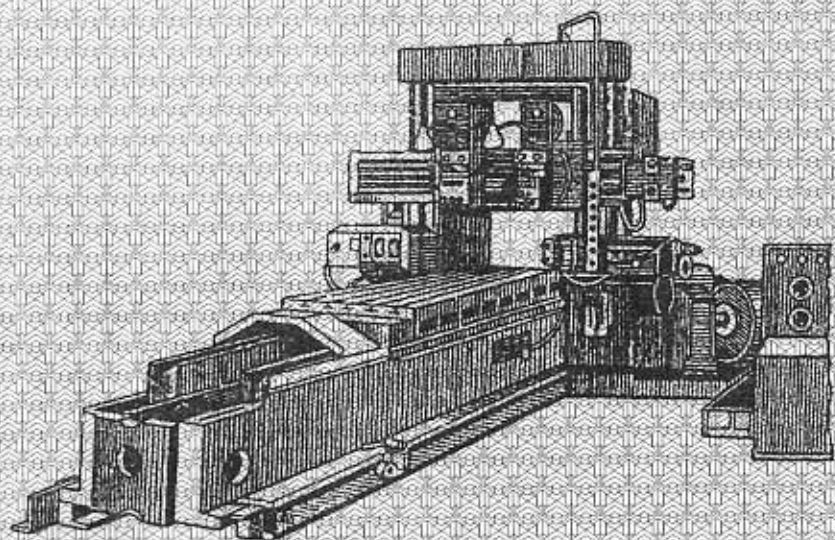


В. Н. ПОДЛЕСНОВ

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

**(для абразивной обработки, строгания,
долбления и протягивания)**



621.9.06(075)

17 442

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. Н. Подлеснов

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ (для абразивной обработки, строгания, долбления и протягивания)

Учебное пособие

Научно-техническая
библиотека ВолгГТУ

РПК
"Политехник"
Волгоград
2003

Рецензенты:

О. Г. Лукица, В. С. Солодников

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета.

Подлеснов В. Н.

Металлорежущие станки (для абразивной обработки, строгания, долбления и протягивания): Учебное пособие / Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2003. – 60 с.

ISBN 5-230-04125-0

Излагается материал по двум группам металлорежущих станков – по станкам для абразивной обработки и по станкам, в которых главное движение является поступательным. Структурно пособие состоит из двух контролирующе-обучающих модулей, в каждом из которых приводится необходимый минимум теоретического материала, вопросы для самопроверки, набор задач и рекомендации по их решению.

Предназначено для студентов направления 552900 – Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств, обучающихся в бакалавриате дисциплину "Металлорежущие станки".

Ил. 34. Табл. 10. Библиогр.: 20 назв.

ISBN 5-230-04125-0

© Волгоградский государственный
технический университет, 2003

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшими задачами дисциплины "Металлорежущие станки" являются:

- 1) научить студентов разбираться в методах обработки на металлорежущих станках, умению выбрать станок для обработки конкретной детали;
- 2) дать необходимые сведения о кинематике, устройстве металлорежущих станков основных групп;
- 3) научить студентов анализировать процессы формообразования на станках;
- 4) научить студентов производить кинематическую настройку станков;
- 5) научить решать конкретные инженерные задачи, связанные с эксплуатацией станков.

Все названные задачи решаются при изучении станков любой группы, в том числе станков третьей и седьмой групп по классификации; станки этих двух групп и рассматриваются в данном пособии.

Пособие состоит из двух разделов, представленных в виде двух контролирующе-обучающих модулей (КОМ):

КОМ-1. Станки для абразивной обработки;

КОМ-2. Строгальные, долбежные и протяжные станки.

Модули являются автономными и включают минимум материала, необходимого для изучения соответствующей темы курса. Структурно модуль включает теоретический материал, контрольные вопросы, список рекомендуемой литературы, задачи для самостоятельного решения, а также краткие методические указания по решению задач.

При изучении материала модулей рекомендуется не ограничиваться содержащимся в модулях теоретическим материалом, а использовать также рекомендуемую литературу.

Данное пособие особенно полезным может оказаться при организации самостоятельной работы студентов.

СТАНКИ ДЛЯ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

1.1. Характеристика изучаемого материала и методика изучения

Бакалавр по направлению 552900 – Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств, а при продолжении образования и дипломированный специалист по направлению 657800 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств должен хорошо знать технологическое оборудование для абразивной обработки, поскольку шлифовальные, доводочные станки широко применяются в современном машиностроении для окончательной – наиболее ответственной – обработки деталей.

Изучение модуля следует начать с рассмотрения классификации станков для абразивной обработки и вида поверхностей, обрабатываемых на этих станках. Затем изучается кинематическая структура и кинематические схемы шлифовальных станков. Эти вопросы не должны вызвать у студентов больших трудностей, поскольку шлифовальные станки по своей кинематике не являются сложными (они относятся к классу ПЗЗ).

Особое внимание надо обратить на станки с ЧПУ, их особенности и области применения.

Доводочные и зубошлифовальные станки подробно в данном модуле не рассматриваются, надо знать принцип их работы, применяемый инструмент, движения и области использования.

Изучив данный модуль, студент должен знать:

- 1) классификацию станков для абразивной обработки;
- 2) виды поверхностей, обрабатываемых на шлифовальных и доводочных станках, и области применения этих станков;
- 3) принципиальные схемы обработки на шлифовальных станках;
- 4) кинематическую структуру шлифовальных станков;
- 5) кинематическую схему круглошлифовального станка;

6) особенности шлифовальных станков с ЧПУ (применяемые системы ЧПУ, программируемые перемещения, схемы обработки на станках с ЧПУ, кинематическую схему круглошлифовального станка с ЧПУ);

7) принципиальные схемы обработки на доводочных станках;

8) принципиальные схемы обработки на зубошлифовальных станках.

Студент должен уметь:

1) изображать принципиальные схемы обработки;

2) изображать структурные схемы и анализировать кинематические структуры станков;

3) анализировать кинематические схемы шлифовальных станков (в том числе станков с ЧПУ);

4) изображать принципиальные схемы обработки на станках с ЧПУ с указанием циклов относительного движения обрабатываемой детали и инструмента;

5) подбирать станки с ЧПУ для обработки конкретных поверхностей.

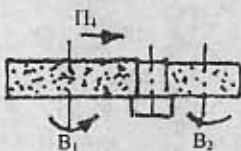
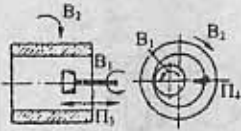
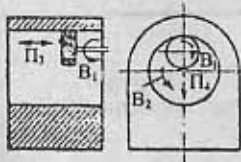
Приобрести необходимые знания и умения помогут задачи для самостоятельного решения, приводимые в подразделе 1.4. В подразделе 1.5 даются краткие методические указания по решению задач.

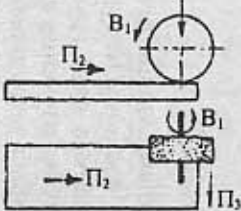
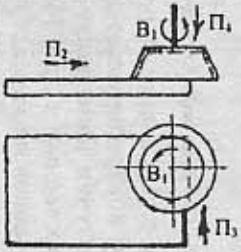
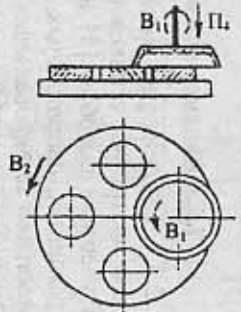
1.2. Изучение теоретического материала

1.2.1. Общая характеристика станков для абразивной обработки

1.2.1.1. Приступая к изучению станков для абразивной обработки, следует прежде всего установить, какие детали и каким режущим инструментом обрабатываются на этих станках. Здесь основным является понимание того, что станки для абразивной обработки в основном предназначены для выполнения финишных операций. Основными поверхностями, обрабатываемыми на этих станках, являются цилиндрические и конические (обработка тел вращения), плоские, фасонные, резьбовые, шлицевые, зубчатые.

Инструменты для абразивной обработки представляют собой главным образом шлифовальные круги различных характеристик, размеров, типов, классов точности и неуравновешенности. На доводочных станках применяются и другие абразивные инструменты, например, абразивные бруски и хонинговальные головки. Вопрос о режущем инструменте в более подробном плане не является

Тип станка	Принципиальная схема обработки	Движения			Примечание
		формообразования		врезания	
		скорости резания	подачи		
Бесцентрово-шлифовальный		$\Phi_1(B_1)$	$\Phi_2(B_2)$	$V_p(P_2)$	Шлифование врезным методом
Внутришлифовальный		$\Phi_1(B_1)$	$\Phi_{S1}(B_2)$ – круговая подача; $\Phi_{S2}(P_2)$ – продольная подача	$V_p(P_2)$	Внутришлифовальный станок планетарного типа
		$\Phi_1(B_1)$	$\Phi_{S1}(B_2)$ – круговая подача (вращение шлифовального круга относительно оси детали – планетарное движение); $\Phi_{S2}(P_2)$ – продольная подача	$V_p(P_2)$	

Плоскошлифовальный		$\Phi_1(B_1)$	$\Phi_{S1}(B_2)$ – круговая подача; $\Phi_{S2}(P_2)$ – продольная подача	$V_p(P_2)$	Станок с прямоугольным столом; обработка ведется периферией круга
		$\Phi_1(B_1)$	$\Phi_{S1}(B_2)$; $\Phi_{S2}(P_2)$	$V_p(P_2)$	Станок с прямоугольным столом; обработка ведется торцом круга
		$\Phi_1(B_1)$	$\Phi_2(B_2)$ – круговая подача;	$V_p(P_2)$	Станок с круглым столом; обработка ведется торцом круга

На плоскошлифовальных станках для закрепления небольших деталей часто применяются столы с электромагнитным закреплением.

Остальные схемы не требуют пояснения.

1.2.1.4. В отличие от всех других видов обработки скорость резания при обработке на шлифовальных станках следует определять не в метрах в минуту, а в метрах в секунду:

$$V = \frac{\pi D_k n_k}{60 \cdot 1000},$$

где D_k – диаметр шлифовального круга в мм;

n_k – частота вращения круга в об/мин (мин^{-1}).

1.2.2. Кинематическая структура шлифовальных станков

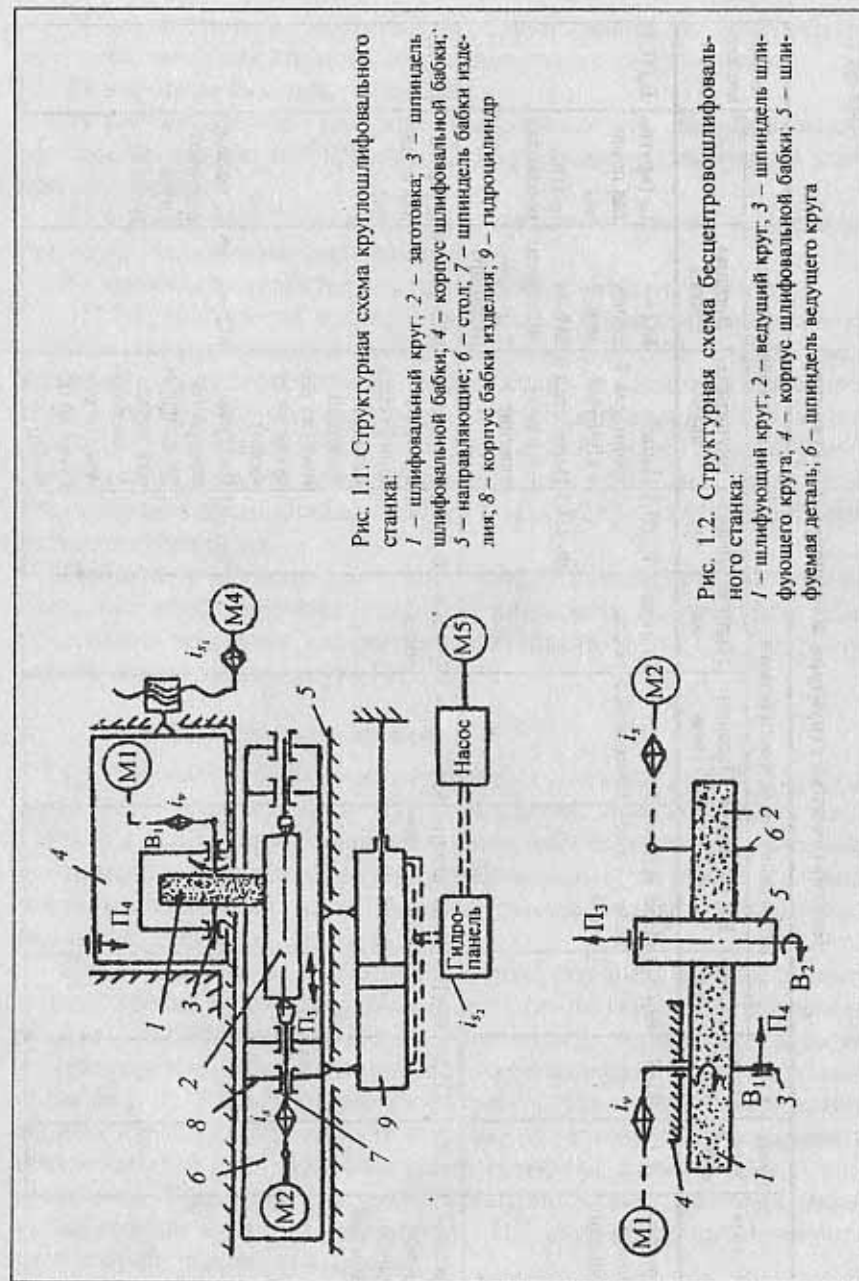
1.2.2.1. По своей кинематической структуре станки шлифовальной группы относятся к классу ПЗЗ (вспомните из контролирующего обучающего модуля "Кинематическая структура металлорежущих станков". П – структура простая; 3 – три кинематические группы формообразования; 3 – общее число элементарных движений, обеспечивающих исполнительные движения формообразования, равно трем).

1.2.2.2. Наиболее подробно вопросы кинематической структуры станков, в том числе и шлифовальных, изложены в литературе [4]. Можно обратиться также к учебному пособию [5]. Примеры кинематических структур шлифовальных станков приведены также на рис. 1.1, 1.2, а в табл. 1.2 даны примеры анализа кинематических структур.

1.2.3. Кинематические схемы шлифовальных станков

1.2.3.1. Студент уже знаком с основными принципами кинематической настройки станков (по контролирующе-обучающему модулю в учебном пособии [5] и изучил кинематику станков ряда групп (токарных, сверлильных, фрезерных и др.). Поэтому изучение кинематики шлифовальных станков не вызовет особых затруднений. Основными особенностями кинематики шлифовальных станков являются:

1) наличие индивидуальных приводов всех основных движений (движение скорости резания – вращение шлифовального круга, движение круговой подачи – вращение заготовки, движение продольной подачи – возвратно-поступательное движение стола и др.);



Кинематическая структура шлифовальных станков

Станок	Структура, рис.	Класс структуры	Группа движения скорости резания				Группа движения подачи				Движение резания
			Движение	Внутренняя связь	Внешняя связь	Настройка	Движение	Внутренняя связь	Внешняя связь	Настройка	
Круглошлифовальный	1.1	П33	$\Phi_1(B_1)$	Пара: шпиндель 3 – корпус 4	$M1 \rightarrow$ шпиндель 3	$i_{1/}$ – скорость	$\Phi_{S1}(B_1)$	Пара: шпиндель 7 – корпус 8 Пара: стол 6 – направляющая 5	$M2 \rightarrow$ шпиндель 7 $M5 \rightarrow$ шпиндель 9 (гидроцилиндр)	i_{S1} (круговая подача) i_{S2} (гидропанель)	$V_p(P_4)$
Бесцентровошлифовальный	1.2	П33	$\Phi_1(B_1)$	Пара: шпиндель 3 – корпус 4	$M1 \rightarrow i_{1/} \rightarrow 3$	$i_{1/}$ – скорость	$\Phi_{S1}(B_2)$	Вращательная пара: шлифуемая деталь 5 – опорный нож (на рисунке не показан) $\Phi_{S2}(P_3)$ Поступательная пара: шлифуемая деталь 5 – опорный нож (на рисунке не показан)	$M2 \rightarrow i_{S1} \rightarrow 6$ $M2 \rightarrow i_{S1} \rightarrow 6$	i_{S1} (круговая подача) i_{S2} наклон ведущего круга (угол α)	$V_p(P_4)$

2) осуществление продольной подачи (возвратно-поступательное движение), как правило, от регулируемого гидропривода;

3) короткие кинематические цепи;

4) регулирование вращательных движений шлифовального круга и заготовки, как правило, бесступенчатое, с помощью электродвигателей;

5) возможность осуществления движений подач и врезания вручную – с помощью маховичков;

6) наличие устройства для правки шлифовального круга.

1.2.3.2. В качестве примера на рис. 1.3 приведена кинематическая схема круглошлифовального станка мод. 3М151. Станок предназначен для шлифования цилиндрических и торцовых поверхностей, а также пологих конусов на деталях типа валов (наибольший диаметр обрабатываемой заготовки 200 мм, наибольшая длина 700 мм). Наибольший диаметр шлифовального круга – 600 мм. Станок является полуавтоматом класса точности II и может работать с прибором активного контроля.

Поскольку студент уже умеет читать кинематические схемы, здесь нет необходимости подробно описывать схему станка. Для облегчения изучения кинематики составлена табл. 1.3. Подробно станок описан в литературе [8].

1.2.4. Шлифовальные станки с ЧПУ

1.2.4.1. Общие сведения о шлифовальных станках с ЧПУ. Необходимо знать, что системами ЧПУ оснащаются практически все типы станков с ЧПУ – круглошлифовальные, плоскошлифовальные, бесцентровошлифовальные, внутришлифовальные, заточные. Созданы также многоцелевые шлифовальные станки и гибкие производственные модули на их основе.

Следует помнить, что шлифовальные станки с ЧПУ не делают с точки зрения процесса резания ничего такого, что не может делать обычный шлифовальный станок. Повышение производительности и расширение технологических возможностей шлифовальных станков с ЧПУ обеспечивается за счет управления и сокращения вспомогательного времени. В отличие от лезвийного инструмента шлифовальный круг изнашивается на величины, соизмеримые с припуском на обработку. Поэтому управление перемещениями механизма правки круга от устройства ЧПУ должно предусматривать учет и компенсацию его износа.

Обеспечиваемое движение	Конечные звенья цепи	Кинематическая цепь	Уравнение кинематического баланса	Значо настройки	Примечание
Продольная подача стола (заготовки); ручная	Маховичок $P1 \rightarrow$ реечная передача	$P1 \rightarrow$ две переключаемые передачи $\rightarrow \frac{16}{110} \rightarrow$ реечная передача	$S_{np} = n_{P1} \cdot \frac{56}{45} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{\pi \cdot 3 \cdot 12}{110} \cdot 85$	$\frac{56}{45}$ или $\frac{18}{85}$ и скорость маховичка	
Поперечное перемещение (подача); поперечная подача	Гидродвигатель ГД1 $\rightarrow$ винт I	$ГД1 \rightarrow \frac{1}{50} \rightarrow \frac{39}{39} \rightarrow \frac{2}{40} \rightarrow$ винт I	$S_{np} = n_{ГД1} \cdot \frac{1}{50} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{2}{40} \cdot 10$	ГД1	$P3$ – винт, связывающий маховик $P2$ со втулкой червячного колеса (фрикционное соединение) $У$ – упор, который при утопленной кнопке $P4$ наталкивается на стержень C , ограничивая поперечное перемещение бабки
быстрое установочное перемещение	ГД2 $\rightarrow$ винт I	$ГД2 \rightarrow \frac{35}{35} \rightarrow \frac{39}{39} \rightarrow \frac{2}{40} \rightarrow$ винт I	$V_{np} = n_{ГД2} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{2}{40} \cdot 10$		
быстрый подвод и отвод бабки	ГД4 $\rightarrow$ винт I (неподвижный)	ГД4 $\rightarrow$ винт I			
ручное перемещение	Маховичок $P2 \rightarrow$ винт I	$P2 \rightarrow \frac{39}{39} \rightarrow \frac{2}{40} \rightarrow$ винт I	$V_P = n_{P2} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{2}{40} \cdot 10$	Скорость маховичка	

1.2.4.2. *Перемещения, программируемые в шлифовальных станках с ЧПУ* [7]. Студент уже представляет компоновку круглошлифовального станка, поэтому нетрудно будет понять, что эти станки имеют две основные программно-управляемые оси перемещения: Z – продольной подачи заготовки и X – поперечной подачи шлифовального круга. Это позволяет программировать обработку шеек ступенчатых валов методом врезного (рис. 1.4, а) и проходного (рис. 1.4, б) шлифования по любому рабочему циклу; задавать выходящую осцилляцию вдоль оси Z после врезного шлифования (рис. 1.4, в), программировать обработку торцов (рис. 1.4, г), а при одновременно управляемых осях Z и X шлифовать напроход конические и более сложные поверхности вращения (рис. 1.4, д). В некоторых станках вводятся и дополнительные программируемые оси.

Представьте теперь компоновку плоскошлифовального станка (см. схему работы в табл. 1.1). Эти станки, в зависимости от назначения, могут иметь одну, две или три программируемые оси перемещения: X – продольная подача стола, Z – поперечная подача стола, Y – вертикальная подача шлифовального круга. Дополнительно может осуществляться программное управление частотой вращения шлифовального круга и подачами.

Обработку плоских поверхностей можно программировать в режимах "маятникового" и "глубинного" шлифования. При маятниковом шлифовании (рис. 1.5, а) надо задать возвратно-поступательное движение стола с заготовкой. Подачу вдоль оси Z (поперечную) можно осуществлять после одного хода стола – обработки одной "строки" (рис. 1.5, б) или одновременно с продольной пода-

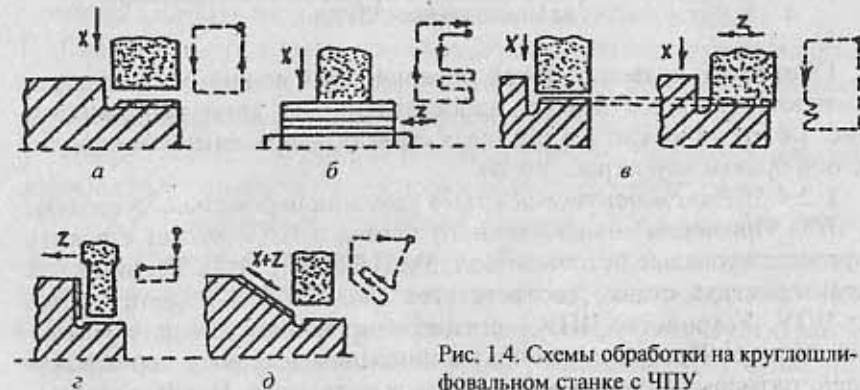


Рис. 1.4. Схемы обработки на круглошлифовальном станке с ЧПУ

Изучение кинематических цепей круглошлифовального станка с ЧПУ

Обеспечиваемое движение	Конечные звенья цепи	Кинематическая цепь	Уравнение кинематического баланса	Звено настройки	Примечание
Вращение шлифовального круга (главное движение)	M1 → шпиндель Ш	M1 → клиноременная передача → Ш	$n_{\text{шл.к.}} = 1460 \cdot \frac{153}{170} \cdot 0,985$		
Вращение детали (круговая подача)	M2 → подводковый патрон ПП	M2 → две клиноременные передачи → ПП	$n_{\text{шл.дет.}} = n_{M2} \cdot \frac{74}{122} \cdot 0,985 \times \frac{63}{168} \cdot 0,985$	M2	
Продольная подача детали (стола): гидравлическая	ГЦ1 → стол				Ручное перемещение выключено гидроцилиндром ГЦ2
ручная	Маховичок P1 → реечная передача	P1 → $\frac{14}{62} \rightarrow \frac{12}{48}$ → реечная передача	$S_{\text{пр}} = n_{P1} \cdot \frac{14}{62} \cdot \frac{12}{48} \pi \cdot 3 \cdot 14$		

Окончание табл. 1.4

Обеспечиваемое движение	Конечные звенья цепи	Кинематическая цепь	Уравнение кинематического баланса	Звено настройки	Примечание
Поперечное перемещение (подача): рабочая подача	M3 → винт В	$M3 \rightarrow \frac{2}{30} \rightarrow \frac{2}{40} \rightarrow \frac{39}{39} \rightarrow \frac{2}{40} \rightarrow В$	$S_{\text{п}} = M3 \cdot \frac{2}{30} \cdot \frac{2}{40} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{2}{40} \cdot 10$	M3	Муфта M1 включения
периодическая подача	то же	то же	то же		M1 включается периодически
быстрое поперечное перемещение шлифовальной бабки	M4 → винт В	$M4 \rightarrow \frac{2}{30} \rightarrow В$	$V_{\text{б}} = n_{M4} \cdot \frac{2}{30} \cdot 10$	M4 (двухскоростной электродвигатель)	
ручной установочный подвод шлифовальной бабки	Маховичок P2 → винт В	$P2 \rightarrow \frac{2}{40} \rightarrow \frac{39}{39} \rightarrow В$	$V_{\text{у}} = n_{P2} \cdot \frac{2}{40} \cdot \frac{39}{39} \cdot 10$		

Примеры использования систем ЧПУ в шлифовальных станках

Пример	Отличительные признаки
Плоскошлифовальный станок мод. 3Д740ВФ1 (имеет устройство цифровой индикации вертикального перемещения шлифовальной бабки)	Система управления с цифровой индикацией на табло или экране координат подвижного узла станка. В нее входят устройства для предварительного набора координат обрабатываемой поверхности и для автоматического перемещения шлифовального круга в точки с заданными координатами
Круглошлифовальный полуавтомат мод. 3М151Ф2 (осуществляет программное позиционирование в поперечном и продольном направлениях)	Система позиционного программного управления, позволяющая автоматически перемещать подвижные узлы станка в точки с заданными координатами, то есть осуществлять их позиционирование. Траектория движения узла возможна лишь прямолинейная, вдоль направляющих
Профилешлифовальный станок мод. 3Г95Ф3	Контурная система программного управления, обеспечивающая произвольную траекторию движения инструмента за счет перемещения рабочего органа по двум или трем координатам одновременно
Многоцелевой заточной полуавтомат мод. В2315Ф4	Комбинированная позиционно-контурная система программного управления, как правило, с устройством автоматической смены режущих инструментов

В табл. 1.6 приведены технические характеристики и области применения некоторых шлифовальных станков с ЧПУ [7].

Таблица 1.6

Примеры шлифовальных станков с ЧПУ

Наименование станка и модель	Назначение
Круглошлифовальный универсальный мод. 3М132МВФ2	Для наружного и внутреннего шлифования гладких и прерывистых цилиндрических поверхностей (конических, фасонных, плоских, фланцевых, торцовых) методом продольного и врезного шлифования. Наибольший диаметр изделия $D_{\max} = 280$ мм; наибольшая длина шлифования $L_{\max} = 710$ мм

Наименование станка и модель	Назначение
Круглошлифовальный мод. 3М151Ф2	Для наружного шлифования ступенчатых валов. $D_{\max} = 200$ мм; $L_{\max} = 700$ мм
Торцекруглошлифовальный мод. 3Г160Ф2	Для наружного врезного шлифования одновременно цилиндрических и торцовых поверхностей. $D_{\max} = 280$ мм
Внутришлифовальный универсальный мод. 3М225ВФ2	Для шлифования цилиндрических и конических отверстий. Наибольший диаметр шлифуемого отверстия $D_{\max} = 80$ мм; $L_{\max} = 80$ мм
Плоскошлифовальный станок с крестовым столом и горизонтальным шпинделем мод. 3Е711ВФ3	Для шлифования периферией абразивного или алмазного круга плоских поверхностей изделий, возможна обработка торцом круга, а с применением приспособлений возможно фасонное шлифование. Размер рабочей поверхности стола 200×400 мм
Плоскошлифовальный полуавтомат с прямоугольным столом, горизонтальным шпинделем мод. 3Л722ГВФ2	Для обработки пазов и продольных поверхностей деталей методом глубинного шлифования. Размер рабочей поверхности стола 320×1250 мм
Карусельно-шлифовальный станок мод. 3Н763Ф2	Для круглого шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических и профильных поверхностей, а также для плоского шлифования торцом и периферией круга. Диаметр стола 1600 мм; высота изделия 600 мм
Универсальный заточной полуавтомат мод. В3-208Ф3	Для заточки и доводки цилиндрических и конических инструментов. $D_{\max} = 250$ мм; $L_{\max} = 500$ мм
Многоцелевой заточной полуавтомат повышенной точности мод. В3-215Ф4	Для заточки различных режущих инструментов с любым профилем

1.2.4.5. *Пример обработки детали на станке с ЧПУ.* Для того, чтобы у студента сложилось представление о технологических возможностях шлифовальных станков с ЧПУ, рассмотрим пример обработки на круглошлифовальном станке ступенчатого вала [7]. Пусть станок оснащен контурной системой ЧПУ с программированием по осям X и Z . Необходимо прошлифовать семь цилиндрических шеек – $D1$, $D2$, $D4$, $D5$, $D9$, $D10$ и $D11$ и два торца $D3$ и $D12$ (рис. 1.8). Может быть рекомендована следующая последователь-

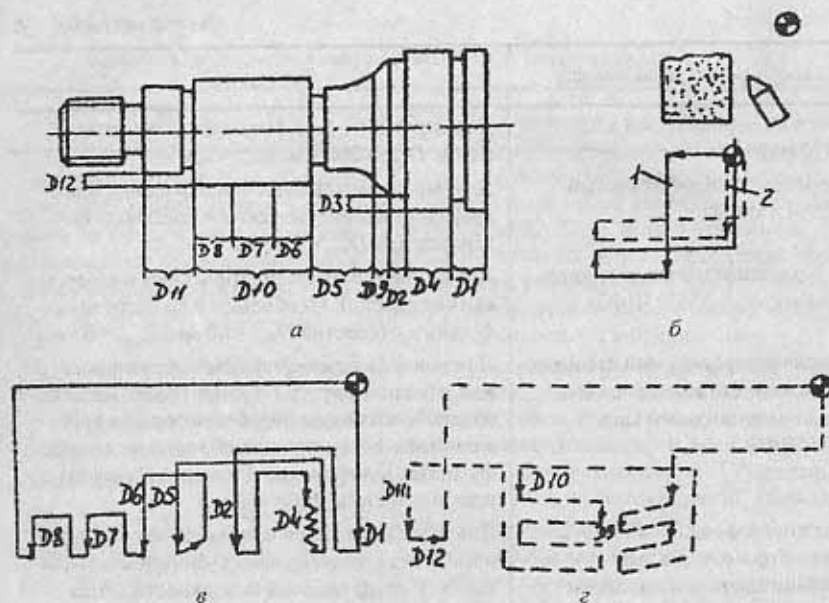


Рис. 1.8. Эскиз шлифуемой детали и графическая схема последовательности шлифования

ность обработки (на рис. 1.8, б, в, г – даются графические схемы технологической последовательности):

- 1) произвести правку правого торца и периферии круга (рис. 2.8, б, линия 1);
- 2) врезным шлифованием обработать шейки D1, D2 и торец D3;
- 3) шлифовать шейку D4 (врезанием по оси X) с одновременной осцилляцией шлифовального круга (возвратно-поступательное движение вдоль оси Z с небольшой амплитудой) с целью снижения шероховатости;
- 4) шлифовать шейку D5 с профилированием (по программе на проход) радиусной галтели за счет одновременного движения круга и заготовки (это исключает необходимость в профильной правке круга);
- 5) шлифовать предварительно шейку D10 методом последовательного врезания (шейка D10 условно разбита на три поверхности D6, D7, D8), такой метод принять из-за малой высоты круга (ограниченной длиной шейки D5). Проходное шлифование привело бы к ускоренному износу круга и увеличению времени обработки;

- 6) произвести правку периферии и торца круга (рис. 1.8, б, линия 2) для окончательного шлифования;
- 7) шлифовать окончательно напроход коническую поверхность D9 и шейку D10 (рис. 1.8, г);
- 8) шлифовать шейку D11 и торец D12.

Методы расчета координат и кодирования программы описаны в литературе [9].

1.2.5. Доводочные и зубошлифовальные станки

1.2.5.1. К доводочным станкам относятся хонинговальные станки, притирочные и станки для суперфиниширования. На этих станках производят тонкую, чистовую обработку деталей абразивными инструментами для уменьшения шероховатости и для исправления погрешности формы. Минимальный объем знаний, который требуется от студентов, предполагает знание области применения станка и принципа работы (расположения обрабатываемой детали и инструмента и основных движений). Для более подробного изучения этих станков рекомендуется обратиться к литературе [6].

1.2.5.2. Хонинговальные станки рекомендуется применять для обработки отверстий в гильзах, блоках цилиндров, шатунах, зубчатых колесах и других деталях. В результате обработки снижается шероховатость и исправляются погрешности формы (конусообразность, отклонение от овальности и др.). Обработку надо производить с подачей СОЖ.

Начать изучение принципа работы станка следует со схемы обработки (рис. 1.9). Инструментом является хонинговальная головка 1. Она имеет абразивные бруски, которые периодически раздвигаются. Деталь при обработке неподвижна, а хонинговальная головка совершает вращательное и возвратно-поступательное движение.

1.2.5.3. Притирка представляет собой тонкую отделку поверхностей мелкозернистым абразивным порошком, смешанным со смазкой и нанесенным в таком виде на поверхность притира (изготавливается из чугуна или бронзы). Для изучения схемы обработки следует обратиться

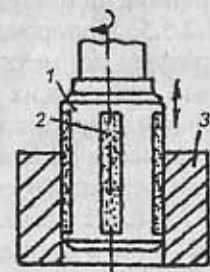


Рис. 1.9. Схема хонингования:

- 1 – хонинговальная головка; 2 – абразивный брусок; 3 – обрабатываемая деталь

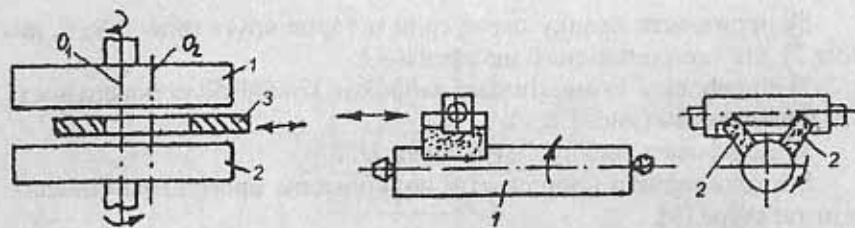


Рис. 1.10. Схема притирки:
1 – притир; 2 – диск; 3 – сепаратор

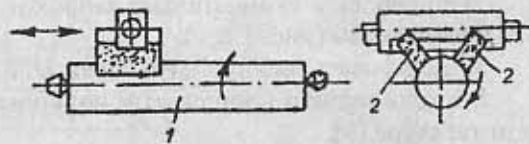


Рис. 1.11. Схема суперфинишования:
1 – деталь; 2 – абразивные бруски

к рис. 1.10. (1 – притир, 2 – диск, 3 – сепаратор (деталедержатель) с обрабатываемыми деталями. Обратите внимание, что притир и диск вращаются вокруг оси O_1 в противоположные стороны с различными скоростями. Сепаратор с осью O_2 получает горизонтальное возвратно-поступательное движение от отдельного привода. Специализированные притирочные станки (например, для притирки шеек коленчатых валов) имеют другую схему работы.

1.2.5.4. Для изучения принципа работы станков для суперфинишования следует обратиться к рис. 1.11. Обратите внимание, что инструментом являются мелкозернистые абразивные бруски, совершающие колебательные движения (амплитуда 2–5 мм, частота 500–2000 двойных ходов в минуту). При обработке на суперфинишных станках снижается шероховатость, удаляется волнистость поверхности, уменьшается огранка. На рис. 1.11 показано суперфинишование наружной цилиндрической поверхности; надо иметь, однако, в виду, что обработке могут подвергаться также внутренние цилиндрические, плоские и фасонные поверхности.

1.2.5.5. Полировальные станки редко описываются в учебной литературе по металлорежущим станкам. Студенту необходимо уяснить принцип их работы. На этих станках производится заключительная операция механической обработки деталей для удаления с поверхности мельчайших неровностей и придания ей зеркального блеска (шероховатость $R_a = 0,16$ – $0,02$ мкм и меньше).

В качестве примера принципа работы полировальных станков на рис. 1.12, а приведена схема полирования войлочными кругами (1 – войлочный круг; 2 – обрабатываемая деталь; 3 – приспособление; 4 – лента конвейера), а на рис. 2.12, б дана схема полирования абразивной лентой (1 – обрабатываемая деталь; 2 – абразивная лента; 3 – ведущий диск; 4 – натяжной ролик).

Подробнее о полировальных станках см. в литературе [6].

1.2.5.6. Зубошлифовальные станки являются наиболее сложными из станков, работающих абразивным инструментом. На них обрабатываются обычно закаленные зубчатые колеса с целью достижения необходимой точности размеров и формы зубьев, малой шероховатости их поверхности. Шлифование можно производить методом копирования или методом обката по аналогии с зубонарезанием. Основные принципиальные схемы работы зубошлифовальных станков приведены в табл. 1.7.

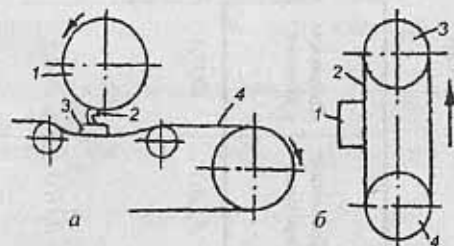


Рис. 1.12. Принципиальная схема обработки на полировальных станках:
а – войлочным кругом (1 – войлочный круг; 2 – обрабатываемая деталь; 3 – приспособление; 4 – лента конвейера); б – абразивной лентой (1 – обрабатываемая деталь; 2 – абразивная лента; 3 – ведущий диск; 4 – натяжной ролик)

1.3. Контрольные вопросы для проверки усвоения изученного материала

1. Для каких операций предназначены шлифовальные станки и какие поверхности на них обрабатываются? – См. п. 1.2.1.1.
2. Какие инструменты применяются на шлифовальных станках? – См. п. 1.2.1.1.
3. К какой группе по классификации ЭНИМСа относятся шлифовальные станки и на какие типы они подразделяются? – См. п. 1.2.1.2.
4. Какие существуют методы обработки деталей на круглошлифовальных станках? – См. п. 1.2.1.3.
5. Как определяется скорость резания при шлифовании, размерность скорости? – См. п. 1.2.1.4.
6. К какому классу по кинематической структуре относятся шлифовальные станки? – См. п. 1.2.2.1.
7. Назовите основные особенности кинематики шлифовальных станков. – См. п. 1.2.3.1.
8. Назначение и основные характеристики круглошлифовального станка мод. 3М151. – См. п. 1.2.3.2.
9. Основные особенности шлифовальных станков с ЧПУ. – См. п. 1.2.4.1.

Таблица к изучению принципа работы зубошлифовальных станков

Метод обработки	Схема обработки	Класс структуры станка	Инструмент	Движения формообразования		Движение врезания	Движение деления
				Движение скорости резания	Движение подачи		
Копирование		П22	Фасонный дисковый круг	$\Phi_{\lambda}(B_1)$	$\Phi_5(P_2)$	$B_p(B_3)$	$D(P_4)$
Обкат		К34	Дисковый обкатной круг	$\Phi_{\lambda}(B_1)$	$\Phi_5(P_2)$ $\Phi_{52}(P_3, B_4)$	$B_p(P_3)$	$D(B_6)$
Обкат		К34	Два тарельчатых круга	$\Phi_{\lambda}(B_1)$	$\Phi_5(P_2)$ $\Phi_{52}(P_3, B_4)$	$B_p(P_3)$	$D(B_6)$
Обкат		С24 (косозубое колесо)	Червячный шлифовальный круг	$\Phi_{\lambda}(B_1, B_2)$	$\Phi_5(P_3, B_4)$	$B_p(P_3)$	

10. Какие перемещения программируются в шлифовальных станках с ЧПУ? – См. п. 1.2.4.2.

11. Дайте общую характеристику круглошлифовального станка с ЧПУ мод. 3М151Ф2. – См. п. 1.2.4.3.

12. Какие системы ЧПУ используются в шлифовальных станках? – См. п. 1.2.4.4.

13. Назначение и принцип работы хонинговальных станков. – См. п. 1.2.5.2.

14. Назначение и принцип работы притирочных станков. – См. п. 1.2.5.3.

15. Назначение и принцип работы станков для суперфиниширования. – См. п. 1.2.5.4.

16. Назначение и принцип работы полировальных станков. – См. п. 1.2.5.5.

17. Назначение и принцип работы зубошлифовальных станков. – См. п. 1.2.5.6.

1.4. Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Дать принципиальные схемы обработки деталей на круглошлифовальном станке методом продольной подачи и врезным методом. Обозначить движения формообразования и врезания; составить условную запись движений.

Задача 2

Дать принципиальную схему обработки на круглошлифовальном станке конической поверхности (угол конуса до 6°). Обозначить движения формообразования и врезания; составить условную запись движений.

Задача 3

Дать структурную схему круглошлифовального станка, обозначить движения.

Задача 4

Проанализировать структурную схему круглошлифовального станка (рис. 1.3). Определить движения формообразования; записать внутренние и внешние связи; определить звенья настройки.

Задача 5

Дать структурную схему бесцентрового шлифовального станка. Выполнить анализ кинематической структуры (движения формообразования, внутренние и внешние кинематические связи, звенья настройки).

Задача 6

Используя принципиальную схему, показанную на рис. 1.13, синтезировать кинематическую структуру внутришлифовального станка.

Задача 7

Используя принципиальную схему, показанную на рис. 1.14, синтезировать кинематическую структуру плоскошлифовального станка.

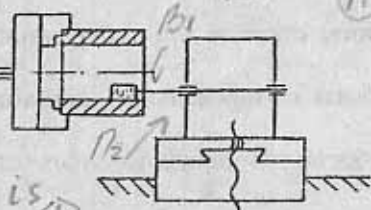


Рис. 1.13. Схема к задаче № 6

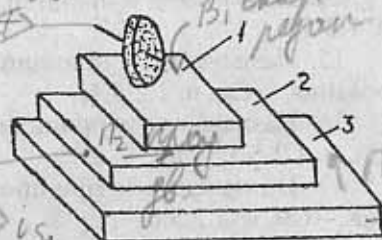


Рис. 1.14. Схема к задаче № 7:
1 – заготовка; 2 – продольный стол; 3 – салазки

Задача 8

По кинематической схеме круглошлифовального станка мод. 3У131 (рис. 1.15) проанализировать кинематические цепи главного движения и круговой подачи. Ответ оформить в виде таблицы, подобной табл. 1.2.

Задача 9

По кинематической схеме круглошлифовального станка мод. 3У131 (рис. 1.15) проанализировать кинематические цепи вращения шпинделя приспособления для внутреннего шлифования, продольной подачи, поперечной подачи, тонкой доводочной подачи, ручного перемещения стола и отвода пиноли задней бабки. Ответ оформить в виде таблицы, подобной табл. 1.3.

Задача 10

Показать (пунктирной линией) цикл относительного движения при обработке на станке с ЧПУ и обозначить основные программно-управляемые оси перемещений:

1) при шлифовании на круглошлифовальном станке поверхности фасонным кругом врезным методом (рис. 1.16, а);

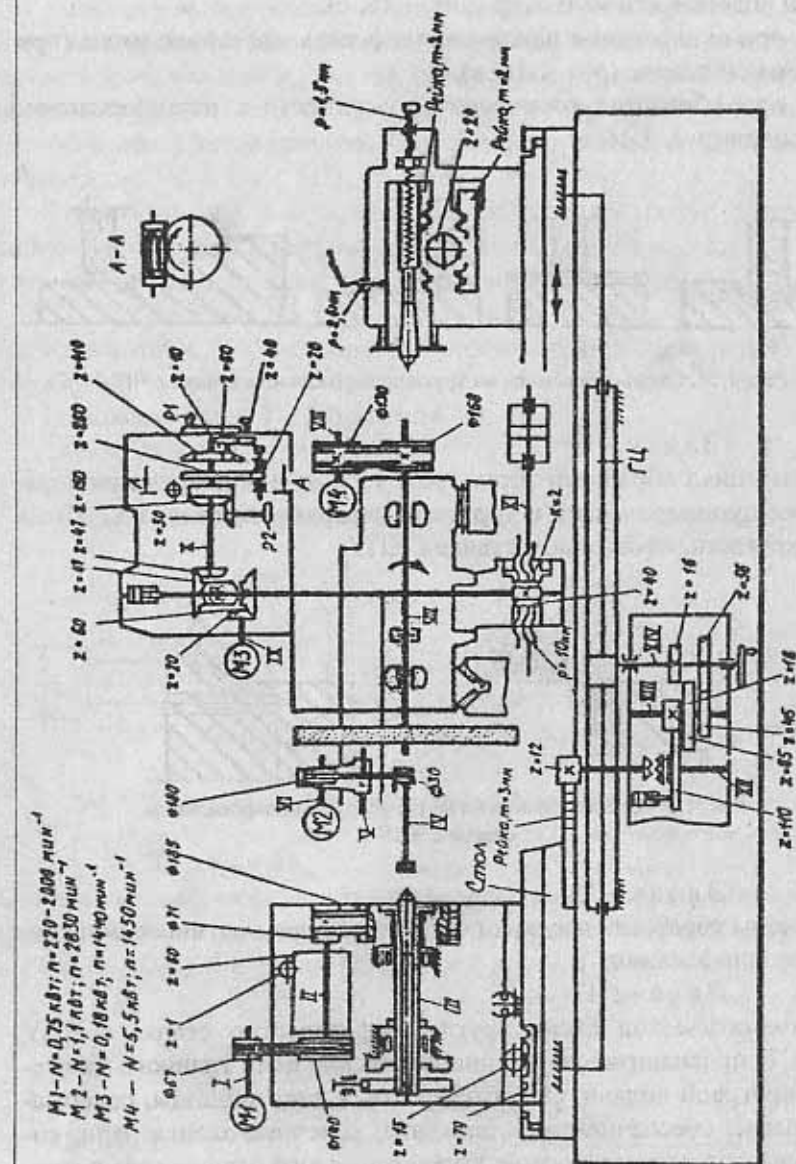


Рис. 1.15. Кинематическая схема круглошлифовального станка мод. 3У131

2) при шлифовании на круглошлифовальном станке цилиндрической поверхности напроход (рис. 1.16, б);

3) при шлифовании на круглошлифовальном станке торца (при продольной подаче (рис. 1.16, в);

4) при обработке конической поверхности с использованием двух подач (рис. 1.16, г).

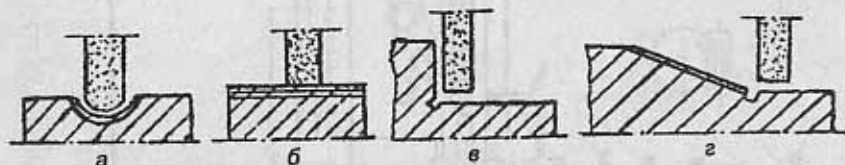


Рис. 1.16. Схемы обработки на круглошлифовальном станке с ЧПУ

Задача 11

Показать цикл обработки торца (рис. 1.17, а) и одновременной обработки цилиндрической и торцевой поверхности (рис. 1.17, б) на торцекруглошлифовальном станке с ЧПУ.



Рис. 1.17. Схемы обработки на торцекруглошлифовальном станке с ЧПУ

Задача 12

Дать схемы обработки плоских поверхностей при маятниковом и глубинном шлифовании.

Задача 13

По кинематической схеме круглошлифовального станка с ЧПУ (рис. 1.7) проанализировать кинематические цепи главного движения и круговой подачи. Ответ оформить в виде таблицы, содержащей графы: обеспечиваемое движение; конечные звенья цепи, кинематическая цепь; уравнение кинематического баланса; звенья настройки.

Задача 14

По кинематической схеме круглошлифовального станка с ЧПУ (рис. 1.7) проанализировать кинематические цепи: продольная подача (гидравлическая и ручная); поперечное перемещение (рабочая подача, периодическая подача, быстрое поперечное перемещение шлифовальной бабки; ручной установочный подвод шлифовальной бабки).

Ответ оформить в виде таблицы, содержащей графы: обеспечиваемое движение, конечные звенья цепи, кинематическая цепь, уравнение кинематического баланса; звенья настройки.

Задача 15

Пользуясь табл. 1.6, подобрать шлифовальный станок с ЧПУ для обработки:

- 1) поверхностей 1 и 2 (рис. 1.18, а);
- 2) поверхности 1 (рис. 1.18, б);
- 3) поверхности 1 (рис. 1.18, в);
- 4) поверхности 1 (рис. 1.18, г);

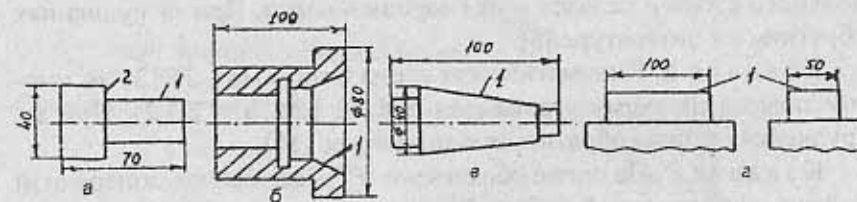


Рис. 1.18. Детали, обрабатываемые на шлифовальных станках с ЧПУ

Задача 16

Составить графическую схему шлифования ступенчатого вала (рис. 1.19) на круглошлифовальном станке с ЧПУ. Шлифуются шейки $D1$, $D3$, $D4$ и торцы $D2$ и $D5$.

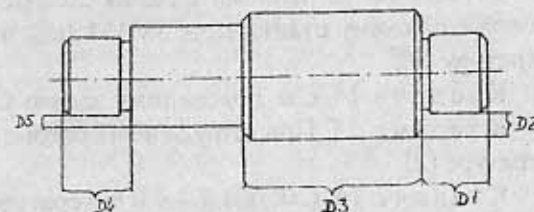


Рис. 1.19. Эскиз вала

1.5. Методические указания по решению задач

К задаче 1. При затруднениях изучить материал п. 1.2.1.3.

К задаче 2. Для обработки конических поверхностей стол круглошлифовального станка имеет возможность поворота вокруг вертикальной оси на угол $\pm 6^\circ$ (в универсальных станках – на больший угол).

К задаче 3. При затруднениях обратиться к рис. 2.1.

К задаче 4. При затруднениях изучить табл. 1.3.

К задаче 5. При затруднениях изучить рис. 1.2.

К задаче 6. При затруднениях можно обратиться к литературе [8], где описана кинематика внутришлифовального станка. Источник движения круговой подачи – регулируемый электродвигатель постоянного тока. Продольная подача – от гидроцилиндра. Движение врезания осуществляется вращением винта от храпового механизма, приводимого в движение, например, от гидроцилиндра.

К задаче 7. Обозначить движения формообразования. Показать привод шлифовального круга от электродвигателя, а продольного стола и салазок – от гидроцилиндров. При затруднениях обратиться к литературе [8].

К задаче 8. Кинематическая схема станка мод. 3У131 во многом похожа на схему станка мод. 3М151 (см. п. 1.2.3.2). При затруднениях можно обратиться к литературе [10].

К задаче 9. На схеме обозначено: *P1* – маховичок поперечной подачи шлифовальной бабки; *P2* – маховичок тонкой доводочной подачи; *П1* – плунжер отвода пиноли (можно отводить вручную, вращая колесо 24 рукояткой).

К задаче 10. При затруднениях можно обратиться к литературе [7]. См. также п. 1.2.4.2.

К задаче 11. См. пояснения к задаче 10.

К задаче 12. См. пояснения к задаче 10.

К задаче 13. Кинематическая схема станка с ЧПУ во многом похожа на схему станка мод. 3М151 (см. п. 1.2.3.2). См. также литературу [9].

К задаче 14. См. пояснения к задаче 13.

К задаче 15. При затруднениях рекомендуется обратиться к литературе [2].

К задаче 16. См. п. 1.2.4.4 и литературу [7].

1.6. Дисциплины и разделы, предшествующие изучению данного модуля

Для успешного усвоения данного модуля необходимо знать дисциплину "Оборудование машиностроительного производства" (разделы "Общие сведения о металлорежущих станках" и "Кинематика станков", а также отдельные вопросы дисциплин: "Теория механизмов и машин", "Теоретическая механика", "Детали машин и основы конструирования", "Основы технологии машиностроения".

1.7. Дисциплины и разделы, для усвоения которых необходимо знание данного модуля

Знание данного модуля необходимо для последующего изучения в ходе инженерной подготовки дисциплин (в зависимости от специальности): расчет и конструирование станков, проектирование инструментов, технология станкостроения, средства автоматизации технологического оборудования.

1.8. Время усвоения модуля

Ориентировочное время усвоения данного модуля – 8 часов.

СТРОГАЛЬНЫЕ, ДОЛБЕЖНЫЕ И ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлорежущие станки / Под ред. В. Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1986. – 75 с.
2. Металлорежущие станки / Н. С. Колев, Л. В. Красниченко, Н. Г. Никулин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
3. Станочное оборудование автоматизированного производства. – Т. 2 / Под ред. В. В. Бушуева. – М.: Изд-во "Станкин", 1994. – 656 с.
4. Федотенок А. А. Кинематическая структура металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1970. – 403 с.
5. Подлеснов В. Н. Кинематика и настройка металлорежущих станков / ВолгГТУ. – Волгоград, 2002. – 89 с.
6. Альперович Т. А., Константинов Е. Н., Шапиро А. Я. Конструкция шлифовальных станков. – М.: Высш. шк., 1989. – 288 с.
7. Наерман М. С., Наерман Я. М. Руководство для подготовки шлифовщиков. – М.: Высш. шк., 1989. – 279 с.
8. Маеров А. Г. Устройство, основы конструирования и расчет металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1986. – 368 с.
9. Локтева С. Е. Станки с программным управлением и промышленные работы. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
10. Схиртладзе А. Г., Новиков В. Ю. Станочник широкого профиля. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.

2.1. Характеристика изучаемого материала и методика изучения

Строгальные, долбежные и протяжные станки объединяются в одну группу (и соответственно, – в один модуль) по одному общему для этих станков признаку – использованию в качестве главного движения поступательного (возвратно-поступательного) движения. По своей кинематике эти станки не являются сложными; строгальные и долбежные станки имеют привод от электродвигателя, с включением в механическую часть устройства для создания возвратно-поступательного движения; протяжные станки имеют в подавляющем большинстве случаев гидравлический привод.

Кинематика данных станков не представит трудностей для студентов, гидравлический же привод протяжных станков позволит освоить вопросы использования гидравлических устройств в металлорежущих станках.

Изучение станков осуществляется по данному модулю с использованием рекомендуемой литературы.

Станки данной группы не являются столь широко распространенными как токарные, сверлильные, фрезерные и некоторые другие станки. Тем не менее, они применяются в машиностроении, занимая свое определенное место в единичном и серийном (а протяжные станки – и в массовом) производстве, причем в ряде случаев они не могут быть заменены другими станками.

Изучив данный модуль, студент должен знать:

- 1) назначение и классификацию станков данной группы;
- 2) принципиальные схемы обработки деталей на строгальных, долбежных и протяжных станках;
- 3) кинематическую структуру станков;
- 4) кинематические схемы и настройку станков.

Студент должен уметь:

- 1) выбрать станок для выполнения определенной операции;

- 2) изображать принципиальные схемы обработки;
- 3) синтезировать и анализировать структурные схемы станков;
- 4) разбираться в кинематических схемах и иметь представление о гидравлических схемах;
- 5) производить кинематическую настройку станков.

2.2. Изучение теоретического материала

2.2.1. Общая характеристика станков группы

Строгальные, долбежные и протяжные станки относятся к седьмой группе по классификации и подразделяются на следующие типы:

1. Продольно-строгальные одностоечные.
2. Продольно-строгальные двухстоечные.
3. Поперечно-строгальные.
4. Долбежные.
5. Протяжные горизонтальные.
6. —
7. Протяжные вертикальные.
8. Разные.

В строгальных и долбежных станках главное движение является возвратно-поступательным, в протяжных станках — поступательным.

Строгальные станки применяются в основном для тех же работ, что и фрезерные. Фрезерные станки имеют более высокую производительность. Необходимость частого реверсирования больших масс сильно ограничивает скорость резания, которая может быть достигнута на станках строгальной группы. Однако строгальные станки имеют и ряд преимуществ по сравнению с фрезерными: они более просты по конструкции, дешевы, весьма универсальны, более точные, при чистовых работах могут обеспечить лучшее качество обработанной поверхности и позволяют получать поверхности весьма сложной конфигурации простым инструментом — резцом, в то время как для работы на фрезерных станках требуются дорогостоящие фрезы. Поэтому в ремонтных, инструментальных, экспериментальных и производственных цехах с мелкосерийным характером производства строгальные станки находят достаточно широкое применение.

Долбежные станки применяются в единичном и мелкосервисном производстве главным образом для обработки шпоночных па-

зов, других внутренних линейчатых поверхностей, а также наружных линейчатых поверхностей. Долбежных станков в парке современных машиностроительных заводов сравнительно немного, так как они заменяются более производительными протяжными и фрезерными станками.

Протяжные станки широко применяются в массовом и крупносерийном производстве главным образом для обработки круглых и фасонных отверстий, а также — наружных поверхностей типа пазов и др.

2.2.2. Строгальные станки

2.2.2.1. Различают поперечно-строгальные и продольно-строгальные станки. В первых главное движение — это возвратно-поступательное перемещение ползуна с резцом. Заготовка, расположенная на столе, совершает движение периодической подачи (поперечная подача за один двойной ход резца).

В продольно-строгальных станках стол с заготовкой совершает возвратно-поступательное движение (главное движение, движение скорости резания), а резец совершает движение периодической подачи.

Поперечно-строгальные станки применяются для обработки коротких, но широких деталей, а продольно-строгальные — для обработки длинных деталей (выпускаются станки с длиной обработки до 12,5 м).

Инструментом на строгальных станках являются строгальные резцы. Обработываются в основном плоскости и пазы. Строгальные станки применяются в единичном и мелкосерийном производстве.

2.2.2.2. Привод возвратно-поступательного движения ползуна поперечно-строгального станка может быть с механизмом качающейся кулисы или гидравлическим. На рис. 2.1 показана схема привода с помощью механизма качающейся кулисы. При равномерном вращении кривошипа 7 с угловой скоростью ω кулиса 5 совершает качательное движение, а ползун 1 — возвратно-поступательное. $V_{рх}$ — скорость рабочего хода; $V_{хх}$ — скорость холостого (обратного) хода.

На рис. 2.2 показана схема кулисного механизма (а) и диаграмма скоростей ползуна (б). На схеме показано: A и B — точки, соответствующие крайним положениям ползуна; L — длина хода. В точках C и D находится камень кулисы. V_p и $V_{p\max}$ — соответственно

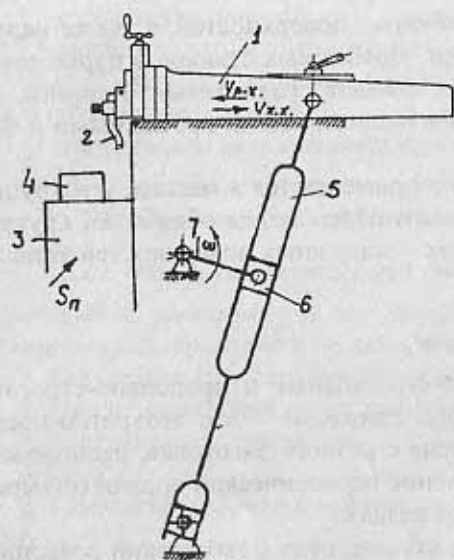


Рис. 2.1. Схема привода ползуна поперечно-строгального станка с помощью механизма качающейся кулисы:
1 - ползун; 2 - строгальный резец; 3 - стол; 4 - заготовка; 5 - кулиса; 6 - камень кулисы; 7 - кривошип

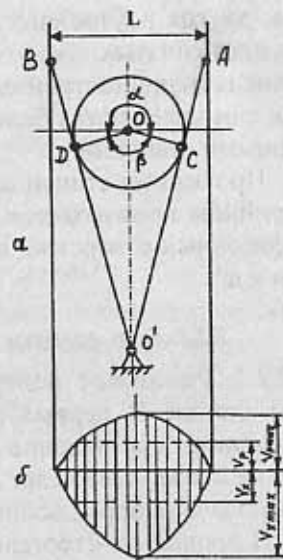


Рис. 2.2. Схема кулисного механизма (а) и диаграмма скоростей ползуна (б)

средняя и максимальная скорости рабочего хода; V_x и $V_{x \max}$ - соответственно средняя и максимальная скорости холостого хода; ординаты на графике соответствуют мгновенным скоростям - рабочего хода (выше оси абсцисс) и холостого хода (ниже оси абсцисс).

Скорость рабочего хода пропорциональна углу α , а холостого хода - углу β . Но так как $\alpha > \beta$, а длина хода L одна и та же, то скорость рабочего хода меньше скорости холостого хода.

Стол 3 станка (рис. 2.1) совершает периодическое (за один двойной ход ползуна) движение поперечной подачи S_n .

Для станка определенной модели отношение скорости холостого хода V_x и скорости рабочего хода V_p есть величина постоянная, характеризуемая коэффициентом:

$$K = \frac{V_x}{V_p} = 1,5 - 1,9.$$

Обозначим: T - время одного двойного хода; t_p - время рабочего хода; t_x - время холостого хода; n - число двойных ходов ползуна в минуту. Тогда

$$T = t_p + t_x = \frac{L}{V_p} + \frac{L}{V_x} = \frac{L}{V_p} \left(1 + \frac{1}{K} \right) = \frac{L}{V_p} \cdot \frac{K+1}{K}.$$

Число двойных ходов в минуту:

$$n = \frac{1}{T} = \frac{V_p}{L} \cdot \frac{K}{K+1}.$$

Предельные значения двойных ходов ползуна:

$$n_{\min} = \frac{V_{p \min}}{L_{\max}} \cdot \frac{K}{K+1}; \quad n_{\max} = \frac{V_{p \max}}{L_{\min}} \cdot \frac{K}{K+1}.$$

Есть еще понятие о средней скорости резания. Условно приняв $K=1$, получим:

$$V_{cp} = \frac{2Ln}{1000}, \text{ м/мин.}$$

2.2.2.3. На рис. 2.3 показан общий вид поперечно-строгального станка. Ползун 4 совершает возвратно-поступательное главное дви-

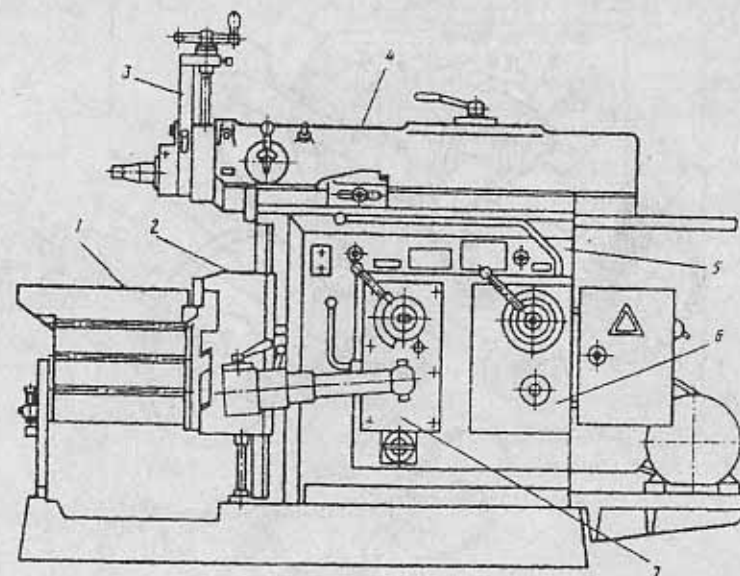


Рис. 2.3. Общий вид поперечно-строгального станка:
1 - стол; 2 - поперечина; 3 - суппорт; 4 - ползун; 5 - станина; 6 - коробка скоростей; 7 - коробка подач

жение. Заготовка закрепляется на столе 1, который во время рабочего хода ползуна остается неподвижным. Периодическое движение горизонтальной (поперечной) подачи совершает стол при обратном ходе ползуна; вертикальную периодическую подачу может получать поперечина. Вертикальную ручную или механическую подачу может иметь суппорт с резцом.

Периодическая подача осуществляется от храпового механизма. На рис. 2.4 показан в качестве примера механизм подачи стола поперечно-строгального станка мод. СПС-01 [8]. Вал 12, связанный с кулисным механизмом, сообщает непрерывное вращение эксцентрику 10, закрепленному на валу 12 шпонкой 13. Нажимая на шарикоподшипник 9, эксцентрик приводит в качательное движение ось 8 и двуплечный рычаг 6, закрепленный на валу 7. С рычагом связана ось 5 с собачкой 4, находящаяся в зацеплении с храповым колесом 3. При качании рычага в направлении стрелки *a* собачка поворачивает храповое колесо на некоторый угол. При движении рычага от пружины 11 в направлении стрелки *б* собачка, скользя по спинкам зубьев храпового колеса, не поворачивает его. Далее дви-

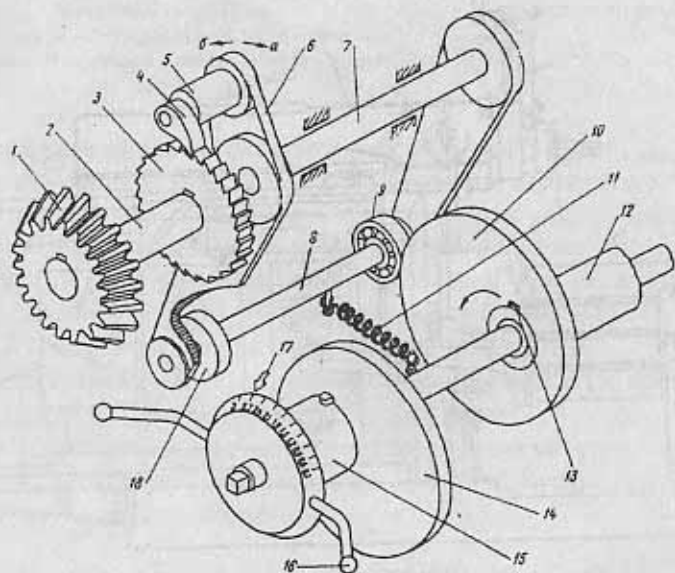


Рис. 2.4. Механизм подачи стола

жение передается валом 2 и коническим колесом 1 по цепи ходовому винту подачи.

Величина подачи применяется поворотом штурвала 16 относительно риски 17. При этом изменяется положение эксцентрика 14, напротив которого на оси 8 установлен ролик 18. От положения эксцентрика 14 зависит размах качания рычага 6, а следовательно, и величина подачи.

2.2.2.4. На рис. 2.5 представлена кинематическая схема поперечно-строгального станка мод. 7Е35. Возвратно-поступательное движение ползуна осуществляется от электродвигателя *М1* через коробку скоростей с подвижными блоками колес; конечным звеном

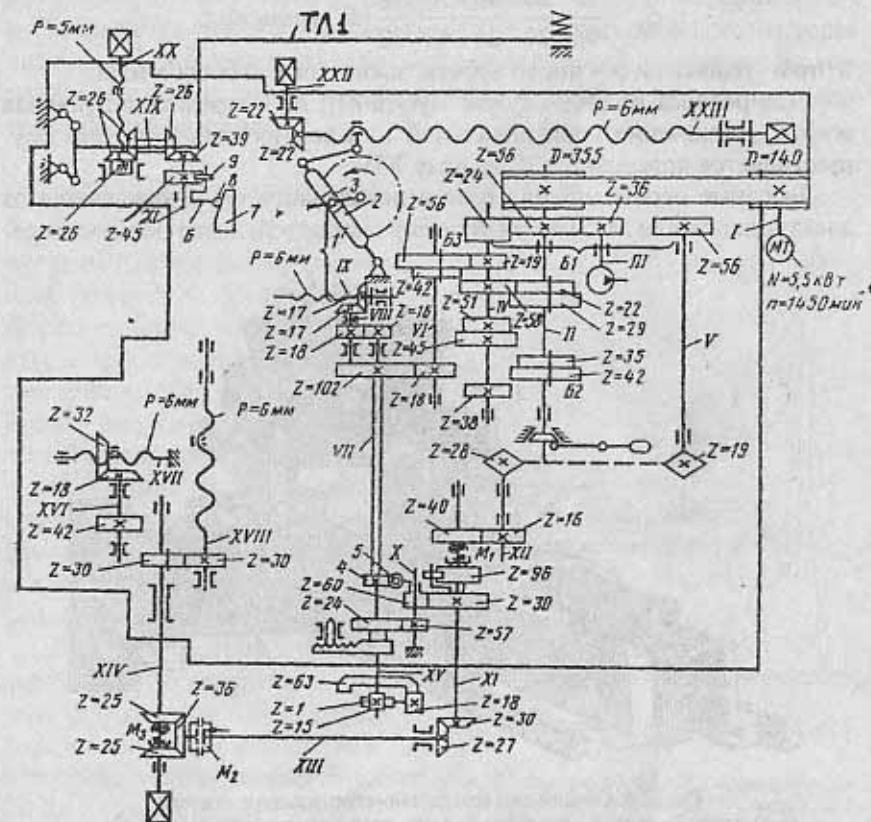


Рис. 2.5. Кинематическая схема поперечно-строгального станка мод. 7Е35

является механизм качающейся кулисы. Длина хода ползуна регулируется изменением положения пальца 3 относительно центра кривошипного диска.

Периодическая подача стола или поперечины производится с помощью храпового механизма, который приводится в действие от кулачка 4 через ролик 5, зубчатый сектор $Z=60$ и колесо $Z=30$. Движение передается от храпового колеса на винты XVII или XVIII. Изменение величины подачи производится изменением числа зубьев храповика, захватываемых собачкой. Это осуществляется удалением или приближением плеча с роликом 5 рычага сектора ($Z=60$) к кулачку 4 (меняется угол поворота рычага). Величина горизонтальной подачи:

$$S_r = \frac{a}{96} \cdot \frac{30}{27} \cdot \frac{36}{25} \cdot \frac{30}{42} \cdot \frac{18}{32} \cdot 6, \text{ мм/дв.ход};$$

в этом уравнении a – число зубьев, захватываемых собачкой.

Для реверса подачи служит муфта M_3 ; M_2 – предохранительная муфта. Включение горизонтальной или вертикальной подачи осуществляется колесом $Z=30$ на валу XIV.

Быстрые перемещения стола и поперечины осуществляются от электродвигателя М1, минуя коробку скоростей, через цепную пере-

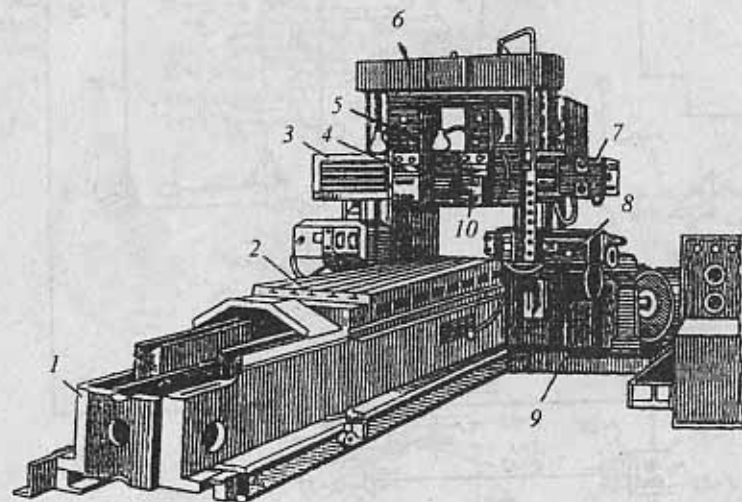


Рис. 2.6. Общий вид продольно-строгального станка:
1 – станина; 2 – стол; 3 – поперечина; 4, 10 – вертикальные суппорты; 5 – стойка;
6 – верхняя балка; 7 – коробка подач суппортов; 8 – боковой суппорт; 9 – привод/главного движения

дачу $Z=19$ и $Z=28$ при включении муфты M_1 – и далее на соответствующий ходовой винт.

Механическая подача суппорта осуществляется от кулачка 7 через ролик 8, рычаг 6, собачку 9 и храповое колесо $Z=45$.

Станок имеет механизм для откидывания плиты с инструментом при обратном ходе ползуна (штангалоткатель Т/П является одним из элементов этого механизма. Механизм описан в литературе [4].

2.2.2.5. На рис. 2.6 показан общий вид продольно-строгального станка мод. 7212. Станок имеет рабочий стол 2, совершающий главное возвратно-поступательное движение (размеры стола 4000×1120 м), станок – двухстоечный. По направляющим стоек перемещается поперечина 3, несущая два вертикальных суппорта 4 и 10. Имеется также боковой суппорт 8. Движения подач – прерывистые перемещения вертикальных суппортов в поперечном, вертикальном и наклонном направлениях и бокового суппорта – в вертикальном направлении.

2.2.3. Долбежные станки

Долбежные станки предназначены для обработки фасонных отверстий (квадратных, шестигранных, многошлицевых и др.), прорезки внутренних шпоночных пазов и обработки наружных коротких линейчатых поверхностей.

В отличие от строгальных станков главное движение (возвратно-поступательное) осуществляется в вертикальном направлении.

Долбежные станки имеют вертикальную компоновку. На рис. 2.7 показан общий вид долбежного станка мод. 743. Заготовка устанавливается на столе 1 станка, резец – на ползуне (долбке) 2. Инструмент совершает возвратно-посту-

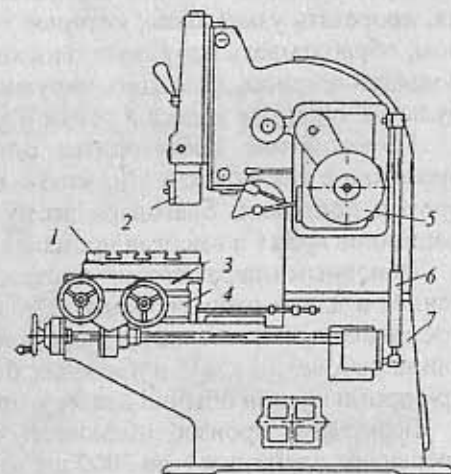


Рис. 2.7. Общий вид долбежного станка мод. 743:

1 – стол; 2 – ползун (долбляк); 3 – поперечные салазки; 4 – продольные салазки; 5 – коробка скоростей с кривошипно-кулисным механизмом; 6 – привод подачи; 7 – станина

пательное движение, а стол с заготовкой – периодическую подачу (на один двойной ход) – продольную, поперечную или круговую.

Основным параметром долбежного станка является длина хода ползуна. Станок мод. 743 имеет максимальную длину хода – 300 мм. Станки более поздних моделей 7401, 7402, 7403, 7405, 7410 имеют длину хода соответственно 100, 200, 320, 500 и 1000 мм. Станки с длиной хода ползуна до 320 мм изготавливаются с механическим (кулисным) приводом главного движения; с ходом 320 и 500 мм – с гидравлическим, а с ходом 1000 и 1400 мм – с электромеханическим приводом.

2.2.4. Протяжные станки

2.2.4.1. Протягивание производится многолезвийным режущим инструментом – протяжкой.

Протягивание внутренних и наружных поверхностей получило широкое применение, особенно на заводах массового и крупносерийного производства благодаря высокой производительности и точности обработки.

Протягиванием можно обрабатывать отверстия любого профиля, прорезать узкие пазы, которые трудно изготовить иным способом, обрабатывать наружные плоские и фасонные поверхности небольшой ширины, прорезать наружные канавки, нарезать мелкозубчатые колеса и рейки и выполнять другие работы.

Протягивание производится одновременно многими зубьями протяжки с таким расчетом, чтобы весь припуск был снят за один проход протяжки. Благодаря этому обеспечивается минимальное машинное время и высокая производительность.

Основными параметрами протяжных станков являются тяговое усилие и длина рабочего хода. В современных станках максимальное тяговое усилие лежит в диапазоне 10–2000 кН, а максимальная длина рабочего хода – в пределах 630–6000 мм. Скорость резания при протягивании обычно лежит в пределах 1–50 м/мин.

Возможная производительность – 50–400 шт/ч (на станках непрерывного действия – до 3000 шт/ч).

2.2.4.2. По компоновочному решению различают горизонтальные и вертикальные протяжные станки, по направлению – для внутреннего и наружного протягивания, среди последних как отдельную группу выделяют станки для непрерывного протягивания.

Горизонтально-протяжные станки применяются для внутреннего протягивания. Тип производства – от мелкосерийного до массо-

вого. Переналадка станка на изготовление другого изделия занимает немного времени.

Вертикально-протяжные станки выпускаются для внутреннего или наружного протягивания. Преимуществом этих станков перед горизонтально-протяжными является отсутствие провисания протяжки и меньшая потребность в производственных площадях. Область применения – крупносерийное и массовое производство.

Протяжные станки непрерывного действия производительнее обычных протяжных станков в 4–5 раз. Применяются в массовом и крупносерийном производстве.

2.2.4.3. На рис. 2.8 показаны схема протягивания (а) и общий вид (б) горизонтально-протяжного полуавтомата мод. 7523. Станок предназначен для протягивания сквозных отверстий различной формы. Находит применение в различных производствах – от массового до единичного. Наибольшая тяговая сила – 100 кН; максимальная длина хода – 1250 мм. Скорость рабочего хода – от 1,5 до 11,5 м/мин, холостого (обратного) – 20 м/мин. В планшайбе станка имеется отверстие для закрепления деталей до 125 мм. Длина протяжки – 400–1365 мм.

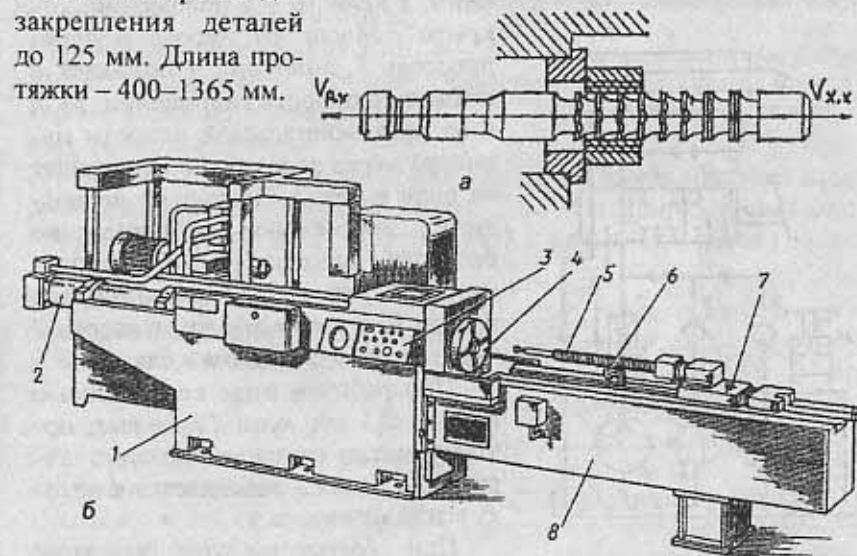


Рис. 2.8. Схема протягивания (а) и общий вид (б) горизонтально-протяжного станка мод. 7523:

1 – станина; 2 – силовой цилиндр; 3 – пульт; 4 – планшайба; 5 – протяжка; 6 – ролик; 7 – каретка; 8 – дополнительная станина

На станине 1 смонтирован силовой цилиндр 2 и гидростанция. Управление циклом при работе в наладочном, полуавтоматическом и автоматическом режиме осуществляется с помощью пульта 3. Обрабатываемая деталь закрепляется на опорной планшайбе 4. Задний конец протяжки 5 закрепляется в патроне каретки 7. Передняя (замковая) часть протяжки захватывается патроном, закрепленным на штоке гидроцилиндра (на рисунке не показан). Быстрый подвод и отвод протяжки осуществляется кареткой 7, которая перемещается гидроцилиндром, расположенным в дополнительной станине 8. Протяжка поддерживается роликом 6. Гидравлическая схема станка и циклы обработки описаны в литературе [6].

Основные принципы использования гидропривода в протяжных станках можно уяснить, рассмотрев гидравлическую схему горизонтально-протяжного станка мод. 7510М (рис. 2.9). Максимальное усилие протягивания на станке – 10 кН; станок имеет два одинаковых насоса производительностью 70 л/мин и дроссельное регулирование скорости.

При работе со скоростью до 0,1 м/с золотник 4 стоит в положении I, а кран 10 – в положении "открыто". Масло от насоса 6 через дроссель 7, золотник 4 попадает в штоковую полость гидроцилиндра 5, а из противоположной полости цилиндра через золотник 4 масло идет на слив в бак 1. Поскольку используется дроссельное регулирование скорости (дросселем 7), то масло от насоса 6 через предохранительный клапан 8, а также масло от насоса 2 через кран 10 сливается в бак.

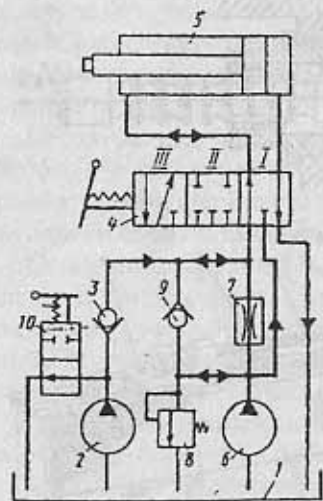


Рис. 2.9. Гидравлическая схема горизонтально-протяжного станка мод. 7510М

При рабочем ходе со скоростью больше 0,1 м/с кран 10 закрыт, поэтому масло от насоса 2 через обратный клапан 3 добавляется к потоку масла от насоса 6.

При холостом ходе золотник ставится в положение III, и масло от насоса 6 через золотник 4 идет во внешнюю полость гидроцилиндра,

а из противоположной полости масло через золотник 4 и обратный клапан 9 добавляется к основному потоку.

Для остановки поршня золотник ставится в положение II. В этом случае масло от обоих насосов через предохранительный клапан 8 идет на слив.

Рассмотренная гидравлическая схема, а также основные принципы построения гидравлических схем станков рассмотрены в литературе [1].

На рис. 2.10 показан общий вид вертикально-протяжного станка для наружного протягивания. Заготовка закрепляется на столе 1 с помощью приспособления. Протяжка закрепляется на каретке 2, которая перемещается по вертикальным направляющим станины 3.

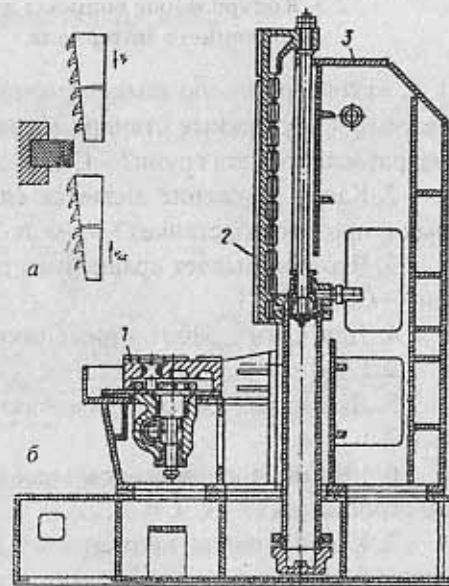


Рис. 2.10. Схема протягивания (а) и общий вид вертикально-протяжного станка (б): 1 – стол; 2 – каретка; 3 – станина

Принципиальная схема обработки на протяжном станке непрерывного действия показана на рис. 2.11. На станке производится протягивание наружных поверхностей и пазов. Заготовки 1 закрепляются в приспособлениях, смонтированных на тяговой цепи 2, перемещающейся с помощью звездочек 3 и 4. Протяжка 5 обрабатывает детали при их непрерывном движении. Станки подобного типа применяются при массовом изготовлении деталей. Установка заготовок и их снятие производится манипуляторами.

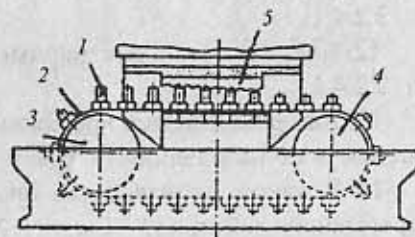


Рис. 2.11. Схема обработки на протяжном станке непрерывного действия: 1 – заготовка; 2 – тяговая цепь; 3, 4 – звездочки; 5 – протяжка

Вертикально-протяжные станки и станки для непрерывного протягивания описаны в литературе [2, 5].

2.3. Контрольные вопросы для проверки усвоения изученного материала

1. К какой группе по классификации относятся строгальные, долбежные и протяжные станки? На какие подгруппы (типы станков) подразделяется эта групп? – См. п. 2.2.1.

2. Какое движение является главным в строгальных, долбежных и протяжных станках? – См. п. 2.2.1.

3. Что показывает сравнение строгальных станков с фрезерными? – См. п. 2.2.1.

4. Для каких работ применяются долбежные станки? – См. п. 2.2.1.

5. Для каких работ применяются протяжные станки? – См. п. 2.2.1.

6. Чем поперечно-строгальные станки отличаются от продольно-строгальных? – См. п. 2.2.2.1.

7. Какой привод применяется для обеспечения главного движения поперечно-строгальных станков? – См. п. 2.2.2.2.

8. Как обеспечивается в поперечно-строгальных станках с кулисным механизмом большая скорость холостого хода по сравнению со скоростью рабочего хода? – См. п. 2.2.2.2.

9. По какой формуле определяется число двойных ходов ползуна поперечно-строгального станка? – См. п. 2.2.2.2.

10. По какой формуле определяется средняя скорость резания при обработке на поперечно-строгальном станке? – См. п. 2.2.2.2.

11. Для каких работ применяются протяжные станки? – См. п. 2.2.4.1.

12. Каковы основные параметры протяжных станков? – См. п. 2.2.4.1.

13. Как различаются протяжные станки по компоновочному решению и по назначению? – См. п. 2.2.4.2.

14. В каком производстве применяются протяжные станки непрерывного действия? – См. п. 2.2.4.2.

15. Какие преимущества имеют вертикально-протяжные станки перед горизонтально-протяжными? – См. п. 2.2.4.2.

2.4. Задачи для самостоятельного решения

Задача 1

Определить, на каком станке – поперечно-строгальном, продольно-строгальном или долбежном производится обработка по каждой из приведенных на рис. 2.12 схем.

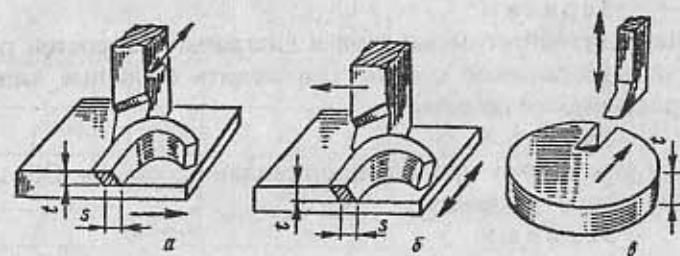


Рис. 2.12. Схемы обработки

Задача 2

Определить, на каких станках можно обработать показанные на рис. 2.13 отверстия. Указать также тип производства.

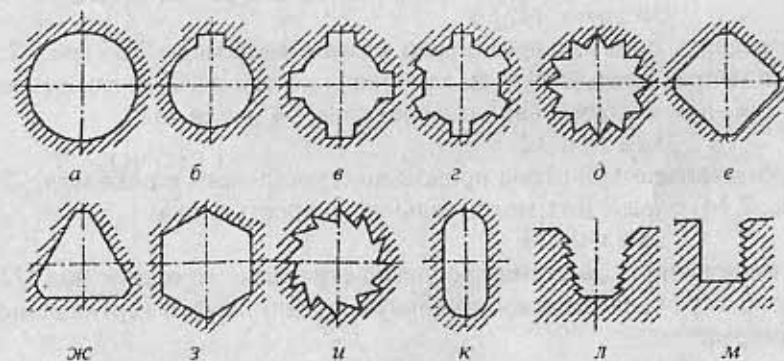


Рис. 2.13. Схемы к задаче 2

Задача 3

Дать структурную схему поперечно-строгального станка и выполнить ее кинематический анализ.

Задача 4

Дать структурную схему продольно-строгального станка и выполнить ее кинематический анализ.

Задача 5

Дать структурную схему горизонтально-протяжного станка и выполнить ее кинематический анализ.

Задача 6

Дать принципиальную схему привода ползуна поперечно-строгального станка с механизмом качающейся кулисы.

Задача 7

Дать схему кулисного механизма и диаграмму скоростей ползуна поперечно-строгального станка. Определить основные кинематические зависимости привода.

Задача 8

Привести компоновку продольно-строгального станка. Обозначить основные узлы и движения.

Задача 9

Привести компоновку долбежного станка. Обозначить основные узлы и движения.

Задача 10

По кинематической схеме поперечно-строгального станка мод. 7Е35 (рис. 2.5) определить число скоростей ползуна, а также минимальное и максимальное число двойных ходов ползуна в минуту.

Задача 11

Определить минимальную подачу стола станка мод. 7Е35 (рис. 2.5).
Определить, сколько зубьев храпового колеса должна захватывать собачка при максимальной подаче стола – 4 мм/дв.ход.

Задача 12

По кинематической схеме продольно-строгального станка мод. 7212 (рис. 2.14) определить максимальную скорость стола.

Задача 13

По кинематической схеме продольно-строгального станка мод. 7212 (рис. 2.14) определить минимальную подачу левого вертикального суппорта.

Задача 14

По кинематической схеме продольно-строгального станка мод. 7212 (рис. 2.14) определить скорость быстрого горизонтального перемещения левого вертикального суппорта.

Задача 15

По кинематической схеме долбежного станка мод. 743 (рис. 2.15) определить минимальное и максимальное значения чисел двойных ходов ползуна в минуту.

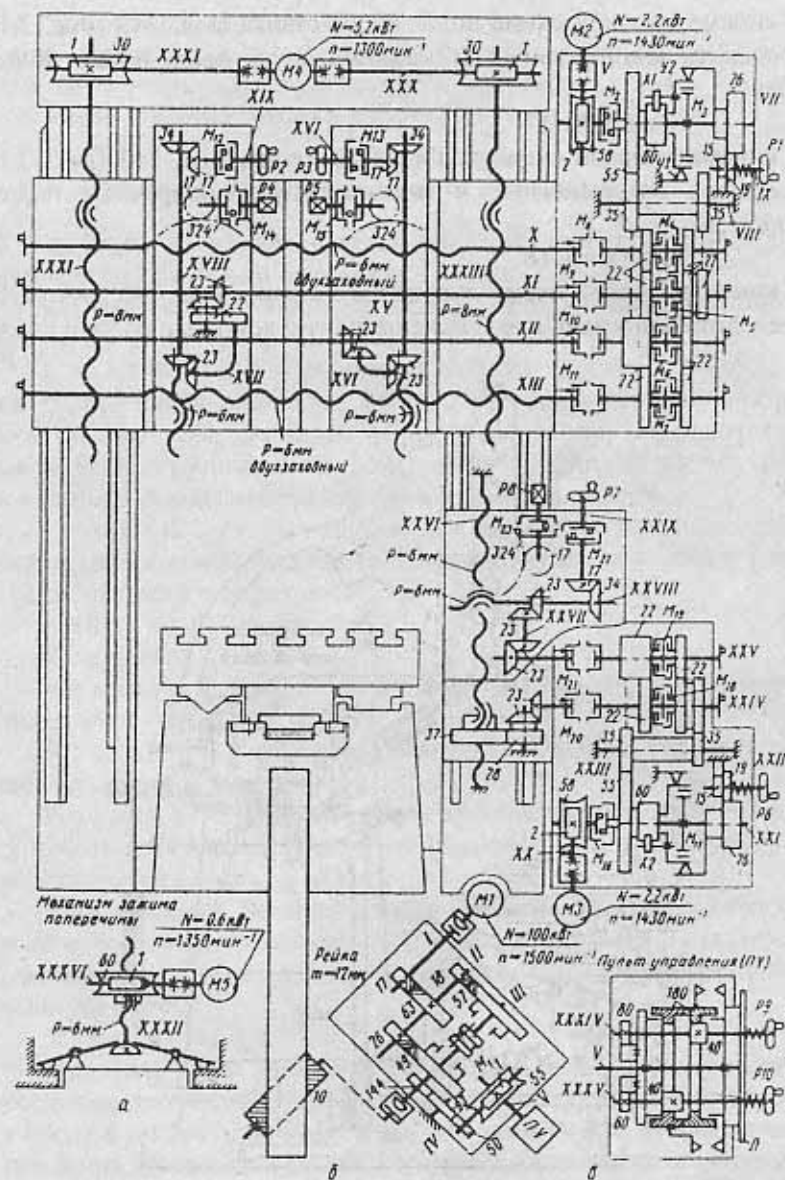


Рис. 2.14. Кинематическая схема продольно-строгального станка мод. 7212

Задача 16

По кинематической схеме долбежного станка мод. 743 (рис. 2.15) определить минимальную и максимальную продольные подачи стола.

Задача 17

По кинематической схеме долбежного станка мод. 743 (рис. 2.15) определить минимальную и максимальную поперечные подачи стола.

Задача 18

По кинематической схеме долбежного станка мод. 743 (рис. 2.15) определить минимальную и максимальную круговые подачи стола.

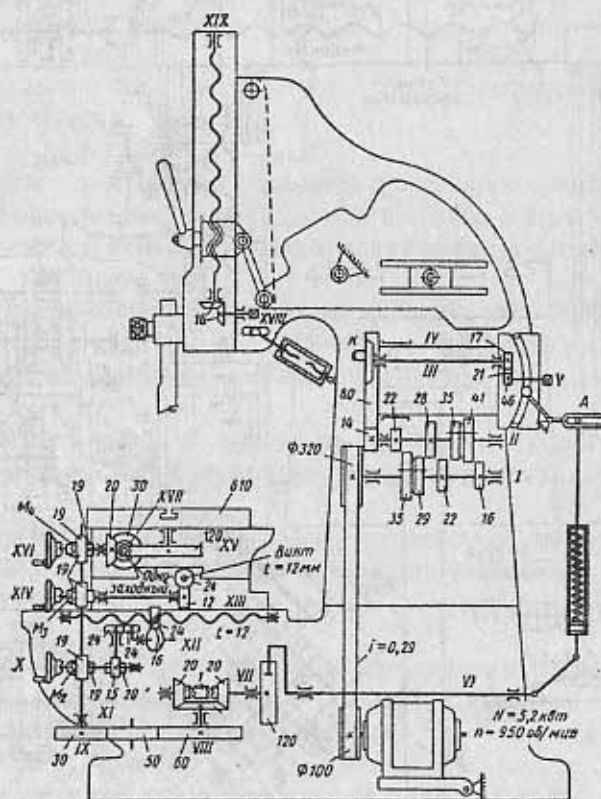


Рис. 2.15. Кинематическая схема долбежного станка мод. 743

Задача 19

По гидравлической схеме протяжного станка (рис. 2.9) описать режимы работы: при низких скоростях протягивания, при высоких, при холостом ходе и при останове протяжки (указать положение золотника и потоки масла в рабочий цилиндр и на слив).

2.5. Методические указания по решению задач

К задаче 1. Задача является простой, требуется лишь знание принципов обработки на станках — см. пп. 2.2.2.1, 2.2.3.

К задаче 2. Необходимо назвать методы окончательной обработки. См. пп. 2.2.1, 2.2.2.1, 2.2.3.

К задачам 3–5. Приводится кинематическая структура станка. Выполняется ее анализ, то есть определяются форма образующей поверхности, движения формообразования, выделяются кинематические группы, в каждой группе определяются внутренние и внешние связи и настройка движений по параметрам.

Разработка структурной схемы и ее анализ выполняются в соответствии с рекомендациями, содержащимися в учебном пособии [10]. См. также литературу [9, 2].

К задаче 6. См. рис. 2.1.

К задаче 7. См. п. 2.2.2.2.

К задаче 8. Компонировку можно изобразить, упростив общий вид станка — см. рис. 2.6.

К задаче 9. Компонировку можно изобразить, упростив общий вид станка — см. рис. 2.7.

К задаче 10. При вращении кулисного колеса $Z=102$ кулиса получает качательное движение (см. рис. 2.5). При затруднениях обращаться к литературе [3, 4].

К задаче 11. Величина подачи зависит от числа зубьев храпового колеса, захватываемых собачкой. Необходимо составить уравнение кинематического баланса. При затруднениях обращаться к литературе [3, 4].

К задаче 12.

Стол получает движение от регулируемого электродвигателя постоянного тока М1 через двухступенчатую коробку скоростей и косозубую реечную передачу. 1500 мин^{-1} — максимальная частота вращения двигателя. На схеме цифры у зубчатых колеса обозначают числа зубьев (буква Z для упрощения не показана). Станок описан в литературе [1, 4].

К задачам 13–14. Движение подачи на левый вертикальный суппорт передается от асинхронного электродвигателя М2 через храповой механизм. Минимальная подача получится, когда храповое колесо $Z=60$ поворачивается на один зуб. Муфта M_2 выключена, фрикцион M_3 включен.

Для ускоренного перемещения суппорта включается муфта M_2 . См. литературу [1, 4].

К задаче 15. Ползун (долбяк) получает возвратно-поступательные движения с помощью кулисного механизма.

См. литературу [7, 8].

К задачам 16–18. Периодические подачи в станке осуществляются с помощью храпового механизма. За каждый оборот вала IV , то есть за каждый двойной ход ползуна, храповое колесо $Z=120$ поворачивается на определенный угол. На левом конце вала VI имеется рычаг с двумя собачками, зацепляющимися с храповым колесом. Для осуществления минимальной подачи собачки смещаются относительно друг друга на половину шага храпового колеса, и тогда последнее поворачивается на $\frac{1}{2}$ зуба или на $360^\circ \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{120} = 1^\circ 30'$;

при максимальной подаче – поворачивается на 20 зубьев, то есть на $360^\circ \cdot 20 \cdot \frac{1}{120} = 60^\circ$.

Станок имеет 40 различных подач. Регулирование подачи производится изменением длины плеча рычага A .

При решении задач необходимо написать уравнение кинематического баланса, в которое подставить число зубьев поворота храпового колеса ($\frac{1}{2}$ или 20).

См. также литературу [7, 8].

К задаче 19. При затруднениях можно обратиться к п. 2.2.4.3.

2.6. Дисциплины и разделы, предшествующие изучению данного модуля

Изучение материала данного модуля основывается на знаниях отдельных разделов общепрофессиональных дисциплин направления: "Начертательная геометрия", "Теория механизмов и машин", "Детали машин и основы конструирования", "Гидравлика", "Технология конструкционных материалов", "Основы технологии маши-

ностроения", "Оборудование машиностроительного производства". В последней дисциплине особое значение для изучения данного модуля имеют разделы "Кинематика станков" и "Общие сведения о станках".

2.7. Дисциплины и разделы, для усвоения которых необходимо знание данного модуля

Знания, полученные в данном модуле, необходимы для изучения специальных дисциплин инженерной подготовки: "Режущий инструмент", "Станки с ЧПУ и автоматические линии", "Автоматизированные станочные системы", "Гидропривод станков".

2.8. Время усвоения модуля

Для усвоения материала данного модуля требуется затратить не менее 8 часов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлорежущие станки / Н. С. Колев, Л. В. Красниченко, Н. С. Никулин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
2. Станочное оборудование автоматизированного производства. – Т. 2 / Под ред. В. В. Бушуева. – М.: Изд-во "Станкин", 1994. – 656 с.
3. Локтева С. Е. Станки с программным управлением и промышленные работы. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
4. Маеров А. Г. Устройство, основы конструирования и расчет металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1986. – 368 с.
5. Чернов Н. Н. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1978. – 389 с.
6. Технология обработки конструкционных материалов / Под ред. П. Г. Петрухи. – М.: Высш. шк., 1991. – 512 с.
7. Лисовой А. И. Устройство, наладка и эксплуатация металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1971. – 432 с.
8. Металлорежущие станки (альбом общих видов, кинематических схем и узлов) / Кучер А. М., Киватицкий М. М., Покровский А. А. – Л.: Машиностроение, 1972. – 308 с.
9. Федотенок А. А. Кинематическая структура металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1970. – 403 с.
10. Подлеснов В. Н. Кинематика и настройка металлорежущих станков / ВолгГТУ. – Волгоград, 2002. – 89 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
КОМ-1	
СТАНКИ ДЛЯ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ.....	
1.1. Характеристика изучаемого материала и методика изучения.....	4
1.2. Изучение теоретического материала.....	5
1.2.1. Общая характеристика станков для абразивной обработки.....	5
1.2.2. Кинематическая структура шлифовальных станков.....	10
1.2.3. Кинематические схемы шлифовальных станков.....	10
1.2.4. Шлифовальные станки с ЧПУ.....	13
1.2.5. Доводочные и зубошлифовальные станки.....	25
1.3. Контрольные вопросы для проверки усвоения изученного материала.....	27
1.4. Задачи для самостоятельного решения.....	29
1.5. Методические указания по решению задач.....	34
1.6. Дисциплины и разделы, предшествующие изучению данного модуля.....	35
1.7. Дисциплины и разделы, для усвоения которых необходимо знание данного модуля.....	35
1.8. Время усвоения модуля.....	35
Список рекомендуемой литературы.....	36
КОМ-2	
СТРОГАЛЬНЫЕ, ДОЛБЕЖНЫЕ И ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ.....	
2.1. Характеристика изучаемого материала и методика изучения.....	37
2.2. Изучение теоретического материала.....	38
2.2.1. Общая характеристика станков группы.....	38
2.2.2. Строгальные станки.....	39
2.2.3. Долбежные станки.....	45
2.2.4. Протяжные станки.....	46
2.3. Контрольные вопросы для проверки усвоения изученного материала.....	50
2.4. Задачи для самостоятельного решения.....	51
2.5. Методические указания по решению задач.....	55
2.6. Дисциплины и разделы, предшествующее изучению данного модуля.....	56
2.7. Дисциплины и разделы, для усвоения которых необходимо знание данного модуля.....	57
2.8. Время усвоения модуля.....	57
Список рекомендуемой литературы.....	58

Владислав Николаевич Подлеснов

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ
(для абразивной обработки, строгания,
долбления и протягивания)

Учебное пособие

Редактор *А. К. Саютина*
Техн. редактор *В. И. Филиер*
Компьютерная верстка *Т. Е. Малютиной*

Темплан 2003 г., поз. № 20

Лицензия ИД № 04790. от 18 мая 2001 г.

Подписано в печать 17.06.03. Формат 60×84 1/16. Бумага газетная,
Гарнитура Times. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 3,6. Усл. печ. л. 3,49.

Тираж 200 экз. Заказ *481*.

Волгоградский государственный технический университет
400131 Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28

РПК "Политехник"
Волгоградского государственного технического университета
400131 Волгоград, ул. Советская, 35.