Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Бутакова Оксана Стефановна
Должность: директор
Дата подписания: 06.11.2025 05:05:58
Уникальный программный ключ:
92ebe478f3654efe030354ec9c160360cb17a169

Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия)
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Саха (Якутия) «Ленский технологический техникум»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Дисциплина: ОП.03 Основы технической механики

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Ленск, 2023

Методические рекомендации по выполнению практических занятий разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по профессии среднего профессионального образования **13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)** к содержанию и уровню подготовки выпускника, в соответствии учебным планом и рабочей программой дисциплины ОП.01 Техническое черчение и чтение чертежей, утвержденных ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум».

РЕКОМЕНДОВАНО

Учебно-методическим советом

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Саха (Якутия)
«Ленский технологический техникум»
Учебно методический совет
Протокол № 11
«30» июня 2023 г.

Рассмотрена и рекомендована обще –цикловой комиссией «Общепрофессиональных дисциплин»

Протокол №10 от «26» июня 2023

Председатель ПЦК Паршутина И.Л

Автор: Лучина Г.А., преподаватель, мастер п/о ГБПОУ РС(Я) «Ленский технологический техникум».

Оглавление

Введение 4

Методические указания к выполнению практической работы для студентов 4

Система оценивания практических работ 4

Практическая работа №1. 6

Практическая работа №2. 13

Практическая работа №3 18

Практическая работа №4 39

Практическая работа №5 47

Практическая работа №6 54

Практическая работа №7 72

Практическая работа № 8 76

Практическая работа №9 96

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы 127

Введение

Методические рекомендации по выполнению практических работ по географии составлены для студентов 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям), в соответствии с программой учебной дисциплины ОП.03 «Основы технической механики». В основу методической разработки для проведения практических работ положен принцип развивающего обучения.

Выполнение практических работ позволяет студентам закрепить знания, полученные на занятиях, получить навыки и умения работы с справочным материалом. А также приобрести опыт практической деятельности, опыт познания и самопознания в процессе изучения дисциплины.

Практические работы реализуются с учетом возможностей образовательного учреждения.

Результатом проверки уровня усвоения учебного материала является отметка. При оценке знаний студентов преподаватель обращает внимание на правильность, осознанность, логичность и доказательность в изложении материала, точность использования географической терминологии, самостоятельность ответа. Оценка знаний предполагает учёт индивидуальных особенностей студентов, дифференцированный подход к организации работы в группе.

Методические указания к выполнению практической работы для студентов

К выполнению практической работы необходимо приготовиться до начала занятия, используя рекомендованную литературу и конспекты лекций.

Студенты обязаны иметь при себе линейку, карандаш, циркуль, тетрадь для практических работ.

Отчеты по практическим работам должны включать в себя следующие пункты:

название практической работы и ее цель;

краткий порядок выполнения работы;

далее пишется «Ход работы» и выполняются этапы практической работы, согласно указанному в работе порядку.

При подготовке к сдаче практической работы, необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы.

Если отчет по работе не сдан вовремя (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за работу снижается.

Система оценивания практических работ

Отметка "5" Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые

для проведения практических работ теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка "4" Практическая работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана при характеристике отдельных территорий или стран и т.д.). Использованы указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из статистических сборников. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка "3" Практическая работа выполнена и оформлена студентами с помощью преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на "отлично" данную работу студентами. На выполнение работы затрачено много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показали знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе с картами атласа, статистическими материалами, географическими инструментами.

Отметка "2" Выставляется в том случае, когда студенты оказались не подготовленными к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны из-за плохой подготовки студентов.

В процессе проведения практических работ реализуются достижение студентами следующих **результатов:**

умения:

- читать кинематические схемы;
- выполнять основные слесарные работы при техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- пользоваться инструментами и контрольно-измерительными приборами при выполнении слесарных работ, техническом обслуживании и ремонте оборудования;
- собирать конструкции из деталей по чертежам и схемам;

Знания:

- виды износа и деформации деталей и узлов;

- виды слесарных работ и технологию их выполнения при техническом обслуживании и ремонте оборудования; виды смазочных материалов, требования к свойствам масел, применяемых для смазки узлов и деталей, правила хранения смазочных материалов;

- кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач;

- назначение и классификацию подшипников;

- основные типы смазочных устройств; принципы организации слесарных работ;

- трение, его виды, роль трения в технике;

- устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при выполнении слесарных работ, техническом обслуживании и ремонте оборудования;

- виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики.

Практическая работа №1.

Тема: Решение задач на определение трения

Цель занятия: Ознакомиться с понятием трения, выявить достоинства и недостатки трения.

Оборудование и раздаточный материал: методические рекомендации, учебно-методическое пособие, конспект лекций, чертежные принадлежности, рабочая тетрадь.

Ход работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Дать определения понятиям
3. Заполнить таблицу «Достоинства и недостатки трения»

Теоретическая часть

Понятие о трении

Абсолютно гладких и абсолютно твердых тел в природе не существует, и поэтому при перемещении одного тела по поверхности другого возникает сопротивление, которое называется трением.

Трение — явление сопротивления относительному перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкасания поверхностей по касательной к ним. Трение — явление, чрезвычайно распространенное в природе и имеющее большое значение. На трении основана работа ременных и фрикционных передач, тормозных устройств, прокатных станов, наклонных транспортеров, фрикционных муфт и т.п. Трение обеспечивает сцепление с землей и, следовательно, работу автомобилей, тракторов и других транспортных машин. При отсутствии трения человек не мог бы ходить. Наряду с этим трение во многих случаях является вредным

сопротивлением, на преодоление которого нередко затрачивается весьма большое количество энергии. Эти затраты энергии бесполезны и их стремятся уменьшить.

На рис. 1 приведена схема классификации трения по наличию и характеру движения.

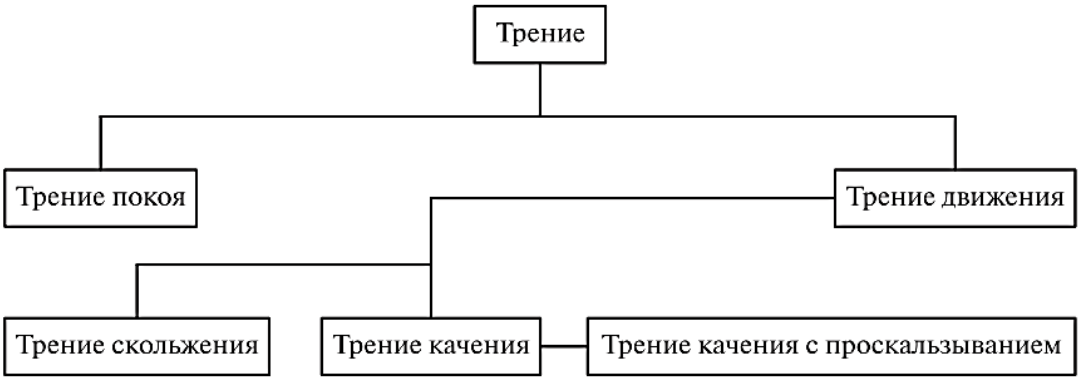


Рис.1. Схема классификации трения

Трением покоя называется трение двух тел при микросмещениях без макросмещения (т. е. при малом относительном перемещении тел в пределах перехода от покоя к относительному движению).

Трением движения называется трение двух тел, находящихся в относительном движении. Далее рассмотрим виды трения в зависимости от наличия и характера относительного движения.

Трение скольжения

Трением скольжения *называется трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и (или) направлению.* Трение скольжения, как и трение покоя, обусловлено прежде всего шероховатостью и деформацией поверхностей, а также наличием молекулярного сцепления у прижатых друг к другу тел. Трение скольжения сопровождается изнашиванием, т. е. отделением или остаточной деформацией материала, а также нагревом трущихся поверхностей тел (остаточной называется деформация, не исчезающая после прекращения действия внешних сил). Трение характеризуется силой трения.

Сила трения есть сила сопротивления относительному перемещению двух тел.

Возьмем тело, лежащее на горизонтальной шероховатой плоскости (рис. 2). Сила тяжести **G** уравновешивается нормальной реакцией **N**. Если к телу приложить небольшую движущую силу **P**, то оно не придет в движение, так как эта сила будет уравновешиваться силой трения **Fтр**, которая является, таким образом, *реакцией* опорной плоскости, направленной вдоль плоскости.

Если постепенно увеличивать сдвигающую силу **P**, то до определенного ее значения тело будет оставаться в покое; при дальнейшем увеличении силы **P** тело придет в движение.

Отсюда видно, что сила трения в состоянии покоя в зависимости от степени микросмещения может изменяться от нуля до какого-то максимального значения **Fтр max**, причем по модулю сила трения **Fтр** всегда равна сдвигающей силе **P** (если **P** не больше **Fтр max**). Максимальное значение сила трения покоя имеет в момент начала относительного движения.

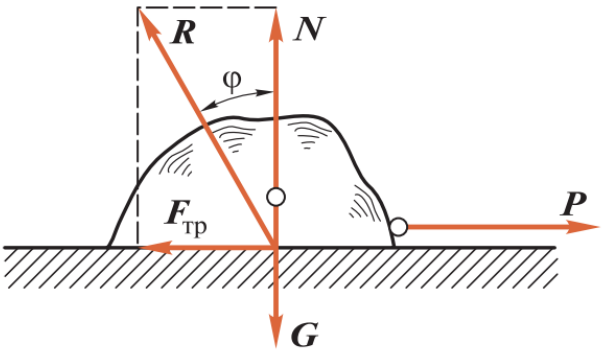


Рис.2.

Это значение называется наибольшей силой трения покоя или просто силой трения покоя.

Сила трения всегда направлена в сторону, противоположную направлению относительного движения тела.

В XVIII в. французские ученые Г.Амонтон, а затем Ш.Кулон провели серьезные исследования в области трения и на основе их сформулировали ***три основных закона трения скольжения, обычно называемых законами Кулона***:

1. Сила трения не зависит от величины площади трущихся поверхностей.

2. Максимальная сила трения прямо пропорциональна нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности тела.

3. Сила трения зависит от материала тел, состояния трущихся поверхностей, наличия и рода смазки.

Первый закон можно подтвердить следующими соображениями. Если площадь трущихся поверхностей увеличится, то увеличится и количество сцепляющихся неровностей, но уменьшится давление (на единицу площади) и сопротивление относительному перемещению останется прежним.

Второй закон говорит о том, что если увеличится нормальная составляющая внешних сил, действующих на поверхности тела (иначе говоря, увеличится сила нормального давления или реакции), то во столько же раз возрастет максимальная сила трения.

В результате второй закон трения скольжения можно сформулировать так: ***сила трения равна коэффициенту трения скольжения, умноженному на силу нормального давления или реакции.***

Согласно третьему закону трения скольжения, коэффициент трения скольжения зависит от материалов трущихся тел, качества обработки поверхностей, рода и температуры смазки.

В зависимости от наличия между сопрягаемыми поверхностями слоя смазки трение подразделяется на два вида: ***трение без смазочного материала и трение в условиях смазки.***

Трение качения

Трением качения называется трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел в точках касания одинаковы по значению и направлению.

Если движение двух соприкасающихся тел происходит при одновременном качении и скольжении, то в этом случае возникает ***трение качения с проскальзыванием.*** Рассмотрим качение без скольжения цилиндра весом **G** и радиусом **r** по горизонтальной опорной плоскости (рис. 3).

Под давлением силы **G** произойдет деформация цилиндра и опорной плоскости в месте их соприкосновения. Если сила **P** не действует, то сила **G** будет уравновешиваться реакцией **R** опорной плоскости и цилиндр будет находиться в покое (реакция **R** будет вертикальна)

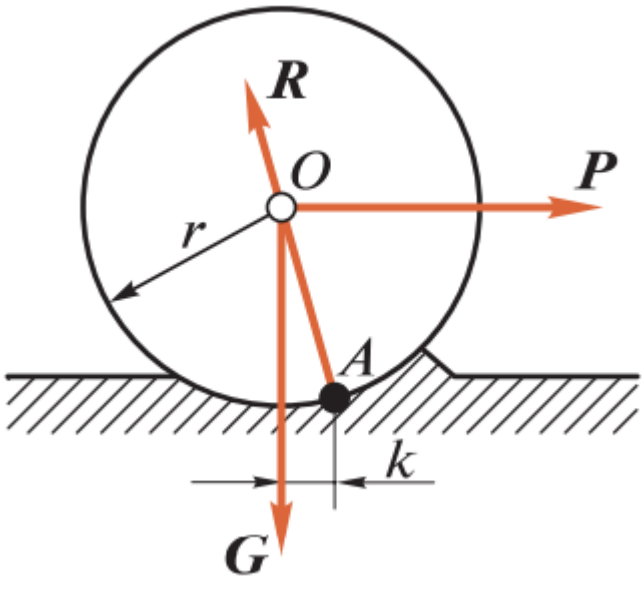


Рис.3.

Если к цилиндру приложить небольшую силу **P**, то он по-прежнему будет находиться в покое. При этом произойдет перераспределение давлений на опорную поверхность и полная реакция **R** пройдет через какую-то точку **A** и через точку O (согласно теореме о равновесии трех непараллельных сил).

При каком-то критическом значении силы **P** цилиндр придет в движение и будет равномерно перекатываться по опорной плоскости, а точка **A** займет крайнее правое положение. Отсюда видно, что трение качения в состоянии покоя может изменяться от нуля до какого-то максимального значения, причем максимальным оно будет в момент начала движения.

По теме: Трение. Трение скольжения. Трение качения.

1. Дайте определения понятиям

2 . Выберите явления и расположите в таблице в соответствующих столбцах

*Группа*_____

*ФИО студента*_____

*1.**Трение-***

_____

_____

2.Трение покоя-

_____

_____

3. ***Трение движения-***

_____

_____

4. ***Трение скольжения-***

_____

_____

5. ***Трение качения –***

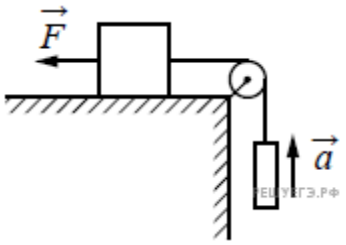
_____

_____

6. Мы можем ходить. Затрудняет работу различных механизмов. Мы можем стоять. Мы можем носить в руках предметы. Движение с помощью транспорта. Борьба с гололедом. Невозможность создания вечного двигателя. Существование предметов. Предметы могут тормозить. Предметы могут стоять. Фрикционные механизмы. Защита Земли от комет и метеоритов. Движение тяжелых предметов. Предметы электризуются из-за силы трения. Механизмы изнашиваются. Механизмы перегреваются. Спортивная скорость.

Плюсы трения	**Минусы трения**

Задание 1



1. Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с другим грузом. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$, равная по модулю 10 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением $2^{\text{м}/\text{с}^2}$, направленным вверх. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен 0,2. Чему равна масса второго груза?

Решение.

Запишем второй закон Ньютона для двух тел в проекциях на направленную влево горизонтальную ось и направленную вверх вертикальную ось:

$$Ma = F - F_{\text{тр}} - T,$$

$$0 = N - Mg,$$

$$ma = T - mg,$$

где T — сила натяжения нити. Ускорения у грузов одинаковы, поскольку соединяющая их нить нерастяжима. С учётом того, что $F_{\text{тр}} = \mu N$, получаем:

$$Ma + ma = F - \mu Mg - mg \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m = \frac{F - M(\mu g + a)}{g + a} = \frac{10 - 1 \cdot (0{,}2 \cdot 10 + 2)}{10 + 2} = 0{,}5 \text{ кг}.$$

Ответ: 0,5 кг.

Задание 2

Брусок равномерно двигают по горизонтальной поверхности. В процессе движения по этой поверхности он проходит два участка одинаковой длины с различными коэффициентами трения. Известно, что на первом участке модуль работы силы трения 2,5 Дж, а на втором участке модуль работы силы трения 7,5 Дж. При этом на втором участке коэффициент трения на 0,4 больше, чем на первом. Определите, чему равен коэффициент трения на втором участке.

Решение.

При движении бруска по шероховатой поверхности будет возникать сила трения, равная

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Модуль работы силы трения равен

$$|A| = F_{\text{тр}} l.$$

Найдем отношение работ сил трения при прохождении двух различных участков

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\mu_2 Nl}{\mu_1 Nl} = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{7,5}{2,5} = 3.$$

По условию $\mu_1 = \mu_2 - 0,4.$ Тогда $3\mu_2 - \mu_2 = 3 \cdot 0,4 \Leftrightarrow \mu_2 = 0,6.$

Ответ: 0,6.

Основные источники:

1. Ахметзянов, М. Х. Техническая механика (сопротивление материалов): учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 297 с.

Дополнительные источники:

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учеб. пособие / Л.И.Вереина, М.М.Краснов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.

2. Куклин Н.Г.,Куклина Г.С. Детали машин.- М.:Машиностроение, 2009.

3. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий [Текст]: учебное пособие для учреждений проф. образования / В.П. Олофинская. - 3-е изд., испр. – М., 2010. – 349 с.

2. Опарин И.С. Основы технической механики: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования /И.С.Опарин. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 96 с.

3. Опарин И.С. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /И.С.Опарин. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 144 с.

4. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике [Текст]: учебное пособие для учреждений СПО / В.И. Сетков. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 224 с.

5. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ - 3-е изд., стер.- М: Академия, 2016. – 528 с.

Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотечная система ЮРАЙТ http://urait.ru/ebs
2. Электронная библиотечная система ЗНАНИУМ http://znanium.com/
3. Электронная библиотека Издательский центр «Академия» http://www.academiamoscow.ru/elibrary/
4. Можно дополнить следующими ресурсами:
5. Образовательный интернет-ресурс для школьников, учителей и родителей www.yaklass.ru
6. Справочная правовая система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru/

7. Информационно-правовой портал «Гарант» http://www.garant.ru/
8. Образовательный портал: http//www.edu.sety.ru
9. Образовательный портал: http//www.edu.bd.ru
10. Книжный портал. Техника: http//www.bookivedi.ru
11. Техническая литература: http//www.еурдше.ru
12. Портал нормативно-технической документации: http//www.pntdoc.ru

Контрольные вопросы

1. От чего зависит сила трения?
2. Напишите выражение для силы трения скольжения.

Практическая работа №2.

Тема: Решение задач на определение трения

Цель занятия: Ознакомиться с понятием трения, выявить достоинства и недостатки трения.

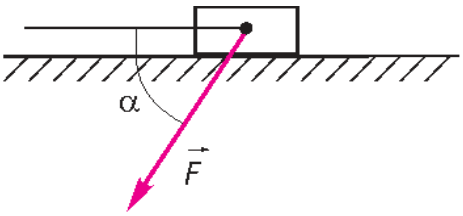
Оборудование и раздаточный материал: методические рекомендации, учебно-методическое пособие, конспект лекций, чертежные принадлежности, рабочая тетрадь.

Ход работы:

1. Изучить теоретический материал
2. Выполнить задание

ЗАДАНИЕ

Задача 1. На брусок массой m, находящийся на горизонтальном столе, действует сила F, направленная под углом α к горизонту (рис.1). Из-за трения о стол брусок не движется. Найти действующие на брусок силу нормального давления, силу трения и силу реакции (найти модуль и направление силы).



…Рис.1

Решение. На брусок действуют сила F, сила тяжести, равная mg, и сила реакции R со стороны стола (рис.2). Силу реакции разложим на силу нормального давления N и силу трения $Fтр$. Сила трения – сила

трения покоя. Запишем условие равновесия бруска в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси x и y:

$$F\cos\alpha - F_{тр} = 0, \quad N - mg - F\sin\alpha = 0.$$

Отсюда $F_{тр} = F\cos\alpha, \quad N = mg + F\sin\alpha.$

Сила реакции

$$R = \sqrt{N^2 + F_{тр}^2} = \sqrt{(mg)^2 + 2mgF\sin\alpha + F^2}.$$

Сила реакции направлена под углом β к горизонту таким, что

$$tg\beta = \frac{N}{F_{тр}} = \frac{mg}{F\cos\alpha} + tg\alpha.$$

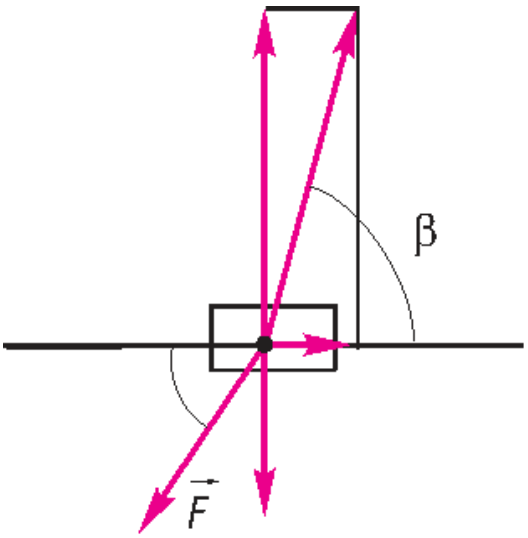


Рис.2

Задача 2. Шайба массой m соскальзывает по прямой с наклонной плоскости с углом наклона к горизонту α. Коэффициент трения скольжения шайбы о наклонную плоскость равен μ. Найти действующие на шайбу силу нормального давления, силу трения и силу реакции (найти модуль и направление силы).

Решение. На шайбу действуют сила нормального давления N и сила трения скольжения $F_{тр}$ со стороны наклонной плоскости, а также сила тяжести, равная mg (рис.3).

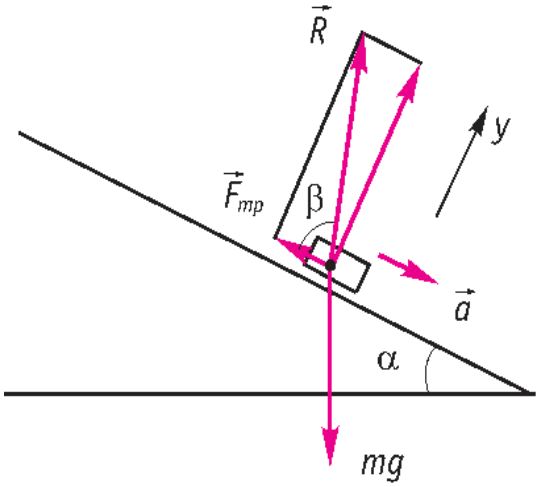


Рис.3

Шайба скользит с некоторым ускорением a. Запишем уравнение второго закона Ньютона в проекциях на перпендикулярную к наклонной плоскости ось y :

$$N - mg\cos\alpha = 0.$$

Отсюда $N = mg\cos\alpha$.

Сила трения $F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$.

Сила реакции

$$R = \quad N^2 + F_{тр} \;=\; \quad 1 + \mu^2 \;\; mg\cos\alpha.$$

Угол β между силой реакции и наклонной плоскостью такой, что

$$tg\beta = \frac{N}{F} = \frac{1}{\mu}. \; Тр$$

Основные источники:

1. Ахметзянов, М. Х. Техническая механика (сопротивление материалов): учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 297 с.

2.

Дополнительные источники:

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учеб. пособие / Л.И.Вереина, М.М.Краснов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.

2. Куклин Н.Г.,Куклина Г.С. Детали машин.- М.:Машиностроение, 2009.

3. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий [Текст]: учебное пособие для учреждений проф. образования / В.П. Олофинская. - 3-е изд., испр. – М., 2010. – 349 с.

6. Опарин И.С. Основы технической механики: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования /И.С.Опарин. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 96 с.

7. Опарин И.С. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /И.С.Опарин. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 144 с.

8. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике [Текст]: учебное пособие для учреждений СПО / В.И. Сетков. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 224 с.

9. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ - 3-е изд., стер.- М: Академия, 2016. – 528 с.

Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотечная система ЮРАЙТ http://urait.ru/ebs
2. Электронная библиотечная система ЗНАНИУМ http://znanium.com/
3. Электронная библиотека Издательский центр «Академия» http://www.academiamoscow.ru/elibrary/
4. Можно дополнить следующими ресурсами:
5. Образовательный интернет-ресурс для школьников, учителей и родителей www.yaklass.ru
6. Справочная правовая система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru/
7. Информационно-правовой портал «Гарант» http://www.garant.ru/
8. Образовательный портал: http//www.edu.sety.ru
9. Образовательный портал: http//www.edu.bd.ru
10. Книжный портал. Техника: http//www.bookivedi.ru
11. Техническая литература: http//www.eурдше.ru
12. Портал нормативно-технической документации: http//www.pntdoc.ru

Контрольные вопросы

1. От чего зависит сила трения?
2. Напишите выражение для силы трения скольжения.

Практическая работа №3

Тема: Чтение кинематических схем

Цель работы: - изучить устройство и принцип работы механических передач на натурных и действующих моделях;

- ознакомиться с условными обозначениями элементов механических передач на кинематических схемах;

- научиться читать кинематические схемы строительных машин и рассчитывать основные параметры механических передач.

Наглядные и учебные пособия: натурные и действующие модели механических передач, стенды, плакаты, методические указания по практической работе, учебная литература.

Последовательность выполнения работы:

- по натурным и действующим моделям, плакатам изучить устройство и принцип работы механических передач: ***зубчатых***, червячных, фрикционных, ременных, цепных;

- используя методические указания по практической работе ознакомиться с условными обозначениями элементов механических передач на кинематических схемах;

- по предложенному варианту вычертить кинематическую схему строительной машины с указанием позиций основных узлов и агрегатов и обозначив цветными стрелками направление передачи движения от силовой установки к исполнительным механизмам;

- обозначить на изображенной кинематической схеме элементы механических передач римскими цифрами: I-цилиндрическую зубчатую передачу,

II - коническую зубчатую передачу,

III - червячную передачу;

IV- фрикционную передачу;

V - ременную передачу;

VI -цепную передачу;

- изложить принцип работы машины по приведенной кинематической схеме, используя учебную литературу;

- по предложенному варианту решить задачу:

Условие задачи: Определить частоту вращения ведомого вала А, используя исходные данные, указанные в заданной по варианту кинематической схеме.

-оформить отчет.

Содержание отчета: титульный лист;

тема, цель работы, наглядные и учебные пособия;

кинематическая схема строительной машины;

указание позиций основных узлов, направления

передачи движения и элементов механических

передач; описание принципа работы машины;

решение задачи по варианту.

Основные сведения

Трансмиссиями называют устройства для передачи движения от силовой установки нескольким потребителям энергии — рабочим органам и движителям ходовых устройств машин.

Механические трансмиссии состоят из передач — механизмов для передачи непрерывного вращательного или поступательного движения, а также для преобразования одной формы движения в другую (вращательного в поступательное и наоборот). При единственном потребителе передача превращается в трансмиссию. Иногда понятия передачи и трансмиссии отождествляют, распространяя этот термин также на все другие (немеханические) виды трансмиссий.

Движение от силовой установки (двигателя) может передаваться рабочему органу передачей (трансмиссией) непосредственно, как, например, в ручной электросверлильной машине, или через исполнительные механизмы, как, например, у одноковшового экскаватора — машины цикличного действия, исполнительными механизмами которого являются механизмы привода стрелы, рукояти, ковша, поворотной платформы и ходового устройства.

Передача характеризуется входными (на ведущем звене, приводимым двигателем или предшествующей передачей), выходными (на ведомом звене) и внутренними параметрами (рис.1).

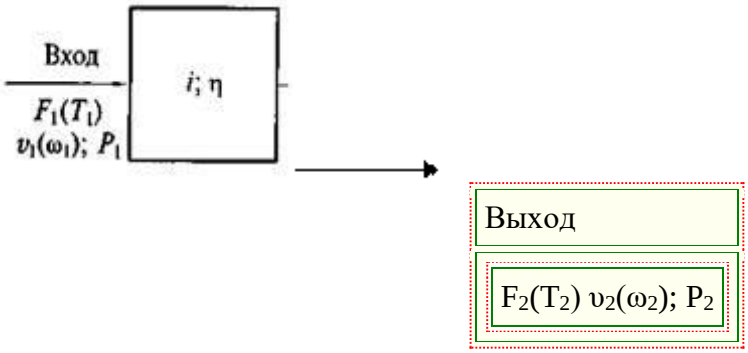


Рис. .1. Структурная схема параметров передачи

Входные и выходные параметры: F_1 и F_2 — усилия при поступательном или крутящие моменты T_1и T_2 — при вращательном движении).

Подстрочными индексами обозначены соответственно входные и выходные параметры. Обобщенными характеристиками являются мощности P_1 и P_2, измеряемые в ваттах. n_1и n_2- частоты вращения соответственно на входе и на выходе.

Внутренними параметрами служат: передаточное отношение i, определяемое как отношение (по модулю) скорости входного звена к скорости выходного звена, и коэффициент полезного действия η.

Большинство механических передач преобразует вращательное движение на входе во вращательное же движение на выходе.

Во всех случаях при одинаковых формах движения на входе и выходе безразмерное передаточное отношение показывает, во сколько раз уменьшается скорость (угловая или линейная) ведомого звена передачи по сравнению с теми же параметрами ее ведущего звена. Смешанные формы движения — поступательное на входе и вращательное на выходе и наоборот — характерны, например, для рычажных механизмов.

Коэффициент полезного действия есть отношение, которое всегда меньше единицы. Этот параметр показывает, какая часть затраченной энергии используется полезно.

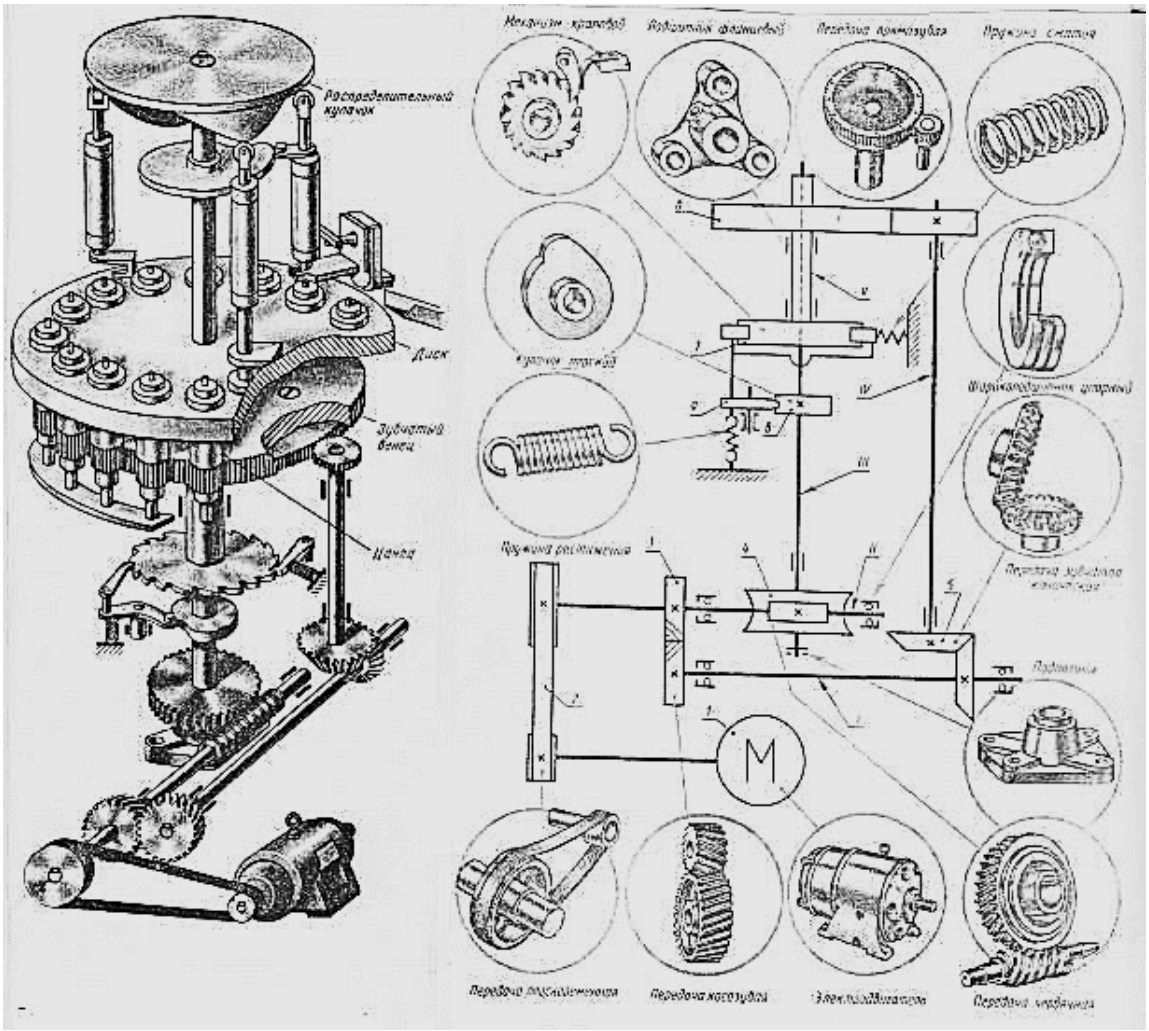
В трансмиссии из последовательно соединенных передач с однородной формой движения входное звено любой промежуточной передачи является выходным звеном предшествующей передачи, а ее выходное звено входным для последующей передачи, так что общее передаточное число и КПД трансмиссии определяются произведениями соответствующих величин для составляющих трансмиссию передач.

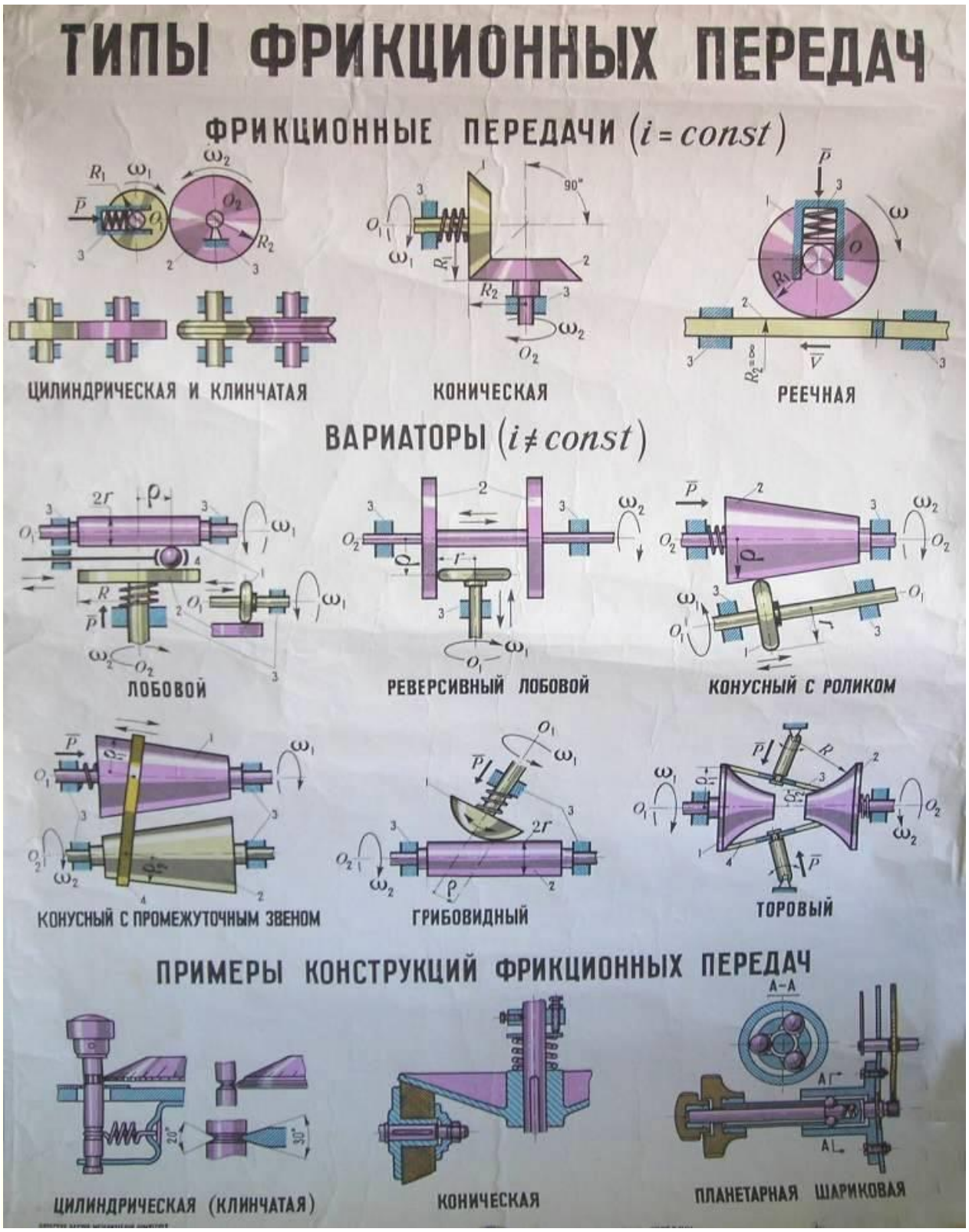
По конструктивному исполнению элементов передач, участвующих в преобразовании параметров движения, различают **фрикционные, ременные, зубчатые, червячные, цепные и канатные** передачи. В передачах первых двух видов движение от ведущего к ведомому звену передается за счет сил трения на контактных поверхностях сцепляющихся друг с другом ведущего и ведомого звеньев. Эти передачи относятся к передачам движения трением.

В зубчатых, червячных и цепных передачах движение передается за счет силового воздействия зацепляющихся друг с другом элементов ведущего звена на элементы ведомого. Эти передачи составляют группу передач движения зацеплением.

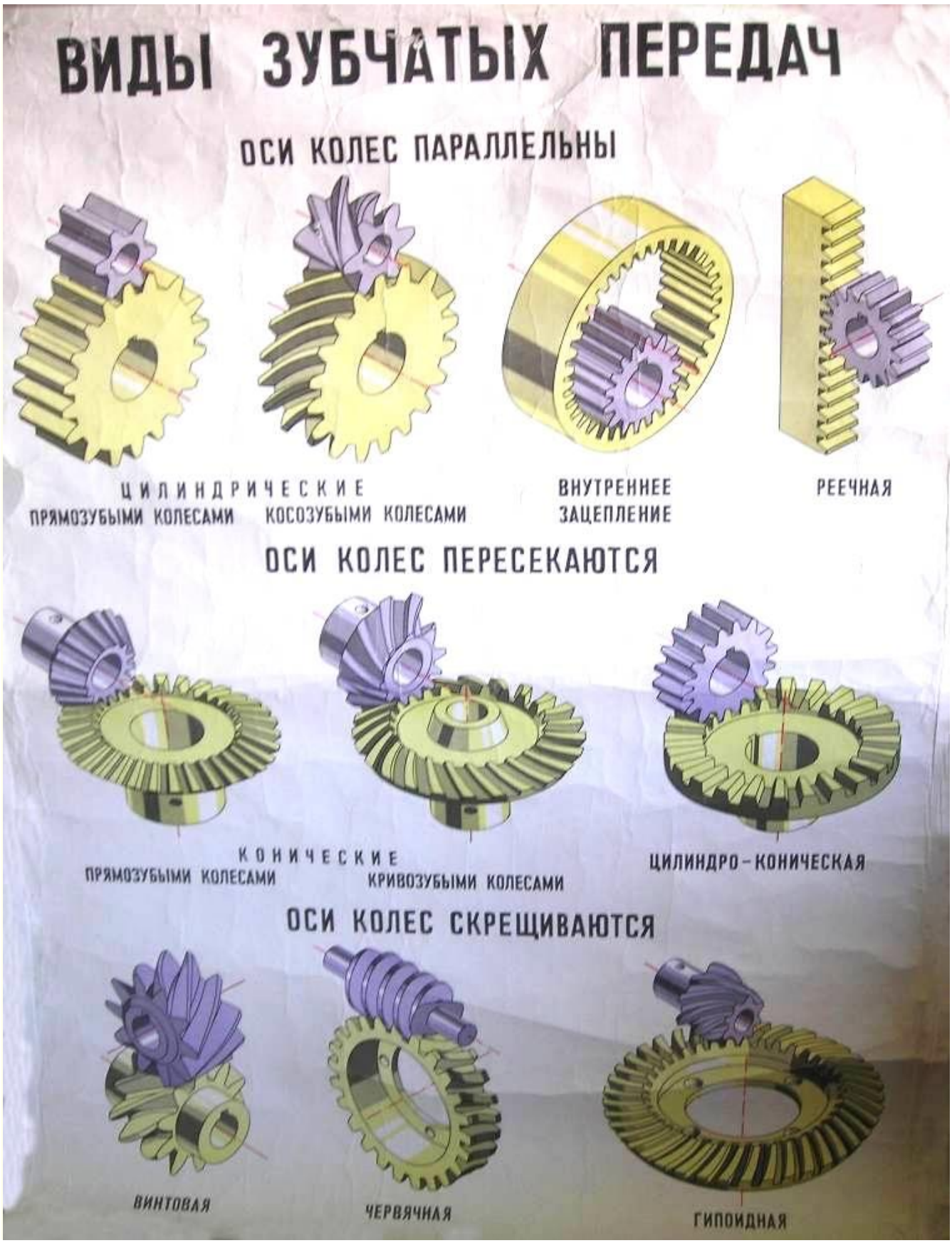
Канатные передачи образуют особую группу для передачи движения закрепленным на ведущем звене канатом. Они будут рассмотрены отдельно при изучении устройства и принципа работы полиспастов. Из-за наличия в ременных, цепных и канатных передачах гибких связей — соответственно ремней, приводных цепей и канатов их называют передачами с гибкой связью.

Функциональные связи элементов механических передач обычно представляют кинематическими схемами. На кинематических схемах конкретных моделей машин указывают скорости (линейные или угловые) движения составных элементов трансмиссии, а также формирующие их параметры, например, числа зубьев зубчатых колес.




ТИПЫ ФРИКЦИОННЫХ ПЕРЕДАЧ
ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ (i = const)
ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ И КЛИНЧАТАЯ
КОНИЧЕСКАЯ
РЕЕЧНАЯ
ВАРИАТОРЫ (i ≠ const)
ЛОБОВОЙ
РЕВЕРСИВНЫЙ ЛОБОВОЙ
КОНУСНЫЙ С РОЛИКОМ
КОНУСНЫЙ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ЗВЕНОМ
ГРИБОВИДНЫЙ
ТОРОВЫЙ
ПРИМЕРЫ КОНСТРУКЦИЙ ФРИКЦИОННЫХ ПЕРЕДАЧ
ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ (КЛИНЧАТАЯ)
КОНИЧЕСКАЯ
ПЛАНЕТАРНАЯ ШАРИКОВАЯ

ТИПЫ ПЕРЕДАЧ ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ
ПЕРЕДАЧИ С ОГРАНИЧЕННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ
С ПОСТОЯННЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ
ПЕРЕДАЧА ДЛЯ СЕКТОРНОЙ ШКАЛЫ
ПЕРЕДАЧА ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛЫ
С ПЕРЕМЕННЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ОТНОШЕНИЕМ
ПЕРЕДАЧА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАВНОМЕРНОЙ ШКАЛЫ
ПЕРЕДАЧА КОНВЕРТЕРА ДАЛЬНОМЕРА
МЕХАНИЗМ „УЛИТКА"
ПЕРЕДАЧИ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ
ТРЕНИЕМ
ПЛОСКИМ РЕМНЕМ
КЛИНОВЫМ РЕМНЕМ
ВИНТОВОЙ ПРУЖИНОЙ (ПАССИКОМ)
ЗАЦЕПЛЕНИЕМ
ЗУБЧАТЫМ РЕМНЕМ
ШНУРОМ С ШАРИКАМИ
ПЕРФОРИРОВАННОЙ ЛЕНТОЙ



Зубчатые передачи

Зубчатой передачей называется трехзвенный механизм, в котором два подвижных зубчатых звена образуют с неподвижным звеном вращательную или поступательную

пару. Зубчатое звено передачи может представлять собой колесо, сектор или рейку. Зубчатые передачи служат для преобразования вращательных движений или вращательного движения в поступательное.

Зубчатое зацепление представляет собой высшую кинематическую пару, так как зубья теоретически соприкасаются между собой по линиям или точкам, причем меньшее зубчатое колесо пары называется ***шестерней,*** а большее — ***колесом.*** Сектор цилиндрического зубчатого колеса бесконечно большого диаметра называется ***зубчатой рейкой.***

Зубчатые передачи можно классифицировать по многим признакам, а именно:

по расположению осей валов (с параллельными, пересекающимися, скрещивающимися осями и соосные);

по условиям работы (закрытые — работающие в масляной ванне и открытые — работающие всухую или смазываемые периодически);

по числу ступеней (одноступенчатые, многоступенчатые);

по взаимному расположению колес (с внешним и внутренним зацеплением);

по изменению частоты вращения валов (понижающие, повышающие);

по форме поверхности, на которой нарезаны зубья (цилиндрические, конические);

по окружной скорости колес (тихоходные при скорости до 3 м/с, среднескоростные при скорости до 15 м/с, быстроходные при скорости выше 15 м/с);

по расположению зубьев относительно образующей колеса (прямозубые, косозубые, шевронные, с криволинейными зубьями);

по форме профиля зуба (эвольвентные, круговые, циклоидальные).

Кроме перечисленных существуют передачи с гибкими зубчатыми колесами, называемые ***волновыми.***

Основные виды зубчатых передач (рис. 33.1)

с ***параллельными осями***:

а — цилиндрическая прямозубая,

б — цилиндрическая косозубая,

в — шевронная,

г — с внутренним зацеплением;

с пересекающимися осями:

д — коническая прямозубая,

е — коническая с тангенциальными зубьями,

ж — коническая с криволинейными зубьями;

со скрещивающимися осями:

з — гипоидная,

и — винтовая;

к — зубчато-реечная прямозубая (гипоидная и винтовая передачи относятся к категории гиперболоидных передач).

Зубчатая передача, оси которой расположены под углом 90°, называется ***ортогональной.***

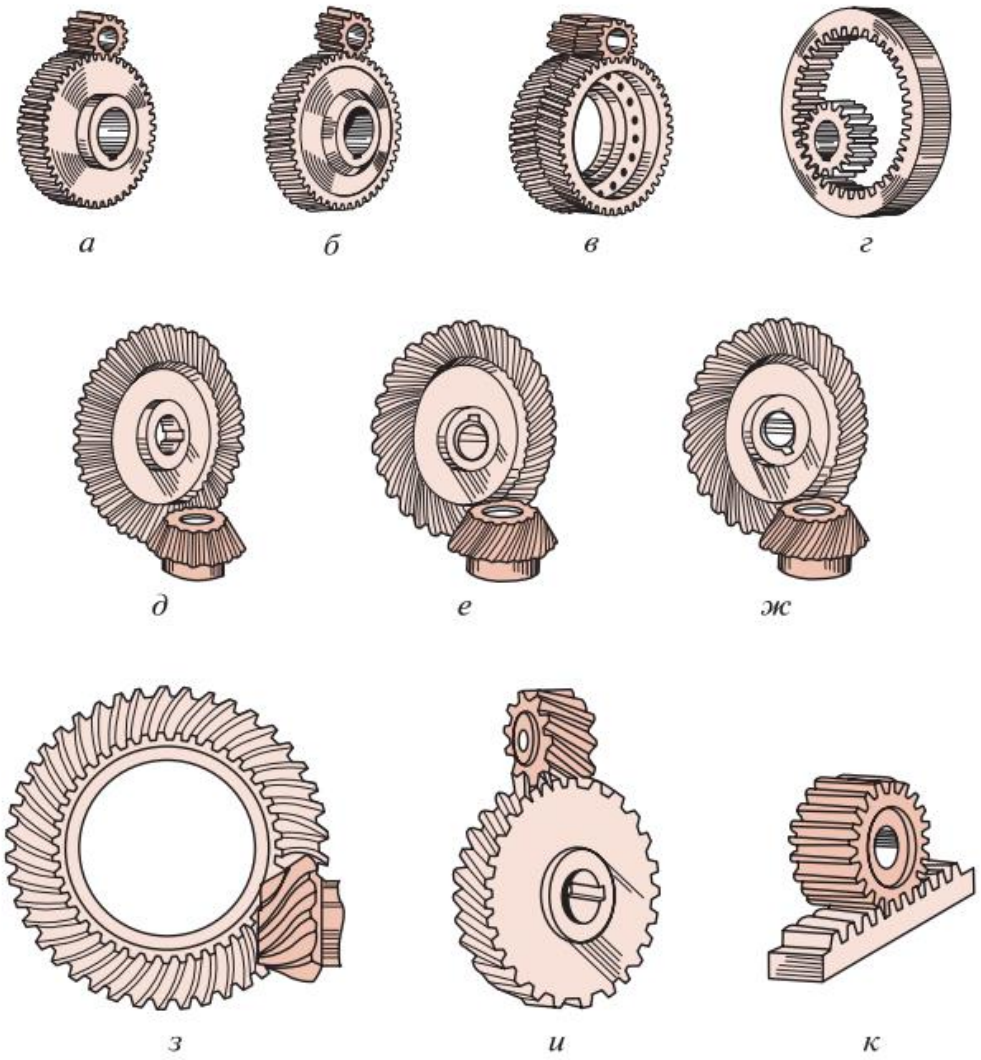


Рис. 33.1

Достоинство зубчатых передач заключается прежде всего в том, что при одинаковых характеристиках они значительно более компактны по сравнению с другими видами передач. Кроме того, зубчатые передачи имеют более высокий КПД (до 0,99 в одной ступени), сохраняют постоянство передаточного числа, создают относительно небольшую нагрузку на опоры валов, имеют большую долговечность и надежность работы в широких диапазонах мощностей (до десятков тысяч киловатт), окружных скоростей (до 150 м/с) и передаточных чисел (до нескольких сотен).

Недостатки зубчатых передач: сложность изготовления точных передач, возможность возникновения шума и вибраций при недостаточной точности изготовления и сборки, невозможность бесступенчатого регулирования частоты вращения ведомого вала.

Зубчатые передачи являются наиболее распространенными типами механических передач и находят широкое применение во всех отраслях машиностроения, в частности, в станкостроении, автомобиле- и тракторостроении и т.д.; в приборостроении, часовой промышленности и др.

Основная кинематическая характеристика всякой зубчатой передачи — ***передаточное число***, определяемое по стандарту как ***отношение числа зубьев колеса к числу зубьев шестерни*** и обозначаемое u, следовательно,

$$u = \frac{z_2}{z_1}.$$

Определение передаточного отношения остается таким же, как и для других механических передач, т. е.

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2}.$$

Потери энергии в зубчатых передачах зависят от типа передачи, точности ее изготовления, смазки и складываются из потерь на трение в зацеплении, в опорах валов и (для закрытых передач) потерь на перемешивание и разбрызгивание масла.

Поверхности взаимодействующих зубьев колес, обеспечивающие заданное передаточное отношение, называются ***сопряженными.*** Процесс передачи движения в кинематической паре, образованной зубчатыми колесами, называется ***зубчатым зацеплением.***

Червячные передачи

Червячной передачей называется механизм, служащий для преобразования вращательного движения между валами со скрещивающимися осями. Обычно червячная передача (рис. 34.1) состоит из ***червяка*** 1 и сопряженного с ним ***червячного колеса*** 2. Угол скрещивания осей обычно равен 90°; неортогональные передачи встречаются редко. Червячные передачи относятся к передачам зацеплением, в которых движение осуществляется по принципу винтовой пары.

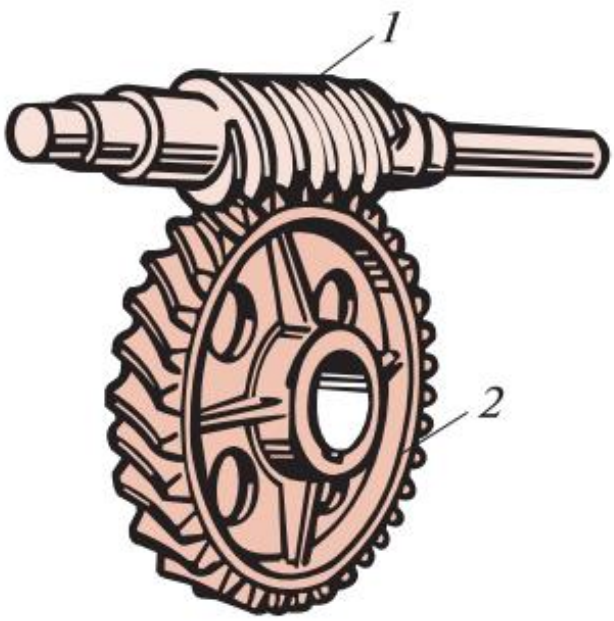


Рис. 34.1

Червячную передачу можно получить из винтовой зубчатой передачи, если уменьшить число зубьев одного из косозубых колес до z1 = 1…4 и увеличить их угол наклона к оси, превратив таким образом косозубое колесо в винт (червяк). Поэтому червячные передачи относят к категории ***зубчато-винтовых***.

Витки червяка и зубья червячного колеса соприкасаются обычно по линиям и поэтому представляют собой высшую кинематическую пару. Обычно ведущее звено червячной передачи — червяк, но существуют механизмы, в которых ведущим звеном является червячное колесо.

Достоинства червячных передач: компактность конструкции и возможность получения больших передаточных чисел в одноступенчатой передаче (до u = 300 и более); высокая кинематическая точность и повышенная плавность работы; малая интенсивность шума и виброактивности; возможность обеспечения самоторможения.

Недостатки червячных передач: значительное геометрическое скольжение в зацеплении и связанные с этим трение, повышенный износ, склонность к заеданию, нагрев передачи и сравнительно низкий КПД (от η = 0,5 до 0,95); необходимость применения для ответственных передач дорогостоящих и дефицитных антифрикционных цветных металлов. Указанные недостатки ограничивают мощность червячных передач (обычно до 60 кВт). Червячные передачи находят широкое применение, например, в металлорежущих станках, подъемно-транспортном оборудовании, транспортных машинах, а также в приборостроении.

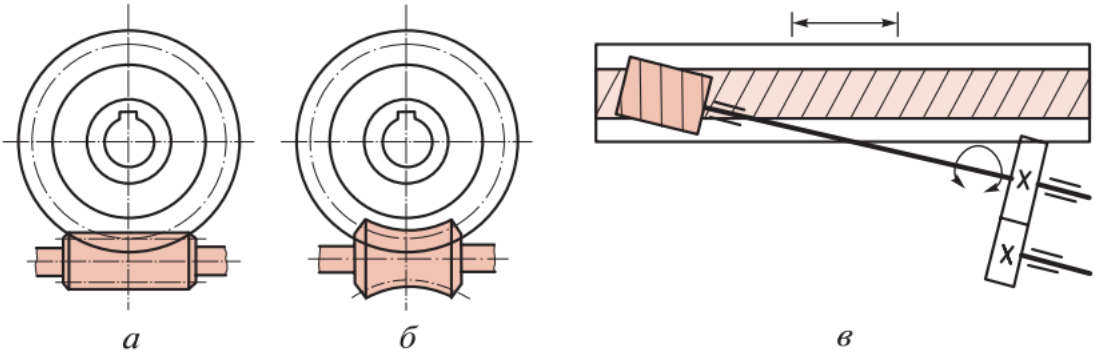


Рис. 34.2

На рис. 34.2 схематически изображены основные виды червячных передач: а — цилиндрическая червячная передача, у которой делительные и начальные поверхности цилиндрические (такие передачи имеют наибольшее распространение); б — глобоидная передача, у которой делительная поверхность червяка торообразная, а колеса — цилиндрическая (такие передачи нетехнологичны); в — червячно-реечная передача (по сравнению с зубчато-реечной такая передача обеспечивает большую плавность работы и имеет большую жесткость; оси червяка и рейки могут располагаться под углом или быть параллельны; передачи применяют в продольно-строгальных, тяжелых фрезерных и горизонтально-расточных станках).

Конструктивно червячные передачи чаще всего делают в закрытом исполнении. На рис. 34.3 приведены схемы наиболее часто встречающихся червячных редукторов: а — с верхним расположением червяка, б — с боковым расположением червяка, в — с нижним расположением червяка.

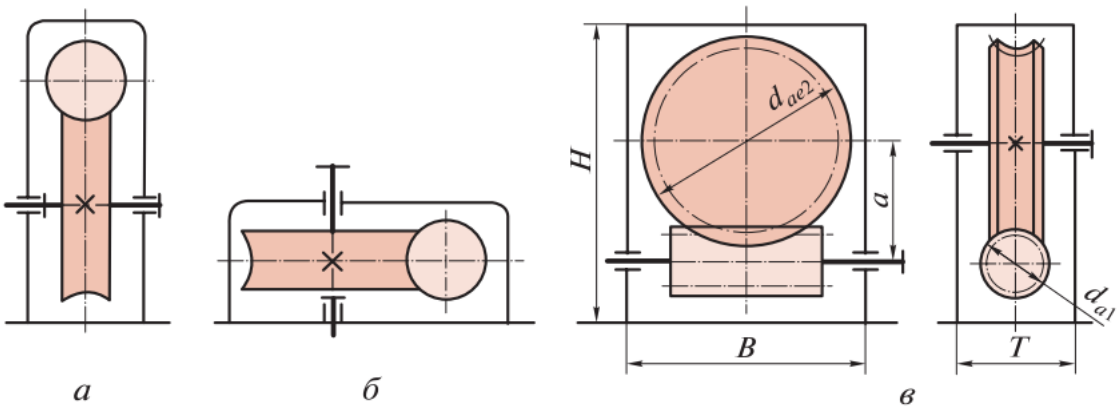


Рис. 34.3

По теме: Классификация зубчатых передач

Ход работы:

1. Изучить теоретический материал

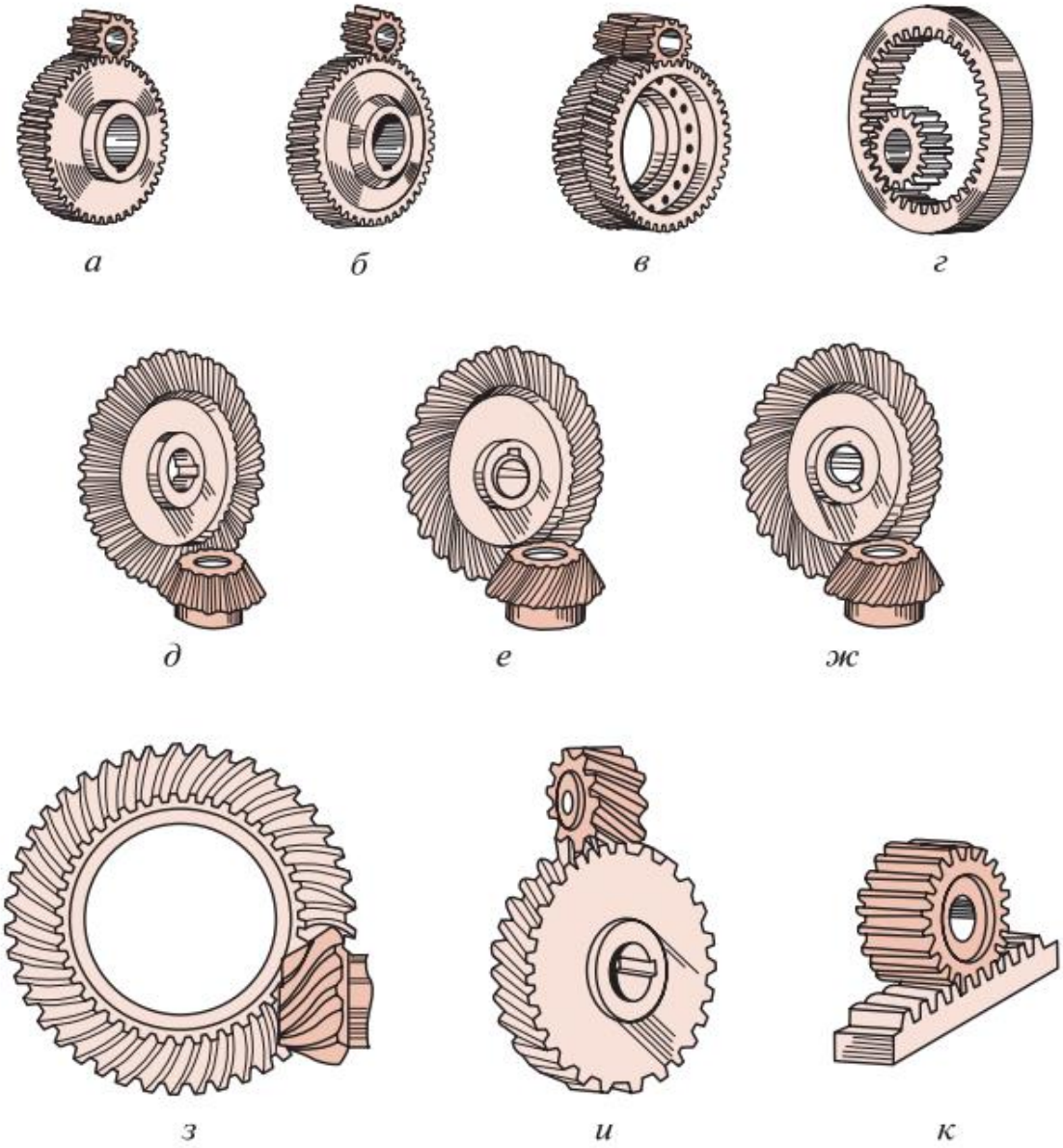
2. Из предложенных вариантов, соотнесите наименование видов зубчатых передач с их чертежами.

3. Запишите достоинства и недостатки червячных передач.

*Группа*_____

*ФИО студента*_____

Из предложенных вариантов, выбрать соответствие по чертежам.



Основные виды зубчатых передач:

— цилиндрическая прямозубая,

— зубчато-реечная прямозубая (гипоидная и винтовая передачи относятся к категории гиперболоидных передач).

— цилиндрическая косозубая,

— коническая с криволинейными зубьями;

— шевронная,

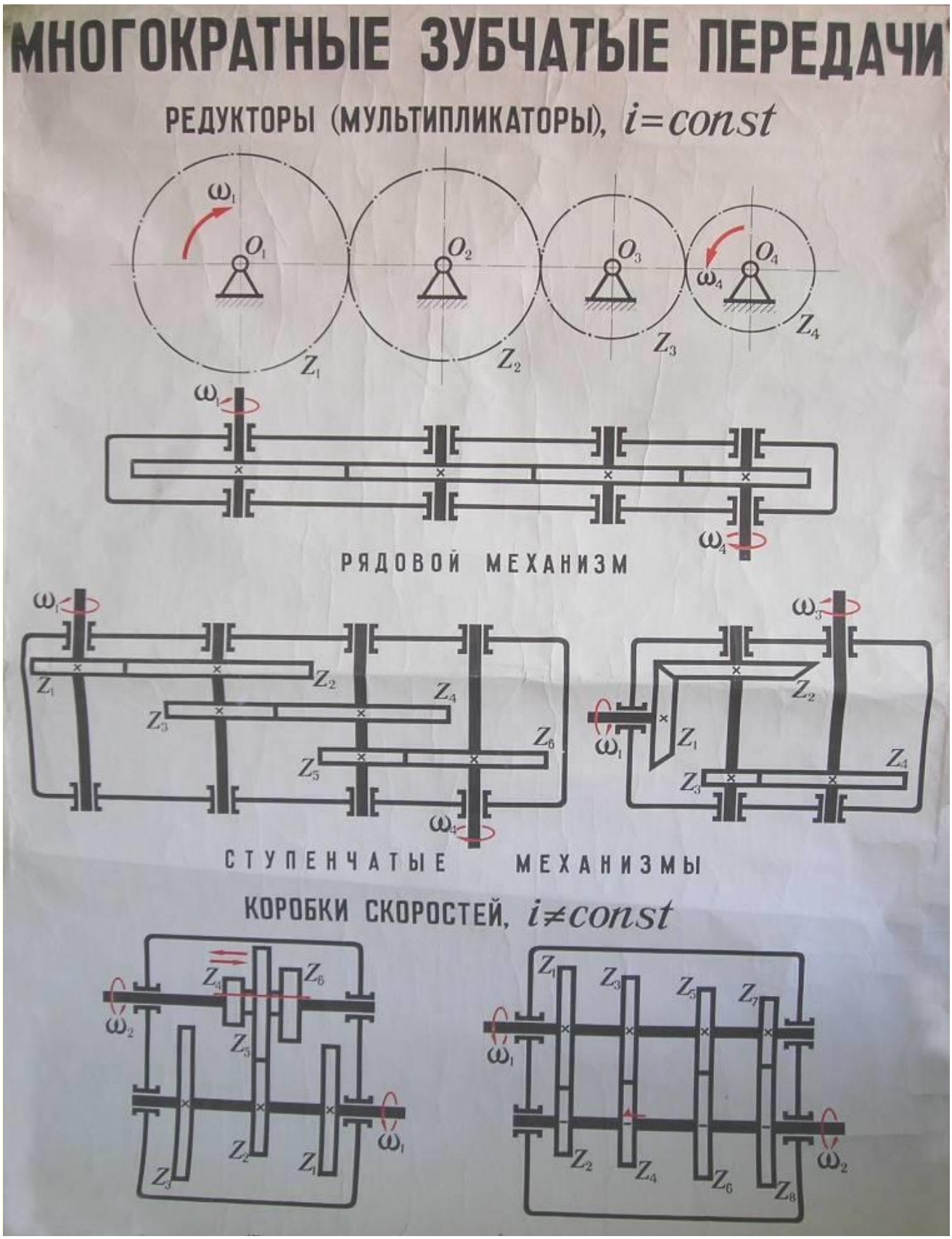
— винтовая;

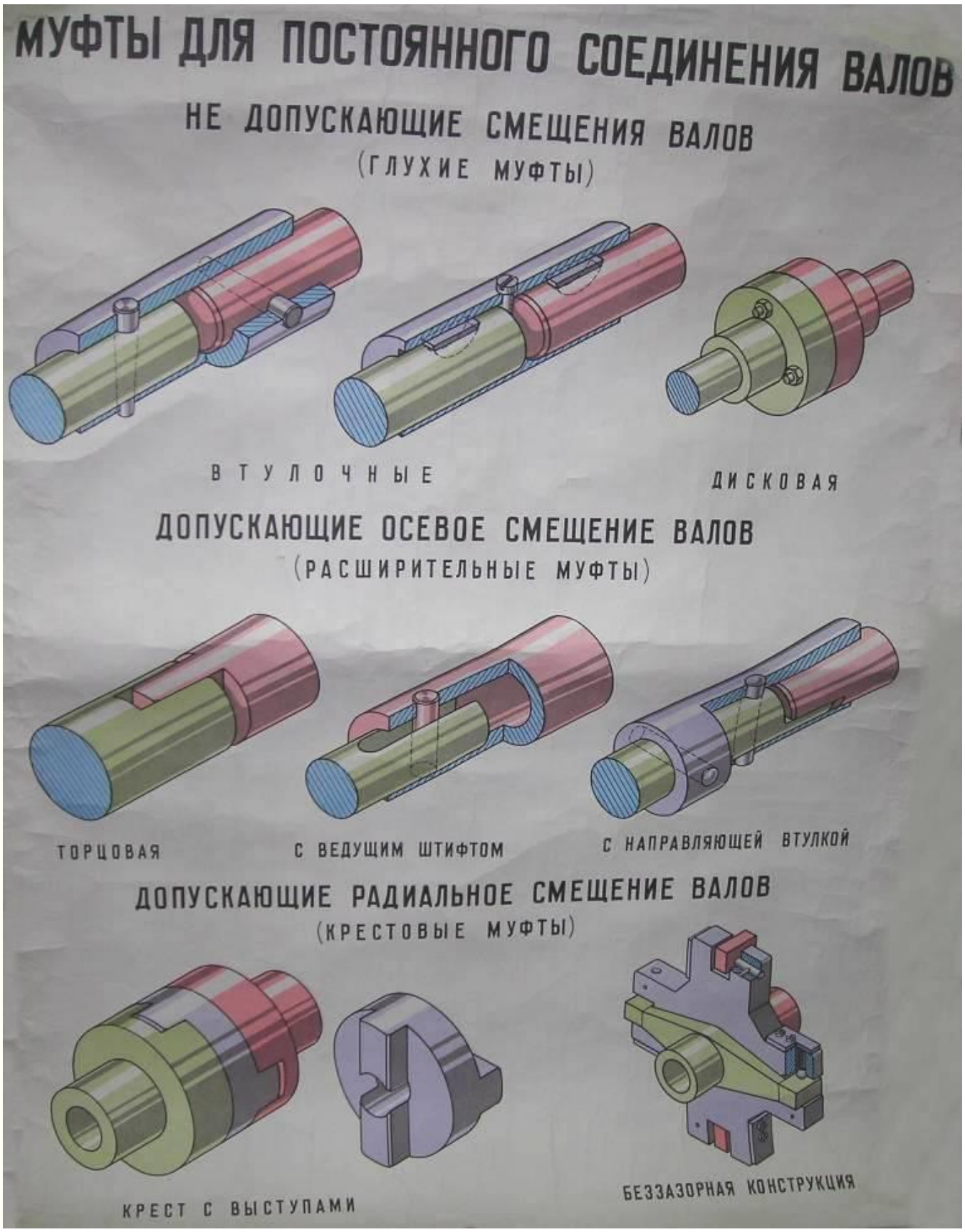
— с внутренним зацеплением;

— коническая прямозубая,

— коническая с тангенциальными зубьями,

— гипоидная,


МНОГОКРАТНЫЕ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ
РЕДУКТОРЫ (МУЛЬТИПЛИКАТОРЫ), i=const
РЯДОВОЙ МЕХАНИЗМ
СТУПЕНЧАТЫЕ МЕХАНИЗМЫ
КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ, i≠const


МУФТЫ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО СОЕДИНЕНИЯ ВАЛОВ
НЕ ДОПУСКАЮЩИЕ СМЕЩЕНИЯ ВАЛОВ
(ГЛУХИЕ МУФТЫ)
ВТУЛОЧНЫЕ
ДИСКОВАЯ
ДОПУСКАЮЩИЕ ОСЕВОЕ СМЕЩЕНИЕ ВАЛОВ
(РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ)
ТОРЦОВАЯ
С ВЕДУЩИМ ШТИФТОМ
С НАПРАВЛЯЮЩЕЙ ВТУЛКОЙ
ДОПУСКАЮЩИЕ РАДИАЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ ВАЛОВ
(КРЕСТОВЫЕ МУФТЫ)
КРЕСТ С ВЫСТУПАМИ
БЕЗЗАЗОРНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Чтение кинематических схем

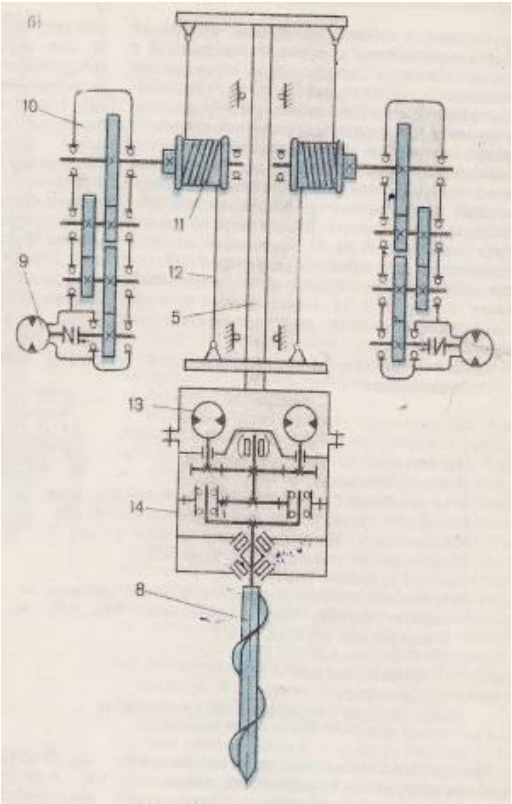
Таблица 2 Основные виды кинематических пар

Наименование	Обозначение	Назначение
1. Вал, ось, стержень и т. п.		Для поддержания вращающихся деталей: зубчатых колес, шкивов, роликов и т. п. и для передачи крутящего момента (вал)
2. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) радиальные б) упорные		Для поддержания вращающегося вала или оси
3. Подшипники скольжения радиальные		
4. Подшипники качения: а) радиальные б) радиально-		
5. Муфта. Общее обозначение без уточнения типа. Муфта упругая. Муфта сцепления (управляемая). Общее обозначение		Для соединения и разъединения двух валов и предохранения от поломок при перегрузке
6. Тормоз. Общее обозначение		Для снижения скорости вращения вала или прекращения его вращения
7. Маховик на валу		Для сообщения вращения валу или винту вручную
8. Храповой зубчатый механизм с наружным зацеплением		Для осуществления периодического вращения в одном направлении
9. Передача ремнем без уточнения типа ремня		Для передачи вращения от одного вала к другому при значительном расстоянии между ними
10. Передача цепью. Общее обозначение без уточнения типа цепи		

1. Пружины: а) цилиндрические сжатия б) цилиндрические растяжения		Для создания усилия, действующего на какую-либо деталь
12. Передачи зубчатые цилиндрические: внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев) внутреннее зацепление		Для передачи вращения от одного вала к другому: а) при параллельных валах
13. Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические (общее обозначение без уточнения типа зубьев)		б) при пересекающихся валах
14. Передачи с цилиндрическим червяком (скрещивающиеся валы)		в) при скрещивающихся валах
15. Передачи зубчатые реечные (общее обозначение без уточнения типа зубьев)		Для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот

Наименование	Обозначение	Назначение
16. Кулачки барабанные, цилиндрические		Для осуществления криволинейного движения
17. Кулачки вращающиеся		Для осуществления криволинейного движения

Вариант 1 Вариант 2



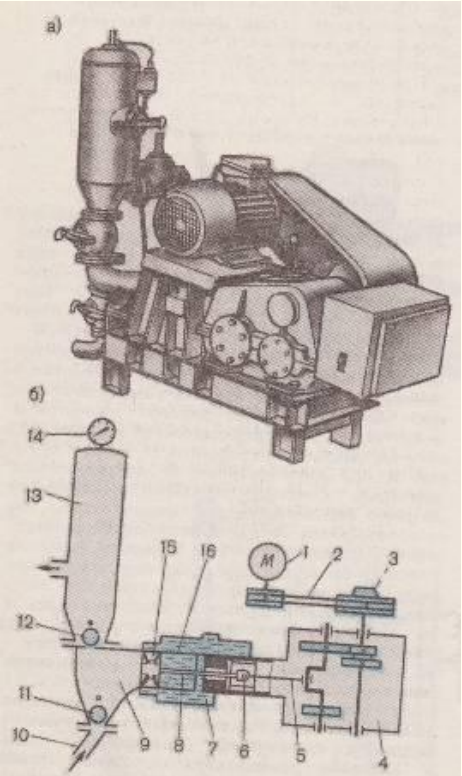


Рис. 7.4. Поршневой растворонасос СО-167

Вариант 3 Вариант 4

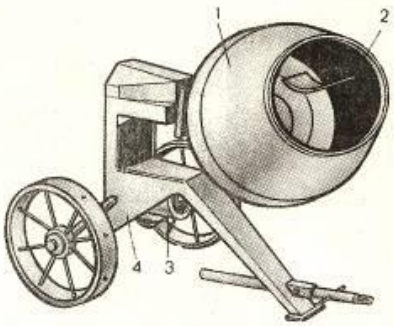


Рис. 6.3. Смеситель СБ-101А

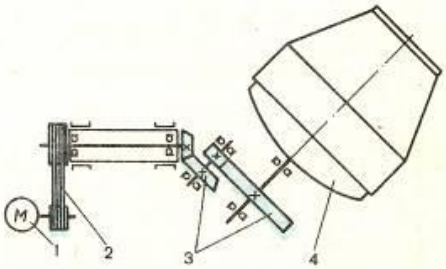


Рис. 6.4. Кинематическая схема смесителя СБ-101А

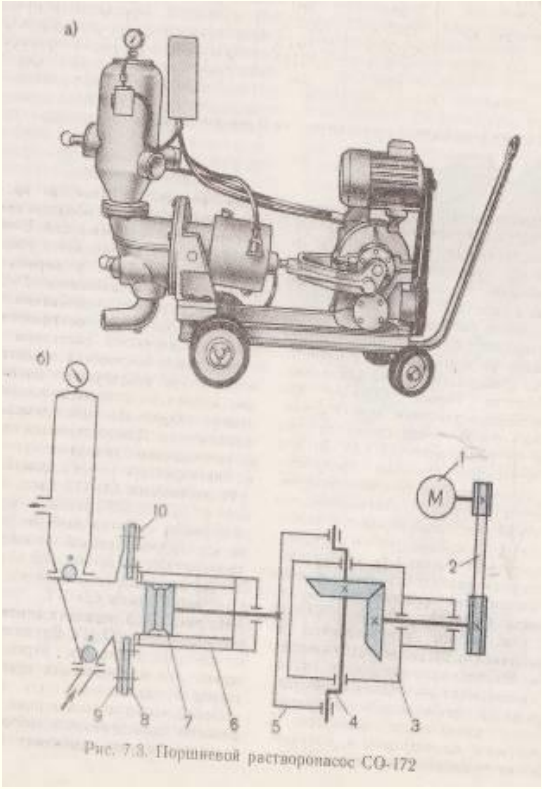


Рис. 7.3. Поршневой растворонасос СО-172

Вариант 5 Вариант 6

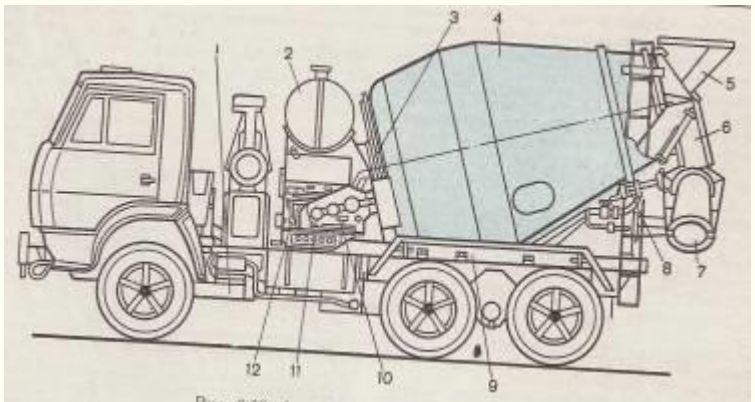


Рис. 6.36. Автобетоносмеситель СБ-92-1А

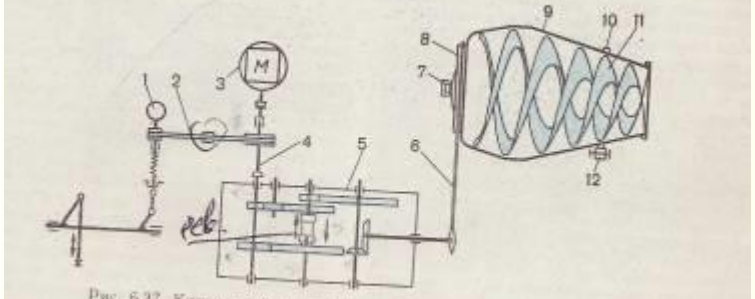


Рис. 6.37. Кинематическая схема автобетоносмесителя СБ-92-1А

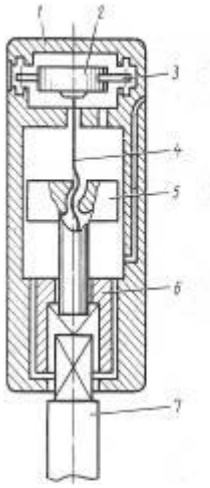


Рис. 8.9. Динамический ударный механизм

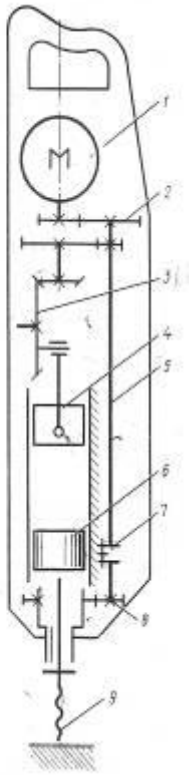
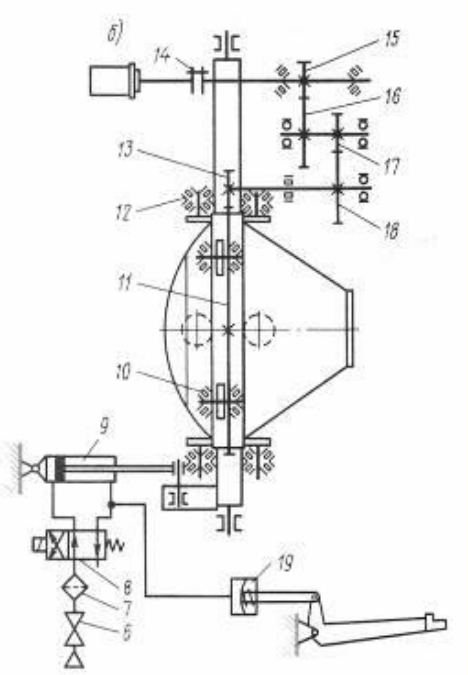


Рис. 8.10. Кинематическая схема электромеханического перфоратора

Вариант 7 Вариант 8



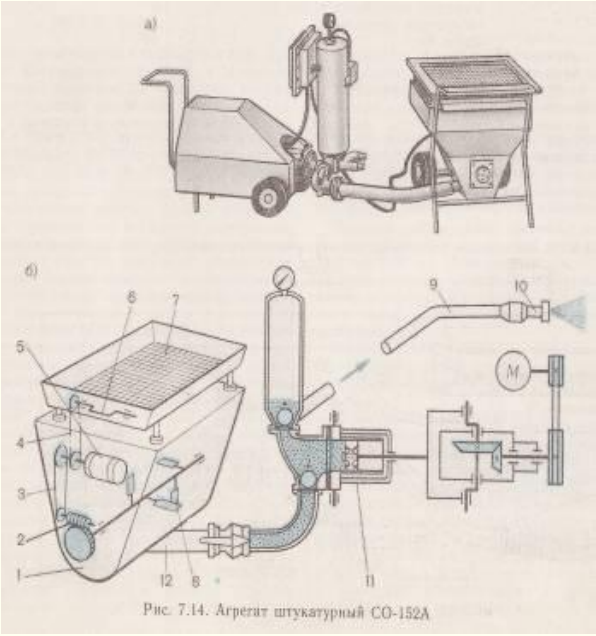


Рис. 7.14. Агрегат штукатурный СО-152А

Рис. Бетоносмеситель

Практическая работа №4

Тема: Подсчет передаточного числа. Расшифровка маркировки подшипника

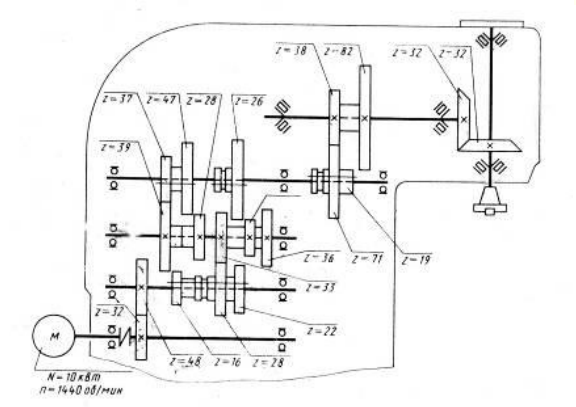
Цели: - ознакомиться с условными обозначениями элементов механических передач на кинематических схемах;

- научиться читать кинематические схемы строительных машин и рассчитывать основные параметры механических передач;

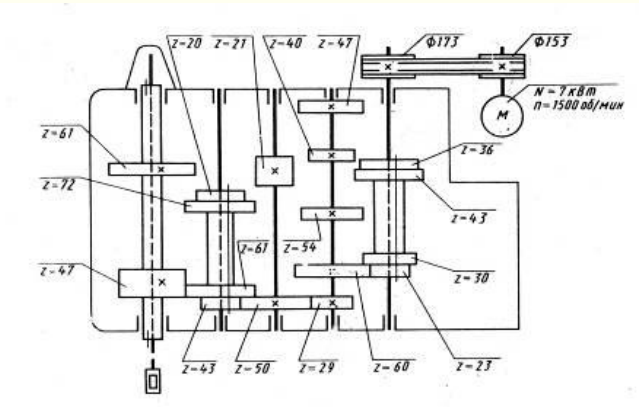
- изучить порядок расшифровки маркировки подшипника

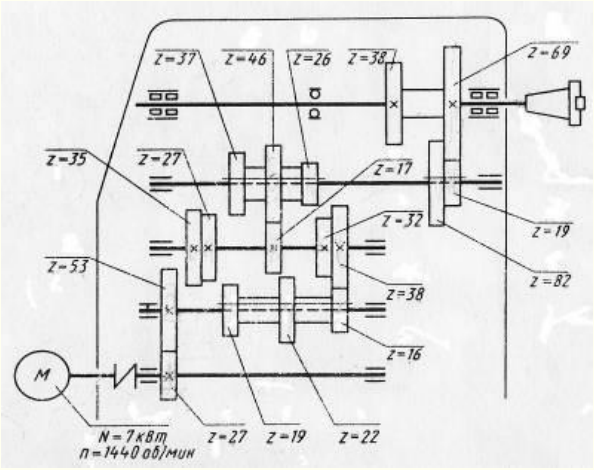
ЗАДАНИЕ

Вариант №1

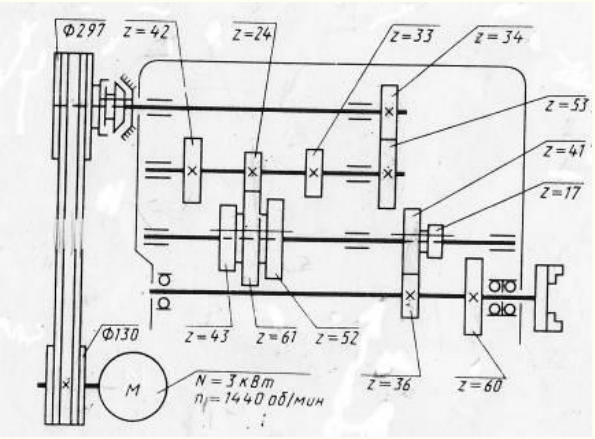


Вариант №2



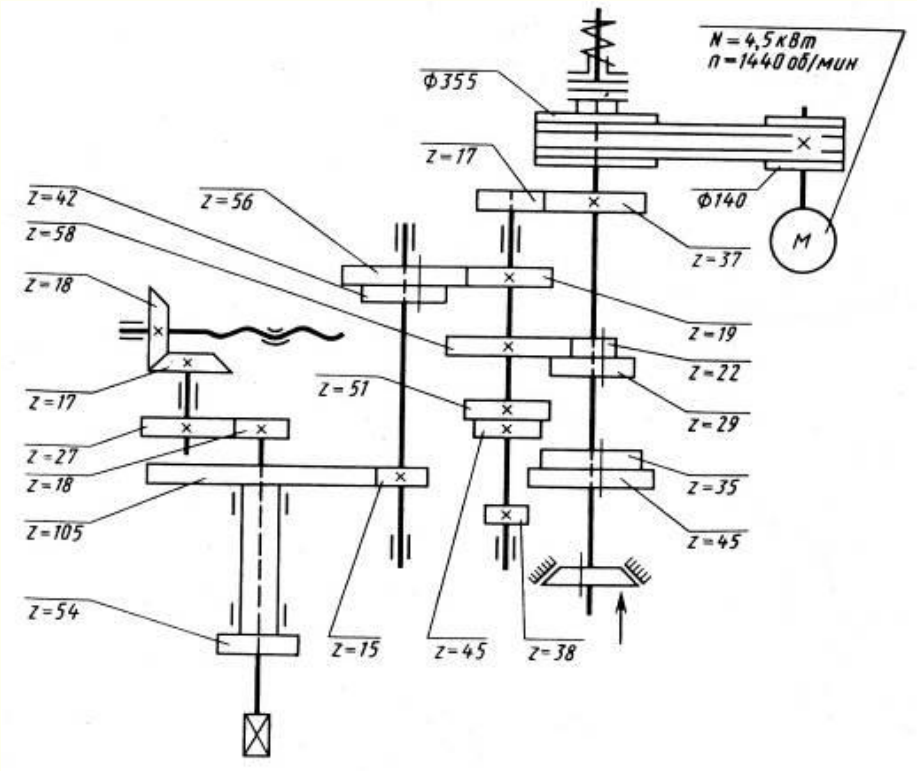


Вариант №3



Вариант №4

Вариант №5



Последовательность решения задачи:

1. Определим передаточное отношение передач (i_i):

Передаточное отношение определяется как отношение (по модулю) скорости входного звена к скорости выходного:

$i = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = z_2 / z_1 = D_2 / D_1$;

Выбираем по заданной кинематической схеме формулу для определения передаточного отношения.

2. Определим общее передаточное отношение:

$i_{общ.} = i_1 * i_2 * i_3 * ... i_n$

3. Определим частоту вращения (n_2) ведомого вала **А**, зная частоту вращения ведущего вала (n_1).

$n_2 = n_1 / i_{общ.}$

Передаточное отношение показывает, во сколько раз изменяется скорость (угловая или линейная) ведомого вала по сравнению со скоростью ее ведущего звена.

Ответ: Частота вращения ведомого вала стала меньше в (i) раз и равна n_2.

Пояснения к выполнению работы

Основные сведения

Для изучения механизма необходимо знать число и виды кинематических пар, число звеньев, их основные размеры и взаимное расположение. Все это изображается на кинематической схеме механизма условными обозначениями пар и звеньев. Условные обозначения установлены ГОСТ 2.770–68. Основные виды звеньев и кинематических пар приведены в таблицах 1и 2.

При изучении работы различных станков, механизмов, при их наладке или ремонте, при монтаже электрического оборудования нередко требуется уяснить принципиальную связь между элементами монтируемого устройства без уточнения его конструктивных особенностей. Для этой цели предназначаются различные схемы: кинематические, гидравлические, электрические и другие.

Кинематические схемы отображают связь и взаимодействие между подвижными элементами устройства, гидравлические – показывают систему управления посредством жидкости, а электрические схемы поясняют принцип работы и взаимосвязь между элементами электрического устройства.

На схемах детали изображаются упрощенно, посредством условных обозначений, установленных стандартами. На переднем форзаце показана кинематическая схема вертикально-сверлильного станка с наглядным пояснением условных обозначений сборочных единиц и деталей.

Схемы являются неотъемлемой частью комплекта конструкторских документов для многих изделий и вместе с другими графическими материалами дают сведения, необходимые при проектировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации и изучении изделий. Они широко используются как иллюстрации к различным описаниям, наглядно разъясняя связь между элементами изделий и принцип их работы.

Схемы строят с учетом следующих требований:

1. Упрощенные изображения и условные обозначения для элементов различных систем выполняют согласно стандартамЕСКД.

2. Условные знаки, не требующие соблюдения масштаба, вычерчивают с сохранением одинаковых размеров при повторении их на одной и той же схеме. Выполняются они в прямоугольной или аксонометрической (наглядной) проекциях.

3. Надписи на схемах дают краткие и предельно ясные. Выполняют их стандартным чертежным шрифтом.

4. Условные изображения, отличающиеся от установленных стандартами ЕСКД, которые оказалось необходимым использовать в схеме, должны быть пояснены.

Чтение схемы начинают с общего ознакомления, обзора схемы.

По условным обозначениям элементов устанавливают вид схемы. Затем подробно рассматривают элементы схемы по их условным изображениям и буквенным обозначениям: определяют точные наименования всех элементов, уточняют их характеристики, используя для этого спецификацию.

Завершается чтение схемы полным уяснением принципа работы всего устройства и назначения всех его элементов путем последовательного выяснения связей между ними.

Таблица 1 Основные виды звеньев, используемых в механизмах

№ п/п	Наименование	Определение	Внешний вид и условное обозначение на кинематической схеме
1.	Стойка	Звено, принимаемое за неподвижное	
2.	Кривошип	Вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать полный оборот вокруг неподвижной оси	
3.	Коромысло	Вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать только неполный оборот вокруг неподвижной оси	
4.	Кулиса	Звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару	
5.	Ползун	Звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой	
6.	Шатун	Звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями	
7.	Кулачок	Звено, имеющее элемент высшей пары, выполненный в виде поверхности переменной кривизны	

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с моделью механизма, установить его назначение (например, преобразование вращательного движения в поступательное), определить число звеньев и кинематических пар. Составить кинематическую схему механизма без учета масштаба, обозначив на ней размеры, подлежащие измерению.

2. Измерить расстояние между центрами шарниров, расстояние до неподвижных направляющих, углы между плечами звеньев. Составить таблицу параметров звеньев механизма.

3. Выделить неподвижные элементы кинематических пар, принадлежащие стойке (базовые точки и линии) и нанести их на схему с учетом выбранного масштабного коэффициента длинны, указав расстояния в миллиметрах непосредственно на чертеже. За начало координат базовых точек и линий принять центр вращения кривошипа.

4. Вычертить одно из положений ведущего звена, при котором в механизме нет наложения одного звена на другое. Показать стрелкой направление движения ведущего звена.

5. В выбранном масштабе вычертить кинематическую цепь, образованную остальными звеньями механизма, используя метод планов положений звеньев.

6. Пронумеровать звенья римскими цифрами, а кинематические пары – арабскими цифрами. Кроме того, центры вращательных кинематических пар обозначить прописными буквами латинского алфавита. Указать масштабный коэффициент длинны, использованный при построении кинематической схемы.

Содержание отчета:

Наименование и цель работы

Кинематическая схема своего варианта

Расчеты

Выводы по работе

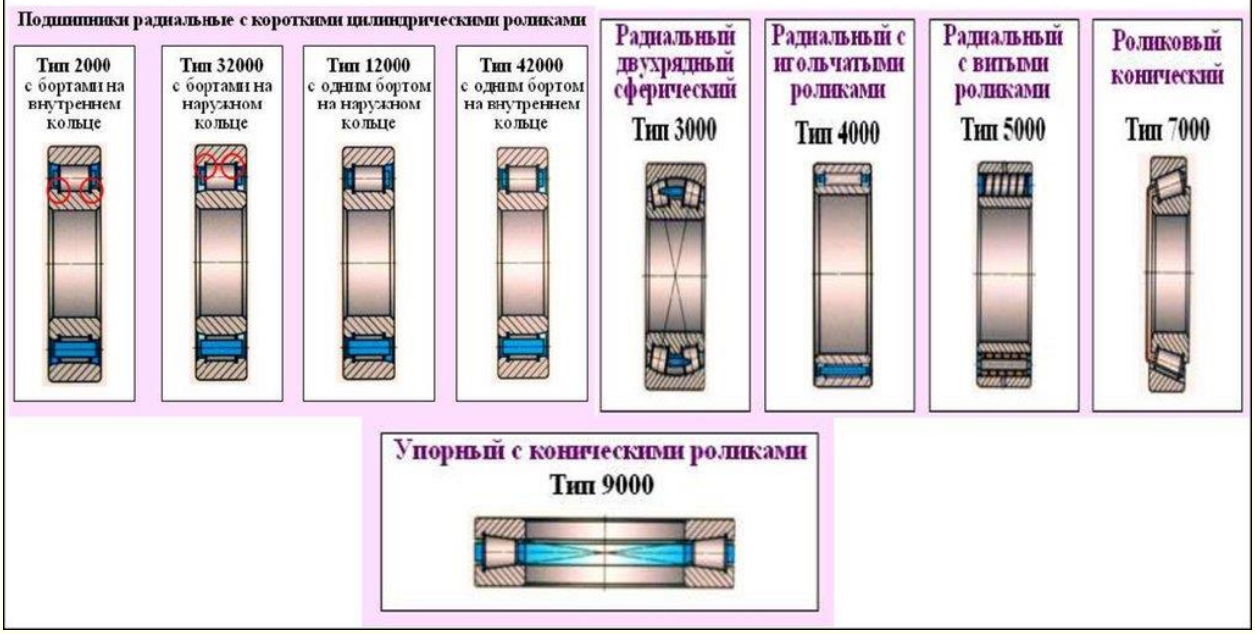
Расшифровка маркировки подшипника

Рис. 1. Подшипники

Классификация роликовых подшипников по конструкции

Существуют следующие конструкции роликовых подшипников: роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами по ГОСТ 8328, роликовые радиальные с длинными цилиндрическими роликами (нестандартные), роликовые игольчатые по ГОСТ4657, роликовые с витыми роликами ОСТ 26005, роликовые радиальные сферические по ГОСТ5721, роликовые конические по ГОСТ 333 (с малым углом конуса) и по ГОСТ 7260 (с большим углом конуса), роликовые конические двухрядные по ГОСТ6364, роликовые упорные различного исполнения.

Ниже приведены некоторые исполнения роликовых подшипников.



Расшифровка маркировки подшипника

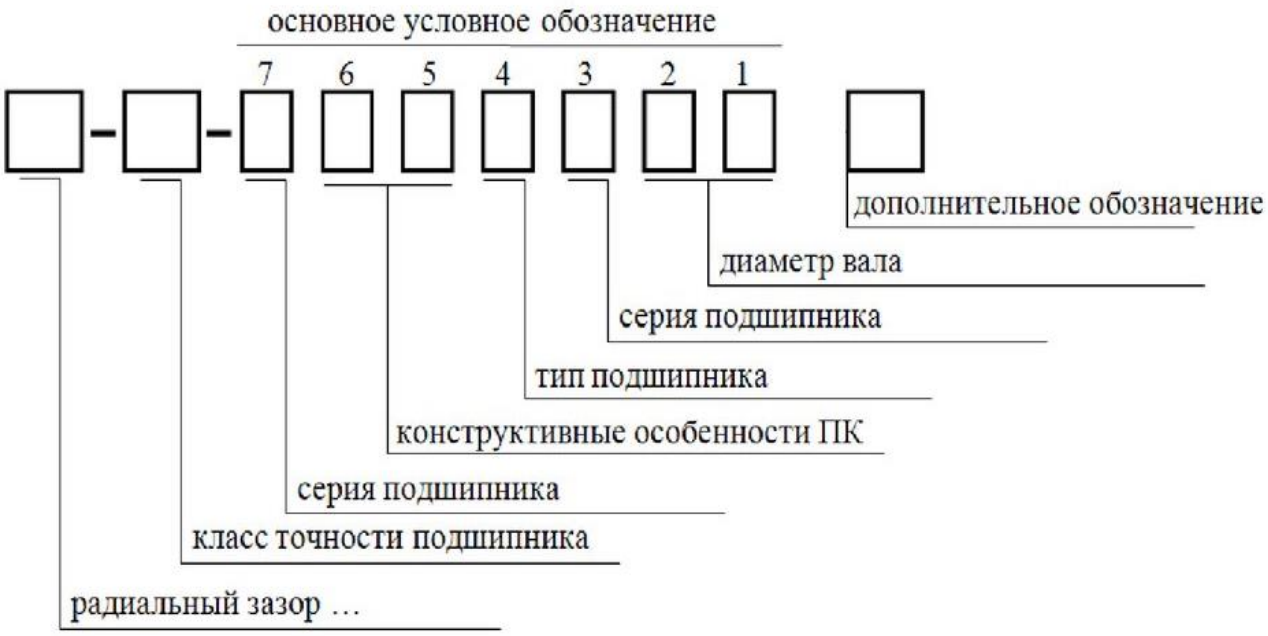


Рис. 2. Расшифровка маркировки подшипника

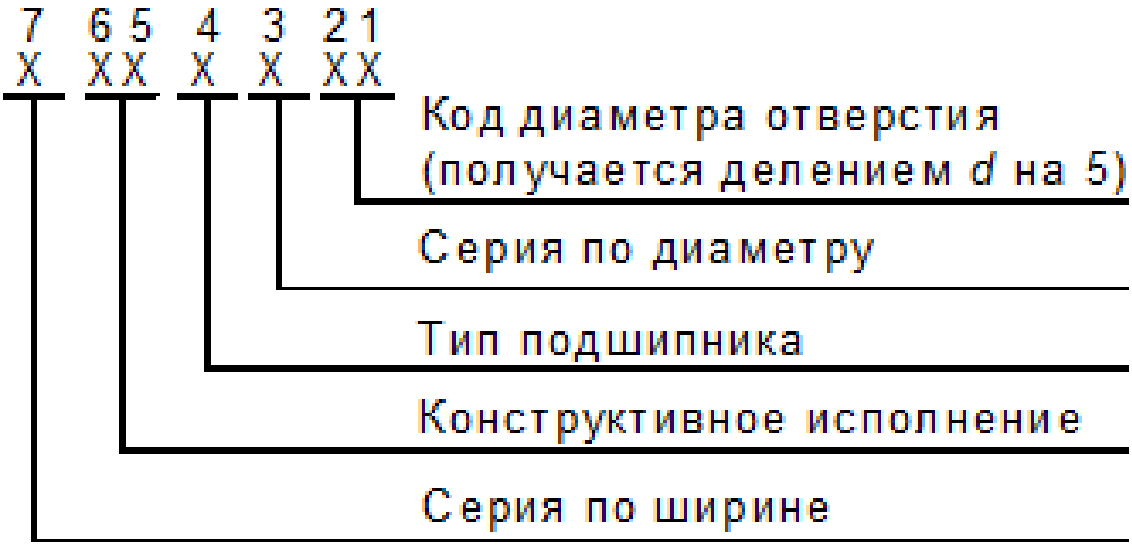


Рис. 2. Пример расшифровки маркировки подшипника

Примеры основных условных обозначений подшипников по

схеме 1:

- **1000094** - подшипник шариковый радиальный однорядный с диаметром отверстия 4 мм, серии диаметров 9, серии ширин 1, основного конструктивного исполнения;
- **25** - подшипник шариковый радиальный однорядный с диаметром отверстия 5 мм, серии диаметров 2, серии ширин 0, основного конструктивного исполнения;
- **184009/1,5** - подшипник шариковый радиальный однорядный с упорным бортом на наружном кольце с диаметром отверстия 1,5 мм, серии диаметров 9, серии ширин 1;
- **1068** - подшипник шариковый радиальный сферический основного конструктивного исполнения с диаметром отверстия 8 мм, неопределенной серии (6).

схеме 2:

- **32205** - подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами без бортов на внутреннем кольце с диаметром отверстия 25 мм, серии диаметров 2, серии ширин 0;
- **4074103** - подшипник радиальный роликовый игольчатый с массивными кольцами с диаметром отверстия 17 мм, серии диаметров 1, серии ширин 4;
- **901** - подшипник радиальный шариковый однорядный с диаметром отверстия 12,7 мм (01 - обозначение ближайшего из указанных в табл. 31 диаметра отверстия 12 мм), неопределенной серии (9);
- **602/32** - подшипник радиальный шариковый однорядный с защитной шайбой, с диаметром отверстия 32 мм серии диаметров 2, серии ширин 0;
- **20071/1175** - подшипник роликовый конический однорядный основного конструктивного исполнения с диаметром отверстия 1175 мм серии диаметров 1, серии ширин 2.

Выполнить отчет по практической работе

Список литературы

Основные источники:

1. Ахметзянов, М. Х. Техническая механика (сопротивление материалов): учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 297 с.

Дополнительные источники:

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учеб. пособие / Л.И.Вереина, М.М.Краснов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.
2. Опарин И.С. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /И.С.Опарин. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр 5«Академия», 2014. – 144 с.
3. Опарин И.С. Основы технической механики: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования /И.С.Опарин. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 96 с.
4. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий [Текст]: учебное пособие для учреждений проф. образования / В.П. Олофинская. - 3-е изд., испр. – М., 2010. – 349 с.
5. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике [Текст]: учебное пособие для учреждений СПО / В.И. Сетков. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 224 с.
6. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ - 3-е изд., стер.- М: Академия, 2016. – 528 с.

Интернет-ресурсы:

1. Образовательный портал: http//www.edu.sety.ru
2. Образовательный портал: http//www.edu.bd.ru
3. Книжный портал. Техника: http//www.bookivedi.ru
4. Техническая литература: http//www.eурдше.ru
5. Портал нормативно-технической документации: http//www.pntdoc.ru

Контрольные вопросы:

1.Для чего используются кинематические схемы?

2.Что отображают кинематические схемы?

3.С чего начинают чтение кинематических схем?

4.Чем заканчивают чтение кинематических схем?

5.

Практическая работа №5

Тема: Измерение размеров с помощью микрометра, штангенциркуля, угломера и других инструментов

Цель работы: познакомиться с рядом измерительных инструментов, используемых в промышленности для измерения и контроля геометрических размеров деталей; получить практические навыки работы с данными инструментами

Время выполнения: 2 часа

Оборудование: Учебно-методическая литература, штангенциркуль, микрометр, образцы деталей, тетрадь, ручка, карандаш, линейка

Ход работы:

1. Изучите теоретические сведения.

Основные сведения

Для обеспечения высокого качества изделий необходимо, чтобы все параметры деталей (размеры, предельные отклонения форм, расположения поверхностей и др.) были выполнены с заданной точностью.

В технике эти параметры проверяют двумя способами - измерением и контролем.

Измерением называют нахождение физической величины (длины, массы, электрического сопротивления и т.д.) с помощью специальных технических средств.

При контроле обычно не находят действительные величины, а устанавливают, что они находятся в заданных пределах.

Измерения могут быть прямыми и косвенными. При прямом измерении величину находят непосредственно, например, угол при измерении - угломером, длину - линейкой. При косвенном измерении величину находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям (например, находят угол по измеренным длинам катета и гипотенузы). Косвенные измерения в некоторых случаях позволяют получить более точные результаты, чем прямые.

Применяют различные методы измерений. Методом непосредственной оценки (абсолютное измерение) определяют измеряемую величину непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора. Например, определение диаметра вала микрометром, штангенциркулем.

Метод сравнения с мерой (относительное измерение) заключается в сравнении измеряемой величины с известной. При относительных измерениях определяемую величину сравнивают известной мерой, или эталоном.

Штангенциркуль — универсальный инструмент, предназначенный для измерений с высокой точностью: наружных и внутренних размеров, а также глубин отверстий.

Штангенциркуль — самый популярный инструмент измерения во всём мире, благодаря простой конструкции, удобству в обращении и быстроте в работе.

К распространенным средствам измерения относятся различные штангенинструменты: штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы.

Рисунок 1 - Штангенциркуль со стрелкой на круговой шкале

Рисунок 2 - Штангенциркуль с цифровой индикацией

Штангенциркуль ШЦ-1 с пределами измерений 0-125 мм и величиной отсчета по нониусу 0,1 мм Предназначен для наружных и внутренних измерений и для измерения глубин. Характерной особенностью для штангенинструментов является наличие линейного нониуса (дополнительной шкалы) для отсчета целых и дробных величин цены деления штанги.

2. Ознакомиться с устройством штангенциркуля:

а) изучить все части и их назначение (рисунок 3, а);

б) освоить устройство нониуса штангенциркуля (рисунок 3,6).

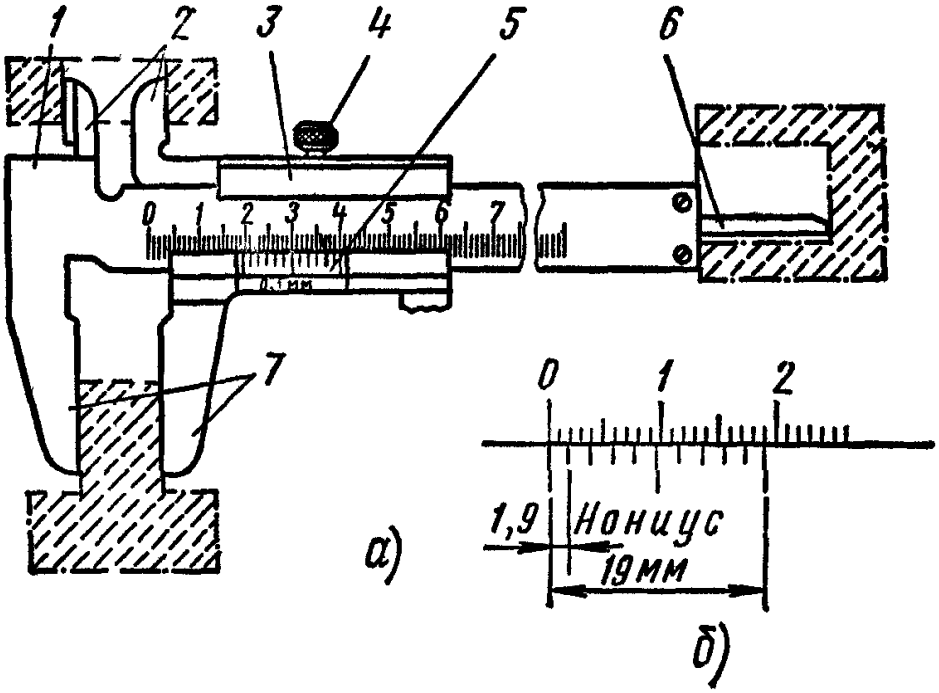


Рисунок 3 - Штангенциркуль:

а - штангенциркуль ШЦ-1: 1 - штанга, 2, 7 - губки, 3 - подвижная рамка, 4 – зажим, 6 - шкала нониуса, 6 — линейка глубиномера; б — нониус

3. Подготовить штангенциркуль к работе:

а) проверить комплектность инструмента;

б) произвести наружный осмотр: губки и торец штанги должны быть в полном порядке; на измерительных поверхностях не должно быть следов коррозии, забоин, царапин, затупленных острых концов губок или других дефектов, влияющих на точность измерения; штрихи и цифры шкал должны быть отчетливыми и ровными; проверить взаимодействие отдельных частей штангенциркуля, плавность хода рамки 3, параллельность губок 2 и 7, нет ли перекоса, тугого передвижения движка рамки;

в) проверить нулевое положение штангенциркуля: привести в соприкосновение губки штангенциркуля. Губки по всей длине должны быть параллельными. Зазора по краям губок не должно быть. Нулевой штрих нониуса должен совпадать с нулевой риской основной шкалы; размер просвета между измерительными поверхностями сведенных губок штангенциркуля оценивают при дневном освещении «на глаз». При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (не более 6 мкм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса с начальным штрихом основной шкалы, если инструмент не отрегулирован, то в фактическое показание инструмента нужно вносить соответствующую поправку, равную начальной погрешности, но с

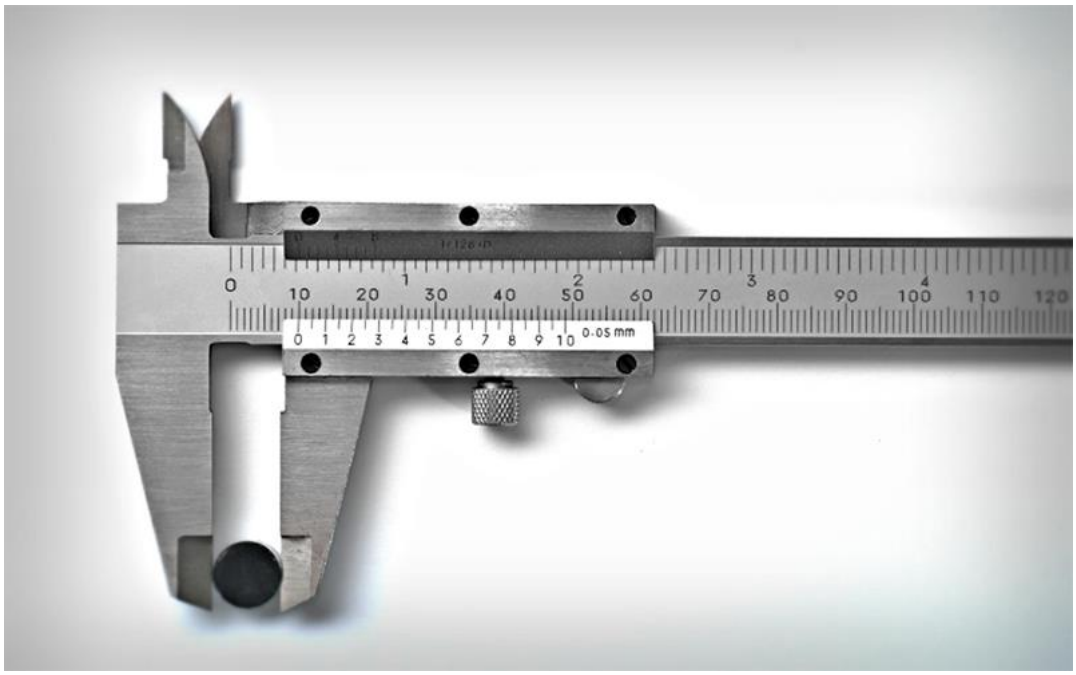
обратным знаком; случае большого несовпадения нулевых штрихов необходимо отжать винты нониуса, сдвинуть нониусную пластинку до совпадения штрихов и закрепить ее винтами.

4. Выполнить измерения линейных размеров детали, предложенной преподавателем, результаты записать в тетрадь.

5. Определить с помощью штангенциркуля площадь сечения кабеля, результаты записать в тетрадь.

Площадь сечения кабеля определите по формуле $S = \pi d^2/4$

6*. Предложите метод измерения линейных размеров детали с наибольшей точностью.



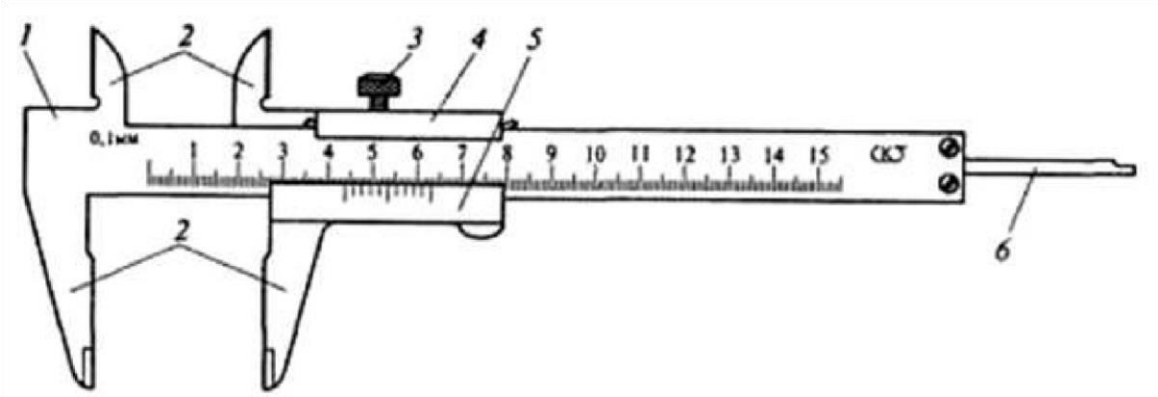


Рисунок: Штангенциркуль ШЦ-1:1-штанга, 2-измерительные губки, 3-зажим рамки,

4- рамка, 5 –нониус, 6-линейка глубиномера

Приемы измерения:

а) наружных поверхностей

Измеряемую деталь помещают между рабочими поверхностями длинных губок, слегка поджимая ее к неподвижной губке. Затем небольшим усилием большого пальца правой руки перемещают подвижную губку до соприкосновения с деталью и закрепляют положение рамки стопорным винтом. По окончании измерения осторожно снимают с детали штангенциркуль и отсчитывают по нониусу размер.

б) внутренних поверхностей

Размеры паза или отверстия у деталей измеряют короткими губками. Губки вставляют в отверстие (паз), раздвигая их до полного соприкосновения со стенками отверстия и фиксируя положение рамки стопорным винтом (следует особо тщательно найти положение губок, чтобы размер, взятый на штангенциркуле, соответствовал размеру детали). По окончании измерения штангенциркуль осторожно снимают с детали и результат измерения считывают по нониусу.

в) глубины

Глубину измеряют стержнем глубиномера, расположенным в штанге штангенциркуля. При этом торцовую часть штанги ставят на измеряемую деталь и усилием большого пальца правой руки перемещают подвижную губку вниз до упора концом глубиномера в дно или уступ детали. Это положение рамки закрепляют стопорным винтом и результат измерения считывают по нониусу.

Правила чтения показаний штангенциркуля:

Отсчет показаний штангенциркуля ведут при помощи двух шкал: миллиметровой на штанге и шкалы *нониуса*, которая нанесена на нижнюю скошенную часть рамки. "Секрет" измерения десятых долей миллиметра кроется в устройстве нониуса. Длина его шкалы, равная 19 мм, разделена на 10 частей, следовательно, цена каждого деления составляет: 19:10 = 1,9 мм. При полностью сомкнутых губках штангенциркуля нулевые (начальные) штрихи нониуса и штанги совпадают (рис. 1, а).

Внимательно присмотритесь к шкалам и вы увидите, что первый штрих нониуса (1,9 мм) немножко не доходит до второго штриха шкалы на штанге (2 мм). Такая особенность нониуса (2-1,9 = 0,1 мм) позволяет производить измерения с точностью до 0,1 мм.

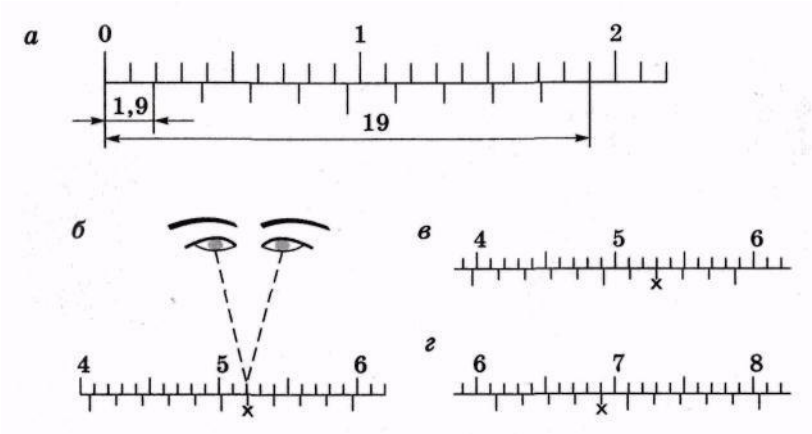


Рис.2 Устройство нониуса (а) и снятие показаний штангенциркуля

б) 40 + 6х0,1 = 40,6 мм; в) 39 + 7х0,1 = 39,7 мм; *г)* 61+4х0,1 = 61,4 мм

Целое число миллиметров в определяемом размере отсчитывают от нулевого деления на шкале штанги до нулевого деления на шкале нониуса.

Обратите внимание: цифры 1,2,3 и т.д. на штанге обозначают соответственно 10, 20,30 и

т.д. миллиметров, а нумерация штрихов на обеих шкалах начинается с нуля.

Установив целую часть размера, ищут ее дробную часть, если нулевой штрих нониуса смещен несколько вправо от найденного штриха штанги. Находят тот штрих на шкале нониуса, который наиболее точно совпадает с любым штрихом шкалы штанги. Например, мы видим (рис. 1, *б),* что это шестой штрих нониуса. Следовательно, дробная часть размера равна 6х0,1 = 0,6 мм, а весь проверяемый размер — 40 + 0,6 = 40,6 мм. На рисунке 1, *в* показан размер, который равен 39 + 0,7 = 39,7 мм, на рисунке 40, г — размер 61,4 мм.

Помните: при отсчете показаний штангенциркуля его нужно держать ровно и строго перед глазами.

При работе со штангенциркулем необходимо быть осторожным, чтобы не пораниться острыми концами его губок или глубиномером.

Задания для практического занятия:

1. Ознакомиться с устройством и приемами измерения штангенциркулями.
2. Обмерить втулку с глухим отверстием.

Порядок выполнения отчета по практической работе

1. Проработайте теоретический материал и ответьте письменно на контрольные вопросы.

2. Определите действительные размеры всех диаметров и длин измеряемой детали с помощью штангенциркуля.

3. Результаты измерений свести в таблицу, где указать номер образца, инструмент и результат измерения.

Номер образца	
Тип штангенциркуля	
L1	
L_2	
…	
L_n	
d1	
d_2	
…	
dn	
Глубина отверстия	

(L_1; L_2;… Ln – длины элементов образца; d_1; d_2; … dn – диаметры элементов образца)

4. Выполните эскиз детали с указанием размеров.

Образец отчета по практической работе

Номер образца	5
Тип штангенциркуля	ШЦ-1
L1	10,5 мм
L_2	24,8 мм
L_3	45,0 мм
L_4	22,8 мм
d_1	40,3 мм
d_2	55,8 мм
d_3	32,6 мм
d_4	28,7 мм

Список литературы:

Основные источники:

1.Багдасарова, Т.А. Допуски и технические измерения: контрольные материалы / Т.А. Багдасарова. - М.: Academia, 2018. - 432 с.

Дополнительные источники:

1.Зайцев С.А., Толстов А.Н., Куранов А.Д. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении М.: Академия, 2005

2.Зайцев С.А., Толстов А.Н., Куранов А.Д. Нормирование точности. М.: Академия, 2004

Интернет-ресурсы:

1.http://www.bookivedi.ru - Книжный портал. Техника

2.http//www.pntdoc.ru - Портал нормативно-технической документации.

3.http//www.tehlit.ru - Техническая литература

Контрольные вопросы

1. Как производится измерение штангенциркулем наружных и внутренних размеров деталей, а также глубин глухих отверстий и уступов?
2. Какие правила надо соблюдать при обращении со штангенинструментами?
3. Укажите, какую роль играют измерения?
4. Расскажите в чем принципиальная разница между измерением и контролем размеров детали?
5. Перечислите основные методы измерений.
6. Где применяют штангенинструменты?
7. Каковы устройства и виды штангенинструментов?
8. Расскажите об устройстве нониуса штангенциркуля.

Практическая работа №6

Тема: Работа с технической документацией.

Работа с современными каталогами по изучению устройства, назначения, основных характеристик измерительных инструментов и приборов.

Изучение устройств измерительных приборов. Проведение измерения с использованием различного измерительного инструмента (штангенинструмент, микрометрический инструмент)

Цель работы:

а) освоение приемов применения штангенциркуля для определения размеров деталей и проверка соответствия этих размеров заданным на эскизе или чертеже, т.е. определение годности контролируемых деталей;

б) освоение приемов использования гладких микрометров для измерения размеров деталей и проверка соответствия этих размеров заданным на эскизе или чертеже, т.е. определение годности контролируемых деталей.

Задание:

1.изучить конструкцию штангенциркуля, рассмотреть порядок отсчета показаний и определить результаты измерений по шкалам его штанги и нониуса, освоить приемы измерения размеров деталей разных форм.

Провести измерения на контролируемой детали и оценить ее годность.

2. изучить конструкцию гладкого микрометра, рассмотреть порядок отсчета показаний и определения результатов измерения по шкалам его стебля и барабана. Освоить приемы измерения размеров деталей разных форм, провести измерения на контролируемой детали и оценить ее годность.

Выполнить отчет в письменном виде.

Время выполнения: 1 час

Оборудование: Учебно-методическая литература, тетрадь, ручка, карандаш, линейка

Материальное оснащение: макет штангенциркуля, штангенциркули ШЦ-1-125—0,1 (ГОСТ 166—89), ШЦ-Н-250—630-0,05 (ГОСТ 166—89), ШЦ-Ш-0—500-0,05 (ГОСТ 166—89), детали, эскизы или чертежи деталей, макет гладкого микрометра, гладкий микрометр, детали, эскизы или чертежи деталей.

Измеряемая деталь: деталь типа «вал».

Основные сведения

1.Штангенциркуль

Штангенциркуль используется для определения наружных и внутренних диаметров, линейных размеров, глубин канавок и отверстий, а также расстояний между уступами. Некоторые модификации позволяют наносить разметку на поверхности заготовок. Инструмент применяется для измерения обрабатываемых деталей на механических и слесарных производственных участках, контроля выработки изнашиваемых поверхностей при проведении ремонта оборудования, благодаря простоте в освоении используется в домашних мастерских.

Конструкция штангенциркуля

Представленный на рис. 1 штангенциркуль ШЦ-1.

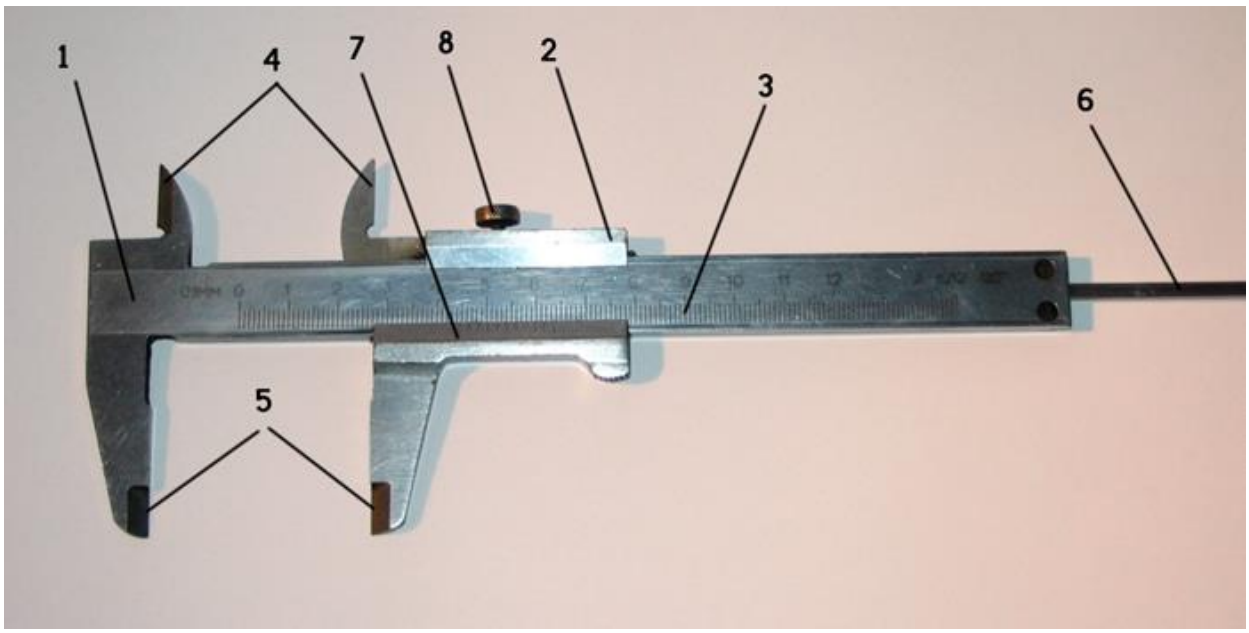
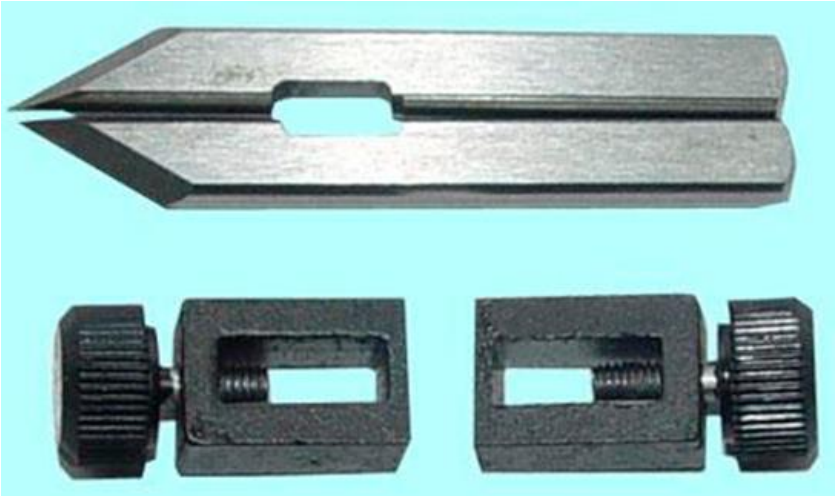


Рис.1. Штангенциркуль типа ШЦ-1: 1 - штанга; 2 – рамка; 3 - измерительная шкала; 4 - верхние губки; 5 - нижние губки; 6 – глубиномер; 7 - шкала нониуса; 8 - зажимной винт

Выбор штангенциркуля для конкретной задачи определяется габаритами, конструктивными особенностями детали и требованиями к точности размеров. Инструменты различаются следующими параметрами:

- **Диапазоном измерений**. Длина шкалы на штанге составляет от 125 до 4000 мм.
- **Точностью**. Распространенные модификации имеют погрешность 0.1, 0.05, 0.02 и 0.01 мм.
- **Функционалом**. Существуют штангенциркули с глубиномером и без него.
- **Количеством и формой мерительных поверхностей.** Губки односторонних и двухсторонних инструментов бывают плоскими, заостренными или закругленными.
- **Конструкцией отсчетного устройства**. Оно бывает нониусным, механическим часового типа или электронным.

Штангенциркули изготавливаются из износостойких инструментальных сталей, а их мерительные поверхности могут быть усилены твердосплавными напайками. Для разметки деталей на незаостренные губки устанавливают резцы (рис. 2), комплектующиеся державками и зажимными винтами.



Порядок измерений

Инструмент и деталь нужно подготовить к работе: удалить загрязнения, свести губки вплотную и убедиться в том, что показания соответствуют «0». Для измерения наружного диаметра или линейного размера необходимо:

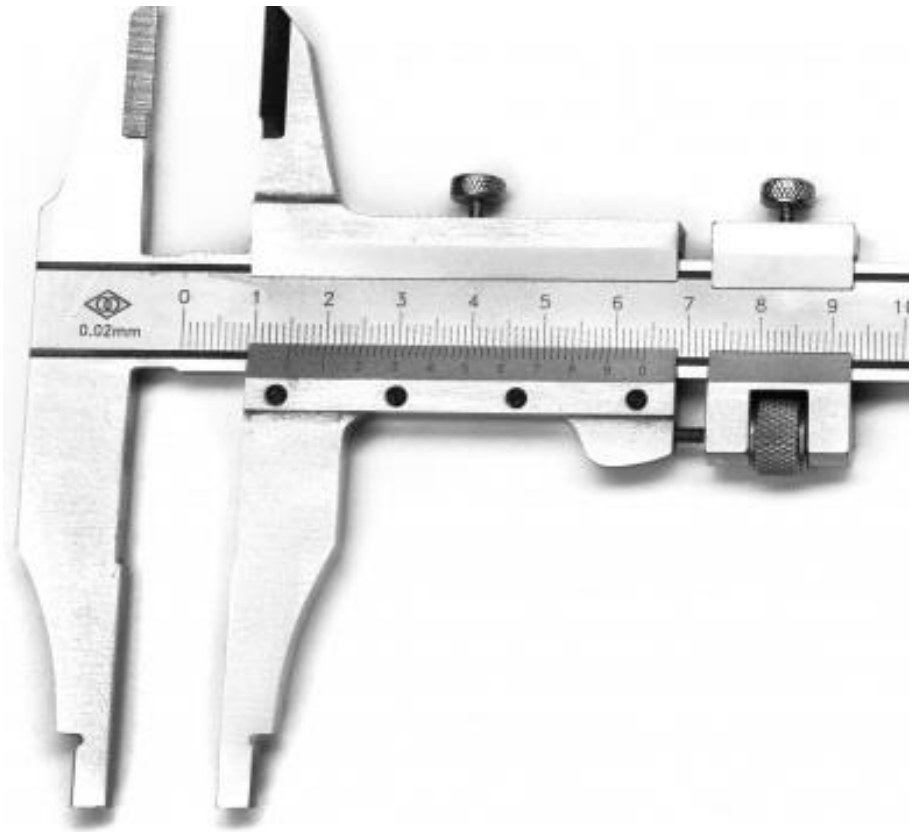
- развести губки путем передвижения рамки;
- сдвинуть до плотного прилегания к контрповерхостям;
- зафиксировать положение рамки стопорным винтом;
- вывести штангенциркуль для оценки полученных результатов.

Чтобы измерить внутренний размер, губки сводят в «0», а затем раздвигают до соприкосновения с контрповерхностями. Если конструктивные особенности детали позволяют увидеть шкалу, то показания считывают без фиксации и выведения.

Для измерения глубины отверстия:

- перемещением рамки выдвигают глубиномер;
- опускают его в отверстие до дна и прижимают к стенке;
- перемещают штангу до упора в торец;
- фиксируют стопорным винтом и выводят.

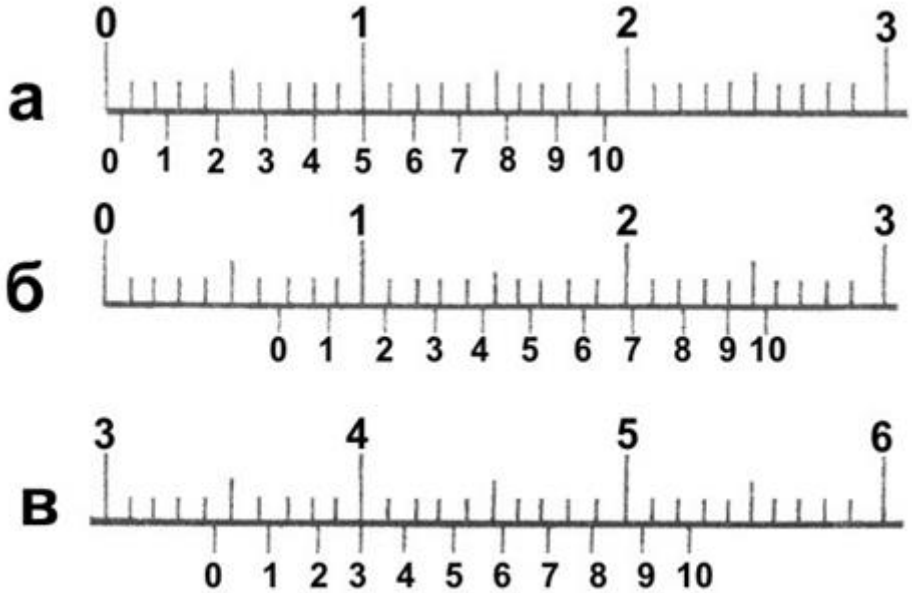
Точность результатов зависит от правильности позиционирования губок относительно детали. Например, при определении диаметра цилиндра штанга должна пересекаться или скрещиваться с его продольной осью под прямым углом, а при измерении длины – располагаться параллельно. В штангенциркулях типа ШЦ-2 и ШЦ-3 есть дополнительная рамка, которая подвижно соединяется с основной микрометрическим регулировочным винтом (рис.3). Такая конструкция упрощает позиционирование инструмента. При проведении замеров дополнительную рамку фиксируют на штанге, а положение основной регулируют вращением микрометрического винта.



Считывание результатов

По нониусной шкале

Количество целых миллиметров отсчитывается от нулевого деления на рейке до нулевого деления нониуса. Если они не совпадают, то размер содержит доли миллиметра, соответствующие точности инструмента. Чтобы определить их, необходимо на нониусе отсчитать от нуля до штриха, совпадающего с риской на штанге, а затем умножить их количество на цену деления.



На рисунке 4 показаны размеры: а – 0.4 мм, б – 6.9 мм, в – 34.3 мм. Цена деления нониуса 0.1 мм

По часовому индикатору

Количество целых миллиметров отсчитывают на штанге от нуля до последней риски, не скрытой под рамкой. Доли определяют по индикатору: номер деления, на котором остановилась стрелка, умножают на его цену.

На рисунке 5 показан размер 30.25 мм. Цена деления индикатора 0.01 мм.

По цифровому табло

Здесь считать не нужно, размер отображается на дисплее.

Для определения внутреннего размера, снятого инструментом с радиусными мерительными поверхностями (нижние губки на рис. 3), к показаниям на шкале

добавляют их толщину, которая указана на неподвижной губке. Чтобы посчитать наружный размер, снятый штангенциркулем с резцами (рис. 2), их толщину отнимают от показаний на шкале.

Разметка

Обычный штангенциркуль с заостренными мерительными поверхностями справляется с базовыми разметочными операциями. Упирая одну губку в боковину детали, кончиком второй можно нанести черту на перпендикулярную ей поверхность. Линия получается равноудаленной от торца и копирует его форму. Чтобы начертить отверстие, нужно накернить его центр: углубление служит для фиксации одной из губок. Подобным образом можно использовать любой прием начертательной геометрии.

Твердосплавные напайки и резцы оставляют заметные царапины на деталях из сталей твердостью выше 60 HRC. Существуют также узкопрофильные штангенциркули, разработанные исключительно для разметки.

Почему возникают ошибки при измерениях

Наиболее распространенные ошибки, снижающие точность результатов измерений исправным инструментом:

- Чрезмерное давление на рамку вызывает перекос относительно штанги. Такой же эффект получается, если при измерении нижними губками сводить штангенциркуль за верхние.
- Установка губок на галтели, фаски и скругления.
- Перекосы при позиционировании.
- Нарушение калибровки инструмента.

Первые три ошибки чаще всего возникают от недостатка опыта, и уходят с практикой. Последнюю нужно предотвратить на этапе подготовки к измерениям. Проще всего выставить «0» на электронном штангенциркуле: для этого там предусмотрена кнопка (на рис. 6 кнопка «ZERO»). Часовой индикатор обнуляется вращением винта, расположенного в его нижней части. Чтобы откалибровать нониус, отпускают винты крепления к рамке, передвигают его в нужное положение и снова фиксируют.

Деформации элементов штангенциркуля и износ мерительных поверхностей делают инструмент непригодным к использованию. Для снижения количества брака на производстве штангенциркули проходят периодическую поверку в метрологических службах. Для проверки точности инструмента и приобретения навыков в бытовых условиях можно измерять детали, размеры которых заранее известны: например, хвостовики сверл или кольца подшипников.

2.Микрометр

При работе часто появляется потребность высокоточного измерения толщины стенок деталей, что сделать можно при наличии узкоспециализированного инструмента. К таковым инструментам относится микрометр, имеющий много общего со штангенциркулем. Однако этот прибор имеет свои технические особенности, поэтому как пользоваться микрометром, знают далеко не многие мастера, имеющие в распоряжении соответствующий измерительный инструмент.

Конструкция прибора и как он работает

Микрометр МК относится к категории измерительных инструментов, предназначенных для проведения высокоточных замеров. Высокая точность измерений обеспечивается конструкцией рассматриваемого инструмента. К основным составляющим частям этого измерительного прибора относятся:

1. Скоба или дужка, имеющая С-образную конструкцию
2. Стебель — измерительная часть, на которой находится шкала
3. Рабочая часть, состоящая из пятки и шпинделя

Если взять в руки микрометр впервые, то возникает вопрос, как ним надо правильно пользоваться. Ведь внешне прибор хотя и имеет простую конструкцию, но при попытке измерить что-либо, возникает много трудностей. Чтобы произвести правильные измерения микрометром, надо разобраться с его устройством и принципом работы детально.

Работа измерителя заключается в перемещении подвижного винта, который соединен с измерительной осью. Перемещение винта способствует его отклонению от нулевой отметки. Для выявления показаний размеров детали, на стебле прибора имеется шкала, цена деления которой составляет 0,5 мм, что зависит от точности микрометра.

Чтобы разобраться, как надо пользоваться микрометром, требуется научиться читать шкалу этого инструмента. Как и со шкалой штангенциркуля, для снятия замеров микрометром, требуется соответствующий подход. Для этого прибор оснащен двумя шкалами:

- Неподвижная или основная — расположена на стебле, и ее еще называют круговой. Неподвижная шкала имеет разметку, шаг деления которой составляет 1 мм между большими рисками и 0,5 мм между большой и малой
- Подвижная или крутящаяся (нониусная) — происходит исчисление доли миллиметра. Для уточнения размера детали, понадобится сложить полученные результаты на подвижной и неподвижной части

Подвижный барабан имеет 50 делений, а один оборот его соответствует значению в 0,5 мм.

На торцевой части рассматриваемого инструмента находится трещотка, которая предназначена для того, чтобы исключить повреждение измеряемой детали. При соприкосновении подвижного шпинделя с измеряемой деталью, происходит прокручивание трещотки. Это прокручивание и есть сигналом о том, что можно производить измерения. Перед тем, как научиться измерять микрометрами, требуется разобраться с их видами. Знать виды микрометров надо, чтобы выбрать инструмент для соответствующих измерительных работ.

Виды измерителей и их назначение

Рассматриваемые виды измерительных устройств классифицируются по такому признаку, как цель измерений. Если возникла потребность воспользоваться рассматриваемым инструментом, то в материале подробно описана инструкция.

Какие микрометры бывают по типу индикации

Индикатор или способ выявления показаний инструмента может выполняться по-разному. В зависимости от модели прибора, они бывают следующих видов:

1. ***Аналоговые*** — это самые простые устройства, которые у многих мастеров остались еще с советских времен. Сегодня такие устройства также можно приобрести, к примеру, в интернет магазине Цилиндр. Они имеют простую конструкцию, что является главным и непосредственным достоинством. Простота отражается на долговечности измерительного инструмента. К числу достоинств относится цена, составляющая от 250 гривен в Цилиндре. Есть и недостаток у аналоговых микрометров — это трудности измерений, но и с этим можно справиться, если научиться работать прибором.

2. ***Стрелочные, часовые или рычажные*** — усовершенствованная модель аналоговых устройств, которые в конструкции имеют дополнительно шкалу со стрелочным указателем. Это облегчает применение измерительного МК, так как показания отображаются на шкале за счет перемещения стрелки. Их недостаток в том, что достаточно прибор уронить, чтобы он вышел из строя. Стоят стрелочные устройства дороже аналоговых, поэтому стоит ли покупать такой инструмент, зависит от предпочтений

3. ***Цифровые*** — научиться пользоваться этими устройствами проще всего, так как показания указываются непосредственно на дисплее. Однако главное достоинство цифровых измерителей не в простоте применения, а высокой точности, так как они

позволяют получать информацию с точностью до сотых и даже тысячных долей миллиметров. При этом стоят они в 2-3 раза дороже стрелочных, и также выходят из строя, если уронить их. Покупать цифровые модели рационально только в таких случаях, когда приходится проводить измерения в больших объемах, а также при необходимости получения результатов с высокой точностью

4.***Лазерные*** — это самые современные модели, работа которых связана с анализом лазерного луча. При помощи специального фотоэлемента выполняется расчет разницы отклонения луча, и уже готовые данные выводятся на дисплей. Применяются они преимущественно в контрольно-измерительных лабораториях, когда важна максимальная точность конечных сведений. В быту практически не применяются, так как стоят достаточно дорого, а также требуют бережного ухода.

Если на аналоговых и стрелочных приборах время получения результатов зависит от самого пользователя, так как показания выявляются вручную, то на цифровых и лазерных это происходит в автоматическом режиме. Время автоматического измерения длится несколько секунд, и после пользователь может использовать полученные сведения в своих целях.

Какими бывают микрометры по области применения

Микрометры принадлежат к категории узкоспециализированных измерительных инструментов, которые нашли свое применение в разных сферах, где важна высокая точность. В зависимости от деталей, которые необходимо измерить, рассматриваемые приборы бывают следующих видов:

1. Гладкие — обычный механический измеритель, которым выполняются работы по выявлению размеров круглых и плоских деталей. Обычно применяется для уточнения точного диаметра детали, а также его сечения
2. Зубомер — вид механического микрометра, оснащенный конусообразными насадками, за счет которых можно померять ширину паза или размер зубьев
3. Измеритель для труб — узкоспециализированный вид, предназначенный для снятия замеров неровной и бугристой поверхности на трубах
4. Толщиномер — измеритель для выявления точных показаний толщины листовых материалов
5. Универсальные приборы — имеют функцию замены насадок, что позволяет использовать один инструмент для измерения разных видов деталей. Их главный недостаток в том, что способность смены насадок влияет на качество проводимых измерений

6. Проволочные — узкоспециализированный прибор, главное назначение которого в том, чтобы уточнять размеры проволочных деталей, а также шариков из подшипников

7. Призматический прибор — свое название инструмент получил за счет специфической конструкции в виде призмы. Применяется устройство для выявления диаметра лезвия и ножей

8. Канавочный — имеет специальный щуп для измерения глубины канавок. Щуп утапливается в канавке, размер которой надо узнать, и производятся соответствующие измерения

9. Резьбовые устройства — имеются специальные насадки, которые размещаются в конструкции резьбового соединителя. Одна часть насадки имеет острый наконечник, а вторая в виде паза. Приборы позволяют замерять метрические и дюймовые типы резьбы

10. Двухшкальный микрометр — конструктивно имеет вид двойного микрометра, который предназначен для уточнения размеров деталей сложных форм и конструкций

11. Приборы для измерения горячего проката — инструмент для измерения толщины проката при его прохождении через щипцы. Устройство оснащено специальным колесом, на котором имеется специальная разметка

12. Нутрометр — используется для контроля внутреннего диаметра вытачиваемых деталей

Обычно из всех видов приборов, в хозяйстве используется не более двух. Перед тем, как начинать применение инструмента с целью проведения измерений, его следует

откалибровать. Что такое калибровка, зачем она нужна и как проверяется измеритель на точность показаний, выясним подробно.

Калибровка микрометра и его точность

Перед каждым применением рассматриваемый тип инструмента нуждается в настройке. Эта настройка связана с тем, что измеритель следует выставить на точность измерений. Чтобы разобраться в вопросе о том, что прибор настроен правильно, понадобится выполнить такие манипуляции:

1. Удалить с поверхности губок загрязнения и остатки деталей. Для этого используется исключительно тонкий лист бумаги, но никак не наждачная бумага или камень. Инструкция по очистке поверхности губок микрометра имеет следующий вид — сначала надо расположить лист бумаги между губками, и свести их, а затем аккуратно и медленно извлечь его так, чтобы он не порвался

2. Воспользоваться эталонными образцами, чтобы узнать точность показаний. Эталонный образец представляет собой прямоугольную стальную деталь, на которой указывается точный ее размер. Установив эту деталь между губками, по показаниям выявляется совпадение измерений

3. Проверка исправности — это относится к стрелочным и цифровым измерителям. В стрелочных устройствах из строя может выйти указатель, а на цифровых разрядиться батарейка

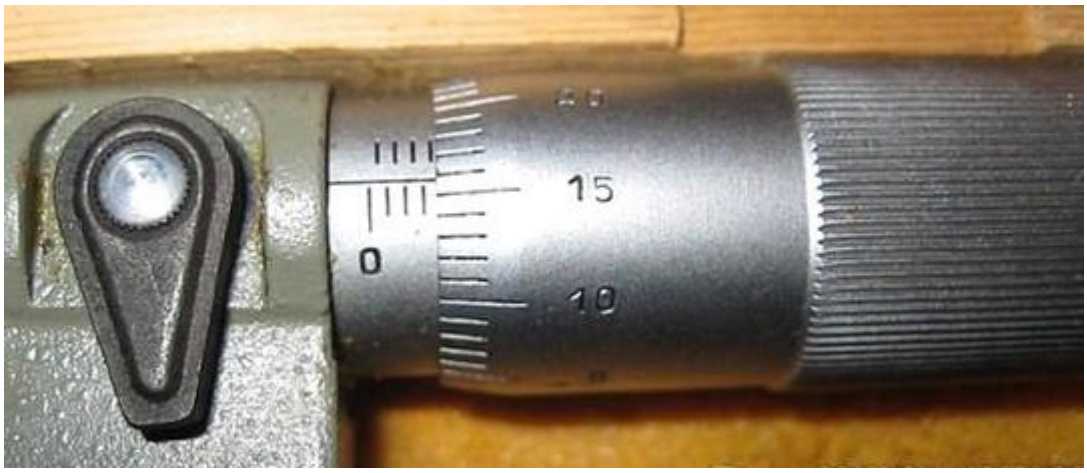
После проверочных манипуляций инструмента, можно приступать к измерительным процедурам. Чтобы измерить деталь микрометром, не обязательно для этого обращаться к специалистам. Надо научиться пользоваться этим узкоспециализированным устройством, тем более, если он имеется в хозяйстве.

Инструкция по применению инструмента — выставляем прибор на ноль

Чтобы произвести необходимые измерительные манипуляции, следует первоначально инструмент установить на ноль. Установка нуля нужна, чтобы получить максимально-точные измерения. Как выставить микрометр на ноль, знают не многие, поэтому имеется инструкция:

1. Очистить поверхность лапок с помощью листа бумаги
2. Свести лапки прибора до упора
3. Зажать фиксирующий винт
4. Риски на шкале должны совпадать с нулевой отметкой
5. Если они не совпадают, тогда при помощи стебля необходимо произвести настройку, воспользовавшись специальным ключом. Такой настроечный ключ прилагается к инструментам

Настройка проводится до момента, пока не будет совпадение рисок с нулевой отметкой. Только после этого можно приступать к проведению измерительных манипуляций. Если в комплектации нет ключа, тогда для настройки ноля понадобится открутить крепление трещотки, затем отцентрировать накатку до момента совмещения с «0». Чтобы зафиксировать в таком положении, нужно закрутить трещотку. После этого прибор готов к работе, и можно перейти на стадию обучения, как надо пользоваться микрометром.



Учимся проводить измерения микрометром правильно

Сложности при измерительных манипуляциях возникают не при установке ноля, а при считывании показаний. Как зафиксировать деталь и уточнить ее размеры, разобраться сможет каждый, а вот считать полученные размеры — это дело требует соответствующего подхода. Как происходит процедура измерения при помощи микрометра, выясним подробно:

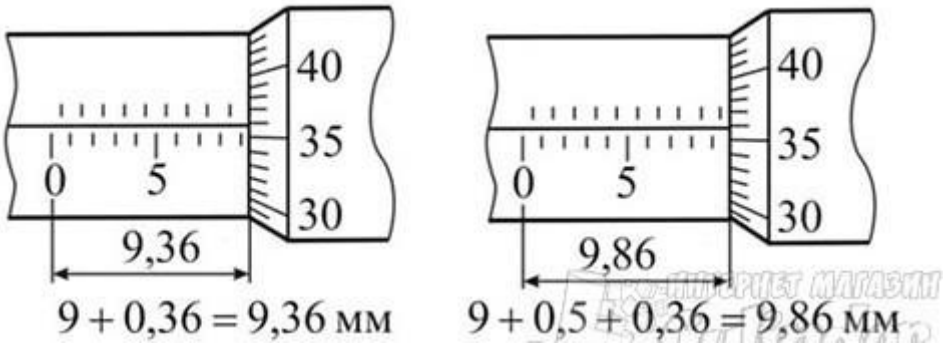
1. Для начала надо понимать, что неподвижная шкала, которая имеет вертикальное расположение, является основной. Вторая подвижная шкала является

дополнительной, и она нужна для того, чтобы определить сотые доли миллиметров. Зная основу, можно приступать к проведению замеров

2. Неподвижная вертикальная шкала разделена прямой (нулевой линией). Значения, которые находятся ниже этой линии, являются основными. Риски сверху линии — это десятые доли миллиметров, которые указываются после запятой.

3. Значения на подвижной шкале являются сотыми, и их необходимо сложить с полученными данными, которые находятся выше нулевой отметки

4. Теперь приступаем к измерениям. После фиксации измеряемой детали в губках прибора, следует произвести расчет. Сначала выясняется целое число на основной шкале снизу. Для этого ниже приведен пример, по которому будет ориентироваться для уточнения размера



5. По первой схеме видно, что для начала уточняем целое число, которое равно значению «9». Это значит, что деталь имеет толщину 9 мм. Далее выясняем значения после запятой, то есть сотые доли

6. Смотрим на верхнюю шкалу неподвижного основания. Если после целого числа в нижней части сверху нет риски, значит сразу надо переходить к выявлению показаний на подвижной шкале. На рисунке это значение составляет 0,36 мм. В итоге получается, что значение равно 9,36 мм

7. Если же на неподвижной шкале сверху есть риска после целого числа снизу, значит прибавляется к значению 0,5 мм. В итоге получаем значение следующей величины 9,86 мм

Если вместо аналогового прибора применяется стрелочный, тогда принцип измерительных манипуляций имеет следующий вид:

- Сначала выявляется целое число по показанию стрелки микрометра
- Затем по нониусной шкале определяются сотые доли миллиметров

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с правилами безопасности при выполнении работы с помощью штангенциркуля.

2. Повторить названия элементов штангенциркуля, используя макет штангенциркуля, средства измерения (штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1) и учебник по предмету «Допуски и технические измерения».

3. Рассмотреть порядок отсчета показаний штангенциркуля.

4. Определить годность выданного инструмента для проведения контроля размеров изделия.

5. Изучить чертеж или эскиз детали.

6. Выполнить измерения размеров имеющейся детали и записать результаты измерений.

7. Оценить годность контролируемой детали.

8. Ознакомиться с правилами безопасности при выполнении работ с помощью гладкого микрометра.

9. Повторить названия элементов гладкого микрометра, используя укрупненный макет микрометра, средство измерения (гладкий микрометр) и учебник по предмету «Допуски и технические измерения».

10. Рассмотреть порядок отсчета показаний гладкого микрометра.

11. Определить годность выданного инструмента для проведения контроля размеров изделия.

12. Изучить чертеж или эскиз детали.

13. Выполнить измерения размеров имеющейся детали и записать результаты измерений.

14. Оценить годность контролируемой детали.

15. Составить отчет.

Данные, полученные в результате контроля штангенциркулем и гладким микрометром соответствующих размеров:

Данные, полученные в результате контроля штангенциркулем		**Данные, полученные в результате контроля гладким микрометром**	
Размер, мм	Действительный размер, мм	Размер, мм	Действительный размер, мм

Заключение о годности контролируемой детали

Контрольные вопросы

1. Какие типы штангенинструментов называют штангенциркулями?
2. Какие существуют виды штангенциркулей?
3. Какие размерные параметры деталей характеризуют вид штангенциркуля?
4. Из каких элементов состоит штангенциркуль ШЦ-1?
5. С какой целью используется нониус?
6. С какой точностью можно контролировать размеры с помощью штангенциркуля?
7. С какой точностью контролируются размеры деталей микрометром?
8. Из каких элементов состоит микрометр?
9. Какова цена деления барабана микрометра?
10. Каким образом определяются результаты измерений размеров микрометром?
11. В каком случае деталь считается годной?
12. В каком случае нельзя проводить контроль изделий микрометром?
13. С какой целью используется трещотка?
14. Какие элементы микрометра должны плотно касаться поверхности контролируемой детали при проведении измерений?

Практическая работа №7

Тема: Расчет заготовки при изгибе изделия

Цель:

- изучить практические методы выполнения расчетов заготовки при изгибе изделия;

- изучить типичные дефекты, причины их появления и способы их предупреждения при выполнении слесарных работ

Оборудование и раздаточный материал: методические рекомендации, учебно-методическое пособие, конспект лекций, чертежные принадлежности, рабочая тетрадь.

Ход работы:

1. Изучить теоретический материал

2. Заполнить таблицы: типичные дефекты, причины их появления и способы их предупреждения.

Основные сведения

Гибка металла

Гибка (изгибание) — операция, в результате которой заготовка принимает требуемые форму и размеры за счет сжатия внутренних и растяжения наружных слоев материала заготовки. При изгибании слои материала заготовки, расположенные вдоль ее оси, не претерпевают изменений, сохраняя свои первоначальные размеры. Эти слои материала заготовки называют нейтральными. Расчет размеров заготовки производится относительно нейтральной линии.

Гибка выполняется вручную с использованием универсальных инструментов и материалов и специальных приспособлений.

Гибка может осуществляться как в холодном, так и в горячем состоянии, когда нагревают заготовку целиком или отдельные ее участки.

Инструменты, материалы и приспособления для гибки выбирают в зависимости от материала, размеров и способа гибки.

Инструменты для гибки. Слесарные молотки с круглым или с квадратным бойком применяют при гибке листового материала толщиной более 0,6 мм, полосового и профильного проката толщиной до 0,6 мм.

Молотки с мягкими вставками и киянки используют при гибке тонколистового материала толщиной до 0,5 мм, заготовок из цветного металла и предварительно обработанных заготовок. Плоскогубцы и круглогубцы применяют при гибке профильного проката толщиной менее 0,6 мм и проволоки.

Вспомогательные материалы, применяемые при гибке. При гибке труб в

зависимости от их материала и размеров для предупреждения образования складок на внутренней поверхности трубы их предварительно заполняют наполнителем. В качестве наполнителей используют:

- песок — при гибке как в холодном, так и в горячем состоянии труб диаметром 10 мм и более из отожженной стали при радиусе гибки более 200 мм; труб диаметром свыше 10 мм из отожженной меди и латуни при радиусе гибки до 100 мм в горячем состоянии;
- канифоль — при гибке в холодном состоянии труб из отожженной меди и латуни при радиусе гибки, не превышающем 100 мм.

Приспособления, применяемые при гибке. Приспособления для нагрева труб перед гибкой обеспечивают нагрев трубы в месте изгиба или изгибаемой заготовки в целом. Для этих целей служат установки токов высокой частоты (ТВЧ), пламенные печи, горны и паяльные лампы.

Специальные приспособления для гибки предназначены для выполнения определенного вида работ с определенными изделиями.

При гибке следует придерживаться следующих правил:

- при изгибании листового и полосового материала в тисках разметочную риску следует располагать точно по уровню губок тисков. Полосовой материал толщиной свыше 3 мм следует изгибать только в сторону неподвижных губок тисков;
- при гибке из полос и круглого проката деталей типа уголков, скоб, крючков, колец необходимо предварительно рассчитать длину элементов и общую длину заготовки, размечая при этом места изгиба;
- при массовом изготовлении деталей типа скоб следует применять оправки, размеры которых соответствуют размерам элементов детали;
- при гибке труб любым методом шов должен располагаться внутри изгиба.

Последовательность выполнения работ при гибке зависит от типа заготовки. Особое место при выполнении гибочных работ занимают гибка труб и навивка пружин.

Гибка труб может производиться как в холодном, так и в горячем состоянии.

Гибка труб в холодном состоянии выполняется в следующей последовательности:

- нагревают трубу до температуры 600 … 700 °С и охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды;
- один конец трубы закрывают пробкой и заполняют ее наполнителем (сухой просеянный песок), нанося легкие удары молотком по стенкам трубы для обеспечения ее полного и плотного заполнения, после чего второй конец трубы также закрывают пробкой;

- изгибают трубу на оправке необходимого диаметра;
- извлекают из трубы пробки и удаляют наполнитель.

Гибка труб в горячем состоянии выполняется так же, как и в холодном. Отличие состоит в том, что после заполнения трубы песком ее нагревают в месте изгиба паяльной лампой.

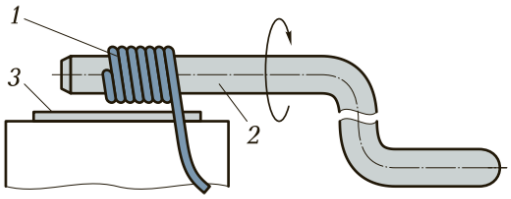


Рис. 2.10. Схема навивки пружины вручную:
1 — проволока; *2* — оправка; *3* — прокладка

Навивка пружин вручную (рис. 2.10) осуществляется на оправке в слесарных тисках следующим образом:

- выбирают по размеру стальную цилиндрическую оправку 2 и изгибают ее;
- сверлят отверстие диаметром на 1 … 1,5 мм больше диаметра проволоки 1, используемой для навивки пружины;
- проволоку, необходимую для навивки пружины, рихтуют и отрезают кусок необходимой длины;
- один конец проволоки вводят в отверстие оправки
- оправку с проволокой закрепляют в тисках между двумя деревянными прокладками 3 из твердых пород дерева (дуб, бук);
- навивку пружин производят, вращая оправку за рукоятку и наблюдая при этом за тем, чтобы витки проволоки ложились на оправку плотно, один к другому;
- оправку с навитой на нее пружиной извлекают из тисков и снимают пружину;
- на концах готовой пружины изгибают петли-крючки.

При выполнении гибки возможно появление различного рода дефектов (табл. 2.4).

Таблица 2.4. Типичные дефекты при гибке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
При изгибании уголка из полосы он получился перекошенным	Неправильное закрепление заготовки в тисках	Закреплять полосу так, чтобы риска разметки точно располагалась на уровне губок тисков
Размеры изогнутой детали не соответствуют заданным	Неточный расчет развертки	Расчет развертки заготовки производить с учетом припуска на изгиб
	Неправильно выбрана оправка	Применять оправки, точно соответствующие заданным размерам детали
При изгибании трубы с наполнителем образовались вмятины и трещины	Труба недостаточно плотно набита наполнителем	При заполнении трубы наполнителем располагать ее вертикально и постукивать по трубе молотком со всех сторон

Задание

Выполнить расчет заготовки при изгибе изделия

Ход работы

Для расчета развернутой длины изогнутого участка детали из листового материала (рис.1) при изгибе на угол α пользуются формулой:

$$\mathbf{A = \pi(R + k - s)\alpha/180},$$

где k – числовой коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя при гибке.

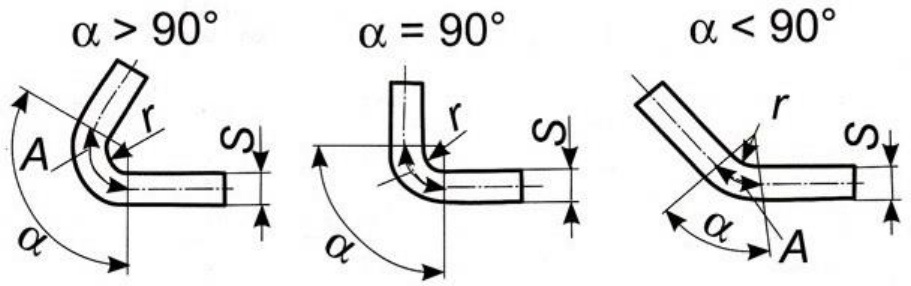


Рис. 1. Изгиб листового материала на угол α

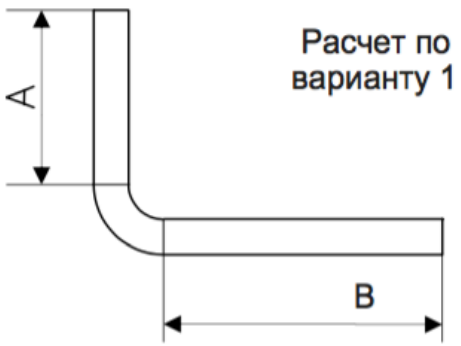
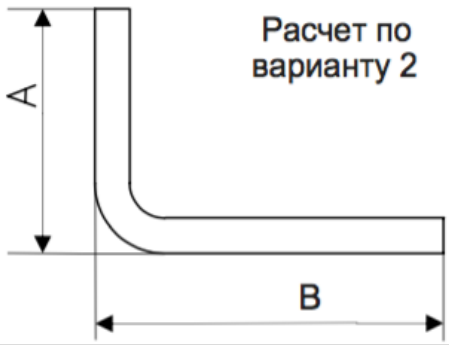
	
$L_t = A + B + BA$	$L_t = A + B - BD$
Где: L_t общая длина плоской заготовки A и B – см. рисунок BA – допуск (припуск) прибавляемый	Где: L_t общая длина плоской заготовки A и B – см. рисунок BD - допуск (припуск) вычитаемый

Рис.2. Расчет изгиба листового материала

Выполнить отчет по практической работе

Практическая работа № 8

Тема: Определение диаметра инструмента при обработке отверстий

Цель:

- изучить правила определения диаметра инструмента при обработке отверстий;

- изучить практические методы определения диаметра инструмента при обработке отверстий;

- изучить типичные дефекты, причины их появления и способы их предупреждения при выполнении слесарных работ

Оборудование и раздаточный материал: методические рекомендации, учебно-методическое пособие, конспект лекций, чертежные принадлежности, рабочая тетрадь.

Ход работы

1. Изучить теоретический материал

2. Заполнить таблицы: типичные дефекты, причины их появления и способы их предупреждения.

Определение диаметра инструмента при обработке отверстий зависит от типа операции (сверление, резьбонарезание, растачивание и т. д.) и требований к точности. Для

расчёта диаметра инструмента используются различные методы и стандарты, а для контроля размеров применяются специализированные измерительные приборы.

Расчёт диаметра инструмента

Для сверления и резьбонарезания диаметр инструмента определяется с учётом номинального диаметра резьбы и шага. Базовая формула для расчёта диаметра отверстия под резьбу:

Dотв=Dрез−PDотв=Dрез−P,

где DотвDотв — диаметр отверстия, DрезDрез — номинальный диаметр резьбы, PP — шаг резьбы.

Однако в реальных условиях необходимо учитывать:

- **Тип материала**: для мягких материалов (алюминий, медь) диаметр отверстия может быть увеличен на 0,05–0,1 мм, для твёрдых и хрупких материалов — уменьшен на 0,05–0,1 мм.
- **Тип метчика**: машинные метчики требуют более точного соблюдения диаметра, чем ручные. Бесстружечные метчики-раскатники работают по принципу пластической деформации материала и требуют отверстий большего диаметра.
- **Физико-механические свойства материала**: для материалов с повышенной вязкостью (нержавеющие стали, жаропрочные сплавы) требуется корректировка диаметра отверстия для компенсации «вспучивания» материала.

Точный расчёт диаметра отверстия под резьбу выполняется с учётом стандартов ГОСТ 19257-73 и ГОСТ 16093-81, которые устанавливают систему допусков и методики определения размеров для различных материалов и условий обработки.

Для других операций (растачивание, зенкерование) диаметр инструмента выбирается исходя из требуемого конечного размера отверстия и припуска на обработку. В этом случае важно учитывать допуски и припуски, указанные в технической документации или стандартах.

Измерительные инструменты для контроля диаметра

Для контроля диаметра отверстий и инструментов используются различные приборы:

Инструмент	Назначение	Точность	Особенности
Штангенциркуль	Измерение наружных и внутренних размеров	До 0,1 мм	Универсальный инструмент, подходит для быстрого измерения

Инструмент	Назначение	Точность	Особенности
Микрометр	Измерение линейных размеров	До 0,01 мм	Высокая точность, используется для контроля размеров деталей
Нутромер	Измерение внутренних диаметров отверстий	До 0,008–0,009 мм (микрометрические), до 0,012 мм (индикаторные)	Подходит для труднодоступных мест, бывают микрометрические, индикаторные и электронные
Лазерный микрометр	Бесконтактное измерение диаметра	Высокая точность	Используется для измерения небольших или сложных объектов
Цифровые компараторы	Сравнение размеров с эталонными значениями	Высокая точность	Сложны в управлении, не подходят для объектов сложной геометрии

Виды нутромеров:

- **Микрометрические** — измеряют абсолютные значения, конструкция схожа с микрометром. tdchiz.ru +1
- **Индикаторные** — фиксируют отклонение от эталонного размера, часто используются для измерения износа деталей. tdchiz.ru +1
- **Электронные** — самые точные, отображают абсолютные значения на цифровом дисплее. microntools.ru +1

Рекомендации по выбору инструмента и измерению

1. **Учитывайте тип операции и требования к точности**. Для грубых работ подойдут штангенциркули, для высокоточных измерений — микрометры или электронные нутромеры.
2. **Соблюдайте условия измерения**. Температура окружающей среды должна быть близка к +20 °C, чтобы избежать погрешностей из-за теплового расширения. cncmagazine.ru +1
3. **Используйте калибровочные меры** для настройки измерительных приборов перед работой. tdchiz.ru +1

4. **Для сложных случаев** (например, обработка материалов с повышенной вязкостью) обращайтесь к специализированным стандартам и таблицам допусков.

Основные сведения

Сверление — операция по образованию сквозных и глухих отверстий в сплошном материале, выполняемая при помощи режущего инструмента — сверла. Сверление может осуществляться ручными пневматическими и электрическими машинами и на сверлильных станках.

Ручные сверлильные устройства применяют при необходимости получения отверстий диаметром до 12 мм в материалах небольшой твердости (пластические массы, цветные металлы и сплавы, конструкционные стали).

Для обработки отверстий большого диаметра, повышения производительности труда и качества обработанной поверхности используют настольные и стационарные (вертикально- и радиально-сверлильные) станки.

Рассверливание является разновидностью сверления и применяется для увеличения диаметра ранее просверленного отверстия. В качестве инструмента, так же, как и для сверления, применяют сверло. Не рекомендуется рассверливать отверстия, полученные в заготовках методами литья, ковки или штамповки.

Обработка отверстий методами сверления и рассверливания позволяет получить точность размеров до 10-го квалитета и шероховатость обработанной поверхности до Rz 80 мкм.

Сверла применяют при обработке отверстий в сплошном материале и рассверливании предварительно обработанных отверстий. Классифицируют сверла в зависимости от их конструкции: спиральные, центровые, перовые, ружейные и кольцевые (трепанирующие головки). Выбор конструкции сверла зависит от характера выполняемых работ и от диаметра обрабатываемого отверстия и его глубины.

Спиральные сверла (рис. 3.6, а) изготавливают с цилиндрической (диаметром до 20 мм) и конической (диаметром свыше 5 мм) хвостовой частью. Сверла с коническим хвостовиком имеют лапку, которая облегчает извлечение сверла из шпинделя станка или переходной втулки.

Центровочные сверла (рис. 3.6, б) предназначены для выполнения центровых отверстий в торцевой поверхности заготовок, подлежащих токарной обработке. Перовые сверла (рис. 3.6, в) применяют для обработки металлов низкой твердости, например баббитов, и неметаллических материалов.

Ружейные сверла (рис. 3.6, г) применяют для сверления глубоких и сверхглубоких

отверстий диаметром 3 … 30 мм с соотношением глубины сверления к диаметру отверстия более 5.

Кольцевые сверла (рис. 3.7) применяют при обработке в сплошном материале отверстий диаметром более 50 мм. В процессе эксплуатации происходит износ рабочей (режущей) части сверл, что приводит к потере их режущей способности.

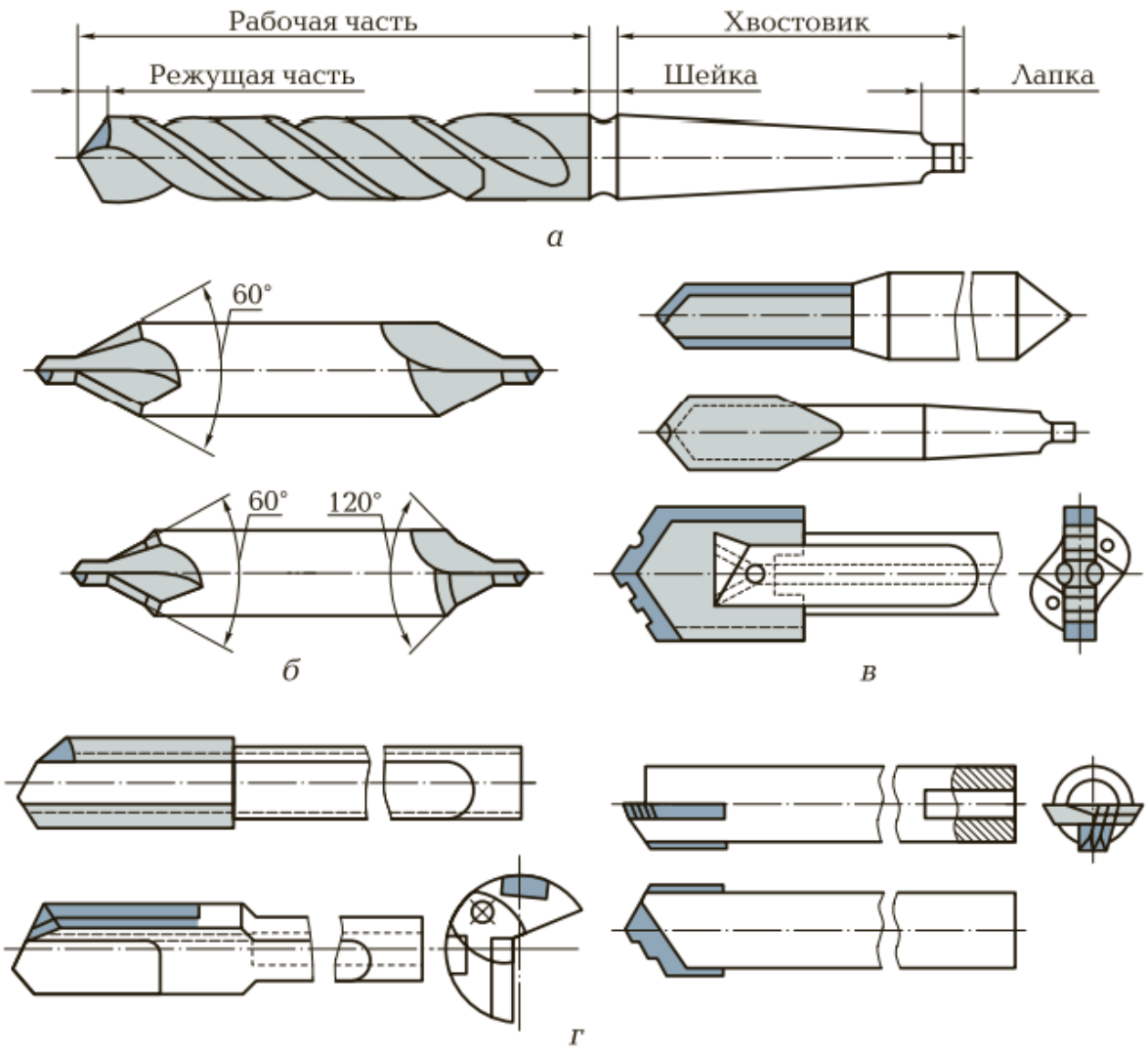


Рис. 3.6. Сверла для обработки отверстий:
а — спиральные; *б* — центровочные; *в* — перовые; *г* — ружейные для глубокого сверления

Поскольку в процессе выполнения слесарных и слесарно-сборочных работ наиболее часто применяют спиральные сверла, остановимся именно на их эксплуатации.

Износ спиральных сверл происходит преимущественно по задней поверхности на пересечении режущих кромок с ленточками (рис. 3.8). Восстановить режущие свойства

сверла можно за счет его заточки.

Заточка спиральных сверл позволяет восстановить режущие свойства сверла. При заточке режущей части сверла придают различную форму, выбор которой зависит от характера выполняемых работ и обрабатываемого материала. Одинарная заточка (рис. 3.9, а) применяется при сверлении отверстий диаметром до 12 мм в заготовках из стали или чугуна.

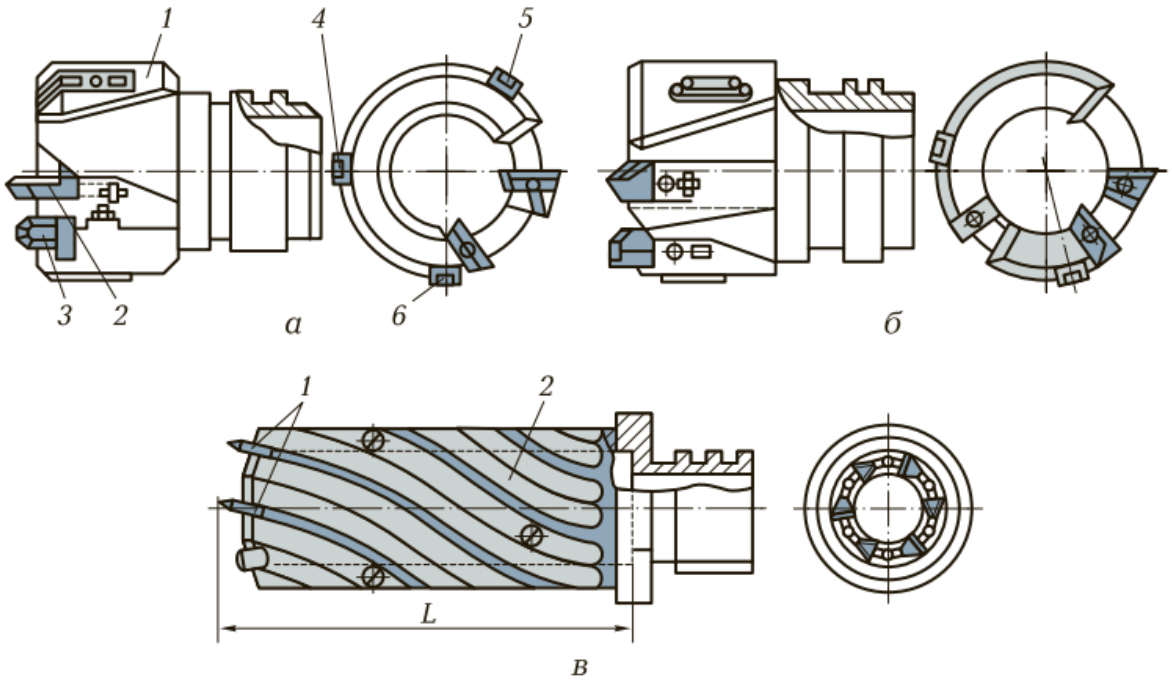


Рис. 3.7. Кольцевые сверла:

а — двурезцовые: *1* — корпус; *2, 3* — сменные резцы; *4—6* — направляющие пластины; *б* — трехрезцовые; *в* — многорезцовые: *1* — резцы; *2* — корпус; *L* — длина рабочей части

Одинарная заточка с подточкой перемычки (рис. 3.9, б) применяется при обработке отверстий диаметром 12 … 80 мм в заготовках из стального литья, покрытого коркой.

Одинарная заточка с подточкой перемычки и ленточки (рис. 3.9, в) применяется при обработке отверстий диаметром 12 … 80 мм в заготовках из стали и стального литья со снятой коркой.

Двойная заточка с подточкой перемычки (рис. 3.9, г) применяется при обработке отверстий диаметром 12 … 80 мм в заготовках из чугунного литья, покрытого коркой.

Двойная заточка с подточкой перемычки и ленточки (рис. 3.9, д) применяется при обработке отверстий диаметром 12 … 80 мм в заготовках из чугунного литья со

снятой коркой. При обработке отверстий с применением ручного и стационарного оборудования применяют специальные приспособления для установки инструментов и заготовок.

Рис. 3.8. Износ спиральных сверл по задней поверхности

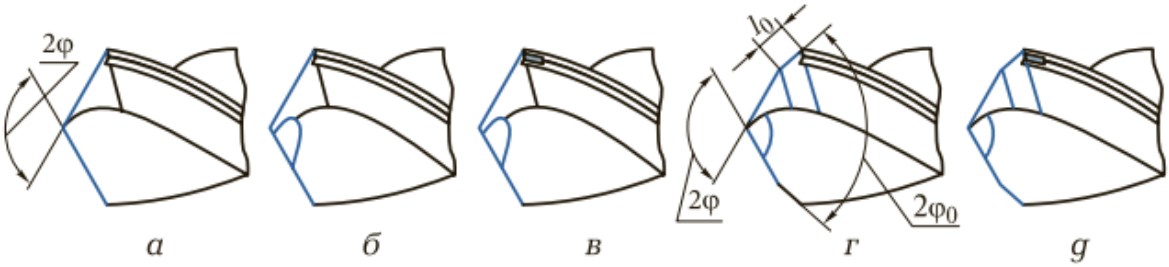


Рис. 3.9. Форма заточки сверл:

а — одинарная; *б* — одинарная с подточкой перемычки; *в* — одинарная с подточкой перемычки и ленточки; *г* — двойная с подточкой перемычки; *д* — двойная с подточкой перемычки и ленточки; 2φ — угол при вершине; $2\varphi_0$ — угол дополнительной заточки; l_0 — ширина дополнительной заточки

Приспособления для установки инструментов служат для их соединения с устройствами, передающими вращательное движение инструменту.

Сверлильные патроны служат для установки инструмента с цилиндрической хвостовой частью. Сверлильные патроны изготавливают различных конструкций: кулачковые, цанговые и др.

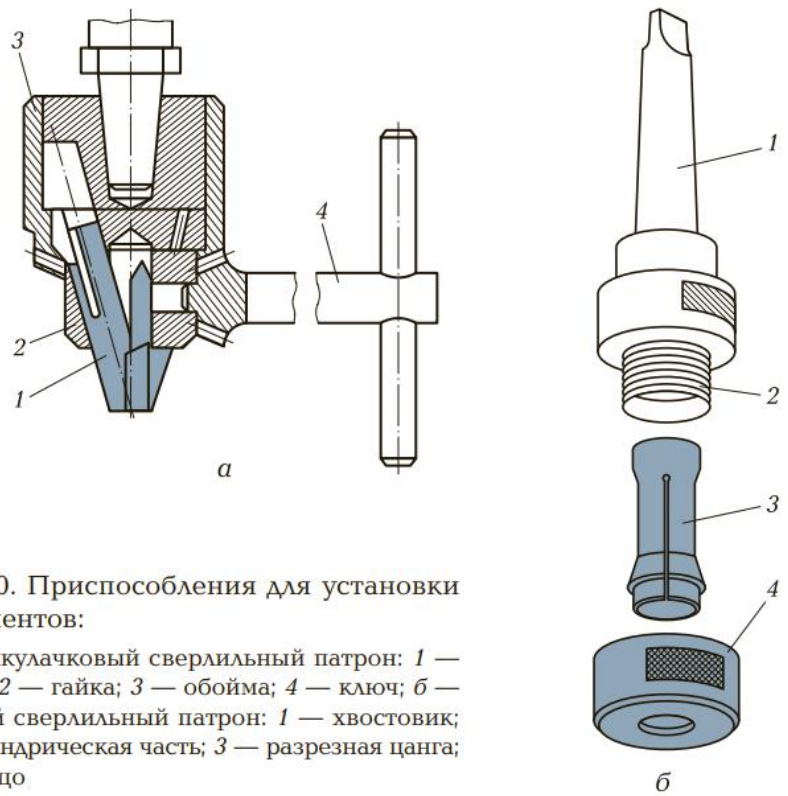


Рис. 3.10. Приспособления для установки инструментов:

а — трехкулачковый сверлильный патрон: *1* — кулачок; *2* — гайка; *3* — обойма; *4* — ключ; *б* — цанговый сверлильный патрон: *1* — хвостовик; *2* — цилиндрическая часть; *3* — разрезная цанга; *4* — кольцо

Трехкулачковый сверлильный патрон (рис. 3.10, а) обеспечивает достаточно высокую точность центрирования инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия.

Двухкулачковый сверлильный патрон аналогичен по конструкции трехкулачковому, однако точность центрирования обрабатывающего инструмента относительно оси отверстия у него менее точная.

Цанговый сверлильный патрон (рис. 3.10, б) предназначен для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком небольшого диаметра и обеспечивает очень высокую точность центрирования обрабатывающего инструмента относительно оси отверстия.

Приспособления для установки заготовок служат для правильной установки и закрепления заготовок на столе станка. Выбор приспособлений в значительной степени зависит от того, какое оборудование применяют при обработке отверстий. Наиболее часто для закрепления заготовок применяют прихваты, призмы, угольники, машинные тиски различных конструкций, кондукторы и т. д.

Прихваты (рис. 3.11, а) и призмы (рис. 3.11, б) применяют для закрепления заготовок с плоскими и цилиндрическими поверхностями.

Жесткая (рис. 3.11, в) и регулируемая (рис. 3.11, г) угловые плиты предназначены для установки и закрепления на столе станка заготовок разной, иногда достаточно сложной формы, например рычагов.

Винтовые (рис. 3.11, д) и быстродействующие (рис. 3.11, е) машинные тиски

применяют при обработке заготовок сложной формы.

Кондукторы обеспечивают правильное расположение режущего инструмента относительно обрабатываемого отверстия. Применение кондукторов экономически обосновано только в условиях серийного и массового производства.

Оборудование для обработки отверстий подразделяют на ручное, ручное механизированное и стационарное.

Ручное оборудование — оборудование, в котором в качестве привода используется мускульная энергия человека. К этому оборудованию относятся ручные дрели и трещотки.

Ручная дрель предназначена для сверления отверстий вручную. Трещотка применяется в тех случаях, когда для обработки отверстия невозможно использование ручной дрели и сверлильного станка.

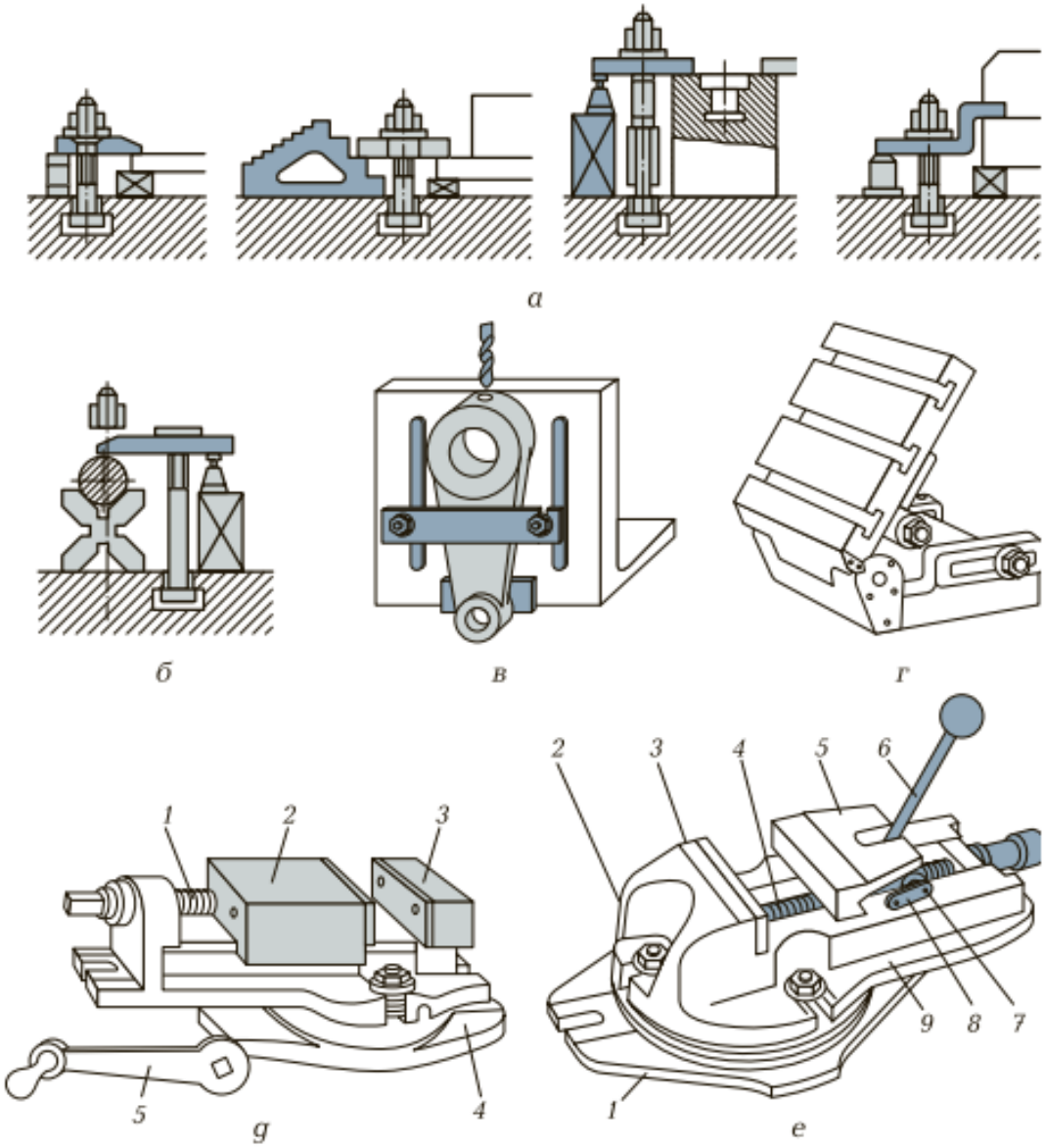


Рис. 3.11. Приспособления для установки заготовок:

а — прихваты; *б* — призма; *в* — жесткая угловая плита; *г* — регулируемая угловая плита; *д* — винтовые машинные тиски: *1* — ходовой винт; *2* — подвижная губка; *3* — неподвижная губка; *4* — основание; *5* — рукоятка; *е* — быстродействующие машинные тиски: *1* — заготовка; *2* — поворотная часть; *3* — неподвижная губка; *4* — установочный винт; *5* — подвижная губка; *6* — рукоятка; *7* — эксцентриковый вал; *8* — двойной кулачок; *9* — основание

Ручное механизированное оборудование может иметь как электрический, так и пневматический привод и отличается большим разнообразием конструктивных решений. Выбор конструкции ручного механизированного оборудования зависит от характера и условий выполнения работ.

Электрические дрели применяют для сверления отверстий диаметром до 10 мм (легкий тип), 15 мм (средний тип) и 32 мм (тяжелый тип).

Пневматические дрели изготавливают в двух вариантах: легкого и тяжелого типа.

Стационарное оборудование устанавливается на постоянном месте, при этом обрабатываемую заготовку доставляют к нему. К этому виду оборудования относят настольные, вертикальные и радиальные сверлильные станки.

Настольные сверлильные станки (рис. 3.12) отличаются большим разнообразием конструкций и обеспечивают получение отверстий диаметром до 25 мм.

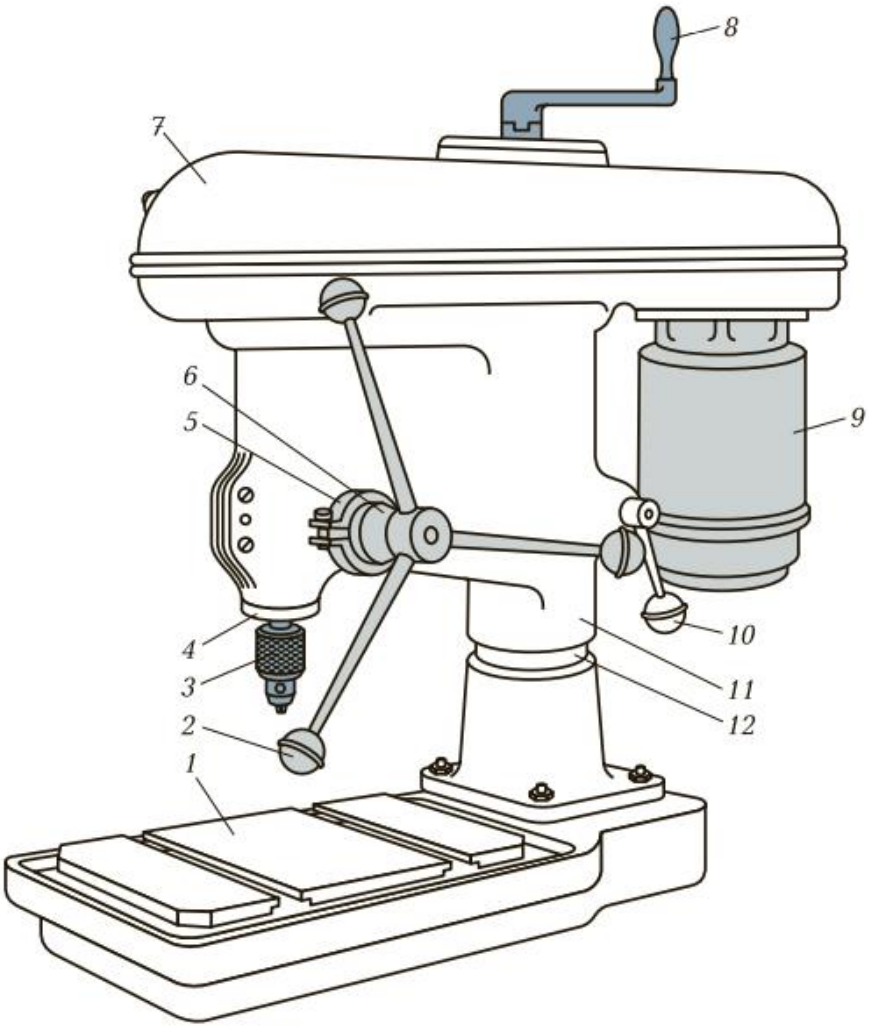


Рис. 3.12. Настольный сверлильный станок:

1 — стол; *2, 8, 10* — рукоятки; *3* — трехкулачковый патрон; *4* — шпиндель; *5* — хомутик; *6* — лимб; *7* — кожух; *9* — электрический двигатель; *11* — корпус; *12* — колонна

Вертикально-сверлильный станок (рис. 3.13) — основной и наиболее распространенный тип сверлильных станков, применяемых для обработки отверстий в заготовках сравнительно небольшого размера. На вертикально-сверлильных станках возможно выполнение сверления, зенкерования, зенкования, цекования и развертывания. На вертикально-сверлильных станках выполняют обработку отверстий диаметром до 50 мм.

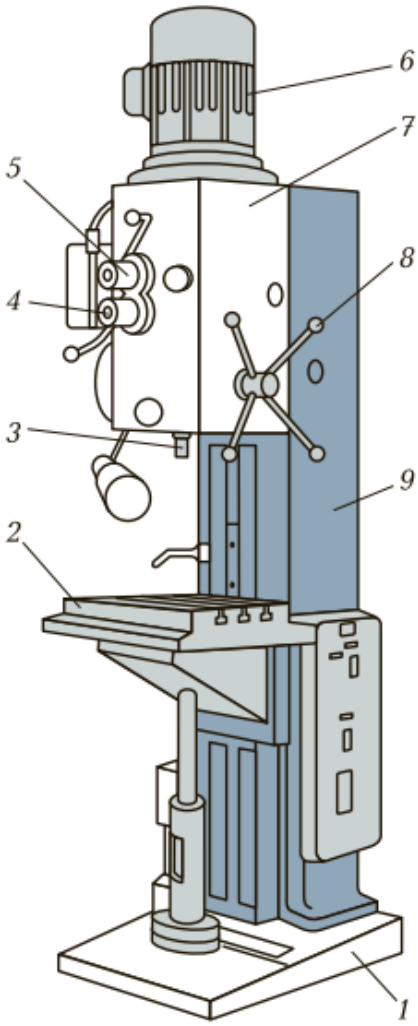


Рис. 3.13. Вертикально-сверлильный станок:

1 — фундаментная плита; *2* — стол; *3* — шпиндель; *4* — коробка подач; *5* — коробка скоростей; *6* — электрический двигатель; *7* — сверлильная головка; *8* — рукоятка; *9* — колонна

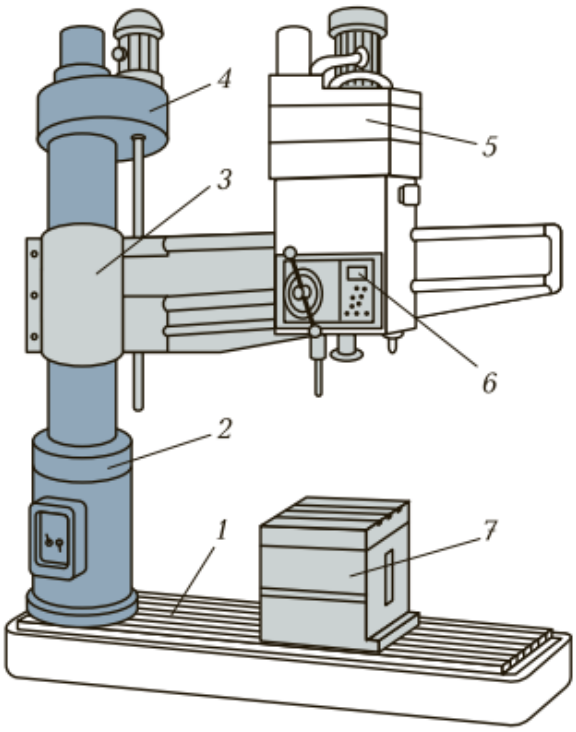


Рис. 3.14. Радиально-сверлильный станок:

1 — фундаментная плита; *2* — цоколь; *3* — рукав; *4* — механизм подъема; *5* — шпиндельная головка; *6* — пульт управления; *7* — стол

Радиально-сверлильные станки (рис. 3.14) обладают теми же технологическими возможностями, что и вертикально-сверлильные. Их отличительная особенность состоит в том, что шпиндельная головка станка может перемещаться относительно обрабатываемой заготовки в разных направлениях, обеспечивая обработку крупногабаритных заготовок без их переустановки, а следовательно, и без повторной выверки, относительно режущего инструмента.

Расчет режимов резания осуществляется в следующей последовательности:

- выбирают по справочным таблицам величину подачи в зависимости от характера обработки, требований к качеству обработанной поверхности, материала сверла

и других технологических данных;

- определяют по справочным таблицам скорость инструмента с учетом технологических возможностей станка, режущих свойств материала инструмента и физико-механических свойств материала заготовки;
- рассчитывают частоту вращения шпинделя в соответствии с выбранной скоростью резания. Полученную величину сравнивают с паспортными данными станка и принимают равной ближайшему наименьшему значению этой частоты;
- рассчитывают действительную скорость резания, с которой будет производиться обработка. При выполнении сверления возможно появление различного рода дефектов (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Типичные дефекты при сверлении, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Поверхность отверстия имеет повышенную шероховатость	Сверление тупым или неправильно заточенным сверлом	Правильно затачивать сверло
	Чрезмерно большая подача	Уменьшить подачу
	Недостаточное охлаждение или неправильный выбор охлаждающей жидкости	Увеличить подачу смазочно-охлаждающих технологических сред или заменить их
	Ошибка при установке сверла или заготовки	Внимательно проверять установку сверла и заготовки

Окончание табл. 3.2

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Отверстие больше заданного размера	Применение сверла увеличенного диаметра по сравнению с заданным	Выбрать сверло необходимого размера
	Наличие неравных углов у режущих кромок или разная длина режущих кромок	Правильно затачивать сверло
	Люфт сверла в конусной переходной втулке	Исправить или заменить втулку
Смещение оси отверстия	Неправильная разметка заготовки	Правильно размечать заготовку
	Неправильная установка или слабое закрепление заготовки на столе станка	Проверить установку и закрепление заготовки на столе станка
	Биение сверла в шпинделе	Проверить сверло на биение
Перекос отверстия	Неправильная установка заготовки на столе станка	Проверить установку и закрепление заготовки
	Попадание стружки под опорную поверхность заготовки	Тщательно очищать стол и базовую поверхность заготовки
	Применение непараллельных прокладок	Перед установкой заготовки сменить прокладки
Отверстие просверлено на глубину, превышающую заданную	Неправильная установка упора	Проверить установку упора

Зенкерование

Зенкерованием называется процесс обработки зенкерами цилиндрических и конических необработанных отверстий в деталях, полученных литьем, ковкой или штамповкой, либо отверстий, предварительно просверленных с целью увеличения их диаметра, улучшения качества поверхности, повышения точности (уменьшения конусности, овальности).

Зенкерование является либо окончательной обработкой отверстия, либо промежуточной операцией перед развертыванием отверстия, поэтому при зенкеровании оставляют еще небольшие припуски для окончательной отделки отверстия разверткой (так как после сверления оставляют припуск на зенкерование).

Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 8...13-го квалитетов, шероховатость обработанной поверхности *Ra* = 10...2,5 мкм.

Зенкерование – операция более производительная, чем сверление, так как при равных (примерно) скоростях резания подача при зенкеровании допускается в 2,5-3 раза большая, чем при сверлении.

По внешнему виду цельный зенкер также напоминает сверло и состоит из тех же основных элементов, но имеет больше режущих кромок (3-4) и спиральных канавок (рис. 4). Три-четыре режущих кромки (зенкеры называют соответственно трех- и четырехперыми) лучше центрируют инструмент в отверстии, придают ему большую жесткость, чем обеспечивается получение более высокой точности.

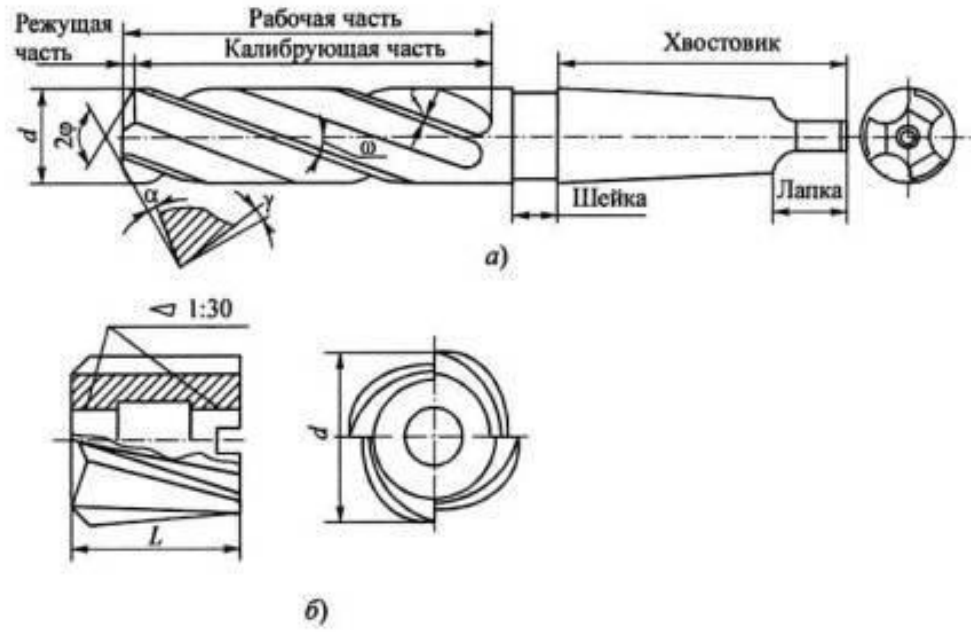


Рис. 4. Цилиндрические зенкеры:

а – цельный; *б* - насадной

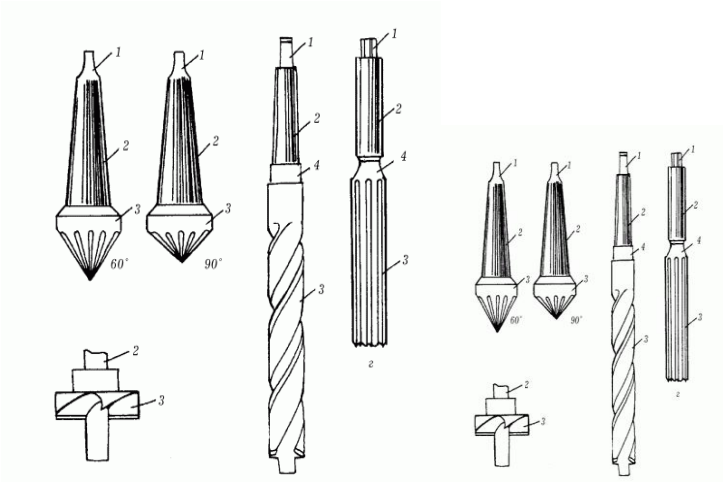
Во время зенкерования режущая часть выполняет основную работу по снятию металла, а калибрующая служит для направления зенкера в отверстии, зачистки поверхности, придания отверстию правильной цилиндрической формы и получения требуемого размера отверстия.

Ленточки (фаски) по направляющей части зенкера уменьшают трение и облегчают резание.

Зенкеры изготовляют из быстрорежущей стали; они бывают двух типов: цельные с коническим хвостовиком (рис. 4, *а*) и насадные (рис. 4, *б*). Первые предназначены для предварительной, а вторые – для окончательной обработки отверстий.

Зенкование

Зенкование - это процесс обработки специальным инструментом (зенковкой) цилиндрических или конических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов и заклепок. Наличие режущих зубьев на торце зенковки обеспечивает точное совпадение осей отверстия и углубления под головку винта (рис. 5, *а*, *б*). Порядок работы тот же, что и при сверлении.



а) *б*)

Рис. 5. Зенковки: *а* – конические (угловые); *б* – торцовая (цековка); 1 – лапка; 2 – хвостовик; 3 – рабочая часть

Развертывание

Развертывание - это процесс чистовой обработки отверстий; обеспечивающий точность по 7...9-му квалитету и шероховатость поверхности *Ra* = 1,25...0,63 мкм.

Инструментом для развертывания являются развертки (рис. 6).

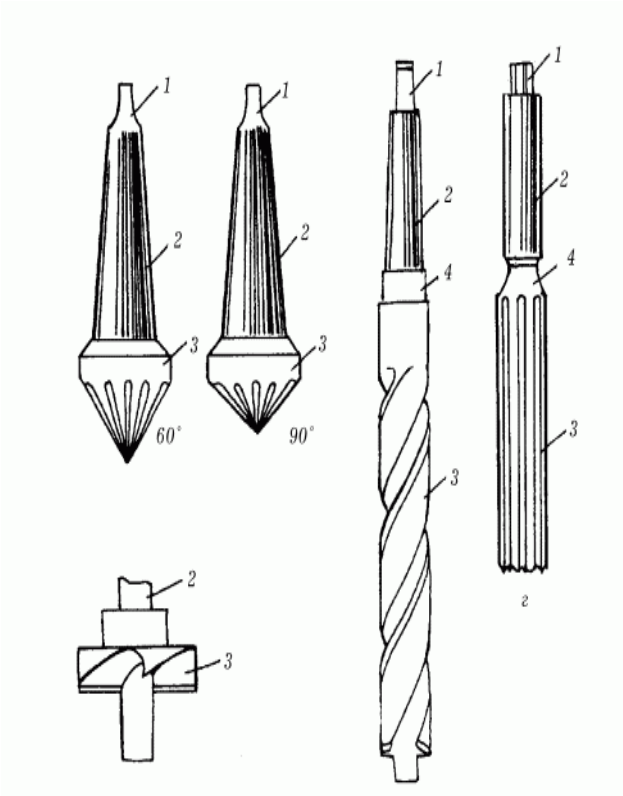


Рис. 6. Цилиндрическая развёртка:1 – лапка; 2 – хвостовик; 3 – рабочая часть; 4 – шейка

Развертывание отверстий производят на сверлильных и токарных станках или вручную. Развертки, применяемые для ручного развертывания, называются ручными, а для станочного развертывания - машинными. Машинные развертки имеют более короткую рабочую часть.

По форме обрабатываемого отверстия развертки подразделяют на цилиндрические и конические. Ручные и машинные развертки состоят из трех основных частей (см. рис. 6): рабочей 4, шейки 3 и хвостовика 2.

Рабочая часть, на которой имеются расположенные по окружности зубья, в свою очередь, делится на режущую (заборную) часть, калибрующую (цилиндрическую) часть и обратный конус.

Режущая часть на конце имеет направляющий конус (скос под углом 45°), назначение которого состоит в снятии припуска на развертывание и предохранении вершины режущих кромок от забоин при развертывании.

Калибрующая часть предназначена для калиброваниия отверстия и направления развертки во время работы. Каждый зуб калибрующей части вдоль рабочей части развертки заканчивается канавкой, благодаря которой образуются режущие кромки; кроме того, канавки служат для отвода стружки.

Обратный конус находится на калибрующей части ближе к хвостовику. Он служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия и сохранения качества обрабатываемой поверхности при выходе развертки из отверстия.

Шейка развертки находится за обратным конусом и предназначена для выхода фрезы при фрезеровании (нарезании) на развертках зубьев, а также шлифовального круга при заточке.

Хвостовик ручных разверток имеет квадрат для воротка. Хвостовик машинных разверток Ø10...12 мм выполняют цилиндрическим, более крупных – коническим.

Центровые отверстия служат для установки развертки при ее изготовлении, а также при заточке и переточке зубьев.

Как конические, так и цилиндрические развертки изготовляют комплектами из двух или трех штук. В комплекте из двух штук одна развертка является предварительной, а вторая – чистовой. В комплекте из трех штук первая развертка – черновая, или обдирочная, вторая – получистовая и третья – чистовая, придающая отверстию окончательные размеры и требуемую шероховатость. Гладкие цилиндрические отверстия обрабатывают развертками с прямыми канавками. Если же в отверстии имеется шпоночный паз, то для его развертывания применяют инструменты со спиральными канавками.

Последовательность действий при ручном развертывании отверстий (при предварительном и чистовом) следующая:

- установить заготовку с отверстием на верстаке или закрепить в тисках таким образом, чтобы с ней удобно было работать;

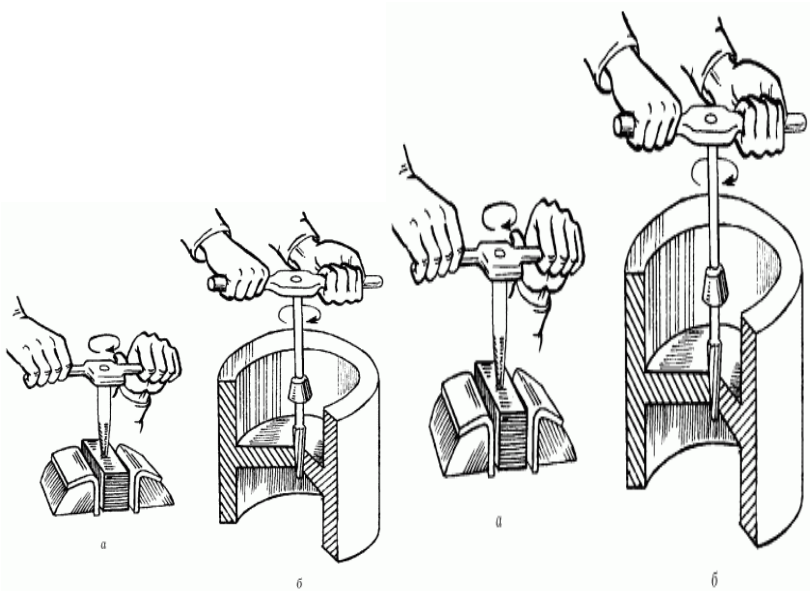
- выбрать развертку по размеру (ознакомившись с маркировкой), смазать рабочую ее часть минеральным маслом и вставить ее в отверстие без перекосов (для этого нужно проверить положение развертки относительно оси отверстия угольником);

- надеть на квадрат хвостовика вороток и начинать медленно, без рывков вращать развертку по часовой стрелке с усилием (как бы вкручивая развертку в отверстие) (рис. 7, *а*). Вращение развертки в обратном направлении запрещено! Это может вызвать задиры на поверхности стенок отверстия;

- периодически развертку следует извлекать из отверстия для удаления стружки и повторного смазывания минеральным маслом;

- завершать операцию развертывания необходимо: при обработке цилиндрических отверстий – когда 3/4 рабочей части развертки выйдет из отверстия с противоположной стороны; при обработке конических отверстий – по положению предельных рисок конического калибра;

- если обрабатываемое отверстие имеет большую глубину или находится в труднодоступном месте, то на квадрат хвостовика нужно надеть удлинитель, а уже на него – вороток (рис. 7, *б*).



а) *б*)

Рис. 7. Приемы развертывания:

а – установка развертки и воротка;

б – развертка с удлинителем.

Если обработка отверстий выполняется механическим способом – на сверлильном станке, то предпочтительнее производить полную последовательную обработку (сверление, зенкерование, развертывание) за одну установку заготовки. Установка заготовки: сверление – замена сверла на зенкер – зенкерование – замена зенкера на развертку – развертывание. При этом одновременно с заменой режущего инструмента производят и перенастройку скорости вращения шпинделя станка: для зенкерования она должна быть 60-100 об/мин; для развертывания – не более 50 об/мин.

При развертывании нужно применять охлаждающие жидкости: для стали и ковкого чугуна – минеральные масла, для меди – эмульсию, для алюминия – скипидар с керосином.

Подгоночные работы

К этой категории относятся:

1. Полирование.
2. Притирка.
3. Доводка.
4. Припасовка.

5. Шабрение.

Данные операции обычно проводятся на завершающем этапе обработки деталей и требуются для придания им необходимых технических характеристик.

Полировка не считается полноценным видом слесарных работ, но широко применяется практически во всех сферах промышленности. Основная задача данной операции — обеспечить необходимый уровень гладкости поверхности. Это необходимо не только для достижения требуемых механических свойств, но и для улучшения внешнего вида изделий.

Полировка может проводиться вручную, но чаще выполняется на специальных станках с использованием абразивных составов. В ряде случаев этот процесс может выполняться в среде электролита.

Притирка — это достаточно важный вид обработки, который необходим при производстве тяжелонагруженных узлов. Она улучшает прилегание элементов, предотвращает протекание смазочных материалов и в целом положительно влияет на долговечность соединения. Притирка осуществляется на специальных станках, которые подвергают детали из пары трения множественным циклам обработки с увеличивающейся нагрузкой. В ходе работы усиливается прижим деталей и скорость трения.

Доводка — это ряд операций, основная задача которых — удалить все имеющиеся дефекты с детали.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды слесарных работ и их назначение
2. Назовите подготовительные работы
3. Назовите подгоночные работы
4. Перечислите категории инструментов, в зависимости от сферы применения

Выполнить отчет по практической работе

Практическая работа №9

Тема: Составление кинематической схемы включения силовых контактов контактора

Цель работы: изучить обозначения электрических элементов и Правила схемы

Основные сведения

Контакторы —это аппараты дистанционного действия, предназначенные для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

Контактор состоит из:

1. **Главных контактов**. Замыкают силовую цепь и рассчитаны на длительное проведение номинального тока в нормальном режиме работы нагрузки, а также на многократные включения и выключения.

2. **Дугогасительной системы** или дугогасительной камеры. Нужны для гашения дуги при размыкании контактов (отключении нагрузки). В зависимости от рода тока и режима работы контактора бывают разных конструкций.

3. **Электромагнитной системы**. Приводит в движение подвижную часть сердечника контактора при замыкании или размыкании контактов. Конструкция также зависит от рода тока (постоянный или переменный), но основные её детали — сердечник, якорь, катушка и крепёжные элементы конструкции. В зависимости от конструкции контактора ЭМ система может использоваться для включения и удержания якоря или только для включения. Во втором случае удержание происходит с помощью защёлки. Якорем называется подвижная часть сердечника, на которой через изолирующую траверсу закрепляются контакты.

4. **Вспомогательных контактов**. Используются для реализации схем самоподхвата, индикации, запуска каких-либо других систем или защит. Рассчитаны на меньшие токи, чем главные контакты, и обычно могут проводить ток не более 20А, и отключать цепи не более 5А. Зачастую они мостикового типа.

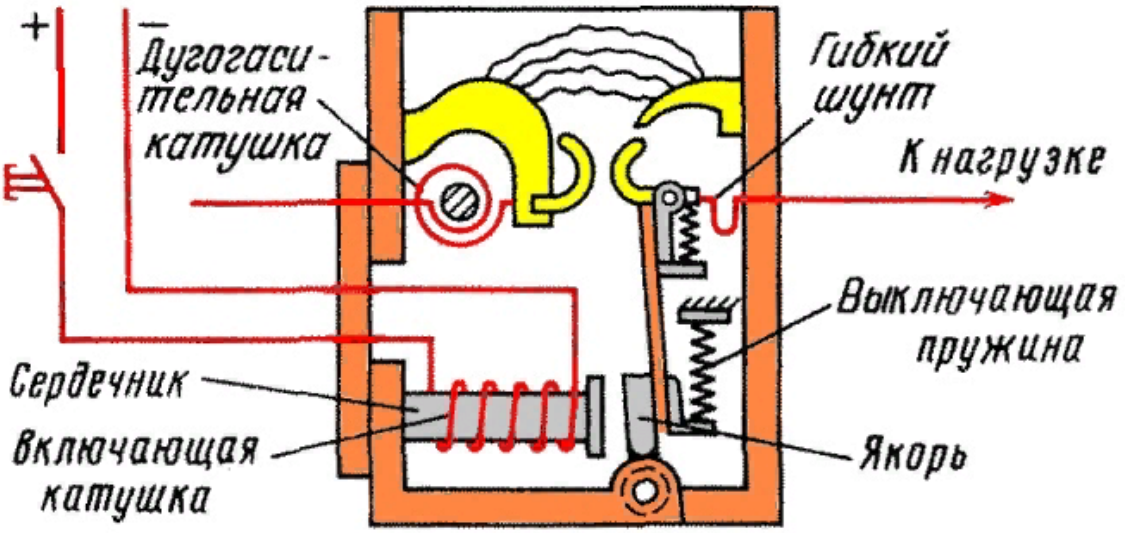


Рис. 1. — устройство контактора с одним полюсом

Рис. 2. — Обозначение на схеме контактора и контактов

Контакторы могут быть с разным количеством главных полюсов (пар главных контактов), например, для коммутации трёхфазной нагрузки используются контакторы с тремя парами полюсов, в цепях постоянного тока встречаются двухполюсные аппараты.

Наиболее часто используются ***принципиальные*** электрические схемы, на которых изображают все электрические аппараты и устройства со всеми электрическими связями между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. д.) в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД.

Основные правила выполнения схем:

- схемы выполняются без масштабов; графические элементы аппаратов располагают на схеме там, где это наглядно для понимания работы схемы (используется принцип наибольшей наглядности). При этом различные элементы одного аппарата на чертеже оказываются в разных частях схемы, поэтому они снабжаются ***одинаковыми*** буквенными или буквенноцифровыми обозначениями;
- • схемы изображают в ***отключенном положении аппаратов,*** когда катушки не обтекаются током, а кнопки и пружины отпущены. Силовые цепи на схеме вычерчивают жирными линиями, а цепи управления — более тонкими;
- • каждому устройству и элементу на схемах присваивается ***буквенно-цифровое обозначение,*** составленное из буквенного обозначения и порядкового номера одинаковой с ним высоты.
- Приведем ***рекомендуемые*** одно- и двухбуквенные обозначения (первая буква означает тип элемента, вторая - его функциональное назначение):
- ***A*** — усилители; ***B*** — преобразователи неэлектрических величин в электрические (датчики; например, ***BR*** — тахогенератор); ***C*** — конденсаторы; ***D*** — интегральные схемы; ***F*** — разрядники, предохранители, защитные устройства ***(FA*** — дискретные элементы защиты по току; ***FU*** — плавкие предохранители); ***G*** — генераторы, источники питания; ***K*** — реле, контакторы, пускатели ***(KA*** — токовое реле, ***KK*** — электротепловое реле защиты по току перегрузки, *KT* — реле времени, *KU* — реле напряжения, *KM* — контактор, магнитный пускатель); ***M*** — двигатель; ***Q*** — выключатель в силовых цепях *(QF* — автоматический выключатель, *QS* — рубильник); *S* — коммутационные устройства для слаботочных цепей *(SA* — выключатель или переключатель, *SB* — выключатель кнопочный, *SQ* — выключатель путевой, *SM* — командоконтроллер); *T* — трансформаторы *(TA* — трансформатор тока, *TU* — трансформатор напряжения); ***U*** — преобразователи электрических величин в другие электрические величины *(UZ* — преобразователь частоты, выпрямитель, инвертор); ***V***— приборы полупроводниковые *(VD* — диод, *VT* — транзистор, KS[1] — тиристор); ***Y*** — устройства механические *(YA* — электромагнит, *YB* — тормоз, *YC* — электромагнитная муфта).
- Но иногда обозначение элементов электрических аппаратов составляют также и из начальных букв *названия* и *назначения* аппарата, например: РТ — реле тепловое, РП — реле промежуточное, П или КнП - кнопка «Пуск», С или КнС — кнопка «Стоп» и др.

Управление асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором

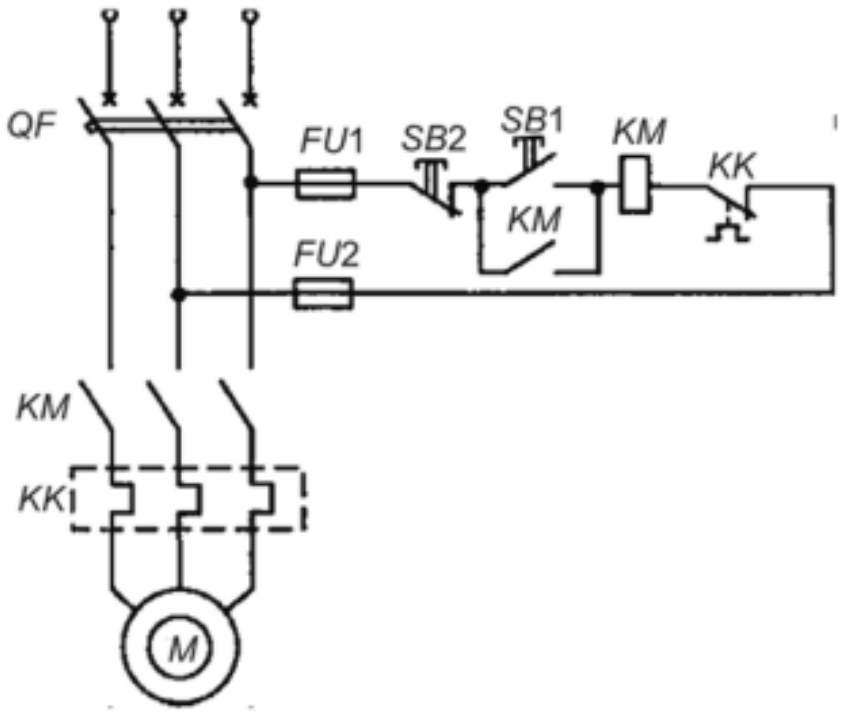


Рис. 3**. Схема управления АД с короткозамкнутым ротором с нереверсивным магнитным пускателем**

- Управление асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором можно производить с помощью магнитных пускателей или контакторов. При применении двигателей малой мощности, не требующих ограничения пусковых токов, пуск осуществляется включением их на полное напряжение сети. Простейшая схема управления двигателем представлена на рисунке 4.7.
- Для пуска включается автоматический выключатель *QF* и тем самым подается напряжение на силовую цепь схемы и цепь управления. При нажатии кнопки *SBI* «Пуск» замыкается цепь питания катушки контактора *КМ,* вследствие чего его главные контакты в силовой цепи также замыкаются, присоединяя статор электродвигателя *М* к питающей сети. Одновременно в цепи управления замыкается блокировочный контакт *КМ,* что создает цепь питания катушки *КМ* (независимо от положения контакта кнопки). Отключение электродвигателя осуществляется нажатием кнопки *SB2* «Стоп». При этом разрывается цепь питания контактора *КМ,* что приводит к размыканию всех его контактов, двигатель отключается от сети, после чего необходимо отключить автоматический выключатель *QF*.

Отчёт: оформление и защита практической работы.

Список литературы

Основные источники:

1. Ахметзянов, М. Х. Техническая механика (сопротивление материалов): учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 297 с.

Дополнительные источники:

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учеб. пособие / Л.И.Вереина, М.М.Краснов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.

2. Опарин И.С. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /И.С.Опарин. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 144 с.

3. Опарин И.С. Основы технической механики: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования /И.С.Опарин. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 96 с.

4. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий [Текст]: учебное пособие для учреждений проф. образования / В.П. Олофинская. - 3-е изд., испр. – М., 2010. – 349 с.

5. Покровский Б.С. Слесарное дело: Учебник для начального профессионального образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.

6. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике [Текст]: учебное пособие для учреждений СПО / В.И. Сетков. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 224 с.

7. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ - 3-е изд., стер.- М: Академия, 2016. – 528 с.

Интернет-ресурсы:

1. Образовательный портал: http//www.edu.sety.ru

2. Образовательный портал: http//www.edu.bd.ru

3. Книжный портал. Техника: http//www.bookivedi.ru

4. Техническая литература: http//www.eурдше.ru

5. Портал нормативно-технической документации: http//www.pntdoc.ru

Билеты к дифференцированному зачету

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№1

1. Статика – это раздел теоретической механики, который изучает:

1) механическое движение материальных твердых тел и их взаимодействие.

2) условия равновесия тел под действием сил.

3) движение тел как перемещение в пространстве; характеристики тел и причины, вызывающие движение, не рассматриваются.

4) движение тел под действием сил.

2. На какие разделы делится теоретическая механика?

1) статика, кибернетика, механика

2) статика, кинематика, динамика

3) кинематика, механика, кибернетика

3. Как называется специальное зубило для прорубания канавок?

1) рейер

2) майзель

3) крейцмейсель

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№2

1. Материальная точка - это:

1) физическое тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстоянием на котором оно находится

2) условно принятое тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстоянием на котором оно находится

3) физическое тело, которое не подвержено деформации

4) условно принятое тело, которое не подвержено деформации

2. Твердость – это

1) Способность материала, не разрушаясь, воспринимать внешние механические воздействия.

2) Способность материала давать значительные остаточные деформации, не разрушаясь.

3) Способность материала сопротивляться проникновению в него другого тела практически не получающего остаточных деформаций.

3. Из какого металла изготавливают зубила?

1) из чугуна

2) из дюралюминия

3) из инструментальной углеродистой стали

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№3

1. Сила – это:

1) векторная величина, характеризующая механическое взаимодействие тел между собой.

2) скалярная величина, характеризующая механическое взаимодействие тел между собой.

3) векторная величина, характеризующая динамическое взаимодействие тел между собой.

4) скалярная величина, характеризующая динамическое взаимодействие тел между собой.

2.Что изучает кинематика?

1) Движение тела под действием приложенных к нему сил.

2) Виды равновесия тела.

3) Движение тела без учета действующих на него сил.

4) Способы взаимодействия тел между собой.

3. От чего зависит угол заострения режущей кромки зубила?

1) от твердости обрабатываемого металла

2) от ширины зубила

3) от длины зубила

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№4

1. Единицей измерения силы является:

1) 1 Дж

2) 1 Па

3) 1 Н

4) 1 кг

2.Совокупность звеньев подвижно кинематических пар образуют

1) кинематическую цепь

2) исполнительный механизм

3) техническое устройство

3. В чем зажимают сверло чтобы запустить дрель в работу?

1) Оправка

2) Тиски

3) Патрон

4) Надфиль

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№5

1. ЛДС силы – это:

1) прямая, перпендикулярно которой расположена сила

2) прямая, на которой лежит сила

3) луч, на котором лежит сила

4) луч, указывающий направление движения силы

2. Как называется график зависимости между растягивающей силой и соответствующим удлинением образца материала?

1) Спектрограмма

2) Томограмма

3) Голограмма

4) Диаграмма

3. Для преобразования вращательного движения в поступательное применяется

1) червячная передача

2) реечная передача

3)ременная передача

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№6

1. Абсолютно твёрдое тело – это:

1) физическое тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстоянием на котором оно находится

2) условно принятое тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстоянием на котором оно находится

3) физическое тело, которое не подвержено деформации

4) условно принятое тело, которое не подвержено деформации

2. Прочность это:

1) способность конструкции выдерживать заданную нагрузку не разрушаясь и без появления остаточных деформаций.

2) способность конструкции сопротивляться упругим деформациям.

3) способность конструкции сохранять первоначальную форму упругого равновесия.

4) способность конструкции не накапливать остаточные деформации.

3. Какие работы выполняют крейцмейселем?

1) Разрубают металл

2) Выполняют углубление перед сверлением

3) Вырубают узкие канавки

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№7

1. Равнодействующая сила – это:

1) такая сила, которое оказывает на тело такое же действие, как и все силы воздействующие на тело вместе взятые.

2) такая сила, которое оказывает на тело такое же действие, как и каждая из сил воздействующих на тело.

3) такая система сил, которое оказывает на тело такое же действие, как и все силы воздействующие на тело вместе взятые.

4) такая система сил, которое оказывает на тело такое же действие, как и каждая из сил воздействующих на тело.

2. Пластичность – это

1) Способность материала, не разрушаясь, воспринимать внешние механические воздействия.

2) Способность материала давать значительные остаточные деформации, не разрушаясь.

3) Способность материала восстанавливать после снятия нагрузки свои первоначальные формы и размеры.

4) Способность материала сопротивляться проникновению в него другого тела практически не получающего остаточных деформаций

3.Какой инструмент применяется для плоскостной разметки металла?

1) Чертилка

2) Надфиль

3) Сверло

4) Молоток

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№8

1. Уравновешивающая сила равна:

1) по величине равнодействующей силе, но лежит на другой ЛДС.

2) по величине равнодействующей силе, лежит на другой ЛДС, но направлена в противоположную сторону.

3) по величине равнодействующей силе, лежит с ней на одной ЛДС, но направлена в противоположную сторону.

4) по величине и направлению равнодействующей силе, лежит с ней на одной ЛДС.

2.отношение полезной работы к полной затраченной работе – это

1) мощность

2) КПД

3) первый закон динамики

3. Какой инструмент применяется при резке металла?

1) Зубило

2) Напильник

3) Ножовка по металлу

4) Шабер

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№9

1. По формуле $\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 * F_1 * F_2 * \cos\alpha}$ определяют:

1) величину уравновешивающей силы, от двух сил действующих на одно тело.

2) величину равнодействующей силы, от двух сил действующих на два разных тела.

3) величину уравновешивающей силы, от двух сил действующих из одной точки на одно тело.

4) величину равнодействующей силы, от двух сил действующих из одной точки на одно тело.

2. Основной закон динамики

1) устанавливает связь между ускорением и массой материальной точки и силой

2) масса является мерой инертности материальных тел в их поступательном движении

3) всякому действию соответствует равное и противоположно направленное противодействие

3. Каким инструментом режут тонкий листовой металл?

1) Напильник

2) Ножницы

3) Ножовка

4) Надфиль

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№10

1. Тела, ограничивающие перемещение других тел, называют:

1) реакциями
2) опорами
3) связями
4) поверхностями

2.Единицы измерения работы в Международной системе единиц (СИ) – это

1) джоуль
2) ньютон
3) паскаль

3. Какие слесарные операции выполняют при резке металла?

1) Разметка
2) Сверление
3) Шабрение
4) Развертывание

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

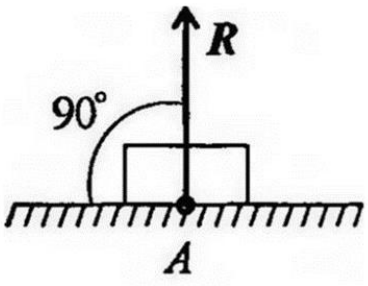
Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№11

1. На рисунке представлен данный вид связи:



1) в виде шероховатой поверхности
2) в виде гибкой связи
3) в виде гладкой поверхности
4) в виде жесткой связи

2. Сила трения направлена в сторону, противоположную относительной скорости скольжения

1) это закон Кулона
2) это свойство пары сил
3) это закон статики

3. При опиливании металла не используют…

1) Шлифовальные круги
2) Надфили
3) Ножовочные полотна
4) Напильники

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№12

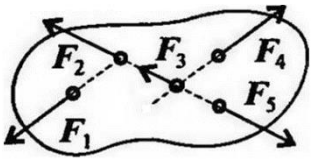
1. При условии, что $F_1 = -|F_4|$, $F_2 = -|F_5|$, $F_3 \neq -|F_5|$, эти силы системы можно убрать, не нарушая механического состояния тела:

1) F_1 и F_3

2) F_2 и F_5

3) F_1 и F_4

4) F_3 и F_5



2. Трением скольжения называют:

1) сопротивление, возникающие при относительном перемещение одного тела по поверхности другого

2) сопротивление силе обратной коэффициенту трения.

3. Как удаляют опилки со слесарного станка?

1) Ветошью

2) Рукой

3) Щеткой

4) сдуть

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№13

1. Плоской системой сходящихся сил называется:

1) система сил, действующих на одно тело, ЛДС которых имеют одну общую точку.

2) система сил, действующих на разные тела, ЛДС которых имеют одну общую точку.

3) система сил, действующих на разные тела, ЛДС которых не имеют общих точек.

4) система сил, действующих на одно тело, ЛДС которых не имеют общих точек.

2. Раздел механики, в котором изучается движение материальных тел под действием приложенных к ним сил – это

1) статика

2) динамика

3) кинематика.

3. Какие слесарные операции можно выполнять на сверлильном станке?

1) нарезание резьбы

2) развертывание

3) зенкование

4) все перечисленные операции

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№14

1. Определение равнодействующей в плоской системе сходящихся сил графическим способом заключается в построении:

1) силового многоугольника
2) силового неравенства
3) проекций всех сил на оси координат Х и У
4) круговорота внутренних и внешних сил

2. Что называется моментом силы относительно точки (центра)?

1) Произведение модуля этой силы на время её действия.

2) Отношение силы, действующей на тело, к промежутку времени, в течение которого эта сила действует.

3) Произведение силы на квадрат расстояния до точки (центра).

4) Произведение силы на кратчайшее расстояние до этой точки (центра).

3. Каким инструментом делаем углубление в центре отверстия перед сверлением?

1) Чертилкой
2) Кернером
3) Оправкой
4) Зубилом

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№15

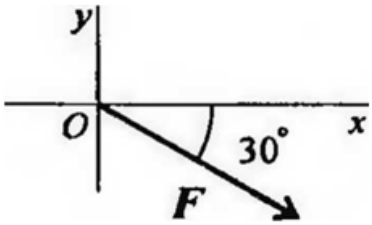
1. Выражение для расчета проекции силы *F* на ось *Oy* для рисунка:

1) $F_y = -F*\cos 30°$

2) $F_y = F*\cos 60°$

3) $F_y = -F*\sin 30°$

4) $F_y = -F*\sin 60°$



2. Как называется брус, работающий на изгиб?

1) массив

2) консоль

3) балка

4) опора

3. Детали машин и узлы бывают:

1) общего назначения

2) специального назначения

3) общего и специального назначения

4) двигательного и передаточного назначения

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№16

1. Пара сил оказывает на тело:

1) отрицательное действие

2) положительное действие

3) вращающее действие

4) изгибающее действие

2. Что называется изгибом?

1) Это такой вид деформации, при котором возникают только касательные напряжения

2) Это такой вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникают изгибающие моменты

3) Это такой вид деформации, при котором возникают поперечные силы

4) Это такой вид деформации, при котором возникают продольные силы

3. Какой угол заточки должен быть у зубила для рубки нелегированной стали?

1) 70 градусов

2) 60 градусов

3) 45 градусов

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№17

1. Моментом силы относительно точки называется:

1) произведение всех сил системы
2) произведение силы на плечо
3) отношение силы к расстоянию до точки
4) отношение расстояния до точки к величине силы

2. На чем базируются все теоремы и уравнения статики?

1) на законах статики
2) на наблюдениях
3) на аксиомах

3. К неразъемным соединениям относятся

1) сварные
2) клепаные, клееные
3) штифтовые, шпилечные
4) сварные, клепаные, клееные

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№18

1. Единицей измерения момента является:

1) 1Н/м

2) 1Н*м

3) 1Па

4) 1Н

2.Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется

1) уравновешенной

2) равнодействующей

3) сосредоточенной

3. При расчете заклепочных соединений на смятие учитывается:

1) наименьшая толщина склепываемых элементов

2) наибольшая толщина склепываемых элементов

3) толщина всех склепываемых деталей

4) диаметр заклепки

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№19

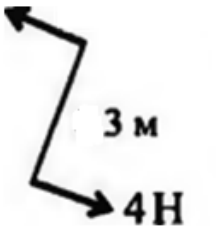
1. Определите для рисунка, чему будет равен момент пары сил:

1) 12 Нм

2) 7 Нм

3) – 12 Нм

4) – 7 Нм



2. Какой прибор служит для статистического измерения силы?

1) амперметр

2) динамометр

3) гироскоп

4) силомер

3. Рубку металла выполняют.

1) Надфилем

2) Кернером

3) Зубилом

4) Зенкером

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№20

1. Единицей измерения сосредоточенной силы является:

1) Н

2) Нм

3) Н/м

4) Па

2. Материальной точкой называется

1) абсолютно твердое тело, размерами которого можно пренебречь, сосредоточив всю массу тела в точке.

2) точка, сосредоточенная в центре тела

3. Что называют рубкой металла?

1) обработка металла ударным и режущим инструментом

2) обработка металла ударным инструментом

3) обработка металла режущим инструментом

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№21

1. Опора допускает поворот вокруг шарнира и может быть заменена двумя составляющими силы вдоль осей координат:

1) шарнирная опора
2) шарнирно-подвижная опора
3) шарнирно-неподвижная опора
4) защемление

2. Когда расстояние между двумя точками тела остается неизменным его называют

1) абсолютно твердым телом
2) прочным телом
3) материальным телом.

3. Две подвижно - соединенные детали образуют

1) узел
2) звенья
3) кинематическую пару

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№22

1. Опора не допускает поворот вокруг шарнира и может быть заменена двумя составляющими силы вдоль осей координат:

1) шарнирная опора
2) шарнирно-подвижная опора
3) шарнирно-неподвижная опора
4) защемление

2.Дествия системы сил на одно и то же твердое тело, производя одинаковые воздействия

Называются:

1) эквивалентными
2) внутренними
3) внешними

3. Для передачи вращения между удаленными друг от друга валами применяется

1) зубчатая передача
2) ременная передача
3) Червячная передача

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№23

1. Пространственная система сил — это:

1) система сил, линии действия которых лежат в одной плоскости.
2) система сил, линии действия которых не лежат в одной плоскости.
3) система сил, линии действия которых перпендикулярны плоскости.
4) система сил, линии действия которых параллельны плоскости.

2. Назовите единицу измерения силы?

1) Паскаль
2) Герц
3) Ньютон
4) Джоуль

3. Каким инструментом режут тонкий листовой металл?

1) Напильник
2) Ножницы
3) Ножовка
4) Надфиль

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№24

1. Центр тяжести параллелепипеда находится:

1) на одной из граней фигуры

2) на середине низовой грани фигуры

3) на пересечении диагоналей фигуры

4) на середине перпендикуляра, опущенного из середины верхней грани фигуры

2. Векторная величина, представляющая собой меру механического воздействия одних тел на другие – это

1) механическое воздействие

2) сила

3) удар

3. Из какого металла изготавливают зубила?

1) из чугуна

2) из дюралюминия

3) из инструментальной углеродистой стали

Министерство образования и науки РС (Я)

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Направление подготовки/специальность:

13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Утверждаю:

Заместитель директора по УР

С.А. Возовиков_____

« »_____2023 г.

Билет№25

1. Статика – это раздел теоретической механики, который изучает:

1) общие законы равновесия материальных точек и твердых тел и их взаимодействие.

2) условия равновесия тел под действием внутренних сил.

3) равновесие тел как перемещение в пространстве; характеристики тел и причины, вызывающие движение, не рассматриваются.

4) движение тел под действием сил.

2. Опора допускает поворот вокруг шарнира и перемещение вдоль опорной поверхности. Реакция направлена перпендикулярно опорной поверхности:

1) шарнирная опора

2) шарнирно-подвижная опора

3) шарнирно-неподвижная опора

4) защемление

3. Какой угол заточки должен быть у зубила для рубки нелегированной стали?

1) 70 градусов

2) 60 градусов

3) 45 градусов

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Ахметзянов, М. Х. Техническая механика (сопротивление материалов): учебник для СПО / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. — 2-е изд., пер. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 297 с.

2. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 457 с.

3. Мирошин, Д. Г. Слесарное дело : учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. Г. Мирошин. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 334 с.

Дополнительные источники:

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учеб. пособие / Л.И.Вереина, М.М.Краснов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.

2. Куклин Н.Г.,Куклина Г.С. Детали машин.- М.:Машиностроение, 2009.

3. Олофинская В.П. Техническая механика: Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий [Текст]: учебное пособие для учреждений проф. образования / В.П. Олофинская. - 3-е изд., испр. – М., 2010. – 349 с.

4. Опарин И.С. Основы технической механики: раб. тетрадь: учеб. пособие для нач. проф. образования /И.С.Опарин. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 96 с.

5. Опарин И.С. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /И.С.Опарин. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 144 с.

6. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике [Текст]: учебное пособие для учреждений СПО / В.И. Сетков. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 224 с.

7. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ - 3-е изд., стер.- М: Академия, 2016. – 528 с.

Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотечная система ЮРАЙТ http://urait.ru/ebs
2. Электронная библиотечная система ЗНАНИУМ http://znanium.com/
3. Электронная библиотека Издательский центр «Академия» http://www.academiamoscow.ru/elibrary/

4. Можно дополнить следующими ресурсами:

5. Образовательный интернет-ресурс для школьников, учителей и родителей www.yaklass.ru

6. Профессиональное образование. — ISBN 978-5-534-18247-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/534604

7. Профессиональное образование. — ISBN 978-5-534-11661-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517591

8. Справочная правовая система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru/

9. Информационно-правовой портал «Гарант» http://www.garant.ru/

10. Образовательный портал: http//www.edu.sety.ru

11. Образовательный портал: http//www.edu.bd.ru

12. Книжный портал. Техника: http//www.bookivedi.ru

13. Техническая литература: http//www.eурдше.ru

14. Портал нормативно-технической документации: http//www.pntdoc.ru

Преподаватель ГБПОУ РС (Я)

«Ленский технологический техникум» _____ / Лучина Г. А./