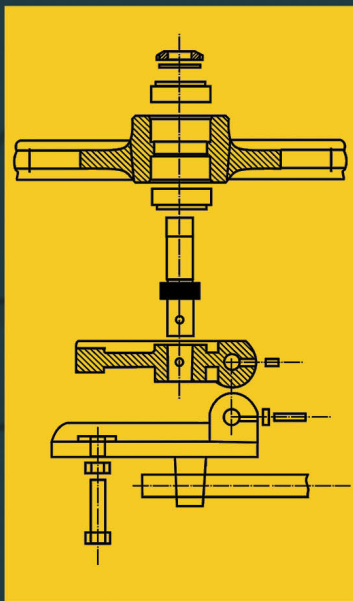
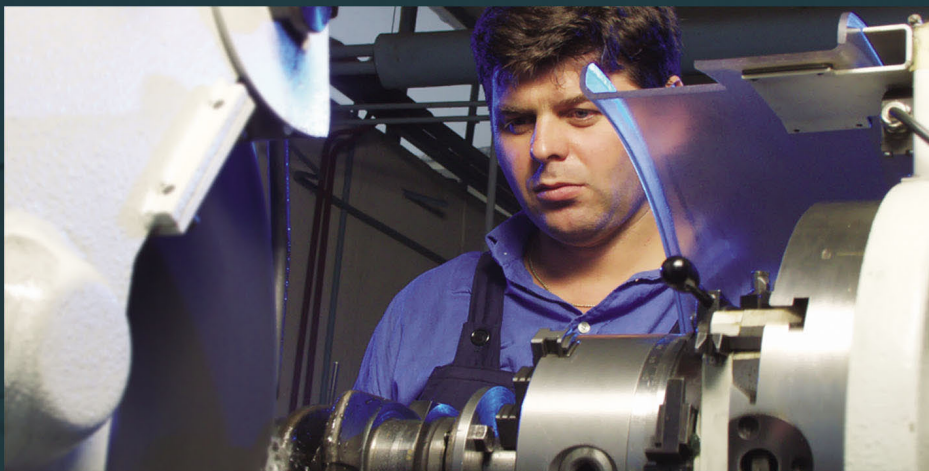


# СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

В.Н. Феценко



*слесарные  
работы при  
изготовлении и  
ремонте машин*



**В.Н. Фещенко**

# **СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО**

**Слесарные работы  
при изготовлении  
и ремонте машин**

**Книга 1**

*Учебное пособие*

**Инфра-Инженерия  
Москва  
2013**

**УДК 621.7(075)**

**ББК 34.671**

**Ф44**

**Р е ц е н з е н т ы:**

*Юкляев М.П.* - заслуженный учитель РФ;

*Денисов Н.Б.* - главный механик завода «Красный пролетарий».

**Фещенко В.Н.**

**Ф44 СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО.** Слесарные работы при изготовлении и ремонте машин. Книга 1 : учеб. пос. / В.Н. Фещенко. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. - 464 с.:ил.

ISBN 978-5-9729-0053-4

Описано принципиальное устройство производственных машин, их основные сборочные единицы и принципы их действия. Способы их изображения в конструкторской документации и методы изложения технических требований к ним.

Приведены основные свойства железоуглеродистых и цветных металлов и сплавов и их применение для изготовления деталей машин.

Даны основные понятия о производственном процессе изготовления машин, уделено внимание организации труда слесаря и приведены методы выполнения слесарных работ при изготовлении (с обеспечением точности) деталей ручными способами, применяемыми в машиностроении.

Представлены методы организации ремонтных работ на предприятии, восстановления деталей при ремонте машин и механизмов и проверки оборудования после ремонта на технологическую точность.

Предназначено для учащихся профессионально-технических учебных заведений и студентов машиностроительных специальностей технических вузов. Может быть использовано при подготовке рабочих на производстве.

Подписано в печать 03.09.2012.

Формат 84x108/32. Бумага офсетная.

Гарнитура «Прагматика».

Объем 26,5 печ. л.

Тираж 1500 экз. Заказ №

© Фещенко В.Н., 2013

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2013

ISBN 978-5-9729-0053-4

## ВВЕДЕНИЕ

Работа слесарей начинается с момента передачи чертежей в производство. Только опираясь на их опыт и знания, можно осуществить создание новых конструкций, связанных с нанотехнологией. Только с помощью этих специалистов при доведении деталей до заданных параметров в чертежах можно обеспечить технические требования, которые не под силу современным металлорежущим станкам.

Работоспособность машин в период их эксплуатации также зависит от работы слесаря: от качества технического обслуживания и своевременного ремонта для обеспечения безаварийной работы. Вплоть до утилизации машины.

В этой книге приведен краткий круг вопросов, с которыми придется сталкиваться молодому специалисту слесарю-сборщику в будущей деятельности. Мы не пытались осветить все секреты мастерства - это невозможно. Но мы пытались рассказать, какими знаниями необходимо овладеть в практической деятельности с помощью старших товарищей, навыками и умением выполнять какую-то конкретную работу и назвали это "Слесарным делом".

Учебное пособие представлено в трех книгах:

книга 1 "**Слесарное дело. Слесарные работы при изготовлении и ремонте машин**";

книга 2 "**Слесарное дело. Механическая обработка деталей на станках**";

книга 3 "**Слесарное дело. Сборка производственных машин**".

Учебное пособие "Слесарное дело" составлено в соответствии с требованиями стандарта ОСТ 9 ПО 02.2.17-2002 и предназначается в качестве учебного пособия для начального и среднего профессионального образования в специальных

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО. Слесарные работы при изготовлении и ремонте машин

учебных заведениях и для молодых рабочих, совершенствующих свое мастерство на машиностроительном производстве.

Приношу глубокую признательность и благодарность всем, кто поделился своим опытом, словом и делом принял участие в составлении данного учебного пособия и чьи наработки включены в это пособие.

Успехов и удачи!

Автор.

# ЧАСТЬ I

## **СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

В век высокоразвитых технологий и вычислительной техники необходимы новые совершенные машины для производства продукции, в которой нуждается общество. Создание новой машины - это труд многих специалистов, вклад каждого из них уникален. В их числе находится специалист - слесарь.

Несмотря на высокий уровень оснащения машиностроительного производства, опытное производство экспериментальной и серийно изготавливаемой техники включает значительный объем высококвалифицированного ручного труда слесарей, которые изготавливают детали машин или доводят до готовности детали, изготовленные на металлорежущих станках.

Через руки этих специалистов проходит сборка всех опытных образцов машин, включая космические корабли, автомобили, приборы и многое другое, чем пользуется человек.

## **ГЛАВА 1 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МАШИНЫ И ИХ УСТРОЙСТВО**

### **1.1. МЕХАНИЗМЫ, МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

В своей деятельности человек создавал технические устройства, облегчающие труд и повышающие его физические возможности. Для приведения в действие этих устройств человек применял силу своих мускулов или преобразовал и использовал силы природы.

Так появились машины, которые состоят из привода, пре-

образующего различные виды энергии в энергию движения, исполнительных механизмов - рабочих органов, выполняющих полезную работу, и механических передач, которые передают энергию движения от приводной части машины к рабочим органам.

Приводом называют совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение рабочих органов. По виду источника энергии различают электрический, пневматический, гидравлический и другие приводы.

В электрическом приводе движение передается и преобразуется посредством электричества, в пневматическом - сжатым воздухом, а в гидравлическом - жидкостью под давлением.

Энергия движения в производственной машине передается, как правило, от электродвигателя к рабочим органам через взаимодействующие различные детали, которые преобразовывают вращательное движение электродвигателя в движение рабочих органов по определенной закономерности (вращательное другой частоты, поступательное, качательное, прерывистое и др.). Некоторые из деталей являются неподвижными и обеспечивают возможность взаимодействующим подвижным деталям преобразовывать и изменять механическую энергию и направление ее передачи внутри машины в движения рабочих органов. В некоторых случаях взаимодействующие детали для удобства их применения и в соответствии с их назначением конструктивно объединяются в сборочные единицы (узлы), представляющие собой отдельные устройства - механизмы.

Механизмы предназначены для передачи энергии с преобразованием механическими передачами скоростей и законов движения и с соответствующим изменением сил и моментов.

Например, в передней бабке токарного станка (рис.1.1, а) размещены шестискоростная коробка скоростей и шпиндель 13, которые приводят во вращение обрабатываемую деталь, закрепляемую в кулачковом патроне. При выбранных глубине резания и подаче они обеспечивают, при участии различных механических передач, обработку детали на станке.

Вращение от электродвигателя 1 через ременную передачу 2 и муфту включения 3 передается на вал 5.

Блок из трех шестерен 7, 8 и 9, расположенный на валу 5, с помощью реечной передачи связан с рукояткой 17. Этой рукояткой блок шестерен вводится в зацепление с зубчатым

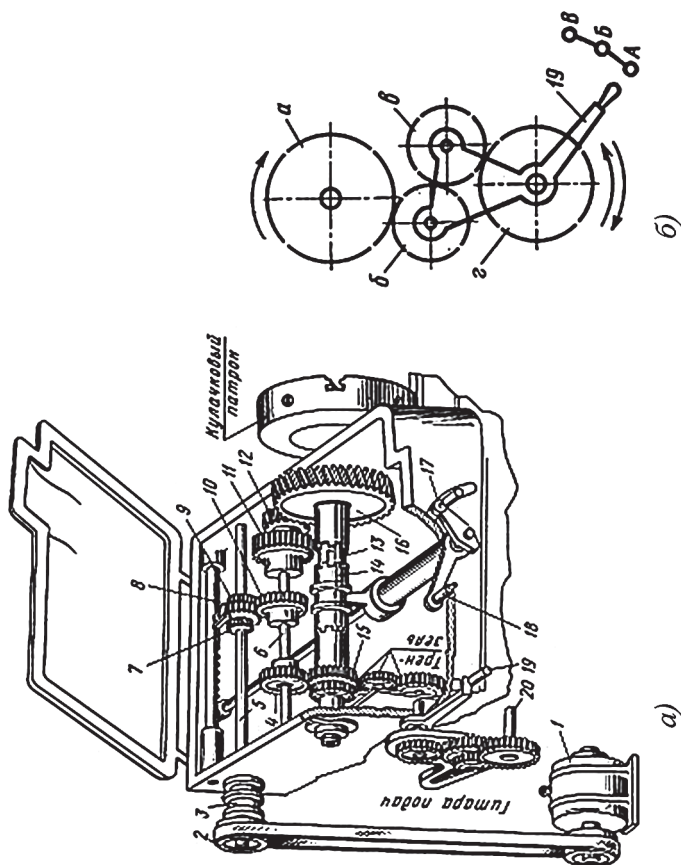


Рис. 1.1. Механизмы:

а - коробка скоростей токарного станка; б - трещель



колесом 4 (или 10, или 11), жестко закрепленным на валу 6. Колеса 4 и 12 сопряжены соответственно с колесами 15 и 16, которые передают крутящий момент шпинделю через зубчатую муфту 14, соединенную с рукояткой 18. Если муфта передвинута вправо, то шпиндель получает вращение через зубчатое колесо 16, а если влево - через зубчатое колесо 15. Таким образом коробка скоростей обеспечивает шесть ступеней частоты вращения шпинделя.

Связь шпинделя и суппорта станка для обеспечения оптимального режима резания осуществляется с помощью механизма подачи, состоящего из реверсирующего устройства (трэнзеля) и гитары, которые осуществляют изменение направления и скорости перемещения суппорта.

Привод этого механизма осуществляется от коробки скоростей через трэнзель (рис. 1.1, б), который состоит из четырех зубчатых колес а, б, в, г, связанных с рукояткой 19 (рис. 1.1, а), переключением которой осуществляется реверс (т. е. изменение направления вращения) вала 20 (приводного вала суппорта).

При крайнем нижнем положении рукоятки 19 (положение А) зубчатые колеса а, б, в, г соединены последовательно и направление вращения вала 20 совпадает с направлением вращения шпинделя. При верхнем положении рукоятки 19 (положение В) соединены только зубчатые колеса а, в, г и направление вращения вала 20 изменяется на противоположное. В среднем положении рукоятки 19 (положение Б) зубчатые колеса б и в не соединяются с зубчатым колесом а и вал 20 не вращается.

С помощью гитары устанавливают (настраивают) зубчатые колеса с определенным передаточным отношением, которым задается частота вращения вала 20 для обеспечения необходимого перемещения суппорта на один оборот шпинделя.

## **1.2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ**

Широкое применение в машинах механических передач определяется необходимостью:

- 1) при оптимальной частоте вращения электродвигателя получить частоту вращения, требуемую для рабочего органа машины;
- 2) большинство технологических и транспортных машин требует регулирование частоты вращения; между тем регу-

лирование частоты вращения электродвигателем оказывается не всегда возможным и экономичным;

3) электродвигатели выполняются для равномерного вращательного движения, а в машинах часто оказывается необходимым поступательное, винтовое и другие виды движения, движение с заданным законом изменения скоростей и т.д.;

4) электродвигатели из условия габаритов, техники безопасности и т. д. не всегда могут быть непосредственно соединены с рабочими органами машины.

Механические передачи в машинах применяются для передачи и преобразования вращательного движения, а также для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот.

**Ременные передачи** в машинах применяют в основном для изменения частоты вращения при передаче движения от электродвигателя к коробке скоростей.

Ременная передача состоит из ведущего А и ведомого В шкивов и соединяющего их бесконечного ремня (рис. 1.2, а), который может быть плоским (рис. 1.2, б), состоять из набора клиновых ремней (рис. 1.2, в), поликлиновым (1.2, г) и зубчатым (1.2, д).

Оба шкива ременной передачи вращаются в одну сторону. Частота вращения ведомого шкива может быть больше или меньше частоты вращения ведущего в зависимости от соотношения диаметров шкивов.

Отношение частоты  $n_A$ , вращения ведущего шкива к частоте  $n_B$ , вращения ведомого шкива называют передаточным отношением  $u$  ременной передачи, которое обратно пропорционально отношению диаметров шкивов:  $u = n_A/n_B = D_B/D_A$ .

**Цепная передача** служит для изменения частоты вращения при передаче вращения от ведущего вала к ведомому, расположенным на значительном расстоянии друг от друга.

В отличие от ременных цепные передачи работают при меньших окружных скоростях и передают значительные мощности без проскальзывания. Цепная передача (рис. 1.3, а) состоит из звездочек 1, насаженных на ведущий и ведомый валы и соединенных втулочно-роликовой цепью.

Цепь состоит из наружных 2 и внутренних 3 звеньев, соединенных втулкой 6 с роликом 4 на оси поворота 5. Звездочки могут быть соединены также зубчатой цепью (рис. 1.3 б), которая по своей работоспособности превосходит втулочно-

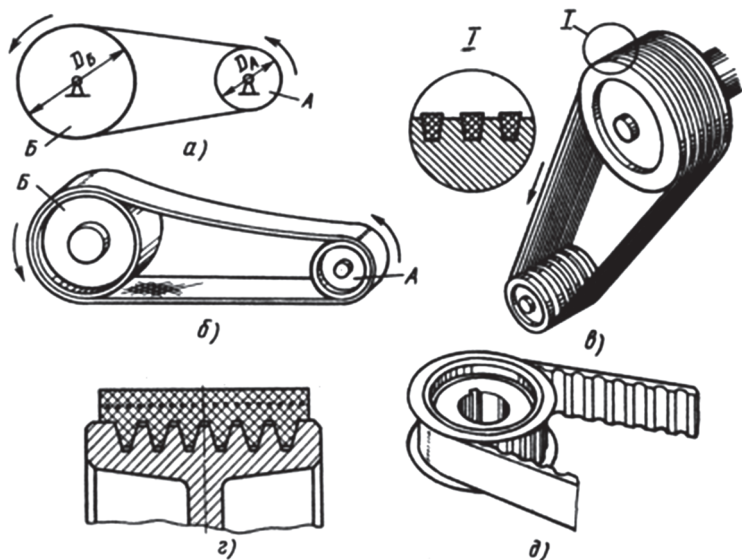


Рис. 1.2. Ременные передачи (а-д)

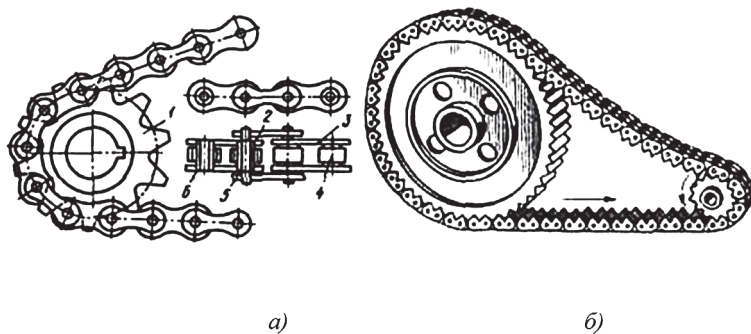


Рис. 1.3. Цепная передача с цепью:  
а - втулочно-роликовой; б - зубчатой

роликовые и работает при больших окружных скоростях и при меньшем шуме.

Передаточное отношение цепной передачи определяют по формуле  $u = n_1/n_2 = z_2/z_1$ , где  $n_1$  и  $n_2$ ,  $z_1$  и  $z_2$  – соответственно частота вращения и число зубьев ведущей и ведомой звездочек.

**Зубчатые передачи** (рис. 1.4) используют для изменения частоты и направления вращения при передаче движения от ведущего к ведомому валу, которые могут быть расположены параллельно друг к другу или под углом.

Передаточное отношение зубчатых колес, находящихся в зацеплении, определяют по формуле  $u = n_2/n_1 = z_2/z_1$ , где  $n_2$  и  $n_1$  – соответственно частота вращения ведомого и ведущего зубчатых колес, а  $z_2$  и  $z_1$  – соответственно число их зубьев.

Зубчатые колеса, зубья которых располагаются параллельно оси вращения, называются прямозубыми цилиндрическими и могут быть наружного (рис. 1.4, а) и внутреннего (рис. 1.4, б) зацепления. У косозубых зубчатых колес зубья (для увеличения длины контакта) располагают под углом к оси вращения (рис. 1.4, в). Для передачи вращения валом, расположенным под углом, служат конические передачи (рис. 1.4, г),

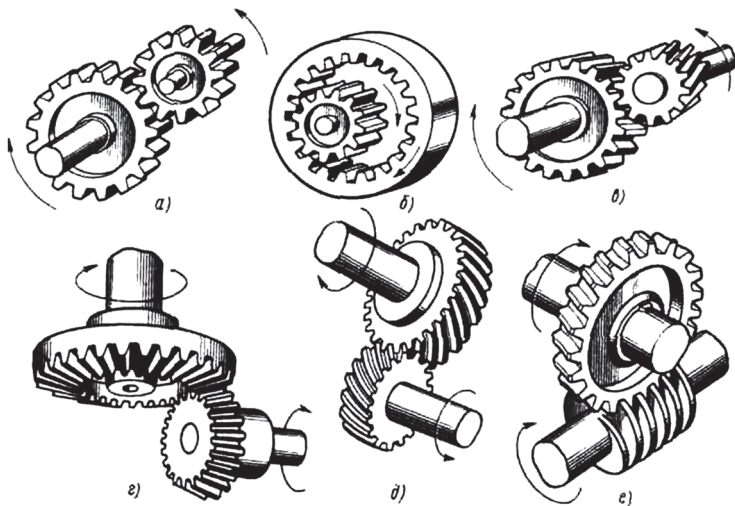


Рис. 1.4. Зубчатые передачи (а-е) для вращательных движений

которые могут быть выполнены с прямым и криволинейным зубом. Винтовые (рис. 1.4, д) и червячные (рис. 1.4, е) передачи соединяют валы с перекрещивающимися валами.

**Реечную передачу** используют для преобразования вращательного движения в поступательное (рис. 1.5; а, в). Она может быть выполнена с прямозубым или косозубым зацеплением цилиндрического колеса с рейкой.

Перемещение рейки определяют по формуле  $S=2\pi mzn$ , где  $m$  - модуль,  $z$  - число зубьев колеса,  $n$  - частота вращения зубчатого колеса. Для реечной передачи с червяком (рис. 1.5, в) перемещение рейки определяют по формуле  $S=\pi mzn$ , где  $z$  - число заходов червяка.

**Винтовую передачу** используют также для преобразования вращательного движения в поступательное, она состоит из винта и гайки (рис. 1.5, б). При одном обороте винта или гайки сопрягаемый элемент перемещается на шаг резьбы.

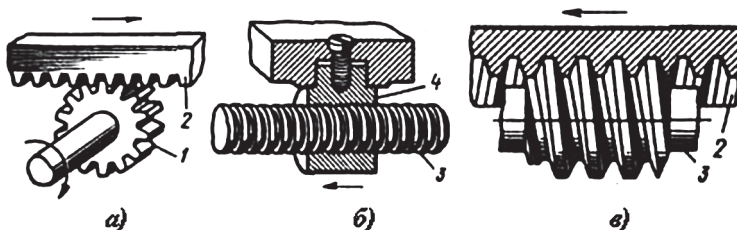
В винтовой передаче ведущим звеном может служить как винт, так и гайка.

Наиболее распространенной является передача от винта к гайке.

В этом случае ведущим звеном является винт, который только вращается, преобразуя вращательное движение в поступательное движение гайки.

Гайки винтовой передачи в станках имеют две основные конструкции - неразъемные и разъемные.

Две половины разъемной гайки 1 помещены в прямолинейные направляющие 5, в которых они перемещаются. Раз-



**Рис. 1.5. Зубчатые передачи для преобразования вращательного движения в поступательное:**

а - реечная с цилиндрическим зубчатым колесом; б - винтовая с гайкой скольжения; в - реечная с червяком:

1 - колесо; 2 - рейка; 3 - винт; 4 - гайка; 5 - червяк

мыкание гайки производится с помощью поворотного диска 5 со спиральными торцовыми канавками, в которые входят штифты 2 от половин гайки (рис. 1.6).

При повороте рукоятки 4 раздвижные половины гайки 1 расходятся или сходятся, охватывая ходовой винт.

В винтовой паре скольжения затрачиваются значительные усилия на преодоление сил трения, которые приводят к износу витков сопрягаемых элементов и увеличению зазоров.

Для обеспечения точности и стабильности поступательного перемещения рабочих органов применяют передачу винт - гайка качения, у которой винт и гайка сопрягаются посредством

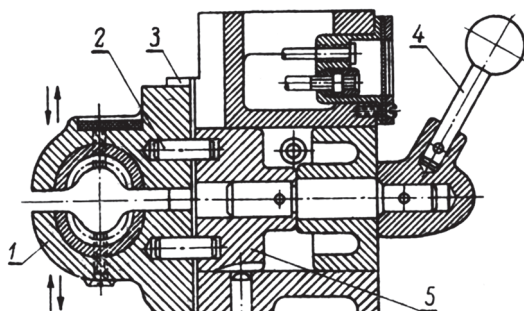


Рис. 1.6. Винтовая передача с разъемной гайкой

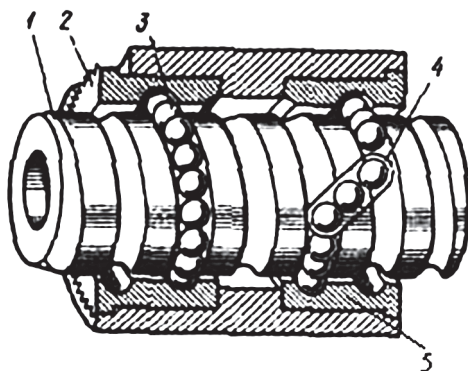


Рис. 1.7. Передача винт-гайка качения

шариков и обеспечивают высокую осевую жесткость и равномерность движения.

В передаче винт - гайка качения (рис. 1.7), между рабочими винтовыми поверхностями винта 1, гайки 2 и гайки 5 помещены стальные шарики 3. При вращении винта шарики перекатываются по винтовой поверхности винта и гайки и передают поступательное перемещение закрепленным в корпусе гайкам 2 и 5.

При движении скорость перемещения шариков отличается от скорости ведущего и ведомого звеньев, поэтому необходимо обеспечить постоянную циркуляцию шариков. Для этого концы рабочей части резьбы гайки соединены возвратным каналом, помещенным во вкладыше 4. При движении шарики перекатываются через выступ резьбы винта и снова входят в рабочую зону, циркулируя в пределах соединенных витков гайки. Выборку зазора в передаче осуществляют поворотом гайки 2 относительно гайки 5. Эти гайки создают натяг, обеспечивающий большую осевую жесткость.

**Кривошипно-шатунный механизм** (рис. 1.8) преобразует вращательное движение в возвратно-поступательное (поршневые насосы и компрессоры, кривошипные прессы, пневматические молоты, механизмы подачи станков и др.) и наоборот (двигатели внутреннего сгорания, паровые машины и др.).

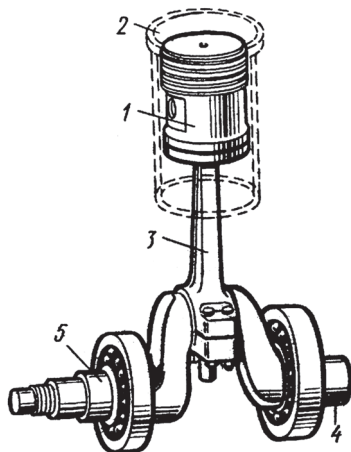
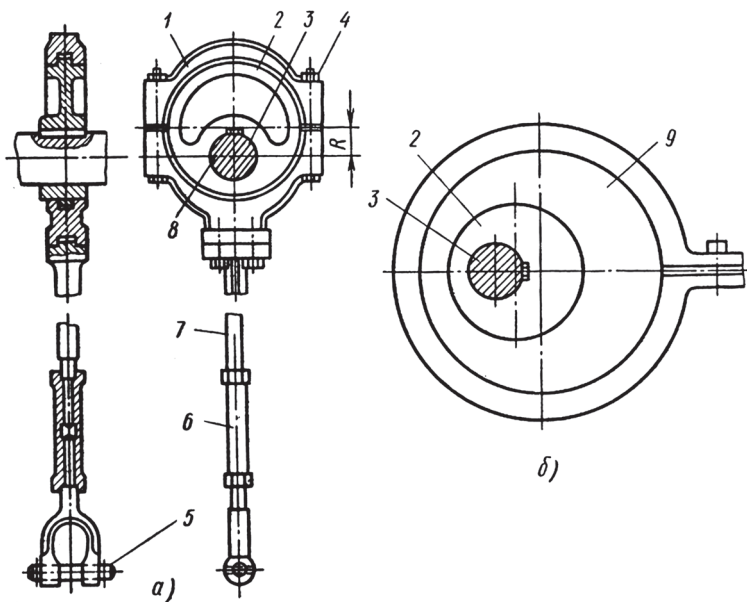


Рис. 1.8. Кривошипно-шатунный механизм

Механизм состоит из кривошипного диска или коленчатого вала, с которым соединен шатун 3 с поршнем 1. На поршень надеты поршневые кольца. Поршень перемещается в гильзе 2 цилиндра. Коленчатый вал коренными шейками 4 и 5 располагается в подшипниках. При вращении вала поршень получает возвратно-поступательное движение. Вместо поршня может быть ползун, перемещающийся в прямолинейных направляющих.

**Эксцентриковый механизм** служит для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. Его применяют в станках, штамповочных прессах, в золотниковом и клапанном распределении машин-двигателей. Эксцентриковый механизм представляет собой разновидность кривошипно-шатунного механизма с небольшим радиусом кривошипа.

Разъемный эксцентриковый механизм (рис. 1.9, а) имеет круглый диск (эксцентрик) 2, сидящий на шпонке 8 и на валу 3. Оси вала и диска не должны совпадать. Расстояние между



**Рис. 1.9. Эксцентриковые механизмы:**

а - с разъемным хомутом; б - с механизмом для регулировки эксцентриситета



осями (эксцентриситет) является радиусом кривошипа. Диск охватывается разъемным хомутом 1, скрепляемым болтами 4. С хомутом соединяется шатун 7 (и тяга 6), вилка которого через палец 5 шарнирно соединяется с ползуном, получающим возвратно-поступательное движение (например, с ползуном прессы или с золотником распределения).

Эксцентрикковый механизм может быть с двумя эксцентриками для регулировки эксцентриситета (рис. 1.9, б). Внутренний эксцентрик 2 сидит на валу 3 и охватывается внешним эксцентриком 9, который можно поворачивать и закреплять в различных положениях, что приводит к изменению эксцентриситета, а следовательно, и изменению длины хода ползуна. Применяется эксцентрикковый механизм в золотниковых парораспределителях и регуляторах нефтяных двигателей. Эксцентрики изготавливаются из чугуна или из углеродистой стали. Внутреннюю поверхность хомута заливают баббитом.

**Фрикционные передачи** применяют для бесступенчатого изменения частоты вращения при передаче движения от ведущего к ведомому валу.

В фрикционном вариаторе используют специальные клиновидные ремни или стальные кольца, которыми соединяют ведущие и ведомые раздвижные конусные шкивы (рис. 1.10).

Осевое сближение одной пары конусных шкивов вызывает осевое удаление другой пары шкивов. Этим соответственно изменяются радиусы контактов  $r_1$  и  $r_2$  ремня со шкивами, чем

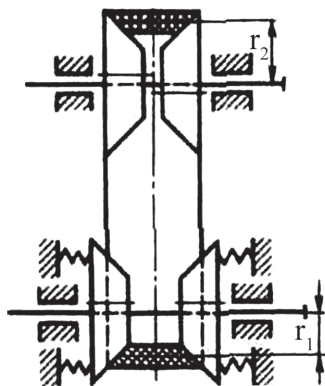


Рис. 1.10. Фрикционный вариатор

определяется изменение передаточного отношения  $u = r_1 / r_2$ .

Пределы изменения частоты вращения выходного вала характеризуются диапазоном регулирования  $D = u_{\max} / u_{\min}$ . Для вариаторов с клиновидными ремнями  $D = 8 \div 15$ .

**Передача храповым зацеплением** позволяет в широком диапазоне изменять частоту вращения или перемещения рабочего органа машины, связанного храповым механизмом (рис. 1.11). Конструкции и область применения храповых механизмов разнообразны.

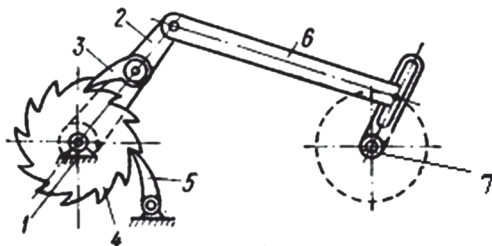
**Муфты** служат для постоянного или периодического соединения валов между собой (с зубчатыми колесами и шкивами), чтобы передать вращение без изменения направления и частоты вращения.

Втулочная муфта (рис. 1.12, а) предназначена для передачи вращения с вала 1 на вал 11 с помощью втулки 1 и шпонок 2.

Втулочно-пальцевая муфта (рис. 1.12, б) состоит из полумуфт 3 и 4. С помощью резиновых колец 5, установленных на пальцах 6, муфта амортизирует ударную нагрузку, передаваемую с вала 1 на вал 11. Упругая муфта смягчает толчки и удары.

Если оси ведущего и ведомого валов расположены со смещением от оси вращения, то применяют муфту (рис. 1.12, в), каждая половина которой жестко закреплена на конце вала. Полумуфты 1 и 3 сопряжены между собой диском 7, имеющим крестообразно расположенные выступы, которые входят в пазы полумуфт.

Зубчатую муфту применяют для периодического соединения валов (рис. 1.12, г). Левая полумуфта 3 при перемещении вправо наружными зубьями входит в зацепление с внутренними зубьями правой полумуфты 4. Зубчатая муфта является



**Рис. 1.11. Передача храповым зацеплением:**

- 1 - ведомый вал; 2 - качающийся рычаг с защелкой 3; 4 - храповое колесо;  
5 - фиксатор; 6 - кулиса; 7 - ведущий вал

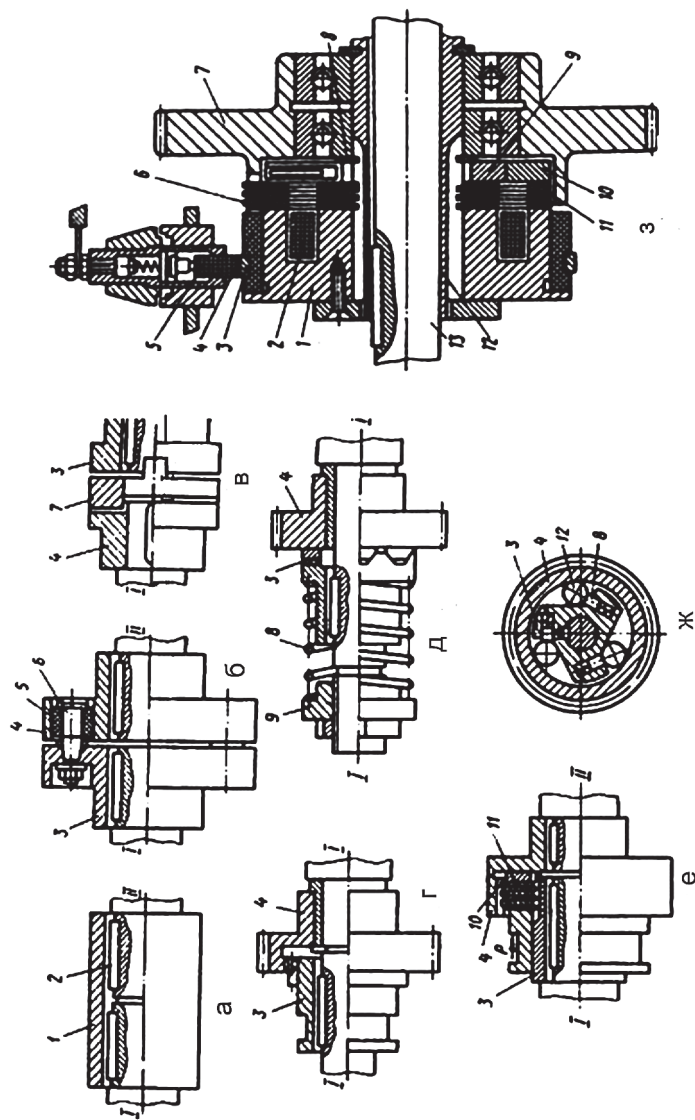


Рис. 1.12. Муфты (а-з)

универсальной компенсирующей муфтой, которая допускает в определенных пределах осевое, радиальное и угловое смещения валов за счет зазора в зацеплении полумуфт 3 и 4 с внутренними и наружными зубьями.

В кулачковой муфте (рис. 1.12, д) вращение передается через кулачки полумуфт 3 и 4, которые сопрягаются силой пружины 8, регулируемой гайкой 9 с шайбой. При перегрузках скошенные поверхности кулачков позволяют раздвигать полумуфты и нарушать синхронность вращения валов.

В фрикционной муфте (рис. 1.12, е) передачу вращения выполняют фрикционные диски. Диски 10 с внутренними выступами соединены с полумуфтой 3, а диски 11 с наружными выступами - с полумуфтой 4. Величина передаваемой нагрузки с вала 1 на вал 11 определяется силой  $P$  сжатия дисков.

Механизмы обгона применяют в тех случаях, когда валу, имеющему медленное вращение, требуется периодически сообщать быстрое вращение. Обгонная муфта (рис. 1.12, ж) соединяется полумуфтой 3 с одним валом и полумуфтой 4 - с другим. Между полумуфтами располагаются ролики 12, которые заклиниваются между полумуфтами усилием пружины 8 при вращении полумуфты 3 по часовой стрелке. При вращении полумуфты 4 в том же направлении, но с большей частотой, ролики 12 увлекаются движением полумуфты 4 в более широкую часть выемки, при этом полумуфта 4 свободно вращается относительно полумуфты 3.

Многодисковая электромагнитная муфта (рис. 1.12, з) состоит из корпуса 1, который вращается вместе с валом 13, катушки 2, дисков вращающихся с корпусом 1, и дисков 6, размещенных между дисками 11 и вращающихся вместе с зубчатым колесом 7, якорей 9 и 10 и стопорного кольца 8. Питание муфты осуществляется через щетку 5 и токосъемники 3 и 4.

При выключенной муфте зубчатое колесо 7 свободно вращается на втулке 12 вала 13 на подшипниках. При включенной муфте якоря 9 и 10 прижимают диски 6 и 11 к корпусу 1. Форма дисков и их малая толщина обеспечивают большое магнитное сопротивление в радиальном направлении. Таким образом обеспечивается передача вращения от вала 13 через втулку 12 зубчатому колесу. Однодисковые муфты работают по такому же принципу.

**Реверсивные и кулачковые механизмы** служат для изменения направления движения механизмов станка. Чаще всего

реверсирование осуществляется с помощью цилиндрических или конических зубчатых колес.

В механизме с цилиндрическими зубчатыми колесами (рис. 1.13, а) муфта М может соединить с верхним валом зубчатое колесо  $z_1$ . При этом вращение будет передаваться с верхнего вала через муфту М и зубчатую передачу  $z_1$  и  $z_2$  на нижний вал. Если муфта М соединяет с верхним валом зубчатую передачу  $z_3$ ,  $z_3'$  и  $z_4$ , нижний вал вращается в противоположном направлении.

Реверсивный механизм, изображенный на рис. 1.13, б, изменяет направление вращения нижнего вала при перемещении скользящего колеса  $z_2$ , которое входит в зацепление с колесом  $z_1$  или колесом  $z_4$ .

На рис. 1.13, в показана кинематическая схема реверсивного механизма, у которого изменение направления вращения нижнего вала может быть осуществлено зацеплением скользящего блока зубчатых колес  $z_1$  и  $z_3$  либо с зубчатыми колесами  $z_4$ , либо с паразитным зубчатым колесом  $z_2'$ .

На рис. 1.13, г показана схема реверсивного механизма, составленного из конических зубчатых колес и кулачковой муфты. Направление вращения горизонтального вала изменяется переключением кулачковой муфты.

Кулачковые механизмы служат для преобразования вра-

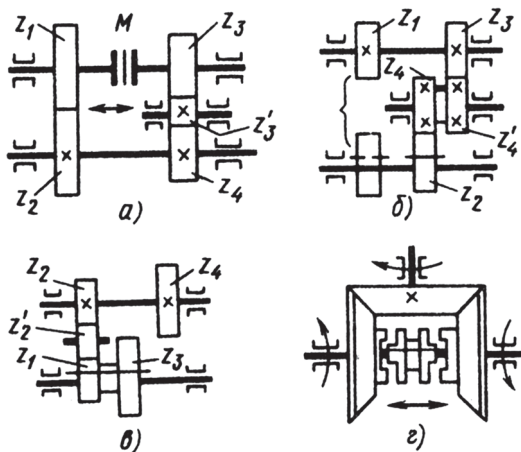


Рис. 1.13. Кинематические схемы (а-г) реверсивных механизмов

щательного движения кулачка в поступательное перемещение механизмов или рабочих органов машины. В кулачковых механизмах применяются плоские (рис 1.14, а), цилиндрические (рис. 1.14, б) или торцовые кулачки (рис. 1.14, в).

### 1.3. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРЫ, КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Для рассмотрения процесса передачи механической энергии внутри машины взаимодействующие детали и сборочные единицы принято рассматривать парами.

Кинематической парой называют подвижное соединение двух соприкасающихся звеньев. Свойства пары зависят от формы тех поверхностей, которыми звенья соприкасаются при своем возможном относительном движении. Пара, в которой отсутствует относительное движение между соприкасающимися звеньями, называется соединением. Звенья могут состоять из отдельных деталей или нескольких деталей, неподвижно скрепленных друг с другом.

В кинематических парах следует различать ведущие и ведомые звенья. Звено, задающее движение в кинематической паре, называют ведущим, а звено, получающее, движение, - ведомым или иногда рабочим.

Система подвижно соединенных звеньев представляет собой кинематическую цепь. Если кинематическая цепь предназначена для получения вполне определенных движений

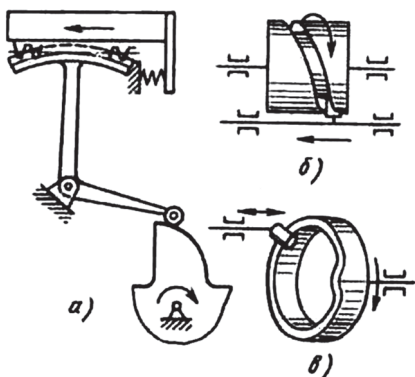


Рис. 1.14. Кулачковые механизмы

ведомых звеньев, ее называют механизмом. Для графического изображения кинематических пар применяют условные обозначения (табл. 1.1).

Кинематические цепи, вычерченные с использованием условных обозначений кинематических пар, называют кинематическими схемами. Кинематические схемы представляют собой систему последовательно расположенных взаимодействующих звеньев, связывающих рабочие звенья с источником движения (рис. 1.15).

На рис. 1.15 приведена упрощенная кинематическая схема нарезания резьбы на токарно-винторезном станке. Главное движение (вращение шпинделя с заготовкой 1) осуществляется от электродвигателя  $M$  через ременную передачу со шкивами  $d_1$  и  $d_2$ , зубчатые колеса  $z_1$  и  $z_2$ , сменные зубчатые колеса  $a'$  и  $b'$ , зубчатые колеса  $z_3$  и  $z_4$ . Продольное перемещение резца (движение подачи) производится передачей вращения от шпинделя через зубчатые колеса  $z_5$  и  $z_6$ , винтовые конические колеса  $z_7$  и  $z_8$ ,  $z_9$  и  $z_{10}$ ; сменные зубчатые колеса  $a$  и  $b$ ,  $c$  и  $d$  к ходовому винту  $З$ . Вращательное движение ходового винта преобразуется в поступательное перемещение суппорта 2 с резцом.

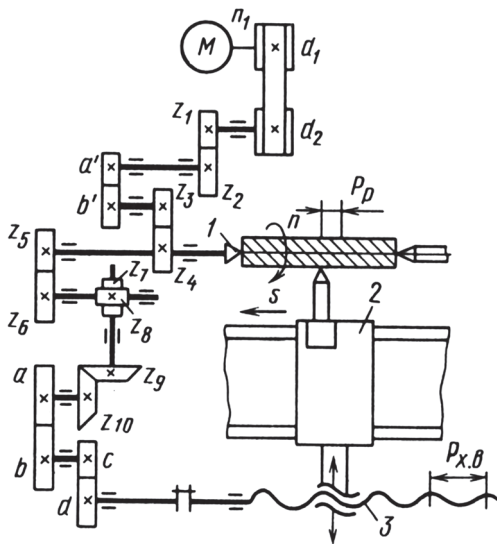
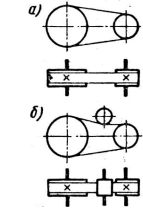
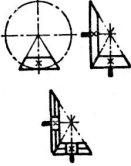
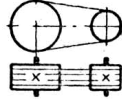
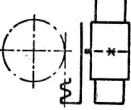
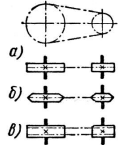
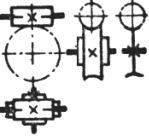
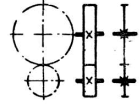
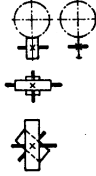
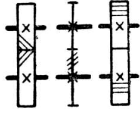

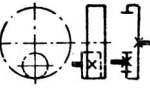
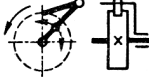


Рис 1.15. Упрощенная кинематическая схема токарно-винторезного станка

Таблица 1.1

**Условные обозначения кинематических пар механических передач**

<p>Передачи плоским ремнем:  <i>a</i> — открытая;  <i>б</i> — открытая с натяжным роликом</p>		<p>Коническая передача — зубчатое зацепление между валами, оси которых пересекаются (обозначение без уточнения типа зубьев)</p>	
<p>Передача клиновидными ремнями</p>		<p>Передача реечная (обозначение, без уточнения типа зубьев)</p>	
<p>Передача цепью:  <i>a</i> — общее обозначение без уточнения типа;  <i>б</i> — роликовой,  <i>в</i> — бесшумной</p>		<p>Передача червячная с цилиндрическим червяком</p>	
<p>Передачи зубчатые (цилиндрические) между параллельными валами:  <i>a</i> — внешнее зацепление (обозначение без уточнения типа зубьев);</p>		<p>Передача зубчатая винтовая</p>	
<p>то же,  <i>б</i> — с винтовыми и прямыми зубьями;</p>		<p>Передача винт-гайка скольжения:  <i>a</i> — неразъемная  <i>б</i> — разъемная</p>	
<p>то же,  <i>в</i> — внутреннее зацепление</p>		<p>Передача храповым зацеплением</p>	



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ЧАСТЬ I. СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Производственные машины и их устройство .....</b>	<b>5</b>
1.1. МЕХАНИЗМЫ, МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ .....	5
1.2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ .....	8
1.3. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРЫ, КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА .....	21
1.4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД .....	24
1.4.1. Устройство гидробака .....	26
1.4.2. Гидронасосы .....	26
1.4.3. Исполнительные устройства .....	30
1.4.4. Контрольно-регулирующая гидроаппаратура .....	34
1.4.5. Распределительные устройства .....	36
1.4.6. Трубопроводы .....	37
1.4.7. Фильтры .....	38
1.4.8. Гидравлические схемы гидропривода .....	41
1.5. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД .....	42
1.5.1. Устройство подготовки сжатого воздуха .....	44
1.5.2. Исполнительные устройства .....	46
1.5.3. Распределительные устройства .....	47
Принцип работы СЧПУ .....	48
<b>Глава 2. Конструкторская документация .....</b>	<b>54</b>
2.1. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ .....	54
2.2. ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ .....	58
2.2.1. Общие сведения о единой системе допусков и посадок ..	58
2.2.2. Указание на чертежах допусков размеров .....	64
2.2.3. Допуски формы и расположения поверхностей деталей ...	65
2.2.4. Отклонения и допуски расположения .....	69
2.2.5. Указание на чертежах допусков точности деталей .....	69
2.3. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ .....	74
<b>Глава 3. Основные свойства металлов для машин и механизмов .....</b>	<b>76</b>
3.1. ТРЕБУЕМЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ .....	76
3.2. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ .....	77
3.3. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ .....	79
3.4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ .....	89
3.4.1. Термическое упрочнения сталей .....	90
3.4.2. Отпуск и старение .....	93
3.4.3. Поверхностное упрочнение стали .....	94

3.5. ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ .....	104
3.5.1. Чугуны. Основные свойства, марки и их применение ..	104
3.5.2. Стали углеродистые. Основные свойства, марки и их применение .....	108
3.6. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА, МАРКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	120
3.6.1. Медь и ее сплавы .....	121
3.6.2. Латунь .....	121
3.6.3. Бронза .....	122
3.6.4. Алюминий и его сплавы .....	124
3.6.5. Цинк и его сплавы .....	126
3.6.6. Титан и его сплавы .....	127
3.6.7. Припои .....	129
<b>Глава 4. Основные сведения о процессе изготовления машин .....</b>	<b>130</b>
4.1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС. ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС .....	130
4.2. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН .....	134
4.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ .....	136
4.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ БАЗЫ .....	139
4.5. ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ .....	141
4.6. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ .....	143
4.7. ЗАТОЧКА ИНСТРУМЕНТА .....	154
4.7.1. Основные сведения .....	154
4.7.2. Заточка сверл .....	158
4.7.3. Правила безопасности при заточке инструмента .....	164
4.8. РАБОЧЕЕ МЕСТО СЛЕСАРЯ .....	164
4.9. ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА .....	169
<b>Глава 5. Слесарные работы .....</b>	<b>173</b>
5.1. ОПИЛИВАНИЕ .....	173
5.1.1. Напильники .....	174
5.1.2. Выбор напильников .....	176
5.1.3. Выбор формы поперечного сечения напильника .....	177
5.1.4. Выбор длины напильника .....	178
5.1.5. Размеры и форма ручек .....	179
5.1.6. Приемы опиливания .....	180
5.1.7. Механизированный инструмент .....	183
5.1.8. Уход за напильниками .....	185
5.2. РАЗМЕТКА .....	186
5.2.1. Разметочные плиты .....	186
5.2.2. Оснастка .....	187
5.2.3. Инструмент для разметки и методы работы с ним .....	189
5.3. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ .....	196
5.3.1. Сверление и рассверливание .....	198
5.3.2. Технология и приемы сверления .....	199
5.4. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ .....	205
5.4.1. Инструмент для нарезания резьбы .....	205
5.4.2. Технология и приемы нарезания резьбы вручную .....	212
5.5. РАСПИЛИВАНИЕ .....	214
5.6. ПРАВКА .....	215
5.6.1. Оснастка для правки .....	216
5.6.2. Основные приемы правки металла вручную .....	217
5.6.3. Правка листового металла на вальцах .....	220

5.6.4. Правка закаленных деталей .....	220
5.6.5. Правка прутков и валов .....	221
5.7. ОБРУБКА МЕТАЛЛА .....	225
5.7.1. Инструмент для обрубки .....	226
5.7.2. Рабочий и вспомогательный инструмент общего назначения .....	226
5.7.3. Основные приемы рубки .....	228
5.8. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОКЛАДОК .....	233
5.9. РЕЗКА МЕТАЛЛОВ .....	234
5.10. ГИБКА МЕТАЛЛА .....	244
5.10.1. Основные приемы гибки деталей из полосы .....	247
5.10.2. Основные приемы гибки деталей из труб .....	249
5.10.3. Изготовление цилиндрических пружин .....	251
5.11. ШАБРЕНИЕ .....	255
5.11.1. Шаберы .....	256
5.11.2. Заточка шабера .....	258
5.11.3. Поверочный инструмент .....	260
5.11.4. Способы и приемы шабрения .....	263
5.12. ПРИТИРКА И ДОВОДКА .....	267
5.12.1. Притирочные материалы .....	268
5.12.2. Притиры .....	270
5.12.3. Способы и приемы притирки .....	273
5.13. ПРИГОНКА И ПРИПАСОВКА .....	277

## **ЧАСТЬ II. СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ..... 278**

### **Глава I. Трение и износ машин и механизмов при эксплуатации ..... 278**

1.1. ТРЕНИЕ В МЕХАНИЗМАХ .....	278
1.1.1. Основные понятия и законы трения .....	278
1.1.2. Виды трения .....	279
1.1.2.1. Трение скольжения .....	280
1.1.2.2. Трение качения .....	281
1.1.2.3. Жидкостное трение .....	282
1.1.3. Моменты трения .....	283
1.2. ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ В МЕХАНИЗМАХ .....	285
1.2.1. Виды износа .....	285
1.2.2. Способы выражения величины износа .....	288
1.2.3. Учет приработки .....	288
1.2.4. Влияние условий работы на износ деталей .....	289

### **Глава 2. Техническое обслуживание производственного оборудования ..... 294**

2.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	294
2.1.1. Обеспечение работоспособности производственного оборудования .....	294
2.2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, СТАНКОВ И МЕХАНИЗМОВ .....	296
2.2.1. Проверка оборудования на технологическую точность ..	299

2.2.2. Смазка оборудования .....	301
2.2.3. Промывка систем смазки и деталей оборудования .....	306
2.2.4. Очистка масла .....	308
2.3. ЗАТРАТЫ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	310
2.4. АМОРТИЗАЦИОННЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ .....	312
2.5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ .....	314
2.5.1. Мероприятия по технике безопасности .....	314
2.5.2. Противопожарные мероприятия .....	315
<b>Глава 3. Ремонт производственного оборудования .....</b>	<b>316</b>
3.1. ВИДЫ ПЛАНОВЫХ РЕМОНТОВ .....	316
3.2. КАТЕГОРИЯ СЛОЖНОСТИ РЕМОНТА .....	317
3.3. СТРУКТУРА И ПЕРИОДИЧНОСТЬ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....	320
3.4. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	325
3.4.1. Организация ремонтной службы на предприятии .....	325
3.4.2. Методы организации ремонтных работ .....	326
3.5. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	327
3.6. СЛЕСАРНЫЕ И СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РЕМОНТЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	330
3.6.1. Разборка неподвижных разъемных соединений .....	330
3.6.2. Разборка резьбовых соединений и инструмент .....	331
3.6.3. Разборка подвижных разъемных соединений .....	335
3.6.4. Промывка деталей .....	337
3.6.5. Травление труб и трубопроводов .....	338
3.7. РЕМОНТ И СБОРКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МАШИН, СТАНКОВ И МЕХАНИЗМОВ .....	341
3.7.1. Применение компенсаторов .....	343
3.7.2. Балансировка деталей .....	344
3.7.3. Точность сборки при ремонте производственного оборудования .....	345
3.7.4. Измерения и измерительные инструменты .....	347
3.8. ИСПЫТАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОСЛЕ РЕМОНТА .....	352
3.8.1. Испытания электрооборудования после ремонта .....	352
3.8.2. Испытания оборудования по нормам на технологическую и геометрическую точность и жесткость .....	354
3.9. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ-РЕМОНТНИКА .....	356
3.10. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ .....	357
<b>Глава 4. Ремонт деталей и сборочных единиц .....</b>	<b>360</b>
4.1. РЕМОНТ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ .....	360
4.1.1. Шлифование базовых деталей .....	360
4.1.2. Шабрение .....	361
4.1.3. Проверка направляющих станины .....	365
4.1.4. Регулировка зазоров в направляющих .....	367
4.2. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ .....	369

4.2.1. Запрессовка втулки в корпус .....	369
4.2.2. Закрепление втулок .....	371
4.2.3. Проверка подшипников .....	372
4.2.4. Разъемные подшипники .....	373
4.3. РЕМОНТ МЕХАНИЗМОВ С ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ .....	376
4.3.1. Демонтаж подшипников .....	376
4.3.2. Промывка демонтированных подшипников .....	379
4.3.3. Монтаж подшипников .....	380
4.3.4. Посадки подшипников на вал и в корпус .....	382
4.3.5. Регулировка зазоров в подшипниках .....	387
4.3.6. Дуплексация подшипников .....	392
4.3.7. Смазка подшипниковых узлов .....	394
4.4. РЕМОНТ ВАЛОВ И ОСЕЙ .....	395
4.4.1. Восстановительные работы .....	396
4.4.2. Обработка поверхностей деталей со слоем металла, нанесенным металлизацией .....	401
4.4.3. Режимы резания при obtачивании закаленных сталей ...	403
4.5. РЕМОНТ РЕЗЬБОВЫХ, ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ .....	403
4.5.1. Сборка резьбовых соединений .....	404
4.5.2. Ремонт шпоночных соединений .....	406
4.5.3. Сборка шпоночных соединений .....	407
4.5.4. Ремонт шлицевых соединений .....	408
4.6. РЕМОНТ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ .....	408
4.6.1. Ремонт цилиндрических зубчатых передач .....	408
4.6.2. Ремонт конических зубчатых передач .....	412
4.6.3. Ремонт червячных передач .....	414
4.7. РЕМОНТ КЛИНОРЕМЕННЫХ И ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ .....	415
4.7.1. Клиноременные передачи .....	415
4.7.2. Ремонт цепных передач .....	418
4.8. РЕМОНТ МУФТ .....	419
4.8.1. Упругие пальцевые муфты .....	419
4.8.2. Фрикционные муфты .....	420
4.8.3. Муфты обгона или свободного хода .....	421
4.9. РЕМОНТ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА .....	423
4.9.1. Шатун .....	424
4.10. РЕМОНТ ХОДОВЫХ ВИНТОВ И ПЕРЕДАЧ ВИНТ-ГАЙКА ....	427
4.10.1. Передача винт-гайка скольжения .....	427
4.10.2. Ремонт ходовых винтов .....	429
4.10.3. Передача винт-гайка качения .....	430
4.11. РЕМОНТ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНИЗМА .....	432
4.12. РЕМОНТ УПЛОТНЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ .....	434
4.12.1. Уплотнение неподвижных соединений .....	434
4.12.1.1. Резиновые кольца .....	435
4.12.2. Уплотнение подвижных соединений .....	436
4.12.2.1. Устройства манжетного типа .....	439
4.12.2.2. Шевронные многорядные уплотнения .....	440
4.12.3. Ремонт сальниковых набивок .....	442
4.13. РЕМОНТ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ГИДРОПРИВОДА ....	446
4.13.1. Монтаж и наладка системы гидропривода .....	456
4.14. МОНТАЖ И НАЛАДКА СИСТЕМЫ ПНЕВМОПРИВОДА .....	458