осей симметрии. Для этого вспомогательный пантограф плечом *a* соединен с осью *I* кронштейна 8, на котором закреплен копирующий палец 15, а другим плечом – с осью вращения *V* шлифовальной головки. Для предохранения от провисания вспомогательный пантограф имеет подвижную каретку 5 с роликами, которая поддерживает плечо *b* пантографа и опирается на специальный кронштейн 6.

Шпиндель абразивного инструмента приводится от электродвигателя мощностью $N = 0,6$ кВт при $n = 2800$ об/мин через ременную передачу со сменным шкивом на валу электродвигателя; это позволяет иметь 3560 и 2950 об/мин шпинделя.

Конструкция шлифовального шпинделя показана на рис. 123. В ползушке 5 корпуса шлифовальной головки закрепляется ось 1, на которой посажена бронзовая втулка 2. На втулке монтируется шкив 3 с абразивным инструментом. Конструкция подшипника шпинделя предусматривает возможность выбора зазоров в осевом и радиальном направлениях.

Для точного копирования профиля шаблона необходимо, чтобы: 1) профиль абразивного инструмента соответствовал профилю копирующего пальца; 2) вершина режущей кромки абразивного инструмента совпадала с осью поворота V корпуса головки (рис. 122, а).

Смещение абразивного инструмента по оси производится подбором соответствующей толщины шайб 4 (рис. 123). В процессе работы абразивный инструмент изнашивается, что ведет к искажению профиля обрабатываемой детали.

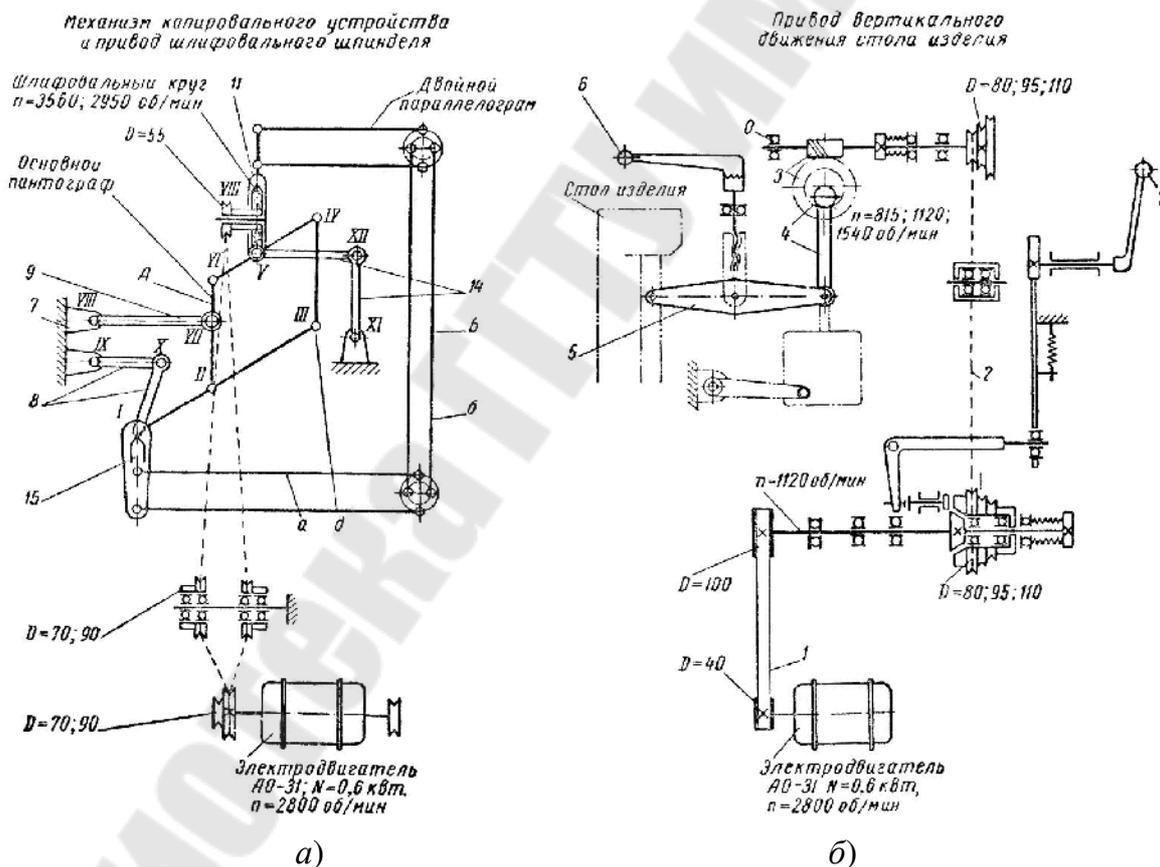


Рис. 122. Принципиальная схема профилешлифовального станка модели Ш-228

Поэтому предусмотрено приспособление для правки инструмента, которое закрепляется на поворотном столе 1 изделия (рис. 121) и при необходимости подводится к абразивному инструменту для его

правки с помощью копира, установленного на столе 4. Правка абразивного инструмента производится: 1) при установке нового круга; 2) при изменении масштаба копирования; 3) периодически при обработке детали и особенно при окончательном шлифовании.

Копиры могут быть изготовлены из листовой стали толщиной $1 \div 2$ мм, а при небольших партиях деталей – из целлулоида.

Стол 4 с копиром может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а также поворачиваться вокруг горизонтальной оси.

Перемещения стола производятся от маховичков 2, 3 (рис. 121) и отсчитываются по шкалам с нониусом с точностью 0,01 мм. Наибольший угол поворота стола 35° . Обрабатываемые детали закрепляются на столе 1 с помощью приспособлений, например, поворотного стола, приспособления для обработки изделия по замкнутому контуру, универсального столика для обработки плоских фасонных резцов и др.

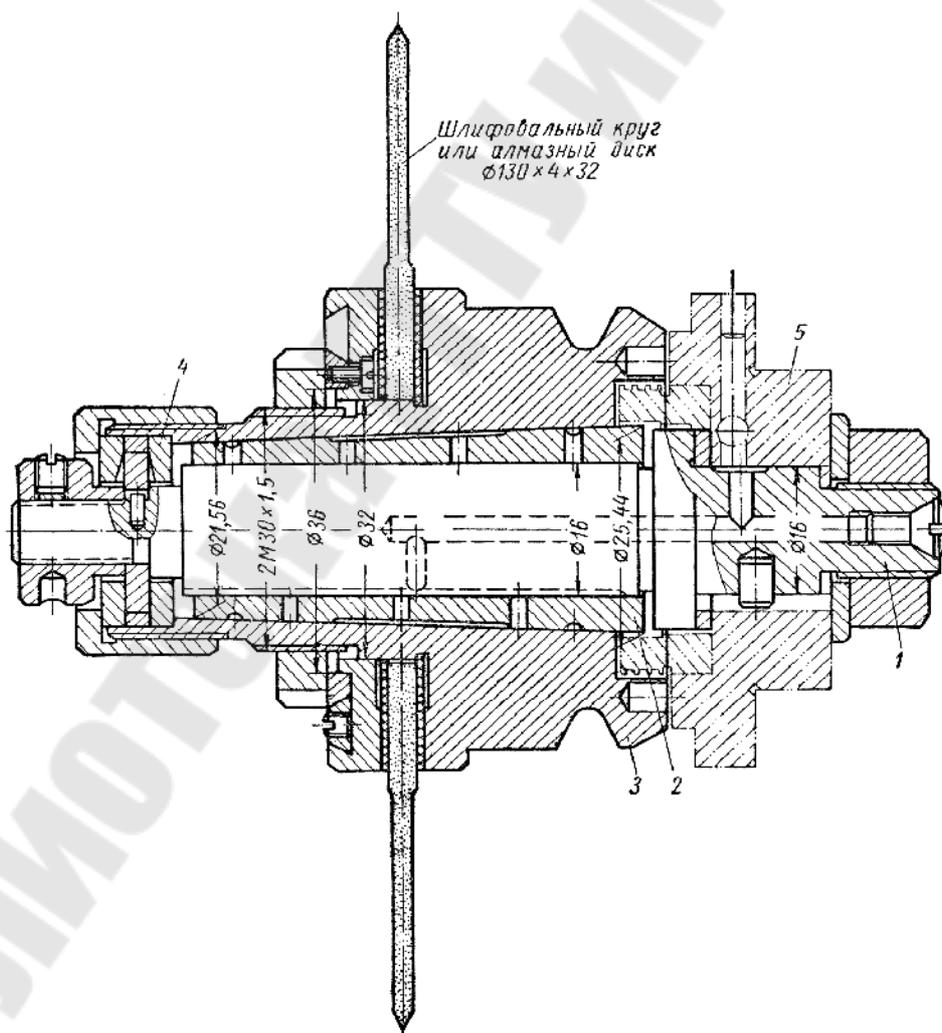


Рис. 123. Эскиз шлифовального шпинделя станка модели Ш-228

Точность продольных перемещений стола 0,01 мм. При шлифовании стол изделия совершает вертикальное возвратно-поступательное движение с частотой 47,5; 56 или 77 дв. ход./мин и может обеспечивать обработку поверхностей шириной до 52 мм. Возвратно-поступательное перемещение осуществляется от электродвигателя мощностью $N = 0,6$ кВт при $n = 2800$ об/мин через две ременные передачи 1 и 2 (рис. 122, б), червячную пару 3, кривошипно-шатунный механизм 4 и коромысло 5. Рукоятка 6 служит для ручного подъема стола. С помощью рукоятки 7 производится включение возвратно-поступательного движения стола изделия.

КОПИРОВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ И ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Для фрезерования профилей шаблонов и лекал, а также гравирования надписей и цифр на поверхности инструмента в инструментальном производстве наряду с другим оборудованием применяют копировально-фрезерные станки, работа которых основана на передаче изображения от копира изделию с помощью пантографа. Эти станки отличаются простой конструкции, имеют ручное управление и в инструментальном производстве используются особенно часто для легких фрезерных работ.

Наиболее часто применяемые пантографы показаны на рис. 124.

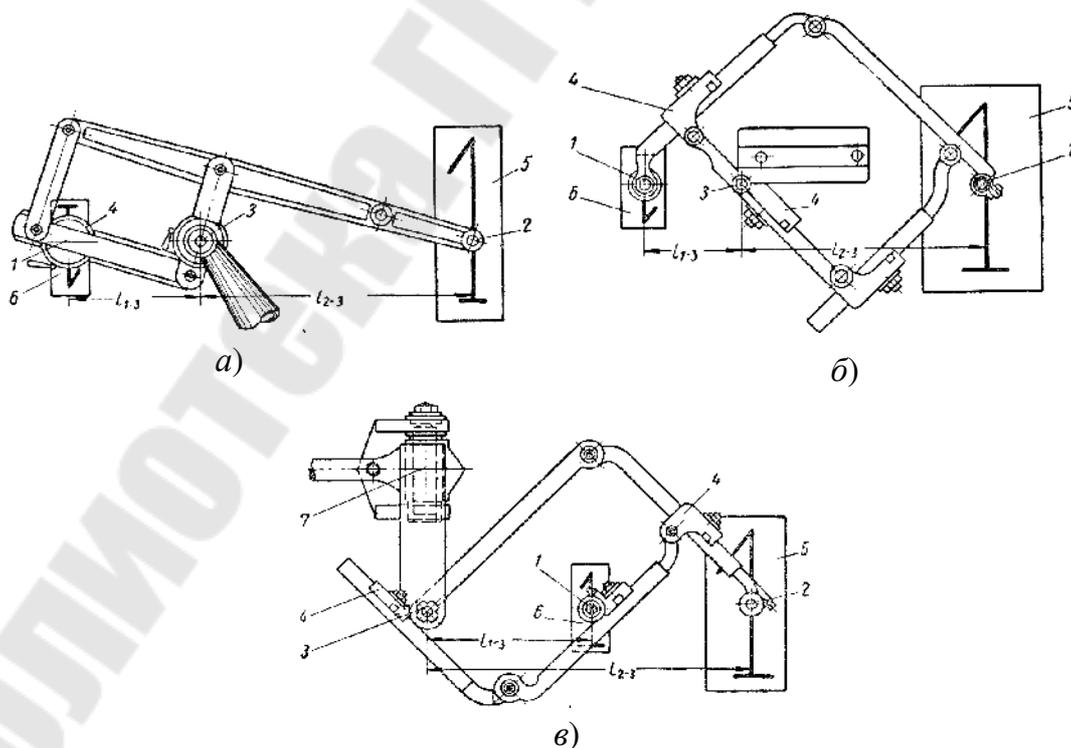


Рис. 124. Эскизы пантографов

Пантограф представляет собой шарнирный плоский параллелограмм. Он имеет направляющий палец, расположенный по оси 2 и скользящий по шаблону, шпиндель 1 и ось вращения 3.

При перемещении пальца 2 по шаблону 5 шпиндель описывает геометрически подобную фигуру на изделии 6. Масштаб копирования K зависит от соотношения плеч пантографа:

$$K = \frac{i_{1-3}}{i_{2-3}},$$

где i_{1-3} – расстояние между осью режущего инструмента и осью вращения пантографа; i_{2-3} – расстояние между осью копирующего пальца и осью вращения пантографа.

Изменение масштаба копирования достигается перемещением ползушек 4 по плечам пантографа. Для установки наиболее распространенных масштабов на линейке имеются соответствующие отметки. При установке других масштабов величины перемещения ползушек определяются с помощью таблиц и устанавливаются по точным линейкам.

Для правильной работы пантографа необходимо, чтобы его ось вращения, ось пальца и ось инструмента лежали в одной плоскости.

Наиболее простая конструкция пантографа изображена на рис. 124, а. Этот пантограф дает изображения, повернутые на 180° ; его ось вращения 3 может быть совмещена с осью режущего инструмента 1, что позволяет получать масштабы копирования от 1 : 1 до 1 : ∞ . На практике применяемые масштабы ограничиваются пределами от 1 : 1 до 1 : 50.

В пантографе, изображенном на рис. 124, б, оси 1 и 3 не могут быть совмещены; вследствие этого масштабы копирования ограничены пределами от 1 : 1 до 1 : 10. Изображения на изделии получаются также повернутыми относительно копира на 180° .

В пантографе по схеме рис. 124, в, в отличие от предыдущих, ось режущего инструмента расположена между осью вращения пантографа и осью копирующего пальца. Это дает возможность получать прямые изображения на изделии в масштабе приблизительно от 1 : 1,5 до 1 : 10.

Конструкция этого пантографа позволяет производить также объемное копирование, для чего параллелограмм может поворачиваться вокруг оси 7 (рис. 124, в).

На копировально-фрезерном станке с пантографом модели 6461 (рис. 125) можно производить разнообразные копировальные работы по плоским копирам, в том числе и гравирование, а также обрабатывать штампы, матрицы, прессформы и различные рельефные детали путем объемного копирования. Станок может быть использован так же, как простой фрезерный без пантографа.

На станине 1 крепится стойка 6, которая несет ось поворота 7 пантографа. Явление подрезания при объемном копировании в этом станке устраняется тем, что отсутствует горизонтальная ось поворота. Взамен этого предусмотрен рычаг 11, который связывает вертикальные перемещения фрезерного и копировального шпинделей. Шпиндель 5 фрезерной головки и шпиндель 15 копировального пальца (щупа) свободно посажены в расточках пантографа 8. Рычаг 11 направляется тремя радиальными подшипниками качения в стойке 6 станка, что дает возможность этому рычагу свободно покачиваться вокруг вертикальной и горизонтальной осей и вместе с тем перемещаться в продольном направлении. Такая конструкция позволяет постоянно сохранять перпендикулярное к столам положение шпинделей при объемном копировании.

При контурной обработке копировальный шпиндель 15 закрепляется в пантографе клеммой 12; при этом рычаг 11 вместе с устройством, соединяющим его со шпинделем, снимается.

На рычаге 10 устанавливается колодка, по которой скользит шип фрезерного шпинделя 5.

Шпиндель приводится от электродвигателя мощностью $N = 0,4$ кВт с $n = 1480$ об/мин, на валу которого закреплен трехступенчатый шкив 20.

Со шкива вращение передается пятиступенчатому промежуточному шкиву 22, ось которого закреплена в качающемся рычаге 21, и далее – на двухступенчатый шкив фрезерного шпинделя 5. Такое устройство позволяет иметь шесть различных частот вращения шпинделя в пределах $1750 \div 9600$ об/мин. Максимальные частоты позволяют работать на станке модели 6461 абразивным инструментом.

Полуавтомат модели 9В-3 для клеймления плашек предназначен для клеймения круглых плашек с наружным диаметром от 16 до 65 мм и толщиной от 5 до 25 мм.

Продольный разрез станка приведен на рис. 126. В нижней части станины на качающейся плите установлен электродвигатель мощностью $N = 22$ кВт с $n = 1440$ об/мин. Со шкива двигателя клиновые ремни передают вращение на червячный вал редуктора.

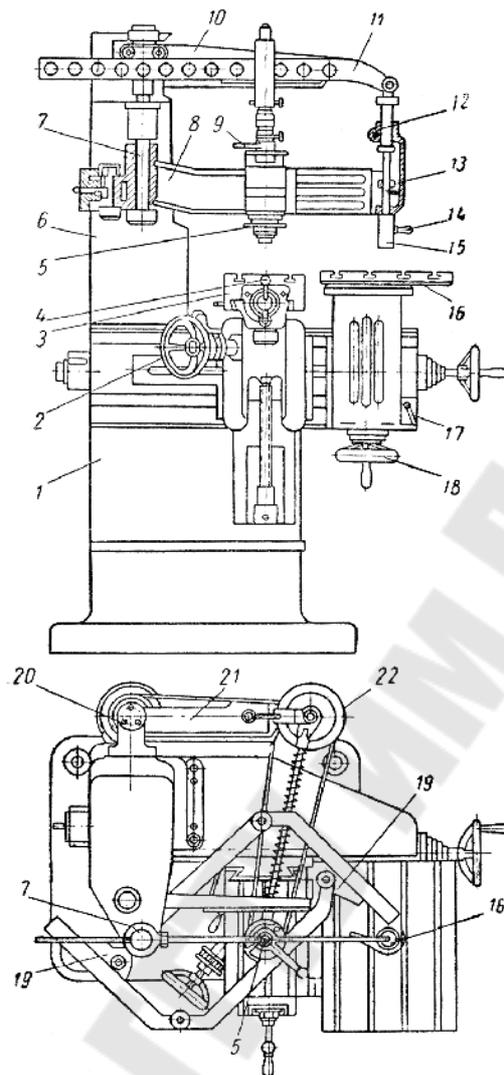


Рис. 125. Общий вид копировально-фрезерного станка модели 6461:
 1 – станина; 2 – маховичок вертикального перемещения стола изделия 3;
 3 – стол изделия (рабочий стол); 4 – маховичок продольного перемещения
 стола изделия 3; 5 – фрезерный шпиндель; 6 – стойка; 7 – ось поворота
 пантографа; 8 – пантограф; 9 – рукоятка быстрого подъема шпинделя;
 10 – рычаг плоского копирования (применяется при обработке профиля
 на сложной поверхности по плоскому шаблону; при этом снимается
 верхний рычаг 11 и устройство, соединяющее его со шпинделем);
 11 – рычаг, используемый при объемном копировании; 12 – клемма
 для зажима втулки шупа при плоском копировании; 13 – кольцо-
 ограничитель вертикального перемещения копировального пальца;
 14 – ручка для обвода копировального пальца по контуру копира;
 15 – шпиндель копировального пальца; 16 – стол копира; 17 – рукоятка
 для закрепления стола копира; 18 – маховичок вертикального перемещения
 стола копира; 19 – передвижные кронштейны для установки масштаба
 копирования; 20 – трехступенчатый шкив приводного электродвигателя;
 21 – качающийся рычаг промежуточного шкива; 22 – промежуточный шкив

Двухзаходный червяк *21* сцеплен с червячным зубчатым колесом *13* ($z = 53$), которое закреплено на шлицевом валу *10*. На конце этого вала посажена эксцентриковая втулка *11* с эксцентриситетом $e = 7,5$ мм, а на втулке *11* – шатун *12*, соединенный шарниром *8* с ползуном *9*. Длина хода ползуна равна $2e = 15$ мм = const. Длина шатуна, а следовательно, и первоначальное положение ползуна регулируются винтом *24* и гайками *23*.

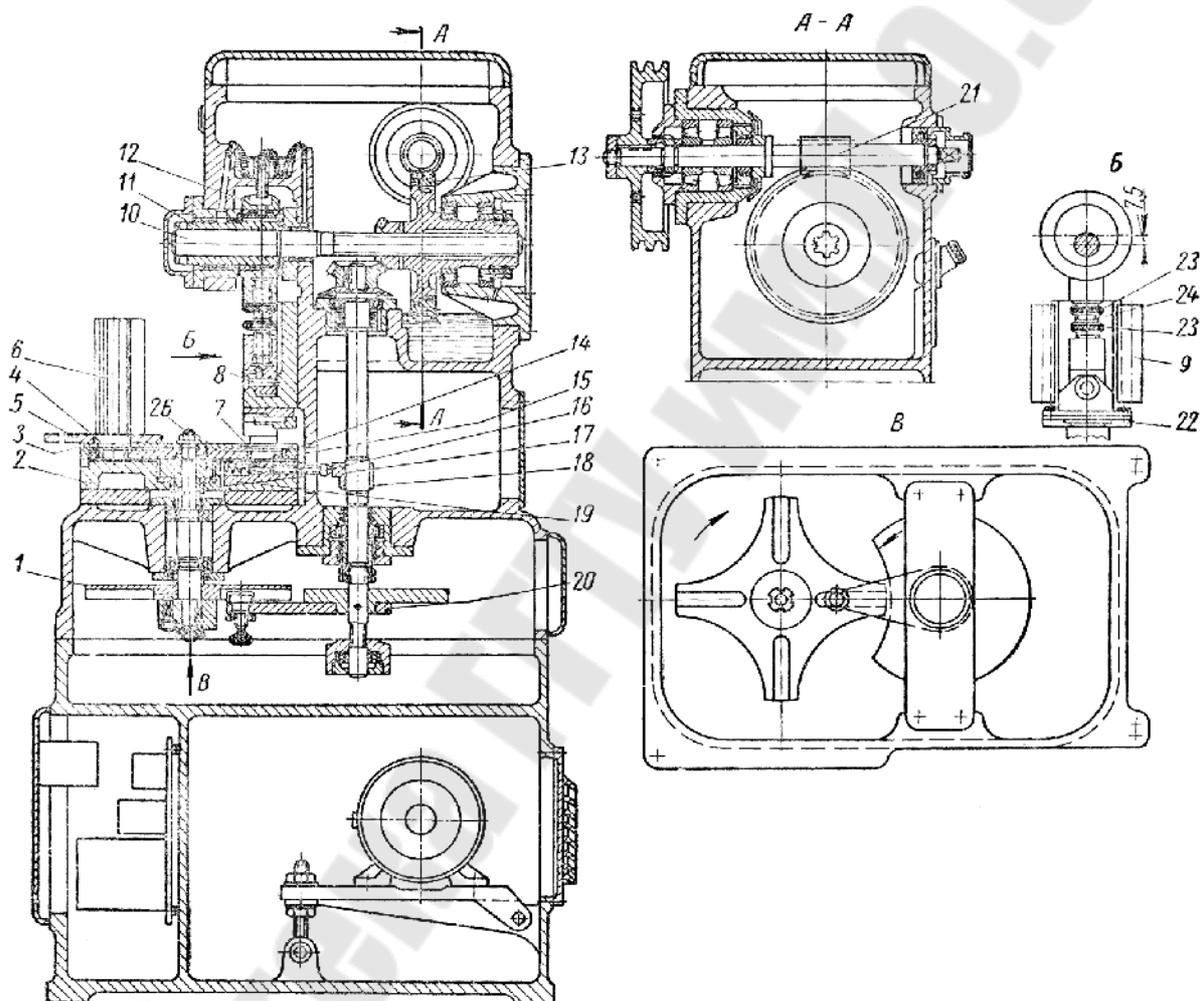


Рис. 126. Эскиз полуавтомата модели 9В-3 для клеймения плашек

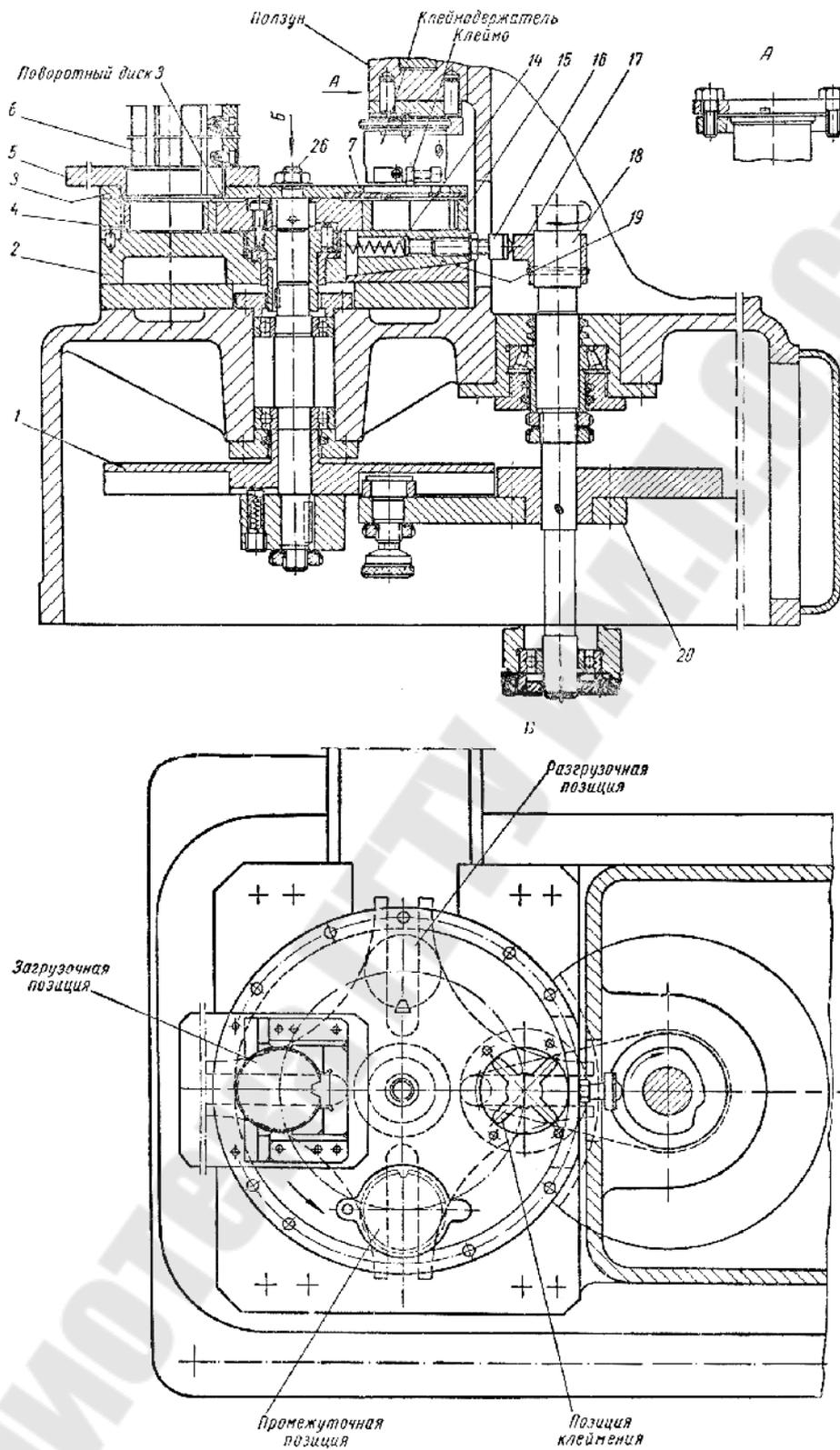


Рис. 126. Продолжение (начало см. на с. 184)

Ползун совершает 30 двойных ходов в минуту; изменение числа ходов производится заменой шкивов клиноременной передачи.

В ползуне 9 закрепляется державка клейм. На рис. 127 показана державка клейм для плашек диаметром 16 и 20 мм. Верхний цилиндрический бурт корпуса 2 державки служит для крепления к ползуну с помощью съемного прижимного кольца 22 (рис. 126). В верхний торец корпуса запрессован цилиндрический установочный штифт 3 (рис. 127). К нижней плоскости корпуса державки с помощью направляющего цилиндрического выступа и трех винтов 5 прикрепляется упор 1, в котором профрезерованы пазы для крепления клейм с помощью винтов 4. Корпус 2 державки и упор 1 – сменные; они устанавливаются в зависимости от наружного диаметра и количества стружечных отверстий в плашке.

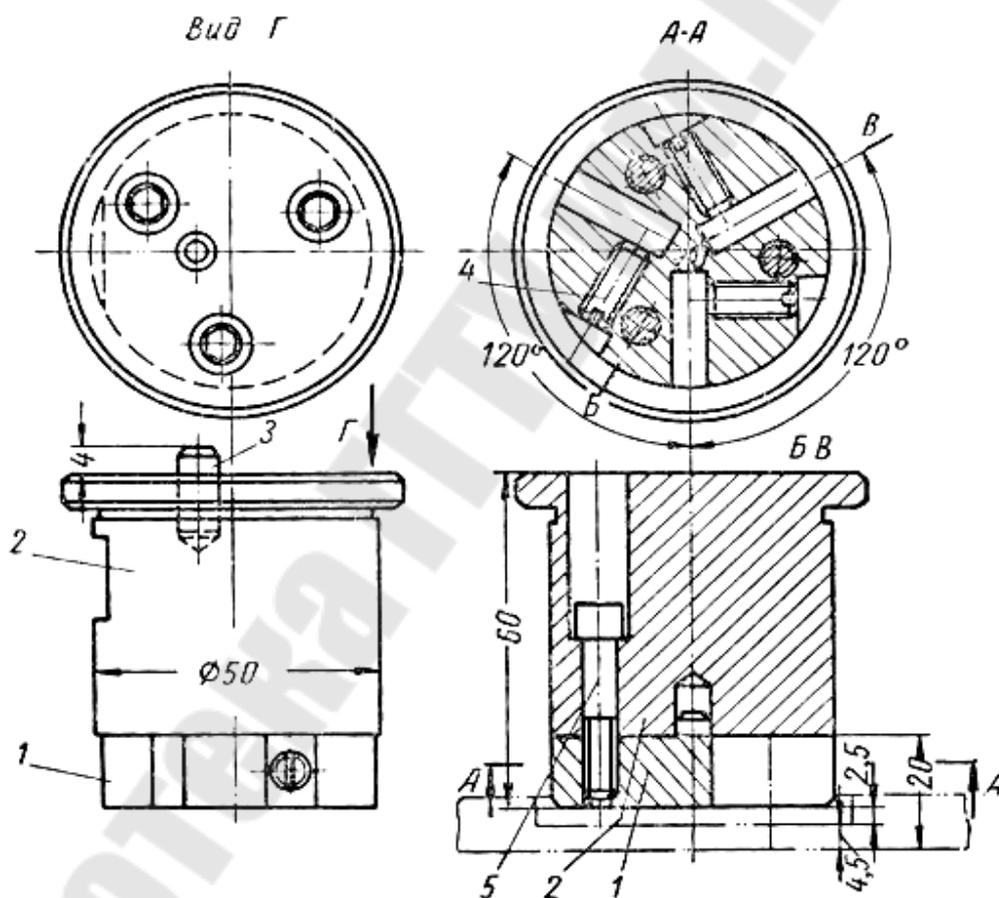


Рис. 127. Державка клейм для плашек
(к полуавтомату модели 9В-3)

На станине станка устанавливается основание 2 (рис. 126) механизма подачи. Поворотный диск 4, крышка 7 и кольцо 15 – сменные и устанавливаются в зависимости от наружного диаметра, толщины и числа перьев плашки.

Магазин 6 и детали 3, 5, 7, 26 составляют узел наладки; он собирается в зависимости от размера плашек. Из магазина 6 плашки поступают под действием собственного веса через отверстие поворотного диска 4 на площадку основания 2 и путем периодических поворотов диска подаются в позицию клеймения. Диск 4 периодически поворачивается с помощью мальтийского креста 1, в пазы которого заходит ролик водила 20, закрепленного на вертикальном приводном валу 18. Вал 18 получает вращение от вала 10 червячного колеса через пару конических колес с передаточным отношением 1 : 1. На валу 18 закреплен кулачок 17, который в момент поворота диска 4 нажимает на головку винта 16, сжимает пружину 14, перемещает клин 19 и освобождает плашку. Поворот диска 4 переносит плашку в разгрузочную позицию, и она падает в отводящий желоб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дибнер, Л. Г. Справочник молодого заточника металлорежущего инструмента /Л. Г. Дибнер. – Москва : Высш. шк., 1990. – 208 с.
2. Ординарцев, И. А. Автоматизация производства режущего инструмента / И. А. Ординарцев, Г. Ф. Филиппов. – Ленинград : Машиностроение, 1972. – 264 с.
3. Металлорежущие станки / под общ. ред. Н. С. Ачеркана. – Москва : Машгиз, 1958. – 1016 с.
4. Чернов, Н. Н. Металлорежущие станки / Н. Н. Чернов. – Москва : Машиностроение, 1988. – 416 с.
5. Металлорежущие станки / Н. С. Колев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1980. – 500 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Технологическая классификация металлорежущих инструментов	6
Отрезные станки заготовительных цехов инструментального производства	10
Оборудование для сварки заготовок инструмента.....	24
Оборудование для обработки торцов заготовок	31
Специальные токарные станки в инструментальном производстве	40
Станки для фрезерования стружечных канавок.....	52
Оборудование для производства винтовых сверл.....	60
Резьбообрабатывающие станки.....	79
Токарно-затыловочные станки.....	94
Координатно-расточные станки	104
Электрофизические и электрохимические методы обработки.....	108
Специальные шлифовальные станки	127
Заточные и доводочные станки	132
Специализированные станки для заточки различных инструментов	147
Копировально-фрезерные и гравировальные станки.....	180
Литература.....	188

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Михайлов Михаил Иванович
Кириленко Виталий Петрович

СТАНКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Пособие
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 01 03
«Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной и заочной форм обучения

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. Г. Мансурова*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 30.03.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 11,55.

Изд. № 18.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.