

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ  
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.02 ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ  
ДАВЛЕНИЕМ, НАЛАДКА И КОНТРОЛЬ ЗА ЕГО РАБОТОЙ  
МДК.02.01 Оборудование цехов обработки металлов давлением  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
22.02.05 Обработка металлов давлением**

Магнитогорск, 2020

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Обработки металлов давлением  
Председатель: О.В. Шелковникова  
Протокол №7 от 17.02.2020 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №3 от 26.02.2020 г.

**Разработчики**

Н.В. Андрусенко,  
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» МпК  
В.М. Агутин,  
преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова » МпК

Методические указания разработаны на основе рабочей программы ПМ.02 Оборудование цеха обработки металлов давлением, наладка и контроль за его работой.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическая работа 1	6
Практическая работа 2	8
Практическая работа 3	9
Практическая работа 4	10
Практическая работа 5	12
Практическая работа 6	16
Практическая работа 7	17
Практическая работа 8	18
Практическая работа 9	20
Практическая работа 10,11	23
Практическая работа 12	27
Практическая работа 13	30
Практическая работа 14	32
Практическая работа 15	36
Практическая работа 16	38
Практическая работа 17	39
Практическая работа 18	40
Практическая работа 19,20	41

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений производить расчеты энергосиловых параметров оборудования.), необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой ПМ.02 Оборудование цеха обработки металлов давлением, наладка и контроль за его работой, МДК.02.01 Оборудование цехов обработки металлов давлением, предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;

- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1. Выбирать соответствующее оборудование, оснастку и средства механизации для ведения технологического процесса.

ПК 2.2. Проверять исправность и оформлять техническую документацию на технологическое оборудование.

ПК 2.3. Производить настройку и профилактику технологического оборудования.

ПК 2.4. Выбирать производственные мощности и топливно-энергетические ресурсы для ведения технологического процесса.

ПК 2.5. Эксплуатировать технологическое оборудование в плановом и аварийном режимах.

ПК 2.6. Производить расчеты энергосиловых параметров оборудования.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Выполнение обучающимися практических работ по ПМ.02 Оборудование цеха обработки металлов давлением, наладка и контроль за его работой, МДК.02.01 Оборудование цехов обработки металлов давлением направлено на :

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1 Машины и механизмы главной линии прокатного стана

#### Практическая работа № 1 Расчет на прочность прокатных валков

**Цель:** Рассчитать статистическую прочность валков. Научится определять прочность прокатных валков, и осуществлять выбор прокатных валков для того или иного технологического процесса прокатки

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методическое пособие по проведению практической работы.
2. Атлас Королева А.А. стр. II - 29

#### **Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Рассчитать статическую прочность валков.
3. Сравнить полученные данные с допустимым значением.
4. Подготовить устную защиту практической работы.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчеты на прочность и жесткость прокатных валков
3. Выполнить отчет о проделанной работе

#### **Ход работы:**

1. Напряжение изгиба в бочке валка определяется по формуле:

$$\sigma_{изг.б} = \frac{M_{изг}}{\omega_b} = \frac{M_{изг}}{0,1d_b^3} \quad [\text{МПа}], \quad \text{где}$$

$M_{изг}$ - изгибающий момент, действующий в рассматриваемом сечении бочки валка, Н\*М;

$\omega_b$ - момент сопротивления поперечного сечения бочки валка на изгиб, Н\*М.

Для листовых двухвалковых станков максимально изгибающий момент будет в середине бочки валка.

$$M_{изг} = \frac{P}{2} * \frac{a}{2} - \frac{P}{2} * \frac{b}{4} = \frac{P}{4} \left( a - \frac{b}{2} \right), \quad \text{где}$$

P- максимальное усилие при прокатке, Н;

$P = m * g$ , где

m – масса валка, т; (см. технические характеристики заданного валка);

g – ускорение свободного падения ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ).

a - расстояние между опорами, м;

b - ширина полосы, м.

$$(1 \text{ МПа} = \text{Кн/м}^2)$$

2. Шейку листового валка рассчитывают на изгиб по следующей формуле:

$$\sigma_{изг.ш} = \frac{M_{изг.ш}}{W_{изг.ш}} = \frac{\frac{P}{2} * \frac{l}{2}}{0,1d_{ш}^3} = \frac{Pl}{0,4d_{ш}^3}, \text{ где}$$

l- длина шейки вала;

d<sub>ш</sub>- диаметр шейки вала.

Кручение шейки листового вала рассчитывается по формуле:

$$\tau_{ш} = \frac{T}{W_{\partial\partial.\phi}} = \frac{\partial}{0,2d_{\phi}^3}, \text{ где}$$

T- крутящий момент, прикладываемый к валку со стороны привода(полярный момент сопротивления).

$$P = T * \omega, \text{ где}$$

P- мощность, Вт. (принимается мощность равную 90 кВт)

ω - скорость вращения, об/мин. (скорость вращения 90 об/мин)

$$T = \frac{P}{\omega}$$

3. Результирующее напряжение определяется по формуле для стальных валков.

$$\sigma_{рез} = \sqrt{\sigma_{изг.ш}^2 + 3\tau}$$

Результирующее напряжение не должно превышать допустимое для данных валков.

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; расчет валков на прочность. Выводы предоставить в письменной форме.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.1 Машины и механизмы главной линии прокатного стана

### Практическая работа № 2

#### Сравнительная характеристика подшипников различного типа

**Цель работы:** Сравнить подшипники различного типа

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

1. Методическое пособие по проведению практической работы.
2. Раздаточный материал видов подшипников

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Заполнить таблицу и подписать элементы подшипников
3. Сделать выводы.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Подписать элементы подшипников
3. Заполнить таблицу
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с методическим указанием к практической работе.
2. Разобрать виды подшипников по наглядным пособиям.
3. Переписать нужный материал в рабочую тетрадь.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; таблицу с характеристиками подшипников различных видов.. Выводы предоставить в тетради.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл	вербальный аналог



	(отметка)	
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.1 Машины и механизмы главной линии прокатного стана

### Практическая работа № 3

#### Выбор типа и конструкции нажимного механизма. Расчет на прочность нажимного винта и гайки

**Цель работы:** Ознакомиться по каким параметрам выбирают нажимной механизм для прокатных станов. Произвести расчет нажимного винта и гайки.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

#### Материальное обеспечение:

Методическое пособие по проведению практической работы.

#### Задание:

1. Ознакомиться с методическим указанием к данной практической работе.
2. Произвести расчеты показателей нажимного механизма и гайки.
3. Записать выводы в тетрадь для практических работ.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с вариантами выбора типа нажимного механизма.
2. Подготовить защиту данной практической работы.

#### Ход работы:

Исходными данными являются усилие прокатки и скорость перемещения винтов.

1. Диаметр нажимного винта определяют в зависимости от условия, действующего на него при прокатке.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4Y}{\pi \cdot [\sigma]}} = 1,13 \sqrt{\frac{Y}{[\sigma]}}$$

$d_{\text{вн}}$  - внутренний диаметр нарезки винта, мм.

$Y$  - максимальное усилие, действующее на винт при прокатке, КН.

$[\sigma]$  - допускаемое напряжение на сжатие винта, МПа

Допускаемое напряжение на сжатие материала можно принимать равным 120-150 МПа

2. Нажимные винты изготавливают из ковальной стали марок Ст5, 40Х, 40ХН с пределом прочности  $\sigma_B = 600-700$  МПа.

Стан 2500

Диаметр нажимной гайки  $D_g$  и ее высоту  $H_g$  определяют из следующих соотношений:

$$D_g = (1,5 \div 1,8) \cdot d_{нар}$$

$$H_g = (0,95 \div 1,1) \cdot D_g, \text{ где}$$

$d_{нар}$  - наружный диаметр резьбы нажимного винта.

Так как на нажимную гайку и на шейку валка действует одно и тоже усилие, наружный диаметр нажимного винта можно определить из зависимости:

$$d_{нар} = (0,55 - 0,62) d_{ш}, \text{ где}$$

$d_{ш}$  - диаметр шейки валка.

1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
$Y=18 \text{ КН}$	$Y=15 \text{ КН}$	$Y=10 \text{ КН}$	$Y=20 \text{ КН}$
$d_{ш}=1050 \text{ мм}$	$d_{ш}=840 \text{ мм}$	$d_{ш}=635 \text{ мм}$	$d_{ш}=1200 \text{ мм}$

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; Выводы предоставить в письменной форме.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.1 Машины и механизмы главной линии прокатного стана

### Практическая работа № 4

#### Расчет на прочность нажимного винта и гайки

**Цель работы:** Ознакомиться по каким параметрам выбирают нажимной механизм для прокатных станов. Произвести расчет нажимного винта и гайки.

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

### Материальное обеспечение:

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Произвести расчеты показателей нажимного механизма и гайки.
3. Записать выводы в тетрадь для практических работ.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с вариантами выбора типа нажимного механизма.
2. Подготовить защиту данной практической работы.

**Ход работы:**

Исходными данными являются усилие прокатки и скорость перемещения винтов.

1. Диаметр нажимного винта определяют в зависимости от условия, действующего на него при прокатке.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4Y}{\pi \cdot [\sigma]}} = 1,13 \sqrt{\frac{Y}{[\sigma]}}$$

$d_{\text{вн}}$ - внутренний диаметр нарезки винта, мм.

Y- максимальное усилие, действующее на винт при прокатке, КН.

$[\sigma]$  - допускаемое напряжение на сжатие винта, МПа

Допускаемое напряжение на сжатие материала можно принимать равным 120-150 МПа

2. Нажимные винты изготавливают из ковальной стали марок Ст5,40Х,40ХН с пределом прочности  $\sigma = 600-700$  МПа.

Стан 2500

Диаметр нажимной гайки  $D_{\text{г}}$  и ее высоту  $H_{\text{г}}$  определяют из следующих соотношений:

$$D_{\text{г}} = (1,5 \div 1,8) \cdot d_{\text{нар}}$$

$$H_{\text{г}} = (0,95 \div 1,1) \cdot D_{\text{г}}, \text{ где}$$

$d_{\text{нар}}$ - наружный диаметр резьбы нажимного винта.

Так как на нажимную гайку и на шейку валка действует одно и тоже усилие, наружный диаметр нажимного винта можно определить из зависимости:

$$d_{\text{нар}} = (0,55-0,62) d_{\text{ш}}, \text{ где}$$

$d_{\text{ш}}$ - диаметр шейки валка.

1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Y=18 КН	Y=15КН	Y=10 КН	Y= 20КН
$d_{\text{ш}}=1050$ мм	$d_{\text{ш}}=840$ мм	$d_{\text{ш}}=635$ мм	$d_{\text{ш}}=1200$ мм

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; Выводы предоставить в письменной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 1.1 Машины и механизмы главной линии прокатного стана**  
**Практическая работа № 5**  
**Расчет шестеренной клетки на опрокидывание**

**Цель работы:** Научиться производить расчет шестеренной клетки на опрокидывание

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое указание к практической работе.  
Справочные материалы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Необходимые расчеты сделать в рабочую тетрадь.
2. Сделать выводы.

**Краткие теоретические сведения:**

Шестеренные клетки предназначены для разделения крутящего момента и передачи вращения валкам от главного двигателя через шпиндели или валы (рис. 1). Шестерённые клетки предусмотрены во всех прокатных станах, за исключением станов с индивидуальным приводом валков, осуществляемым непосредственно от двух двигателей (большие блюминги, слябинги и в некоторых случаях толстолистовые четырёхвалковые станы). Приводной обычно является нижняя шестерня. За основной параметр сортовых станов принимают диаметр начальной окружности шестерённых валков. Зубчатые колёса шестеренной клетки называют шестерёнными валками (они изготавливаются заодно с валом).

В качестве шестерённых валков применяют шестерни с шевронными зубьями с дорожкой или без дорожки посередине. Это вызвано тем, что:

1. Окружные скорости составляют 5-20 м/с. Прямые зубья не обеспечивают плавного хода передачи.
2. Отсутствие осевых нагрузок.
3. Шестерни с дорожкой проще и дешевле в изготовлении (дорожка предназначена для выхода фрезы), однако при этом уменьшается полезная ширина зубьев.

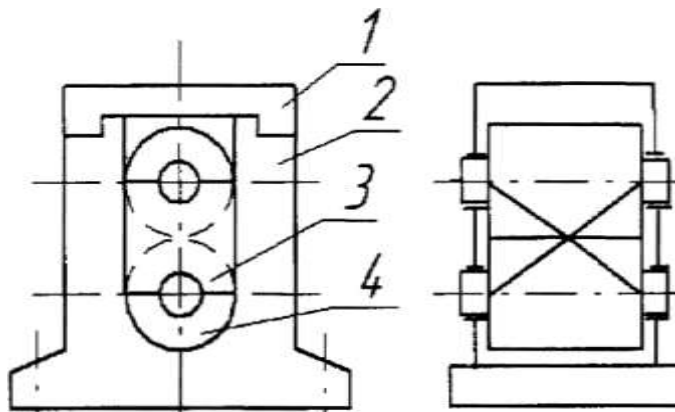


Рис. 1 - Схема шестеренной клетки:  
1 - крышка, 2 - станина; 3 - шестерённые валки; 4 - подушка

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания к проведению практической работы.
2. Выполнить задание.
3. Сделать выводы.

**Ход работы:**

1. По исходным данным произвести расчет шестеренной клетки на опрокидывание.
2. Полученные данные записать в тетрадь.
3. Подготовиться к защите практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; алгоритм определения шестеренной клетки на опрокидывание. Выводы предоставить в письменном виде.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий**

**Практическая работа № 6  
Выбор типа и конструкции рольганга.**

**Цель работы:** Освоить методику выбора конструкции рольганга.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

### Материальное обеспечение:

Методическое пособие по проведению практической работы. Атлас Королева А.А.

### Задание:

1. Пользуясь справочными материалами определить тип и конструкцию рольганга, согласно своему варианту.
2. Зарисовать кинематическую схему рольганга.

### Краткие теоретические сведения:

*Рольганги* являются основным средством перемещения металла в прокатном цехе. Они подразделяются на рабочие и транспортные. Первые расположены непосредственно у рабочих клетей и служат для подачи металла в валки и приема его из валков. Все остальные рольганги называются транспортными и связывают между собой вспомогательное оборудование стана.

Общая длина рольгангов весьма значительна, их масса достигает 20...30 % массы механического оборудования всего прокатного стана.

Рольганги выполняют как с приводными, так и с холостыми роликами; привод роликов может быть индивидуальным или групповым. Рольганги с холостыми роликами располагают с небольшим уклоном: полоса перемещается по ним под действием силы тяжести.

Каждый ролик приводится в движение мотор - редуктором. Рольганги с индивидуальным приводом роликов транспортируют прокатанный металл большой длины. Нагрузка на каждый ролик обычно невелика, поэтому ролики изготавливают из труб. (рис. 2).

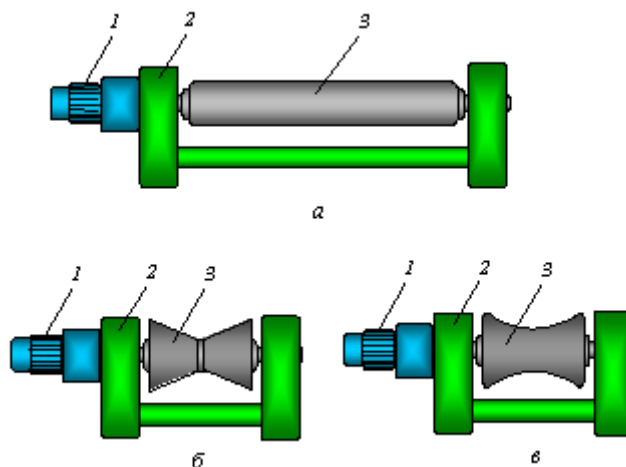


Рис. 2 - Рольганги с индивидуальным приводом и роликами: *а* — цилиндрическим; *б* — биконическим; *в* — профильным; 1 — мотор-редуктор; 2 — подшипниковая опора; 3 — ролик

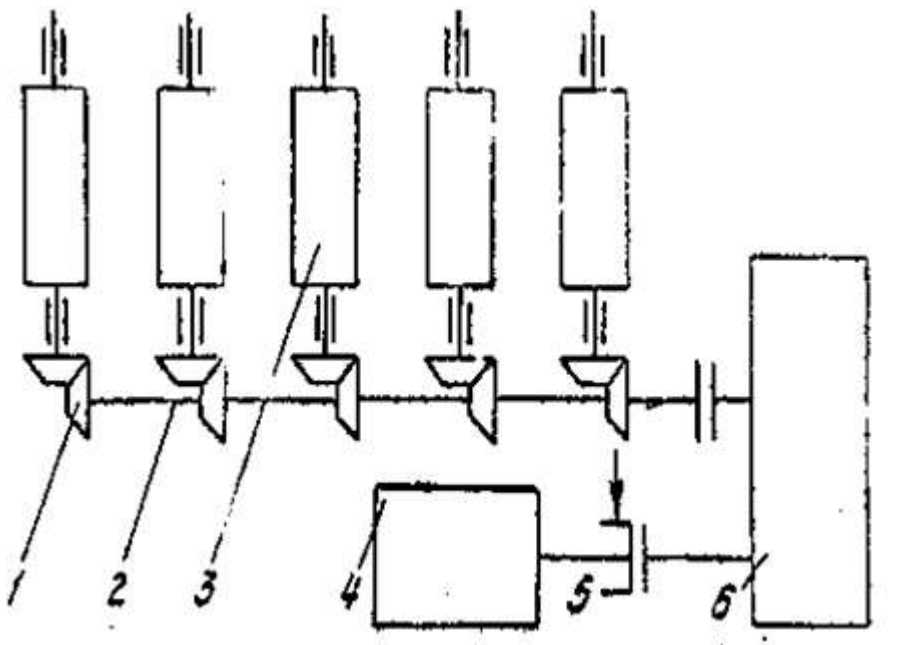


Рисунок 3– Кинематическая схема рольганга

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с методическим указанием.
2. Выбрать тип рольганга, согласно характеристикам
3. Зарисовать кинематическую схему рольганга

**Ход работы:**

1. Изучить справочный материал.
2. Определить тип и характеристики рольганга.
3. Зарисовать кинематическую схему рольганга
4. Подготовиться к защите практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы;. Выводы предоставить в письменном виде.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 7 Расчет мощности привода рольганга

**Цель работы:** Освоить методику расчета мощности рольганга.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- выбирать соответствующие параметры и рассчитывать мощность привода рольганга

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы. Атлас Королева А.А.

**Задание:**

1. Рассчитать мощность привода рольганга

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с методическим указанием.
2. По атласу выбрать необходимые параметры для расчета.
3. Рассчитать мощность двигателя рольганга.
4. Выводы записать в тетрадь.

**Ход работы:**

Расчет мощности и момента рольганга суммируется из 3-х факторов.

1) Потери на трение в подшипниках при движении металла

$$M_{\text{тр}} = (Q_m + n_p G_p) \mu_n * \frac{d_n}{2}, \text{ (Н·м) где}$$

$Q_m$ - вес транспортируемого металла.

$n_p$ - число роликов, приводимого от одного электродвигателя.

$G_p$ - вес самого ролика.

$$V_{\text{цил}} = \frac{\pi d^2}{4} * h$$

$$G_p = V_{\text{цил}} * q, q = 7700 \text{ кг/м}^3$$

$\mu_n$ - коэффициент трения в подшипниках ролика ( $\mu_n = 0,005 - 0,008$ )

$d_n$ - диаметр круга трения в подшипниковых опорах ролика.

2) Возможность буксования роликов по металлу при случайном упоре металла в препятствие.

$$M_{\text{бук}} = Q_i * \mu_{\text{бук}} * \frac{d}{2}, \text{ где}$$

$\mu_{\text{бук}}$ - коэффициент трения ролика при буксовании

(0,3- по горячему металлу

0,15-0,2- по холодному металлу)

$d$ - диаметр бочки ролика

Эти моменты составляют статическую нагрузку привода.

$$M_{\text{ст.р}} = M_{\text{тр.р}} + M_{\text{бук}}$$

3) Возможность транспортирования металла с ускорением, для чего к роликам необходимо приложить динамический момент.



$$M_{\text{дин.}} = J \cdot \omega = J \frac{d\omega}{dt}, \text{ где}$$

J- момент инерции масс, вращающихся с ускорением Н\*М

$d\omega$ - угловое ускорение вращающейся массы, рад/с

$$J = G_{\delta} * R i^2 = G_{\delta} * \frac{D i^2}{4}, \text{ где}$$

Di- диаметр ширины вращения детали, для деталей имеющих форму цилиндра Ri= 0,7r Di= 1,4r где r- наружный радиус цилиндра

$d\omega = \frac{j}{r}$ , где j — поступательное ускорение для горячего металла =3,0 м/с<sup>2</sup>

r- наружный радиус

$$M_{\text{рол.}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{дин}}$$

Мощность, требуемая для вращения роликов, кВт

$$N_{\text{рол}} = M_{\text{рол}} * \omega_{\text{р}}$$

$$M_{\text{об}} = \frac{N_{\text{рол}}}{\eta}$$

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; необходимые расчеты, кинематическую схему роликанга. Выводы подготовить в письменном виде.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 8 Расчет привода транспортера

**Цель работы:** Научиться рассчитывать привод транспортера

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Рассчитать привод агрегатов поточных линий цеха обработки металлов давлением.
3. Полученные результаты записать в тетрадь и предоставить преподавателю для защиты практической работы.

**Порядок выполнения работы:**

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы № 8 осуществить расчеты транспортера по полученным от преподавателя исходным данным.
2. Сделать записи в тетрадь.
3. Подготовить защиту практической работы.

**Ход работы:**

1. Определить основные этапы расчета привода транспортера.
2. Произвести расчеты и записать алгоритм в тетрадь.
3. Защитить практическую работу.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчеты. Отчет предоставить в письменном виде.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично

80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 9 Расчет привода конвейера

**Цель работы:** Научиться рассчитывать привод конвейера

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Рассчитать привод агрегатов поточных линий цеха обработки металлов давлением.
3. Полученные результаты записать в тетрадь и предоставить преподавателю для защиты практической работы.

**Порядок выполнения работы:**

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы № 9 сделать расчеты конвейера по полученным от преподавателя исходным данным.
2. Сделать записи в тетрадь.
3. Подготовить защиту практической работы.

**Ход работы:**

1. Определить основные этапы расчета привода конвейера и транспортера.
2. Произвести расчеты и записать алгоритм в тетрадь.
3. Защитить практическую работу.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчеты. Отчет предоставить в письменном виде.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий**  
**Практическая работа № 10**  
**Расчет механизма подъема стола**

**Цель работы:** Выполнить расчет механизма подъема стола пользуясь основными формулами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Произвести расчет механизма подъемного стола.
3. Полученные результаты записать в тетрадь и предоставить преподавателю для проверки выполненных расчетов.

**Порядок выполнения работы:**

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы № 9 произвести расчеты основываясь на полученных от преподавателя данных.
2. Сделать записи расчетов в тетрадь.
3. Подготовить защиту практической работы.

**Ход работы:**

1. Ознакомиться принципиальными схемами механизмов подъема столов.
2. Ознакомиться с последовательностью расчета этих механизмов.
3. Ознакомиться с расчетом на прочность комбинированной матрицы.
4. Основываясь на методические указания рассчитать механизм подъема по индивидуальным данным.
7. Расчеты записать в тетрадь и сдать преподавателю для проверки.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчеты. Отчет предоставить в письменном виде.

## Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 11 Расчет усилия на линейках манипулятора

**Цель работы:** Выполнить расчет усилия на линейках манипуляторов

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомиться с методическим указанием к данной практической работе.
2. Произвести расчет усилия на линейках по индивидуальным данным.
3. Полученные результаты записать в тетрадь и предоставить преподавателю для проверки выполненных расчетов.

**Краткие теоретические сведения**

*Манипулятор* предназначен для передвижения металла по роликам рольганга параллельно их бочке с целью последующего правильного направления металла в рабочие валки. Одновременно с этим линейки манипулятора выпрямляют прокатываемую полосу (блوم, сляб, заготовки), если она искривилась при прокатке (рис.4).

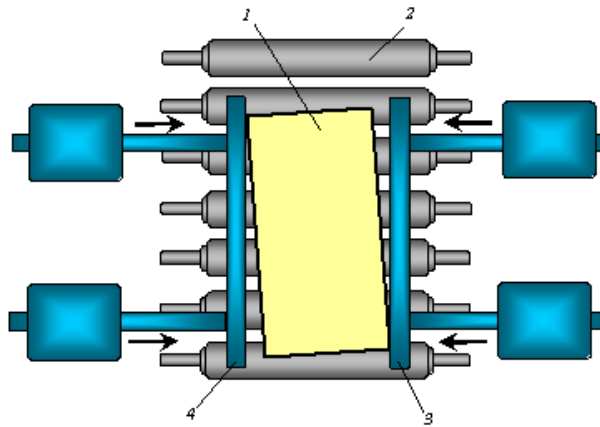


Рис. 4 - Манипулятор: 1 — прокатываемая полоса; 2 — рольганг; 3, 4 — линейки манипулятора

Манипуляторы применяют только при прокатке слитков и относительно толстой заготовки и полосы, т. е. на блюмингах, слябингах, рельсобалочных, крупносортовых станах и толстолистовых станах.

**Порядок выполнения работы:**

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы № 10 произвести расчет усилия, основываясь на полученных от преподавателя данных.
2. Сделать записи расчетов в тетрадь.
3. Подготовить защиту практической работы.

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с рекомендациями проведения расчета усилия.
2. Произвести расчет усилия на линейках манипуляторов по индивидуальным данным.
3. Полученные данные свести в таблицу.
4. Вычертить схему манипулятора.
5. Расчеты записать в тетрадь и сдать преподавателю для проверки.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет усилия.. Отчет предоставить в письменном виде.

**Критерии оценки:**

- За каждый правильный ответ – 1 балл.
- За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

Практическая работа № 12

Расчет усилия резания на дисковых ножницах

**Цель работы:** Освоить методику расчета усилия резания на дисковых ножницах.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы. Атлас А.А. Королева.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета усилия реза.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Краткие теоретические сведения:**

Дисковые ножницы применяют для разрезания широких листов на узкие ленты (ропуска) и для обрезки кромок у широких полос (рис. 3.12). Для обрезки кромок применяют 2-парные дисковые ножницы, а для ропуска широкой полосы — многопарные.

Для получения прямого реза без заусенцев дисковые ножи устанавливают с радиальным перекрытием режущих кромок  $\Delta = 1...3$  мм (чем толще полоса, тем меньше перекрытие) и с небольшим боковым зазором (чем тоньше полоса, тем меньше зазор). Верхний нож смещают относительно нижнего по направлению движения проката для ровного выхода полосы. Угол заострения ножей —  $90^\circ$ . Чтобы лист не изгибался при резке, предусмотрены опорные диски.

Кромкокрошительные ножницы предназначены для резки на короткие куски (длиной 1200 мм) неровных боковых кромок толщиной 4...25 мм и шириной 10...150 мм, отрезаемых дисковыми ножницами от широких толстых полос.

Эти ножницы по кинематике летучие, поскольку режут кромку на ходу. Корпус ножниц совершает качательное движение со скоростью, равной скорости движения кромки (0,3 м/с), отрезанные куски кромки по желобу поступают в короб, периодически удаляемый при помощи мостового крана. Для резки сортового проката применяют салазковые, маятниковые, рычажные, роторные и четырехзвенные пилы.

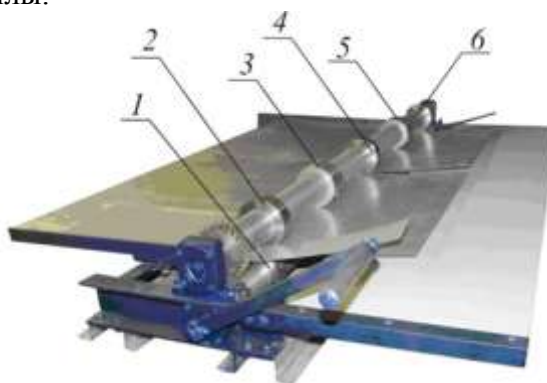


Рис. 5 - Дисковые ножницы СПР-1250 с ручным приводом: 1, 2, 4, 6 — режущие дисковые ножи; 3, 5 — опорные диски

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчеты усилия резания ножниц
3. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы:**

Процесс резания состоит из трех периодов:

1. Вмятие ножей в металл, при этом усилие на ножи постепенно увеличивается до максимального значения  $P_{max}$ . Длительность этого периода, характеризуется коэффициентом  $\dot{E}_v$  равным отношению глубины внедрения ножей в металл при вмятии  $Z_v$  к исходной высоте сечения металла.

$$\dot{E}_v = \frac{Z_v}{h}, \text{ где}$$

$h$ - высота сечения металла, м.

$Z_v$ - глубина внедрения ножей в металл, м.

2. Собственно резания; при этом усилие резания уменьшается по мере уменьшения высоты.

3. Скалывание оставшейся неразрезанной части сечения. Момент окончания резания и начала скалывания характеризуется коэффициентом надреза  $\dot{E}_h$

Максимальное усилие в конце периода вмятия равно усилию в момент начала резания, поэтому можно считать, что

$$P_{max} = \tau_{max} * F_{рез} = K_1 * \sigma_v * F_{рез} \quad (\text{МПа}), \text{ где}$$

$\tau_{max}$ -коэффициент равный отношению максимального сопротивления к пределу прочности

$$K_1 = \frac{\tau_{max}}{\sigma_v} = 0,6 \dots 0,7 \text{ где}$$

$\sigma$ - временное сопротивление разрыву, МПа.

$F_{рез}$ - сечение металла в момент окончания вмятия ножей.

Поэтому площадь сечения, испытывающая напряжение среза равна

$$F_{рез} = h(1 - \dot{E}_v)v, \text{ где}$$

$v$ -ширина разрезаемого металла, м.

$$P_{max} = K_1 * K_2 * K_3 * \sigma_v * v * h * (1 - \dot{E}_v), \text{ где}$$

$K_2$ - коэффициент, учитывающий увеличение усилия резания при затуплении ножей в процессе длительной работы ножниц.

$K_3$ -то же, при условии бокового зазора ножами.

	Горячее резание	Холодное резание
$K_2$	1,10...1,20	1,15...1,25
$K_3$	1,15...1,25	1,2...1,3

Таблица 2. Экспериментальные значения

металл	Горячее резание			Холодное резание		
	$\dot{E}_v$	$\dot{E}_h$	$\sigma_{в, \text{ МПа}}$	$\dot{E}_v$	$\dot{E}_h$	$\sigma_{в, \text{ МПа}}$
Сталь20	0,3...0,35	0,75...1	410	0,25	0,35...0,45	500



Сталь50	0,25...0,3	0,75...0,95	380	0,20	0,3...0,4	520
Сталь50С2	0,23...0,28	0,70...0,95	480	0,20	0,25...0,3	540
Сталь1Х18Н9Т	0,25...0,3	0,65...0,9	370	0,35	0,45	700
Сталь ШХ10	0,20...0,25	0,7...0,8	500	0,15	0,30	750
Медь	0,35	0,65...0,7	430	0,30	0,45	680
Цинк	0,30	0,7	420	0,20	0,40	530
Сплав Д16	0,25	0,5	350	0,15	0,25	675

Таблица 3. Механические свойства материала

металл	$T_{max}$ , МПа
Сталь20	380
медь	160
сплавД16	130
$Z_n$	70-80

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; расчет усилия реза. Отчет предоставить письменной форме.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 13 Расчет привода листопрямильной машины.

**Цель работы:** Выполнить расчеты привода листопрямильной машины.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Произвести расчет мощности привода листопрямильной машины по индивидуальным данным.
4. Полученные результаты записать в тетрадь и предоставить преподавателю для проверки выполненных расчетов.

#### Краткие теоретические сведения:

##### Правильные машины

После прокатки металл необходимо выравнивать (править), чтобы придать ему ровную поверхность (для листов) или правильную геометрическую форму по длине (для сортовых профилей). Правку металла осуществляют на листо- и сортопрямильных машинах. Кроме того, существуют косовалковые машины для правки круглого проката и труб.

Наибольшее распространение получили многороликовые листо- и сортопрямильные машины. Полосу для правки пропускают между двумя рядами роликов, установленных в шахматном порядке. Нижний ряд роликов обычно неподвижный; ролики установлены в строго горизонтальной плоскости. Ролики верхнего ряда могут перемещаться по высоте при регулировке. Приводным обычно является один ряд роликов. При движении полоса изгибается роликами и выпрямляется. Точность правки зависит от числа роликов.

Основными параметрами *листопрямильных* многороликовых машин являются: диаметр роликов  $D$ , шаг роликов  $t$ , количество роликов  $n$ , длина бочки роликов  $l$  и толщина листов  $h$ , подвергаемых правке на данной машине (рис. 6).

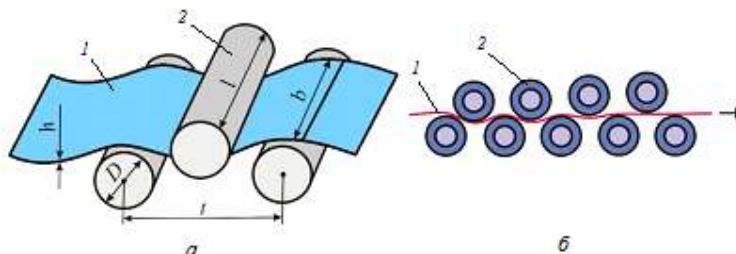


Рис. 6 - Параметры правильной машины *a* и схема правки листа *б*: 1— лист; 2 — ролик

Диаметр и шаг роликов определяют качество правки и силу на ролики правильной машины. Слишком большие шаг и диаметр роликов не обеспечивают требуемой точности правки, а при

уменьшении их увеличивается давление на ролики и усложняется конструкция машины. Шаг роликов принимают равным  $t \approx 1,1D$ .

Листопрямляющие машины бывают с параллельным и наклонным расположением валков. Первые применяются для правки листов толщиной более 12 мм, а также для предварительной правки листов меньшей толщины, вторые — для правки листов толщиной до 4 мм.

*Сортпрямляющие* машины имеют профилированные ролики, состоящие из вала с насадными сменными бандажами, калиброванными по сечению выправляемой полосы. У закрытых машин каждый ролик устанавливается на две подшипниковые опоры, расположенные по его сторонам. Консольное расположение роликов у открытых машин удобно для смены калиброванных бандажей.

Концы сортовых профилей, недостаточно качественно выправленные на роликовых машинах, и различные балки в плоскости их наибольшей жесткости выпрямляются на правильных прессах.

### Порядок выполнения работы:

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы произвести расчет мощности привода основываясь на полученных от преподавателя данных.
2. Сделать записи расчетов в тетрадь.
3. Вычертить схему листопрямляющей машины.
4. Подготовить защиту практической работы.

### Ход работы:

1. Принимаем первые три ролика (2,3,4) изгибают полосу пластически, а последние  $n-5$  роликов — упругая деформация.

$$P = \sigma_T W_y \frac{3K + (n-5) \cdot 8}{t} \quad \text{где}$$

$\sigma_T$  — предел текучести материала листа, подвергаемого правке, МПа.

$W_y$  — момент сопротивления сечения полосы при упругом изгибе, [Н·мм<sup>2</sup>]

$t$  — шаг роликов, [мм]

$K$  — коэффициент, показывающий соотношение моментов

$$K = \frac{W_n}{W_y} \quad \text{где}$$

$W_n$  — пластический момент сопротивления

$\sigma_T$ МПа	Сталь
220	9Г2С
335	17ГС
980	14ХГС

2. Мощность правки определяется по формуле :

$$N_{пр} = \frac{\sigma_T}{2E} \cdot V F K_{деф} \quad \text{где}$$

$F$  — площадь поперечного сечения

$E$  — модуль упругости материала ролика

$K_{деф}$  — результирующий коэффициент пластической деформации при правке полосы

$$K_{деф} = K_2^2 \left( \frac{1}{1 - K^2} + K_2(n-3) \right)$$

$K_2 = 0,8-0,$

$V=0,5-0,3 \text{ м/с}$

$$P=\sigma_{\tau}W_y \frac{3K+(n-5)*8}{t}$$

$$K=\frac{W_n}{2}$$

$$W_h=\frac{a^{3\sqrt{2}}}{6}$$

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет мощности привода и усилия реза.. Отчет предоставить в письменном виде.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий**

**Практическая работа № 14**

**Расчет усилия правки листопрямительной машины**

**Цель работы:** Выполнить расчеты привода и усилия правки листопрямительной машины.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Произвести расчет усилия правки листопрямильной машины.
4. Полученные результаты записать в тетрадь и предоставить преподавателю для проверки выполненных расчетов.

### Краткие теоретические сведения:

#### Правильные машины

После прокатки металл необходимо выравнивать (править), чтобы придать ему ровную поверхность (для листов) или правильную геометрическую форму по длине (для сортовых профилей). Правку металла осуществляют на листо- и сортопрямильных машинах. Кроме того, существуют косовалковые машины для правки круглого проката и труб.

Наибольшее распространение получили многороликовые листо- и сортопрямильные машины. Полосу для правки пропускают между двумя рядами роликов, установленных в шахматном порядке. Нижний ряд роликов обычно неподвижный; ролики установлены в строго горизонтальной плоскости. Ролики верхнего ряда могут перемещаться по высоте при регулировке. Приводным обычно является один ряд роликов. При движении полоса изгибается роликами и выпрямляется. Точность правки зависит от числа роликов.

Диаметр и шаг роликов определяют качество правки и силу на ролики правильной машины. Слишком большие шаг и диаметр роликов не обеспечивают требуемой точности правки, а при уменьшении их увеличивается давление на ролики и усложняется конструкция машины. Шаг роликов принимают равным  $t \approx 1,1D$ .

Листопрямильные машины бывают с параллельным и наклонным расположением валков. Первые применяются для правки листов толщиной более 12 мм, а также для предварительной правки листов меньшей толщины, вторые — для правки листов толщиной до 4 мм.

*Сортопрямильные* машины имеют профилированные ролики, состоящие из вала с насадными сменными бандажами, калиброванными по сечению выправляемой полосы. У закрытых машин каждый ролик устанавливается на две подшипниковые опоры, расположенные по его сторонам. Консольное расположение роликов у открытых машин удобно для смены калиброванных бандажей.

Концы сортовых профилей, недостаточно качественно выправленные на роликовых машинах, и различные балки в плоскости их наибольшей жесткости выпрямляются на правильных прессах.

#### Порядок выполнения работы:

1. На основании методических рекомендаций к проведению практической работы произвести расчет мощности привода основываясь на полученных от преподавателя данных.
2. Сделать записи расчетов в тетрадь.
3. Вычертить схему листопрямильной машины.
4. Подготовить защиту практической работы.

#### Ход работы:

1. Принимаем первые три ролика (2,3,4) изгибают полосу пластически, а последние  $n-5$  роликов-упругая деформация.

$$P = \sigma_T W_y \frac{3K + (n-5) \cdot 8}{t} \quad \text{где}$$

$\sigma_T$  - предел текучести материала листа, подвергаемого правке, мПа.

$W_y$  - момент сопротивления сечения полосы при упругом изгибе, [Н·мм<sup>2</sup>]

$t$  - шаг роликов, [мм]

$K$  - коэффициент, показывающий соотношение моментов

$$K = \frac{W_n}{W_y} \text{ где}$$

$W_n$ - пластический момент сопротивления

$\sigma_T$ МПа	Сталь
220	9Г2С
335	17ГС
980	14ХГС

2. Мощность правки правки определяется по формуле :

$$N_{пр} = \frac{\sigma_T}{2E} * VFK_{деф} \text{ где}$$

F-площадь поперечного сечения

E- модуль упругости материала ролика

$K_{деф}$ - результирующий коэффициент пластической деформации при правке полосы

$$K_{деф} = K_2^2 \left( \frac{1}{1-K_2} + K_2(n-3) \right)$$

$K_2 = 0,8-0,$

$V = 0,5-0,3 \text{ м/с}$

$$P = \sigma_T W_y \frac{3K + (n-5) * 8}{t}$$

$$K = \frac{W_n}{2}$$

$$W_h = \frac{a^{3\sqrt{2}}}{6}$$

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; исходные данные, расчет мощности привода и усилия реза.. Отчет предоставить в письменном виде.

### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

### Практическая работа № 15 Расчет привода моталки

**Цель работы:** Освоить методику расчета привода моталки

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие по проведению практической работы.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета привода моталки.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Краткие теоретические сведения:**

Для сматывания в рулоны листового проката (полосы, ленты, штрипса) применяют барабанные и роliko-барабанные моталки, а для сматывания в бунты мелко­сортного проката, катанки и проволоки — моталки со стационарным или вращающимся бунтом.

*Барабанную моталку* применяют для сматывания в рулон холодного листа (рис. 7).

Привод моталки при непрерывно изменяющемся диаметре рулона должен обеспечивать постоянной линейную скорость смотки-размотки ленты с учетом поддержания неизменным натяжения. Это означает, что угловая скорость барабана моталки должна непрерывно изменяться, что достигается благодаря применению индивидуального электропривода с автоматическим регулированием.

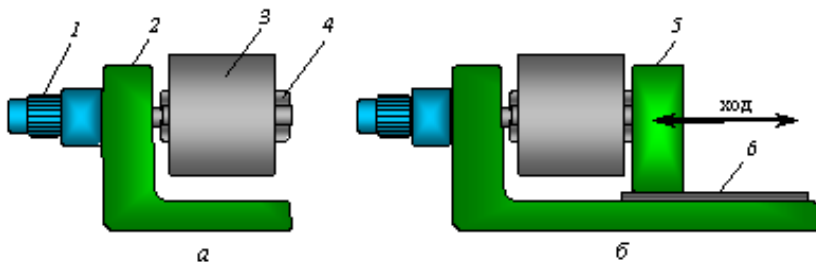


Рис. 7 - Барабанные моталки: а — консольная; б — 2-опорная; 1— мотор-редуктор; 2— корпус; 3 — бунт; 4— барабан; 5— отводная опора; 6— направляющие

*Роliko-барабанную моталку* применяют для сматывания в рулон горячей полосы (рис. 6.17).

Рулон должен быть плотным, иначе облегчается доступ воздуха к его виткам, в результате чего образуется окалина и ухудшается микроструктура металла вследствие неравномерного охлаждения. Кроме того, необходимо исключить телескопичность витков, поскольку кромки полосы повредятся при последующей транспортировке и хранении рулона на складе. Поэтому полоса сматывается при натяжении и правильном ее направлении, что исключает образование

петель на рольганге перед тянущими роликами при захвате полосы моталкой и сматывании ее в рулон.

Ролико-барабанная моталка работает при высоких температурах порядка 500...700 °С и охлаждается водой.

После образования двух-трех первых витков формирующие ролики отводятся от рулона и дальнейшее сматывание тонкой горячей полосы (1...4 мм) осуществляется с натяжением барабаном моталки. При этом верхние тянущие ролики работают в генераторном (тормозном) режиме или же имеют зазор между роликами и полосой. В данном случае достаточно двух формирующих роликов с концентрическими проводками между ними.

В большинстве случаев сматывание толстой полосы (5...16 мм) осуществляется когда в моталке устанавливают 2...3 пары прижимных роликов более жесткой конструкции.

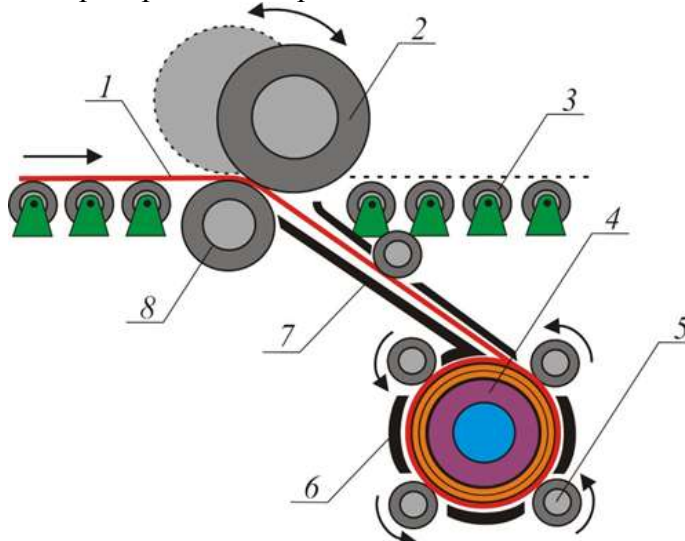


Рис. 8 - Схема ролико-барабанной моталки: 1— горячая полоса; 2, 8— подающие ролики; 3— рольганг; 4— барабан; 5— формирующий ролик; 6, 7— проводки

После захвата переднего конца полосы барабаном моталки прижимные ролики остаются прижатыми к полосе а ее сматывание в рулон с натяжением осуществляется как прижимными роликами, так и барабаном моталки. В этом случае верхние ролики работают в режиме тянущих для полосы на рольганге и подающих для полосы, направляемой в моталку.

*Проволочные моталки* со стационарным бунтом и осевой подачей металла применяют только для круглых сечений из-за возникающего скручивания (рис. 6.18, а).

Проволока проходит по трубке 1, расположенной внутри полого вращающегося вала, который приводится в движение от электродвигателя через коническую зубчатую передачу, и укладывается витками вокруг вертикальных пальцев 2. По окончании сматывания проволоки пальцы опускаются при помощи рычажного механизма, а бунт сталкивается с плиты 3 на транспортер. Преимуществом моталки этого типа является то, что бунт не вращается и сматывание проволоки может происходить при любой скорости ее подачи.

Прокатка мелкосортных профилей на современных прокатных станах осуществляется при меньшей скорости (15...30 м/с) по сравнению со скоростью прокатки проволоки на непрерывных проволочных станах (более 50 м/с). Поэтому для сматывания в бунты простых мелкосортных профилей (круга, квадрата) и катанки применяют моталки с вращающимся бунтом и тангенциальной подачей металла.





Рис. 9 - Мелкосортные (проволочные) моталки с бунтом: *а* — стационарным; *б* — вращающимся, *в* — общий вид; 1, 5 — трубки; 2 — палец; 3— плита; 4— грибовидный шпиндель; 6— катанка (проволока)

Эти моталки обеспечивают сматывание без скручивания металла и потому применяются как для проволоки, так и для мелкого сорта с формой сечения, отличной от круга. Такие моталки часто располагают под полом цеха. Металл поступает по трубке 5 и укладывается на вращающемся грибовидном шпинделе 4. Моталки приводятся в движение обычно от самостоятельных двигателей с электрической синхронизацией скорости с последней клетью стана. Перед отправкой потребителю бунты обвязывают в двух-четырёх местах проволокой диаметром 3...6 мм, для чего за моталками устанавливают бунтовязальные машины.

Далее бунты транспортируются крюковым подвесным конвейером, после чего снимаются с крюков и пакетируются.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета привода моталки.
2. Защитить практическую работу.

**Ход работы:**

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета привода моталки.
3. Вычертить схему моталки.
4. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему моталки, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо

70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 16 Расчет привода размотывателя

**Цель работы:** Освоить методику расчета привода размотывателя.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;

- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие к практической работе.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета привода размотывателя.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета привода размотывателя.
2. Защитить практическую работу.

**Ход работы:**

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета привода моталки.
3. Вычертить схему размотывателя.
4. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему моталки, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог

90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 17 Выбор каната

**Цель работы:** Выбрать стальной канат для подъема номинального груза.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;

- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие к практической работе. ГОСТ 2688-80 КАНАТЫ СТАЛЬНЫЕ.

**Задание:**

1. Рассчитать стальной канат;
2. Зарисовать тип каната;
3. Зарисовать кинематическую схему и подписать позиции.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчеты по выбору каната
3. Выполнить проверку
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы:**

В соответствии с нормами Госгортехнадзора РФ, канат выбирается из сортамента канатов по соотношению:

$$S_{\max} * Z_p < S_{\text{раз}},$$

где  $S_{\max}$  - максимальная рабочая нагрузка ветви каната, определяемая при подъеме номинального груза;

$Z_p$  - коэффициент использования канатов;

$S_{\text{раз}}$  - разрывная нагрузка каната в целом.

1. Определяем КПД полиспаста.

$$\eta_{\text{полиспаста}} = \frac{(1-\eta^2)\eta^t}{a(1-\eta)}$$

где  $a$  – кратность полиспаста,  $a=3$ ;

$t$  - количество блоков полиспаста,  $t=5$ ;

$\eta$  – КПД блока,  $= 0,95 \div 0,97$

1. Считаем

$$S_{\max} = \frac{Q}{a\eta^n}$$

где  $Q$  - вес груза, Н.

2. Определим  $Z_p$  коэффициент прочности в зависимости от разрушающей нагрузки.

3. Выбираем канат по ГОСТ

Проверка:

$$Z_p \text{ факт} = \frac{S_p \text{ факт}}{S_{\max}}$$

$Z_p \text{ факт} > Z_p$

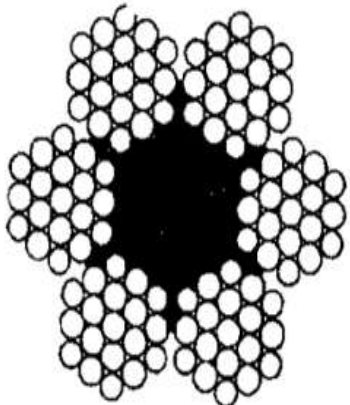
Таблица 1- Исходные данные

<i>№ вар</i>	<i>Q, т</i>	<i>V<sub>под</sub>, м/с</i>	<i>H, м</i>	<i>Режим работы М</i>
1	5	0,2	15	1
2	5	0,1	15	2
3	5	0,3	15	3
4	5	0,3	15	4
5	5	0,2	15	1
6	5	0,2	15	2
7	10	0,25	15	3
8	10	0,35	15	4
9	10	0,2	15	1
10	10	0,1	15	2
11	10	0,25	15	3
12	10	0,3	20	4
13	15	0,1	20	1
14	15	0,2	20	2
15	15	0,3	20	3
16	15	0,25	20	4
17	15	0,1	20	1
18	15	0,35	20	2
19	20	0,2	20	3
20	20	0,3	20	4
21	20	0,35	20	1
22	20	0,1	15	2
23	20	0,35	15	3
24	20	0,3	15	4
25	25	0,2	15	1
26	25	0,1	15	2
27	25	0,25	15	3
28	25	0,35	15	4
29	25	0,2	15	1
30	25	0,1	15	2

Таблица 2 - Минимальные коэффициенты использования канатов, Z<sub>p</sub>

<i>Режим работы механизма</i>	<i>Z<sub>p</sub></i>
1М	3,15
2М	4,0
3М	4,5
4М	5,6
5М	7,1
6М	9,0

Таблица 3 - Параметры каната

Эскиз	Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Ориентировочная масса 1000 м, кг	Маркировочная группа, МПа			
				1372(140)	1568 (160)	1665 (170)	1754(180)
				Разрывное усилие каната в целом $S_{раз}$ , кН, не менее			
 <p>Канат двойной свивки типа ЛК-Р 6*19 проволоч с одним органическим сердечником</p>	8,3	26,15	256		34,8	36,95	38,15
	9,1	31,18	305		41,55	44,1	45,45
	9,9	36,66	358,6		48,85	51,85	53,45
	11	47,19	461,6		62,85	66,75	68,8
	12	53,87	527		71,75	76,2	78,55
	13	61	596,6	75,05	81,25	86,3	89
	14	74,4	728	86,7	98,95	105	108
	15	86,28	844	100	114,5	122	125
	16,5	104,61	1025	121,5	139	147,5	152
	18	124,73	1220	145	163	176	181,5
	19,5	143,61	1405	167	191	203	209
	21	167,03	1635	194,5	222	236	243,5
	22,5	188,78	1850	220	251	267	275,5
	24	215,49	2110	250,5	287	304,5	314
	25	244	2390	284	324,5	345	355,5
	27	274,31	2685	319	365	388	399,5
	28	297,63	2910	346,5	396	421	434
	30,5	356,72	3490	415,5	475	504,5	520
	32	393,06	3845	458,0	523,5	556	573
	33,5	431,18	4220	502,5	574	610,5	748
37	512,79	5015	597	683	725	629	
39,5	586,59	5740	684	781,5	828	856	
42	668,12	6535	779	890	945	975	

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему каната расчеты. Отчет предоставить в письменной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 18 Расчет барабана механизма подъема на прочность

**Цель работы:** Освоить методику расчета барабана механизма подъема на прочность

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;

- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие к практической работе.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета барабана механизма подъема.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета барабана механизма подъема на прочность.
2. Защитить практическую работу.

**Ход работы:**

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета прочностных характеристик механизма подъема.
3. Вычертить схему механизма.
4. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему механизма, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно



менее 70	2	не удовлетворительно
----------	---	----------------------

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 19

#### Расчет и подбор элементов привода механизма подъема мостового крана

**Цель работы:** Освоить методику расчета и подбор элементов привода механизма подъема мостового крана.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса;

#### Материальное обеспечение:

Методическое пособие к практической работе.

#### Задание:

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета привода механизма подъема.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета механизма подъема на прочность.
2. Защитить практическую работу.

#### Ход работы:

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета привода механизма подъема.
3. Вычертить схему механизма подъема мостового крана..
4. Подготовить защиту практической работы.

#### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему механизма, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

#### Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно

менее 70	2	не удовлетворительно
----------	---	----------------------

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 20

#### Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения крана

**Цель работы:** Освоить методику расчета и подбор элементов электродвигателя механизма передвижения мостового крана.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;

- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие к практической работе.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета электродвигателя механизма передвижения крана.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета и подбора электродвигателя передвижения крана.
2. Защитить практическую работу.

**Ход работы:**

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета привода электродвигателя механизма передвижения крана.
3. Вычертить схему электродвигателя механизма передвижения крана.
4. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему механизма, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

- За каждый правильный ответ – 1 балл.
- За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

## Тема 1.2 Машины и агрегаты поточных технологических линий

### Практическая работа № 21

#### Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения тележки мостового крана

**Цель работы:** Освоить методику расчета и подбор элементов электродвигателя механизма передвижения тележки мостового крана.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для ведения технологического процесса

#### Материальное обеспечение:

Методическое пособие к практической работе. Справочная литература.

#### Задание:

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета электродвигателя механизма передвижения тележки мостового крана.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета и подбора электродвигателя передвижения тележки крана.
2. Защитить практическую работу.

#### Ход работы:

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета привода электродвигателя механизма передвижения тележки крана.
3. Вычертить схему электродвигателя механизма передвижения тележки.
4. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему механизма, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 1.3 Техническая эксплуатация прокатного оборудования****Практическая работа № 22****Расчет количества смазочного материала для узлов прокатного оборудования.**

**Цель работы:** Освоить методику расчета смазочного материала для узлов прокатного оборудования.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующие смазочные материалы для того или иного технологического оборудования.

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие к практической работе.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета, выбор и составление системы смазочных материалов для прокатного оборудования.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета количества смазочного материала.
2. Ознакомиться с показателями выбора смазки для узлов прокатных станов.

3. Составить карту смазки.
4. Защитить практическую работу.

**Ход работы:**

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета количества смазки.
3. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно

**Тема 1.3 Техническая эксплуатация прокатного оборудования**

**Практическая работа № 23**

**Выбор смазочного материала, составление системы и карты смазки**

**Цель работы:** Освоить методику выбора и составления системы и карты смазки.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- использовать оборудование для осуществления технологических процессов обработки металлов давлением;
- выбирать соответствующие смазочные материалы для того или иного технологического оборудования.

**Материальное обеспечение:**

Методическое пособие к практической работе.

**Задание:**

1. Ознакомится с методическим указанием к данной практической работе.
2. Изучить методику расчета, выбор и составление системы смазочных материалов для прокатного оборудования.
3. Законспектировать полученную информацию в рабочую тетрадь.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с алгоритмом расчета количества смазочного материала.
2. Составить карту смазки.
3. Защитить практическую работу.

**Ход работы:**

1. Записать в рабочую тетрадь алгоритм расчета.
2. Записать в рабочую тетрадь основные формулы для расчета количества смазки.
3. Вычертить карту подачи смазки на узлы прокатного оборудования.
4. Подготовить защиту практической работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы; схему, расчеты. Отчет предоставить в устной форме.

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	не удовлетворительно