

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

*Приложение 2.31.1 к ОПОП-П по специальности  
15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация  
и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)*

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 ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.11 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**для обучающихся специальности**

**15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного  
оборудования (по отраслям)**

**Магнитогорск, 2024**

## ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией  
«Механического, гидравлического  
оборудования и автоматизации»  
Председатель О.В. Коровченко  
Протокол № 5 от «31» января 2024г.

Методической комиссией МпК  
Протокол № 3 от «21» февраля 2024г.

### **Разработчик:**

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)  
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Пащенко Константин Георгиевич

Методические указания по выполнению практических / лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Технологическое оборудование металлургического производства».

Содержание практических работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.17 Монтаж, техническое обслуживание, эксплуатация и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) и овладению общими и профессиональными компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	9
Практическое занятие 2	12
Практическое занятие 3	16
Практическое занятие 4	20
Практическое занятие 5	23
Практическое занятие 6	28
Практическое занятие 7	31
Практическое занятие 8	35
Практическое занятие 9	37
Практическое занятие 10	41
Практическое занятие 11	43
Практическое занятие 12	44
Лабораторное занятие 1	46
Лабораторное занятие 2	51

## 1 ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических и лабораторных 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 выполнять расчеты, составлять кинематические схемы, читать технические чертежи), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование металлургического производства» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- Уд 1 читать чертежи;
- Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**А также формированию общих компетенций:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование металлургического производства» 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;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.2. Машины складов металлургического сырья

#### Практическое занятие №1

Методика расчета механизма кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя.  
Чтение технических чертежей

**Цель:** Рассчитать механизм кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Закрепить знание конструкции роторного вагоноопрокидывателя
2. Зарисовать схему роторного вагоноопрокидывателя.
3. Подписать позиции
4. Рассчитать суммарный статический момент двигателя механизма кантования ротора

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет механизма кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя

**Ход работы:**

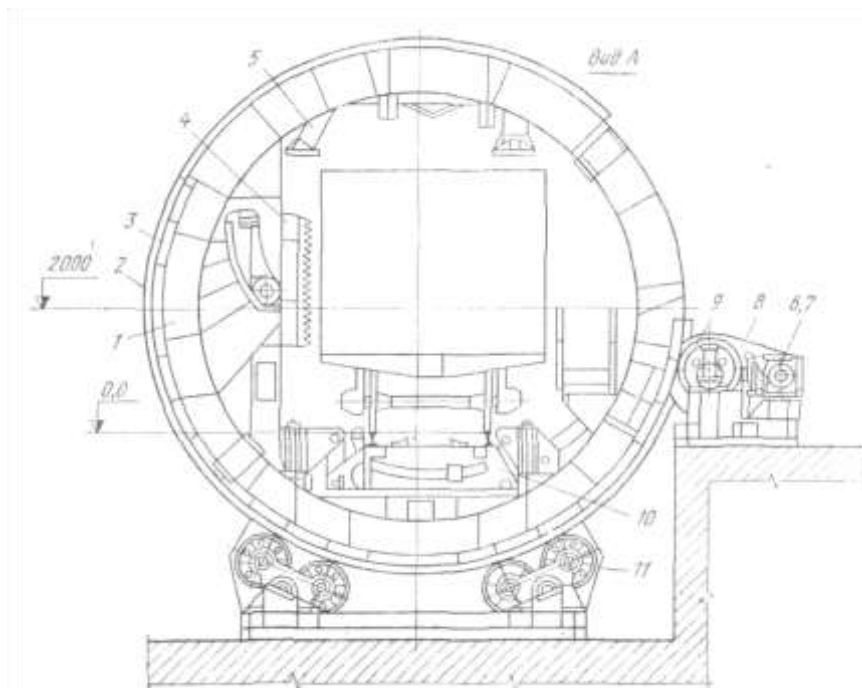


Рисунок 1 – Схема стационарного роторного вагоноопрокидывателя

### Исходные данные

1. Суммарный вес всех элементов: ротора, вагона, материала  $\sum G_i = 2374$  кН
2. Плечо статического момента от сил тяжести  $X_{oi}$ ; 0,13 м
3. Число опорных роликов  $Z$  12
4. Угол между осью роликоопоры и вертикальной осью ротора  $\alpha$ ; град т 30
5. Угол между осью роликоопоры о осью ролика  $\beta$ ; град 15
6. Приведенный коэффициент трения подшипников качения роликов  $f_{пр}$  0,03
7. Диаметр цапфы опорного ролика  $D_{ц}$ ; мм 100 =0,1м
8. Радиус бандажа ротора  $R_б$ ; м 3,7
9. Радиус опорного ролика  $r_p$ ; м 0,30
10. Коэффициент трения качения ролика по бандажу  $R$ ; см 0,5=0,005 м

1. Рассчитать статический момент от веса элементов вагоноопрокидывателя, вагона и материала в нем

$$M_{ст} = \sum G_i \cdot X_{oi} \text{ (кНм)}$$

2. Рассчитать момент трения сил в роликовых опорах (кНм)

где  $N_p$  - реакция (нагрузка) ролика (кН)

$$N_p = \frac{\sum G_i}{Z \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}$$

3. Определить суммарный статический момент

$$M_{сумм.ст} = M_{ст} + M_{тр} \text{ (кНм)}$$

4. Определить суммарный статический момент приведенный к валу электродвигателя.  
Принять  $n=0,78$  ;  $u= 24$

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.2. Машины складов металлургического сырья

### Практическое занятие №2

Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения тележки грейферного крана. Чтение технических чертежей

**Цель:** Рассчитать и подобрать электродвигатель механизма передвижения тележки мостового крана.

#### Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

#### Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал, учебник Руденко Н.Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин.

#### Задание:

- 1.Зарисовать кинематическую схему передвижения тележки и подписать позиции.
2. Рассчитать электродвигатель механизма передвижения тележки крана.
- 3.Выбрать электродвигатель серии МТ и МТВ (см. приложение 11 учебника)

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет электродвигателя тележки мостового крана
3. Подобрать электродвигатель

#### Ход работы:

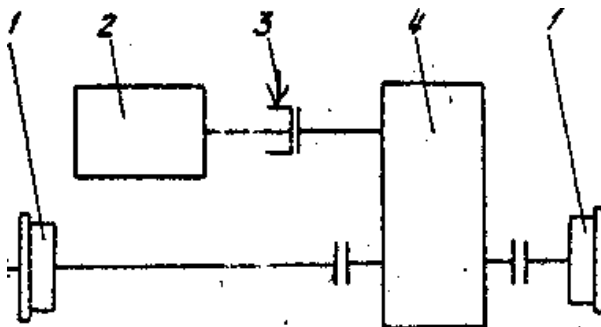


Рисунок 2 – Кинематическая схема передвижения тележки мостового крана

Таблица 1 - Исходные данные

№ вар	Q, т	V <sub>под</sub> , м/с	D <sub>хк</sub> , мм	G <sub>кр.</sub> , т
1	3	0,2	650	35
2	4	0,18	700	36
3	5	0,19	750	37
4	6	0,2	800	38
5	7	0,18	650	39
6	8	0,19	700	40
7	9	0,2	750	45
8	3,5	0,18	800	35
9	4,5	0,19	650	36
10	5,5	0,2	700	37

1. Сопротивление передвижению тележки с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса, определяется по формуле:

$$W_{mp.} = \frac{Q_{зр} + G_m}{D_{хк.}} * (2 * \mu + f * d) * k_p,$$

где  $G_\delta$  - собственный вес тележки (кН);

$G_{зр.}$  - вес груза (кН)

$D_{хк}$  - диаметр ходового колеса тележки, м;

$\mu$ - коэффициент трения коле качения ( $\mu = 0,3$ );

$f$ - коэффициент трения в опоре вала колеса ( $f=0,015$ );

$d$ - диаметр цапфы, м

$$d = (0,2 \div 0,25) * D_{хк}.$$

$k$ - коэффициент трения реборд ходовых колес и торцов ступиц колеса ( $k=2,5$ ).

2. Выбор электродвигателя для механизма передвижения крановых тележек и кранов производят по максимально-допустимому пусковому моменту двигателя, при котором обеспечивается надлежащий запас сцепления ходового колеса с рельсом, исключающий возможность буксования при передвижении тележки без груза в процессе пуска.

3. При пуске максимально допустимое значение ускорения тележки определяется по формуле:

$$a_{max} = \left[ \frac{n_{np}}{n_k} \left( \frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{хк}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_p}{D_{хк}} - \frac{P_e}{G_m} \right] * g,$$

где  $n_{np}$  - число приводимых ходовых колес ( $n_{np}=2$ );

$n_k$  - общее число ходовых колес ( $n_k=4$ );

$\varphi$  - коэффициент сцепления ходового колеса с рельсом, равно 0,2;

$P_b$  - ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии ( $P_b=0$ );

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

4. Мощность двигателя по статическому сопротивлению при перемещении тележки с номинальным грузом:

$$N_{cm} = \frac{W_{mp} V_m}{102 * 60 * \eta_0}, \text{ где}$$

$\eta_i$  - КПД при установке ходовых колес на подшипниках качения,  $\eta_i = 0,9$ .

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.3. Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей

### Практическое занятие №3

Расчет щековых дробилок. Чтение технических чертежей.

**Цель:** Рассчитать основные параметры щековой дробилки

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

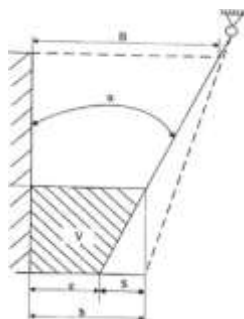
**Задание:**

- 1.Зарисовать схему к расчету дробилки
2. Рассчитать основные параметры дробилки
- 3.Выбрать электродвигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**



$B$ - ширина приемного(загрузочного)отверстия;  $\alpha$  – угол захвата (угол между дробящими щеками);

$b$ - размер выходной (разгрузочной) щели;  $H$  – высота дробилки;  $e$ - минимальная ширина разгрузочной щели;

$S$  – ход щеки в нижней части дробилки

Рисунок 3 – Схема к расчету щековой дробилки

Последовательность расчета основных параметров щековой дробилки следующая [1, 2, 3].

1. Определение оптимальной угловой скорости эксцентрикового вала обеспечивающую максимальную производительность

$$\omega = 5 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{S}}, \text{ рад/с,}$$

где  $S$  – ход щеки в нижней части дробилки, м;  $\alpha$  – угол захвата, град.

2. Определение объема материала, выпадающего из дробилки за один ход щеки

$$V = \frac{(2e + S) \cdot S \cdot B}{2 \operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}^3,$$

где  $e$  – минимальная ширина разгрузочного отверстия, м;  $B$  – размер загрузочной щели, м.

3. Определение объемной производительности

$$\Pi_V = 3600 k_p \cdot V \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч,}$$

где  $k_p$  – коэффициент разрыхления материала,  $k_p = 0,3 \dots 0,4$  – для прочного материала,  $k_p = 0,41 \dots 0,65$  – для непрочного материала;  $n$  – частота вращения эксцентрикового вала

$$n = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ с}^{-1}.$$

4. Определение массовой производительности

$$\Pi_m = \Pi_V \cdot \rho^{\text{нас}}, \text{ кг/ч,}$$

где  $\rho^{\text{нас}}$  – насыпная плотность материала,  $\text{кг/м}^3$ .

5. Определение усилия дробления

$$P_{\text{др}} = 1,5 P_{\text{max}}, \text{ Н,}$$

где  $P_{\text{max}}$  – суммарная нагрузка на дробящую плиту

$$P_{\text{max}} = q \cdot B \cdot H, \text{ Н,}$$

где  $q$  – среднее давление на единицу рабочей площади неподвижной щеки во время дробления камня, Па,  $q = 2,7$  МПа;  $H$  – высота дробилки, м.

6. Определение среднего эффективного усилия на неподвижную щеку

$$P_{\text{эфф}} \approx 0,2 P_{\text{max}}, \text{ Н.}$$

7. Определение работы дробления за один рабочий ход подвижной щеки

$$A = P_{\text{эфф}} \cdot S_0, \text{ Дж,}$$

где  $S_0$  – ход подвижной щеки в месте приложения силы, м,  $S_0 = (0,56 \dots 0,6)S$  – для дробилок с простым качанием щеки,  $S_0 = r$  – для дробилок со сложным качанием щеки;  $r$  – эксцентриситет вала дробилки, м.

8. Определение мощности электродвигателя дробилки  
– для дробилок с простым качанием щеки

$$N = \frac{700\mathcal{B} \cdot S_0 \cdot n \cdot H}{\eta}, \text{ кВт},$$

– для дробилок со сложным качанием щеки

$$N = \frac{720\mathcal{B} \cdot r \cdot n \cdot H}{\eta}, \text{ кВт},$$

где  $\eta$  – КПД привода,  $\eta = 0,85$ .

Исходные данные к расчету щековых дробилок приведены в приложении 1.

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

Приложение 1

№ варианта	Крупность исходного материала D, мм	Минимальная ширина разгрузочной щели e, мм	Эксцентриситет вала Г, мм	Угол захвата, α	Ход подвижной щеки, S, мм	Высота неподвижной щеки H, мм	Ширина загрузочного отверстия, В, мм	Качение щеки
1	510	180	19	18	24	1100	900	простое
2	520	179	18	19	23	1120	890	сложное
3	530	178	17	20	22	1130	910	простое
4	540	177	20	18	21	1140	920	сложное
5	550	176	19	19	24	1150	930	простое
6	560	175	18	20	23	1160	940	сложное
7	570	174	17	18	22	1170	900	простое
8	580	173	20	19	21	1180	890	сложное
9	590	172	19	20	24	1190	910	простое
10	600	171	18	18	23	1200	920	сложное
11	595	170	17	19	22	1100	930	простое
12	585	169	20	20	21	1120	940	сложное
13	575	168	19	18	24	1130	900	простое
14	565	167	18	19	23	1140	890	сложное
15	555	166	17	20	22	1150	910	простое
16	545	165	20	18	21	1160	920	сложное
17	535	164	19	19	24	1170	930	простое
18	525	163	18	20	23	1180	940	сложное
19	515	162	17	18	22	1190	900	простое
20	505	161	20	19	21	1200	890	сложное
21	400	160	19	20	24	1100	910	простое
22	450	180	18	18	23	1120	920	сложное
Для четных вариантов дроблению подвергается известняк, с насыпной плотностью 1600кг/м <sup>3</sup>								
Для нечетных вариантов дроблению подвергается железная руда, с насыпной плотностью 2000кг/м <sup>3</sup>								

**Тема 1.3. Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей**

**Практическое занятие №4**

## Расчет конусных дробилок

**Цель:** Рассчитать основные параметры конусной дробилки

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

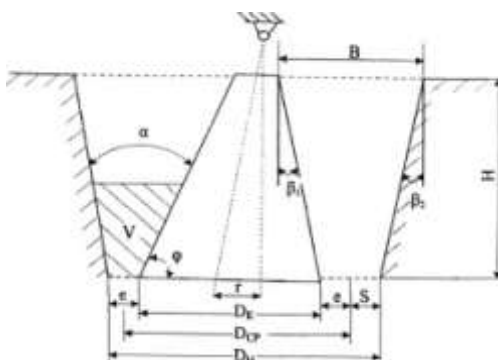
**Задание:**

- 1.Зарисовать схему к расчету дробилки
2. Рассчитать основные параметры дробилки
- 3.Выбрать электродвигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**



$D_k$  - нижний диаметр дробящего конуса;  $D_{ср}$  - средний диаметр дробящего конуса в зоне параллельности;  $D_n$  - нижний диаметр неподвижного конуса;  $\alpha$  - угол захвата (угол между подвижными и неподвижными конусами);

$r$  - эксцентриситет;  $H$  - высота дробилки;  $e$  - минимальная ширина разгрузочной щели;  $S$  - ход подвижного конуса

Рисунок 4 – Схема к расчету конусной дробилки

Методика расчета основных параметров конусных дробилок аналогична щековым дробилкам, так как условия дробления материала в них одинаковые. Для облегчения расчета примем  $D_{CP} = D_K$ ,  $r = e$ ,  $\alpha = \beta_1 + \beta_2$ , причем  $\beta_1 > \beta_2$  [2, 3].

1. Определение объема материала, выходящего из дробилки за один оборот вала

$$V = \frac{\pi \cdot D_{CP} \cdot (e + r) \cdot 2r}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2} = \frac{\pi \cdot D_K \cdot 4e^2}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}, \text{ м}^3,$$

где  $D_K$  – нижний диаметр дробящего конуса, м;  $e$  – минимальный размер выходной щели, м;  $\beta_1$  – угол наклона образующей внутреннего конуса, град;  $\beta_2$  – угол наклона образующей наружного конуса, град.

2. Определение числа оборотов вала дробилки

– для конусных дробилок крупного дробления

$$n \approx 0,71 \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}{r}} \approx 0,71 \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}{e}}, \text{ с}^{-1},$$

– для конусных дробилок среднего и мелкого дробления

$$n = 7,5 \sqrt{\frac{\sin\varphi - f \cdot \cos\varphi}{D_K}}, \text{ с}^{-1},$$

где  $\varphi$  – угол между образующей дробящего конуса и основанием, град;  $f$  – коэффициент трения материала о футеровку конусов,  $f = 0,3 \dots 0,35$ .

3. Определение объемной и массовой производительностей

$$\Pi_v = 3600 k_p \cdot n \cdot \pi \cdot \frac{D_{CP} \cdot (e + r) \cdot 2r}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2} = 14400 k_p \cdot n \cdot \pi \cdot \frac{D_K \cdot e^2}{\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\Pi_m = \Pi_v \cdot \rho^{\text{нас}}, \text{ кг/ч},$$

где  $\rho^{\text{нас}}$  – насыпная плотность материала,  $\text{кг/м}^3$ ;  $k_p$  – коэффициент разрыхления материала,  $k_p = 0,3 \dots 0,4$  – для прочного материала,  $k_p = 0,41 \dots 0,65$  – для непрочного материала.

4. Определение усилия дробления

$$P = 46 S_1 \cdot 10^4, \text{ Н},$$

где  $S_1$  – поверхность дробящего конуса,  $\text{м}^2$ ,

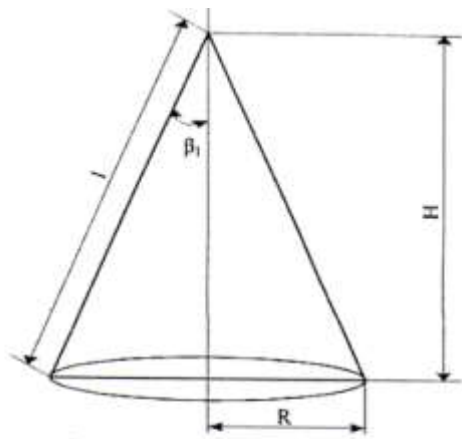


Схема расчета поверхности дробящего конуса

$$S_1 = \pi \cdot R \cdot l \approx \pi \cdot \frac{D_k}{2} \cdot \frac{H}{\cos \beta_1}, \text{ м}^2,$$

где  $l$  – образующая дробящего конуса, м;  $H$  – высота дробилки, м.  
Тогда

$$P = 46 \cdot 10^4 \pi \cdot \frac{D_k}{2} \cdot \frac{H}{\cos \beta_1} = 23 \cdot 10^4 \pi \cdot D_k \cdot \frac{H}{\cos \beta_1}, \text{ Н.}$$

5. Определение мощности электродвигателя конусной дробилки

$$N = 12,6 D_k^2 \cdot n, \text{ кВт.}$$

Исходные данные к расчету конусных дробилок приведены в приложении

## Приложение 1

№ варианта	Способ дробления	Плотность материала, $\rho_{\text{нас}}, \text{ кг/м}^3$	Нижний диаметр дробящего конуса $D_k$ , мм	Угол захвата, $\alpha$	Минимальный размер выходной щели $e$ , мм	Высота дробилки $H$ , мм
1	крупный	1500	1750	12	5	3000
2	средний	1600	1800	14	6	4000
3	мелкий	1700	1850	16	7	5000
4	крупный	1800	1900	18	8	6000
5	средний	1900	1750	12	9	7000
6	мелкий	2000	1800	14	10	3000
7	крупный	1500	1850	16	5	4000
8	средний	1600	1900	18	6	5000
9	мелкий	1700	1750	12	7	6000
10	крупный	1800	1800	14	8	7000
11	средний	1900	1850	16	9	3000
12	мелкий	2000	1900	18	10	4000
13	крупный	1500	1750	12	5	5000
14	средний	1600	1800	14	6	6000
15	мелкий	1700	1850	16	7	7000
16	крупный	1800	1900	18	8	3000
17	средний	1900	1750	12	9	4000
18	мелкий	2000	1800	14	10	5000
19	крупный	1500	1850	16	5	6000
20	средний	1600	1900	18	6	7000
21	мелкий	1700	1750	12	7	3000
22	крупный	1800	1800	14	8	4000

ПРИМЕЧАНИЕ: Если насыпная плотность материала находится в интервале 1500...1600 кг/м<sup>3</sup>, то материал считается прочным. Если насыпная плотность материала находится в интервале 1700...2000 кг/м<sup>3</sup>, то материал считается непрочным.

$\alpha = \beta_1 + \beta_2$ ;  $\beta_1 = \beta_2 + (4-5^\circ)$   
Например:  $\alpha = \beta_1 + \beta_2 = 11^\circ$ , тогда  $\beta_1 = 6$ ,  $\beta_2 = 5$ .

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Практическое занятие №5

Расчёт мощности привода барабанного смесителя (окомкователя). Чтение технических чертежей

**Цель:** Рассчитать основные параметры конусной дробилки

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет электродвигателя барабанного смесителя
3. Подобрать электродвигатель
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**

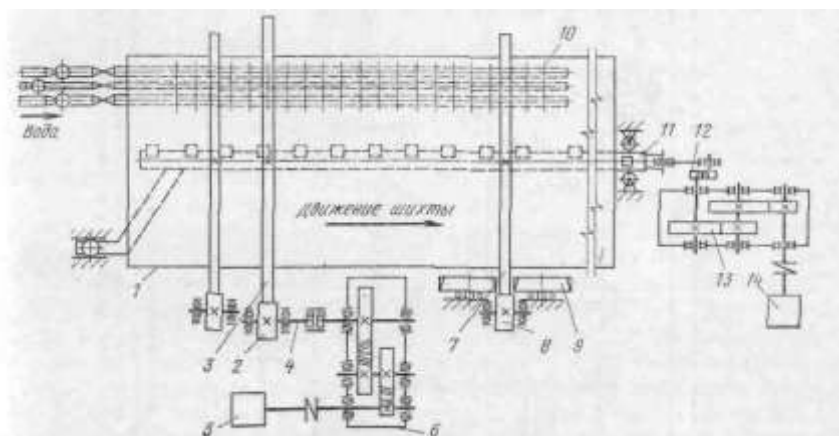


Рисунок 5 – Кинематическая сема привода барабанного смесителя

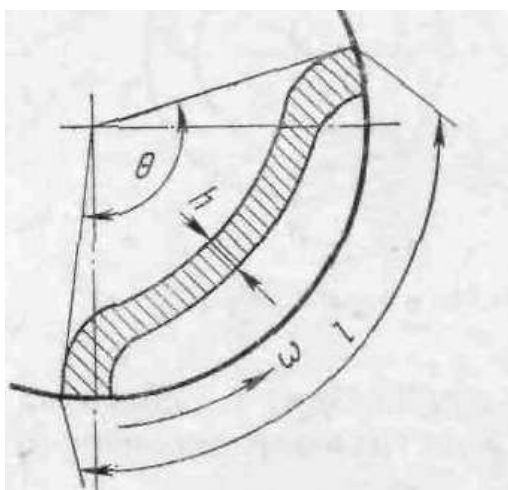


Рисунок 6 – Схема движения материала в барабане

Таблица 2 – Техническая характеристика барабанных смесителей

Параметры	Смесители		Окомкователи		
	СВ 3,2×8,0	СВ 3,2×12,5	ОВ 2,8×11	ОВ 3,2×12,5	ОВ 4,2×24
Производительность, т/ч: смесителей (максимальная) . . . . .	850	1200	—	—	—
окомкователей (по годовому продукту) . . . . .	—	—	40	450	1100
Диаметр барабана (внутренний), м . . . . .	3,2	3,2	2,8	3,2	4,2
Длина барабана, м . . . . .	8	12,5	11	12,5	24
Угол наклона барабана . . . . .	2° 30'	2° 15'	3—6°	1—4°	2,5°
Степень заполнения барабана, % . . . . .	<13	<18	<15	<13	8—10,9
Частота вращения барабана, об/мин . . . . .	9,84; 6,55; 4,92	7,71— 11,56	8—12	4—8	4—8
Мощность электродвигателя привода вращения барабана, кВт . . . . .	60/90/120/120	400	90	110/175	630

### Расчет мощности двигателя привода барабана

Нагрузка на опорные ролики складывается из веса барабана  $G_б$ , веса шихты в барабане  $G_{ш}$  и веса гарниссажа  $G_г$ .

Вес шихты  $G_{ш}$  можно определить при известной степени заполнения барабана по следующей формуле:

$$G_{ш} = \frac{\pi D^2}{4} L \gamma g \varphi$$

- где  $L$  — длина барабана;  
 $g$  — ускорение свободного падения;  
 $\varphi$  — степень заполнения барабана.

Нагрузка на один ролик

$$N_p = \frac{G_б + G_{ш} + G_г}{Z \cos \alpha}$$

где  $Z$  — число опорных роликов;  $\alpha$  — половина центрального угла между роликами.

Угол  $\alpha$  обычно принимают равным 30-35°. С увеличением угла  $\alpha$  растет величина реакции  $N_p$ , а с уменьшением  $\alpha$  снижается устойчивость барабана.

Влиянием наклона оси барабана к горизонту на распределение нагрузок по роликам, а также сопротивлением от трения в подшипниках упорных роликов при расчете можно пренебречь.

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 1.3. Оборудование фабрик производства агломерата и окатышей

### Практическое занятие №6

Расчет мощности привода агломашины. Чтение технических чертежей

**Цель:** Рассчитать основные параметры конусной дробилки

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

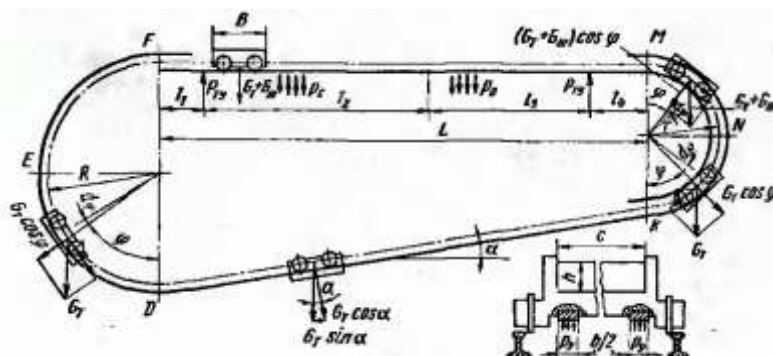
- 1.Зарисовать кинематическую схему и расчетную схему
2. Рассчитать основные параметры
- 3.Выбрать электродвигатель

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчет
3. Подобрать электродвигатель

**Ход работы:**

1. Выбрать исходные данные в таблице 1
2. Выполнить расчетную схему по рисунку 8
3. Произвести расчет Рдв по методике, изложенной ниже.



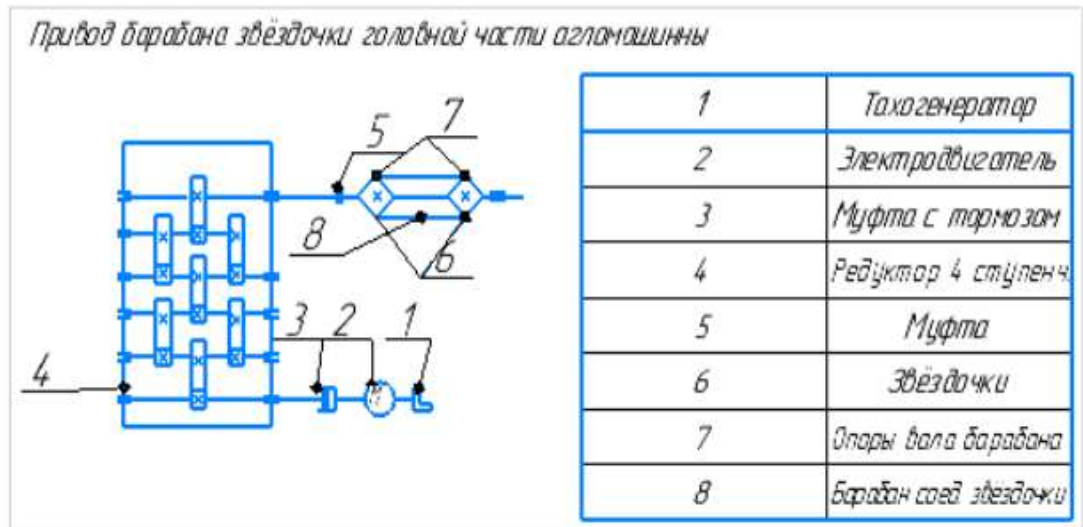


Рисунок 8 – Кинематическая схема

1. Определяем угол наклона холостой ветви:

$$\alpha = \arctg [2 (R - r)]/L, \text{ град.}$$

2. Определяем длину контура:

$$S = \pi(R + r) + L(1 + 1/\text{Cos}\alpha), \text{ м.}$$

3. Определяем время передвижения тележки по контуру:

$$t = S/v \text{ с.}$$

4. Определяем коэффициент сопротивления передвижения тележки:

$$w = k_p * (2\mu_p + f_d)/D$$

5. Определяем вес шихты на тележке:

$$G_{\text{ш}} = V * c * h * \gamma * g, \text{ кН.}$$

6. Определяем работу, затрачиваемую на перемещение тележки на участке подъема:

$$A_1 = G_T * R * (2 + w), \text{ кНм.}$$

7. Определяем работу на рабочей ветви

$$A_2 = A_2^1 + A_2^2 + A_2^3 + A_2^4 - 2R_{\text{ту}} * V * w + \mu * b * V * \mu * (I_2 + I_3) + 2R_{\text{ту}} * V * \mu, \text{ кНм.}$$

$A_2^1$ - работа по перемещению пустой тележки на участке  $I_1$ ;

$$A_2^1 = W_T * I_1, \text{ кНм;}$$

$W_T$ - сила сопротивления движению пустой тележки на участке  $I_1$ ;

$$W_T = G_T * w, \text{ кН;}$$

$A_2^2$ - работа по перемещению гружёной тележки на участке  $I_2$  ( над вакуум-камерами спекания);

$$A_2^2 = W_c * I_2, \text{ кНм;}$$

$W_c$ - сила сопротивления движению гружёной тележки на участке  $l_2$ ;

$$W_c = (G_t + G_{ш} + p_c V_c - p_{уб} V) * w, \text{ кН}$$

$A_2^3$ - работа по перемещению гружёной тележки на участке  $l_3$  (над вакуум-камерами охлаждения):

$$A_2^3 = W_o * l_3, \text{ кНм};$$

$W_o$ - сила сопротивления движению гружёной тележки на участке  $l_3$ ;

$$W_o = (G_t + G_{ш} + p_o V_c - p_{уб} V) * w, \text{ кН}$$

$A_2^4$ - работа по перемещению гружёной тележки на участке  $l_4$ ;

$$A_2^4 = W_{гр} * l_4, \text{ кНм};$$

$W_{гр}$ - сила сопротивления движению гружёной тележки на участке  $l_4$ ;

$$W_{гр} = (G_t + G_{ш}) * w, \text{ кН}$$

8. Определяем работу на участке опускания и опрокидывания тележек:

$$A_3 = (2G_t + G_{ш}) * r * w, \text{ кНм}.$$

9. Определяем работу на холостой ветви:

$$A_4 = G_t * L * (w - \text{tg} \alpha), \text{ кНм}.$$

10. Определяем полную работу по перемещению тележки по всему замкнутому контуру:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \text{ кНм}.$$

11. Определяем необходимую мощность электродвигателя привода агломашины для перемещения спекательных тележек:

$$P_{дв} = A_z / \eta_{мех}, \text{ кВт}.$$

12. По полученному значению мощности привода подбираем электродвигатель и выписываем его параметры: тип, мощность, частоту вращения вала.

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование параметров	Обозн.	Ед. изм.	Варианты						
			1	2	3	4	5	6	7
Число спекательных тележек	$z$	Шт.	70	70	80	144	105	151	130
Максимальная скорость движения тележек	$v$	м/мин	4,36	4,5	4,5	5,0	6,0	6,0	7,5
Длина горизонтального участка контура	$L$	м	40,4	40,4	45,15	67,15	58,15	70,05	91,15
Радиус траектории на участке подъема	$R$	м	1,927	1,927	1,908	1,908	1,908	2,295	2,935
То же на участке разгрузки	$r$	м	1,076	1,076	1,271	1,271	1,271	1,315	1,30
Вес тележки	$G_t$	кН	20,5	23,0	26,0	26,0	27,0	27,5	65,0
Диаметр ролика	$D$	мм	200	200	240	240	240	240	300
Диаметр цапфы ролика	$d$	мм	65	65	75	75	75	75	110
Длина пути движения незагруженной тележки	$l_1$	м	2,0	1,5	2,15	2,15	2,5	2,0	6,0
То же загруженной над	$l_2$	м	25	25	30	30	40	34	63

вакуум-камерами спекания									
То же над вакуум- камерами охлаждения	<i>l3</i>	м	10	10	10	32	10	30	15
То же после вакуум-камер охлаждения	<i>l4</i>	М	3,4	3,9	3,0	3,0	5,65	4,05	7,15
Давление в вакуум-камерах спекания	<i>pс</i>	Мпа	0,007	0,0075	0,008	0,009	0,0095	0,0085	0,01
Объемная масса шихты	$\gamma$	т/м <sup>3</sup>	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	2,0	2,1
Давление в вакуум-камерах охлаждения	<i>pо</i>	Мпа	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0045	0,005
Давление уплотняющих пластин	<i>pу</i>	Мпа	0,012	0,013	0,015	0,014	0,016	0,017	0,017
Коэффициент сопротивления движению тележки	<i>w</i>	-	$w = k_p * (2\mu_r + f_d)/D$						
Усилие со стороны торцевого уплотнения	<i>Pту</i>	кН	2,0	2,5	2,5	2,5	2,8	4,0	7,0
Суммарная ширина уплотняющих пластин	<i>b</i>	мм	180	180	180	180	180	180	200
Длина спекат. тележки	<i>B</i>	м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
Ширина спекат. тележки	<i>c</i>	м	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0
Толщина слоя шихты	<i>h</i>	м	0,25	0,30	0,33	0,40	0,35	0,27	0,40
Коэффициент трения в уплотнит. пластинах	$\mu$	-	0,15	0,16	0,18	0,15	0,20	0,18	0,17
Коэффициент трения роликов по рельсам	$\mu_r$	мм	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Коэффициент учитывающий трение в ребордах	<i>k<sub>p</sub></i>	-	2,1	2,5	2,2	2,2	2,25	2,4	2,3
Коэффициент трения в подшипниках роликов	<i>f</i>	-	0,027	0,028	0,025	0,025	0,027	0,020	0,020
Коэффициент. полезного действия	$\eta_{мех}$	-	0,65	0,68	0,70	0,70	0,76	0,82	0,82

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 2.1. Оборудование для подачи шихтовых материалов к доменному подъемнику

### Практическое занятие №7

Составление кинематических схем привода механизмов вагон-весов и перегрузочного вагона

**Цель:** Составить кинематические схемы привода механизмов оборудования

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

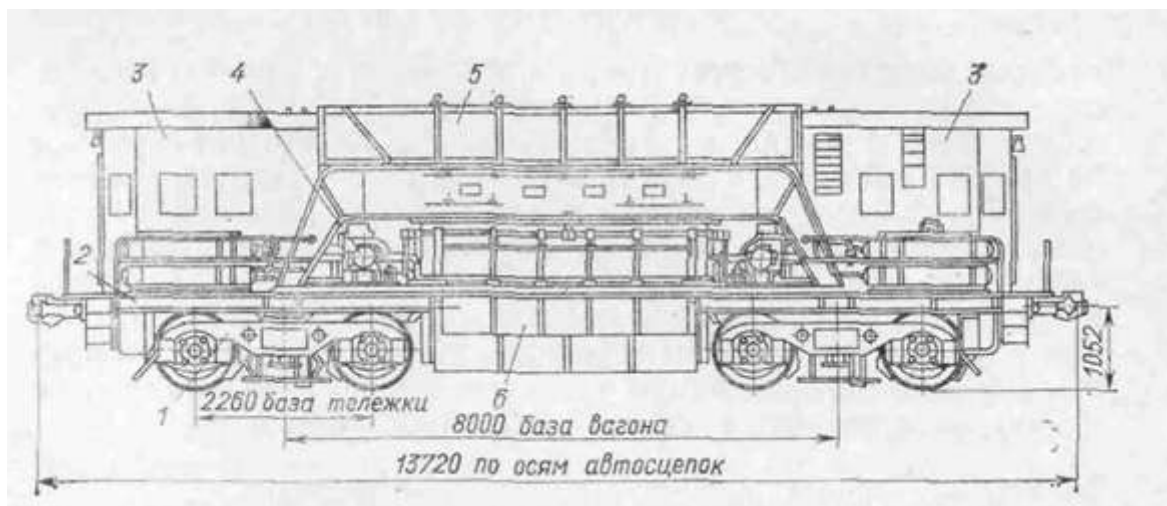
**Задание:**

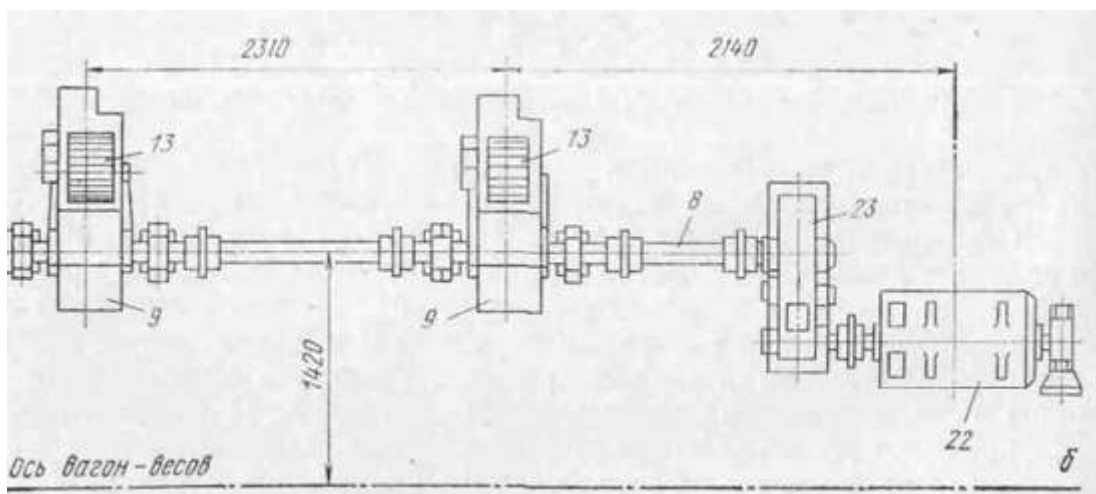
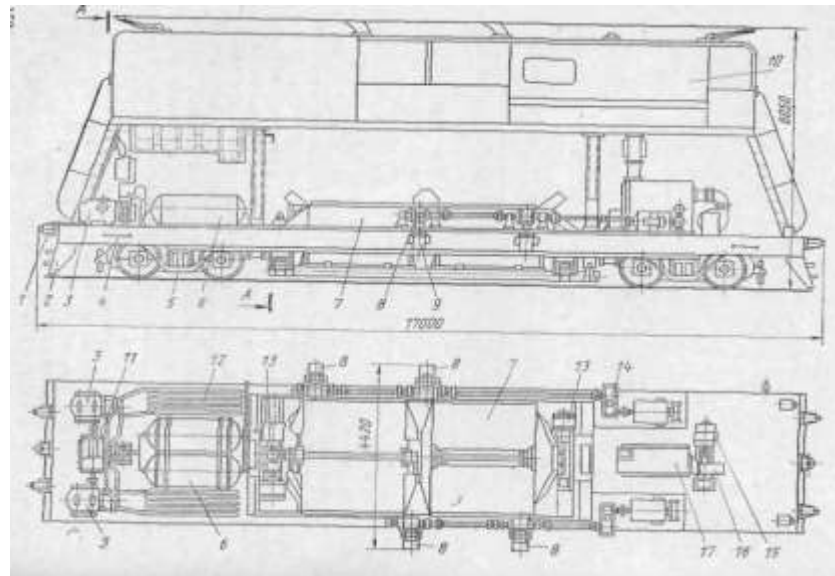
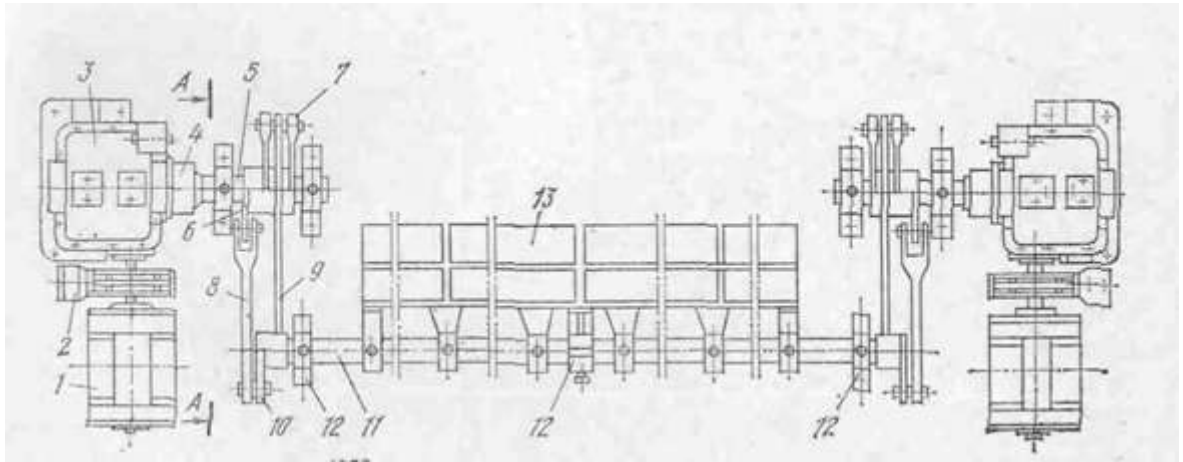
1. Зарисовать кинематическую схему и подписать позиции

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Составить кинематические схемы оборудования

**Ход работы:**





Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

### Тема 3.4. Технологическое оборудование электросталеплавильных цехов

#### Практическое занятие №8

Общее устройство, механизмы, принцип работы и технические характеристики дуговой электропечи ДСП-100. Нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации

**Цель:** Изучить общее устройство, механизмы, принцип работы и технические характеристики дуговой электропечи ДСП-100. Нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Изучить устройство, механизмы, принцип работы дуговой электропечи ДСП-100

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Изучить устройство, механизмы, принцип работы дуговой электропечи ДСП-100
3. Определить нормы допустимых нагрузок в процессе эксплуатации дуговой печи

**Ход работы:**

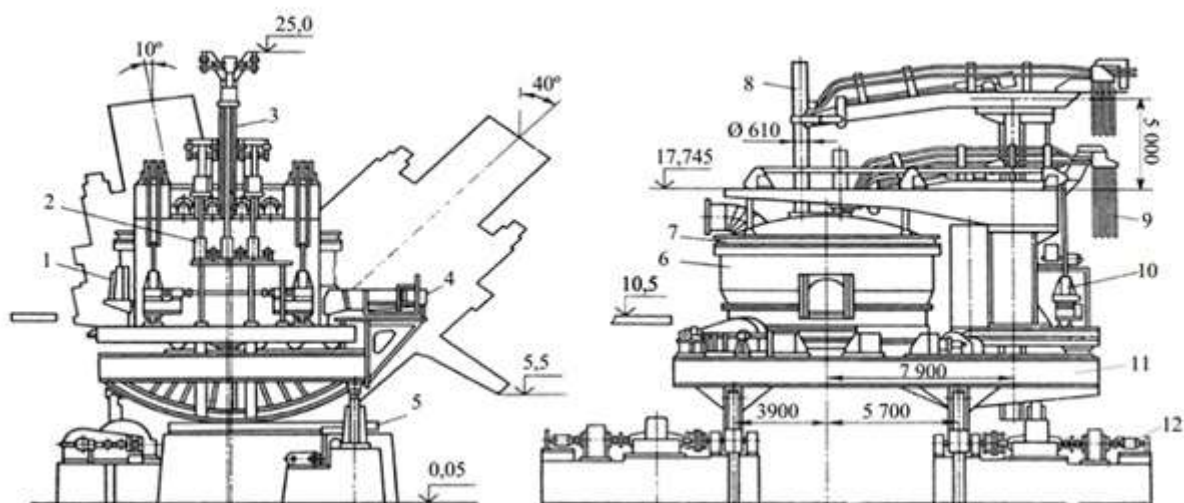
Технологический процесс выплавки электростали в дуговой печи включает следующие операции: расплавление скрапа, удаление из него вредных примесей и газов, раскисление металла, введение легирующих компонентов, рафинирование, выливание металла в ковш для последующей разливки по формам.

В результате горения дуги скрап расплавляется, и жидкий металл стекает в подину. В шихте образуются колодцы, в которые опускаются электроды на глубину до соприкосновения с поверхностью жидкого металла на подине печи.

Постепенное расплавление скрапа и шихты приводит к повышению уровня расплавленного металла, и во избежание возникновения короткого замыкания электроды поднимают. Период расплавления металла характеризуется беспокойным режимом горения дуги. Горящая между концом электрода и холодным металлом дуга нестабильна, ее длина меняется в широких пределах при обвалах и перемещениях скрапа (от короткого замыкания до обрыва дуги). Период расплавления скрапа чаще всего занимает более половины времени всего процесса, забирая при этом до 80 % всей электроэнергии, и считается завершенным, когда весь металл в ванне перешел в жидкое состояние.

Удаление вредных примесей из расплавляемого металла осуществляют следующим образом. В начале процесса при низкой температуре ванны интенсивно идут эндотермические реакции окисления железа, кремния, марганца и фосфора. На этом этапе оксиды всплывают на поверхность расплава и образуют вместе с вводимой известью слой шлака, в состав которого входят легкоионизирующиеся (по сравнению с расплавленным металлом) компоненты, поэтому дуга здесь горит более устойчиво. На поверхности шлака оксиды кремния соединяются с закисью железа и марганца, в результате чего образуются соответствующие силикаты. Для оптимизации этих процессов в ванну добавляют железную руду или вдувают кислород. При этой операции углерод металла восстанавливает руду. Оксид углерода, образующийся в результате этого приема пузырьками, всплывает на поверхности ванны. Весьма ответственным моментом процесса является рафинирование металла.

При завершении процесса плавки для окончательной корректировки химического состава расплава в него вводят легирующие добавки и затем разливают.



1 - рабочее окно; 2 - механизм перемещения электрода; 3 - колонна электрододержателя; 4 - сливной носок; 5 - фундаментная балка; 6 - кожух; 7 - свод; 8- электрод; 9 - кабельная гирлянда; 10 -механизм подъема свода; 11 - люлька; 12 - привод наклона

Рисунок 1 - Дуговая сталеплавильная печь ДСП-100

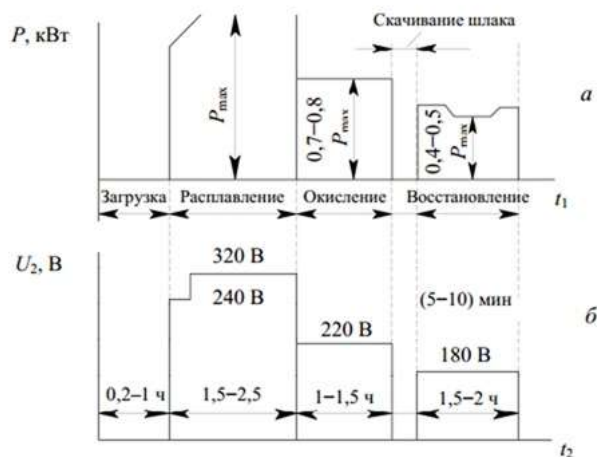


Рисунок 2 - График мощности (а) и напряжения (б) дуговой сталеплавильной печи при выплавке с полным раскислением

Процесс плавки в крупных печах длится до 6 часов, при этом 1,5—2,5 ч идет расплавление и 2—4 ч — окисление и рафинирование металла. Режимы работы печи зависят от вида скрапа, шихты, состава футеровки и применяемых легирующих элементов. Поэтому к конструкции дуговой печи, ее вспомогательным элементам, схеме электроснабжения предъявляют следующие весьма жесткие требования:

1) потенциальная возможность гибкого регулирования мощностью: в начальный период для ускорения процесса расплавления необходима максимальная мощность, в другие же периоды нужно изменять мощность лишь для регулирования температурами металла и шлака (рис. 1.4);

2) возможность поддержания в печи восстановительной атмосферы;

3) оперативная защита электрооборудования печи от возникающих коротких замыканий и частых обрывов дуги в течение всего периода плавки;

4) возможность ограничивать токи короткого замыкания и выдерживать все электрические режимы технологического процесса. Отклонение от нормального режима, как правило, происходит по фазам. Поэтому каждый электрод печи оснащается механизмами подъема и опускания с автоматическим управлением.

#### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 4.2. Детали, узлы и механизмы рабочих клетей прокатных станов

### Практическое занятие №9

Расчет на прочность прокатных валков

**Цель:** Рассчитать статическую прочность валков

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

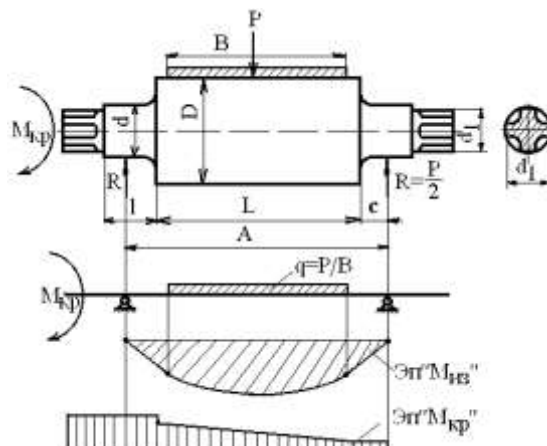
**Задание:**

1. Рассчитать статическую прочность валков;
2. Сравнить полученные данные с допустимым значением.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Зарисовать прокатный валок и подписать его основные элементы
3. Найти все исходные данные для расчета из атласа
4. Выполнить расчеты на прочность и жесткость прокатных валков
5. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы:**



### Рисунок 9 – Схема нагружения прокатного вала

1. Напряжение изгиба в бочке вала определяется по формуле:

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

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

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

2. Для листовых двухвалковых станов максимально изгибающий момент будет в середине бочки вала.

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

где P- максимальное усилие при прокатке, Н;

$P = m * g$ , где

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

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

a - расстояние между опорами, м;

b - ширина полосы, м. (1 МПа = 1000 Кн/м<sup>2</sup>)

3. Шейку листового вала рассчитывают на изгиб по следующей формуле:

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

где l- длина шейки вала, м;

4. Кручение шейки листового вала рассчитывается по формуле:

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

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

$$P = T * \omega,$$

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

$\omega$  - скорость вращения, об/мин. (скорость вращения 90 об/мин)

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

5. Результирующее напряжение определяется по формуле для стальных валков.

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

6. Результирующее напряжение не должно превышать допустимое для данных валков.

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 4.2. Детали, узлы и механизмы рабочих клетей прокатных станов

### Практическое занятие №10

Расчет на прочность станины закрытого типа

**Цель:** Рассчитать статическую прочность станины закрытого типа

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Рассчитать статическую прочность станины;
2. Сравнить полученные данные с допустимым значением.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Зарисовать станину и подписать ее основные элементы
3. Выполнить расчеты на прочность
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы:**

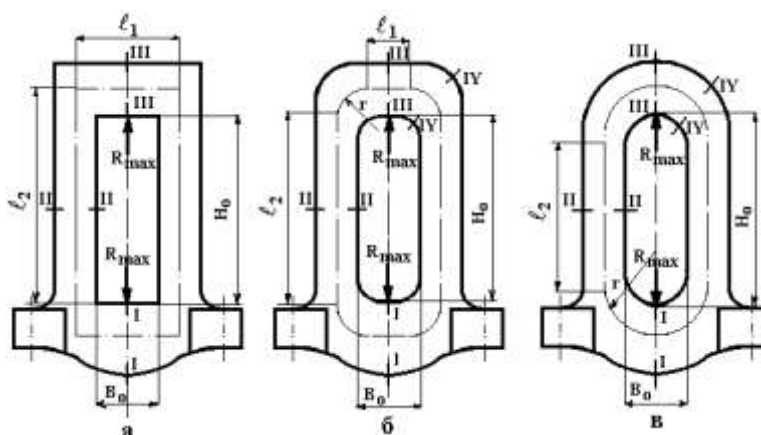


Рисунок 10 – Схема нагружения станины

Для сплошного поперечного сечения нижней поперечины указанные параметры рассчитывают по формулам:

площадь сечения

$$F_1 = A_1 B_1,$$

момент инерции

$$J_1 = \frac{A_1 B_1^3}{12},$$

координата центра тяжести

$$Y_1 = \frac{B_1}{2},$$

момент сопротивления изгибу

$$W_1 = \frac{A_1 B_1^2}{6},$$

Для сечения с вырезами под нажимную гайку и винт расчет ведут по формулам

площадь сечения

$$F_1 = H_1 B_1 - H_r D_r - (H_1 - H_r) d_{от},$$

статический момент относительно оси x-x, проходящей через верхнее основание сечения

$$S_1 = 0,5 [B_1 H_1^2 - H_r D_r^2 - d_{от} (H_1^2 - H_r^2)],$$

координата центра тяжести

$$Y_1 = \frac{S_1}{F_1},$$

момент инерции сечения относительно нейтральной оси, проходящей через центр тяжести

$$J_1 = \frac{B_1 H_1^3}{12} + \left(\frac{H_1}{2} - Y_1\right) H_1 B_1 - \frac{d_{от} (H_1 - H_r)}{12} - \left(\frac{H_1 + H_r}{2}\right) (H_1 - H_r) d_{от} - \frac{D_r H_r^2}{12} - \left(\frac{H_r}{2} - Y_1\right)^2 D_r H_r,$$

момент сопротивления изгибу

$$W_1 = \frac{J_1}{Y_1}$$

Опасное сечение II-I

$$F_2 = A_2 B_2,$$

$$J_2 = \frac{B_2 A_2^3}{12}$$

$$W_2 = \frac{B_2 A_2^2}{6}$$

Опасное сечение III-III

$$F_3 = H_3 B_3 - H_r D_r - (H_3 - H_r) d_{от},$$

$$S_3 = 0,5 [B_3 H_3^2 - H_r D_r^2 - d_{от} (H_3^2 - H_r^2)],$$

$$Y_3 = \frac{S_3}{F_3}$$

$$J_3 = \frac{B_3 H_3^3}{12} + \left( \frac{H_3}{2} - Y_3 \right) H_3 B_3 - \frac{d_{от} (H_3 - H_r)^3}{12} - \left( \frac{H_3 + H_r}{2} \right) (H_3 - H_r) d_{от} - \frac{D_r H_r^3}{12} -$$
$$- \left( \frac{H_r}{2} - Y_3 \right)^2 D_r H_r,$$

$$W_3 = \frac{J_3}{Y_3}$$

Опасное сечение IV-IV

$$F_4 = A_4 B_4,$$

$$J_4 = \frac{A_4 B_4^3}{12},$$

$$Y_4 = \frac{B_4}{2},$$

$$W_4 = \frac{A_4 B_4^2}{6}.$$

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

N	R <sub>max</sub> , МН	A <sub>1</sub> , м	B <sub>1</sub> , м	A <sub>2</sub> , м	B <sub>2</sub> , м	H <sub>3</sub> , м	B <sub>3</sub> , м	H <sub>г</sub> , м	D <sub>г</sub> , м	d <sub>от</sub> , м	A <sub>4</sub> , м	B <sub>4</sub> , м	B <sub>0</sub> , м	H <sub>0</sub> , м	г, м
1	17	0,8	1,2	0,85	0,8	1,3	1,8	0,9	0,9	0,6	0,8	1	1,8	6,5	0,4
2	15	0,82	1,22	0,875	0,82	1,35	1,85	0,9	0,9	0,6	0,8	1,05	1,85	6,65	0,4
3	20	0,84	1,25	0,9	0,85	1,35	1,9	0,95	0,95	0,6	0,85	1,05	1,9	6,8	0,42
4	30	0,88	1,30	0,95	0,85	1,45	2	1	1	0,65	0,88	1,1	1,95	7,15	0,45
5	30	0,92	1,35	1	0,9	1,5	2,05	1,05	1,05	0,7	0,9	1,15	2,	7,5	0,48
6	35	0,96	1,45	1,02	0,95	1,55	2,2	1,1	1,1	0,7	0,95	1,20	2,15	7,8	0,48
7	20	0,76	1,15	0,8	0,75	1,25	1,7	0,85	0,85	0,5	0,75	0,95	1,7	6,2	0,38
8	13	0,72	1,05	0,75	0,72	1,15	1,6	0,8	0,8	0,5	0,7	0,90	1,65	5,85	0,35
9	14,5	0,64	1	0,65	0,65	1,05	1,45	0,7	0,7	0,5	0,65	0,80	1,45	5,20	0,32
10	10	0,60	0,90	0,65	0,60	1	1,35	0,7	0,7	0,45	0,60	0,75	1,35	4,85	0,30

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 4.3. Оборудование для смены рабочих и опорных валков рабочих клетей

### Практическое занятие №11

Расчет на прочность деталей винтового нажимного механизма

**Цель:** Рассчитать нажимной винт и гайку

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал, Атлас Королева А.А.

**Задание:**

1. Рассчитать нажимной винт и гайку по заданным параметрам

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Рассчитать на прочность нажимного винта и гайки;
3. Выполнить отчет о проделанной работе.

**Ход работы:**

Исходными данными являются усилие прокатки и скорость перемещения винтов.

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

Нажимные винты изготавливают из ковanej 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:

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

$$H_r = (0,95 \div 1,1) * D_r, \text{ где}$$

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

Так как на нажимную гайку и на шейку валка действует одно и то же 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
У=18 КН	У=15КН	У=10 КН	У= 20КН
$d_{ш}=1050\text{мм}$	$d_{ш}=840\text{мм}$	$d_{ш}=635\text{мм}$	$d_{ш}=1200\text{мм}$

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 4.5. Машины и механизмы для перемещения слитков и проката

### Практическое занятие №12

Определение мощности электродвигателя привода рольганга. Чтение технических чертежей

**Цель:** Рассчитать мощность привода рольганга

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

**Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Рассчитать привод рольганга

**Порядок выполнения работы:**

1. Рассчитать мощность рольганга по заданным параметрам;
2. Зарисовать кинематическую схему рольганга.

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Выполнить расчеты привода рольганга;
3. Выполнить отчет о проделанной работе.

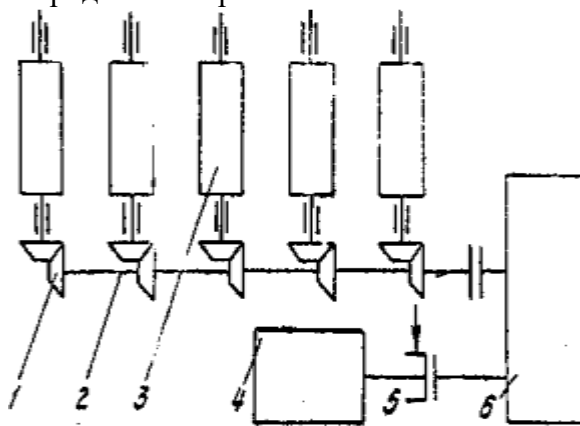


Рисунок 11 – Привод рольганга

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.

$$M_{\text{дин.}} = J * \omega = J \frac{d_{\omega}}{d_r}, \text{ где}$$

$J$ - момент инерции масс, вращающихся с ускорением  $H * M$

$d_{\omega}$ - угловое ускорение вращающейся массы, рад/с

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

$D_i$ - диаметр ширины вращения детали, для деталей имеющих форму цилиндра  $R_i = 0,7r$   
 $D_i = 1,4r$

где  $r$ - наружный радиус цилиндра

$d_\omega = \frac{j}{r}$ , где  $j$  — поступательное ускорение для горячего металла  $= 3,0 \text{ м/с}^2$

$r$ - наружный радиус

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

Мощность, требуемая для вращения роликов, кВт

$$N_{\text{рол}} = M_{\text{рол}} * \omega_p$$

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

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 4.1 Технологическое оборудование прокатных клетей

### Лабораторное занятие №1

#### Проектирование состава прокатного стана

##### **Цель:**

1. Формирование производственной структуры предприятия
2. Проектирование размещения подразделений предприятия
3. Размещение оборудования

##### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

##### **Выполнение практической работы способствует формированию:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

##### **Материальное обеспечение:** раздаточный материал

##### **Задание:**

- 1 Спроектировать производственных цех.

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
2. Формирование производственной структуры предприятия
3. Спроектировать размещение подразделений предприятия
4. Разместить оборудование цеха
5. Выполнить отчет о проделанной работе.

##### **Ход работы:**

1. Определение организационного типа производства (единичное, серийное, массовое).
2. Определение количества и выбор формы специализации цехов.
3. Анализ возможных маршрутов движения предметов труда в производстве.
4. Проектирование внутрифирменной кооперации (формирование вариантов схем внутрипроизводственных связей).

5. Проектирование производственной структуры цехов основного производства.
6. Проектирование производственной инфраструктуры.
7. Графическое изображение производственной структуры предприятия.

Проектирование производственной структуры цехов полиграфического предприятия начинается с печатных цехов и может осуществляться в следующем порядке:

1. определяется количество основных участков цеха и вид их специализации
2. производится анализ объектов производства, в ходе которого оценивается уровень унификации продукции и стабильность производственной программы
3. закрепляются предметы труда за участками
4. определяется вариант размещения оборудования на участках: технологический; поточный; групповая технология
5. определяется состав основного оборудования участков и цеха в целом
6. рассматриваются вопросы внутрицеховой кооперации
7. определяется состав и количество вспомогательного оборудования
8. определяется профессиональный состав, структура и численность работников цеха
9. формируется структура управления цехом
10. рассчитывается потребность в площадях
11. осуществляется пространственная планировка цеха
12. производится расчет основных технико-экономических показателей цеха.

Прокатный стан - это комплекс машин и агрегатов, предназначенных для осуществления пластической деформации металла в валках для получения изделий широкого ассортимента.

Прокатную продукцию в зависимости от формы сечения изделия разделяют условно на четыре группы.

1. Сортовой прокат: а) простые - квадрат, круг, полоса, шестигранник, уголок, швеллер, двутавр; б) фасонные - Z-образный, рессорный, ромбический, овальный, клиновой, трёхгранный, для тракторных шпор, для шахтных креплений и т. п.

2. Специальные профили: а) гнутые из листового проката - угловые, швеллер, Г-образный, корытообразный, оконно-рамный, С-образный и др.; б) периодические - с изменяющимся продольным профилем.

3. Листовой прокат: а) толстолистовой с толщиной более 4 мм, горячекатаный; б) тонколистовой прокат с толщиной до 4 мм, горяче- и холоднокатаный.

4. Трубы: бесшовные и сварные.

В зависимости от выпускаемой продукции прокатные станы по конструкции делятся на пять групп:

1. Одноклетьевые, у которых главную линию рабочей клетки образует собственно рабочая клетка и привод, состоящий из электродвигателей, муфт, редуктора, шестерённой клетки и шпинделей

К станам этой группы относятся блюминги, слябинги, толстолистовые и универсальные станы, а также реверсивные станы.

2. Линейные станы, неревверсивные, рабочие линии которых расположены в одну или несколько линий, следующих последовательно одна за другой. К ним относятся сортовые и листовые станы.

3. Последовательные станы отличает прокатка полосы в каждой клетке по одному разу, поэтому число клеток точно соответствует максимальному числу пропусков. Конструктивно линия оформляется в виде параллельных рядов в зигзагообразном или в шахматном порядке .

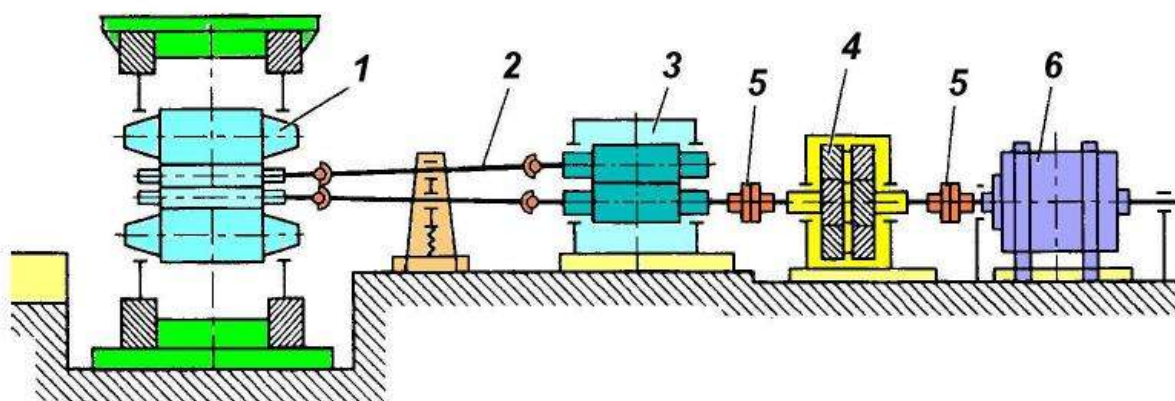


Рисунок 15 - Схема главной линии

4-валковой клетки с редукторным приводом и шестеренной клетью: 1 - прокатная клетка; 2 - шпиндели; 3- шестеренная клетка; 4 - редуктор; 5- муфта; 6- электродвигатель [6]

4. Непрерывные станы, в которых полоса прокатывается одновременно в нескольких клетях. Клетки располагаются одна за другой последовательно, обеспечивая высокую производительность стана.

5. Полунепрерывные станы состоят из непрерывных и линейных (или последовательных) клеток.

В непрерывной группе полоса прокатывается непрерывно в ряде клеток, а далее переходит в линейную (последовательную) группу.

Наконец, по назначению, или по виду продукции, прокатные станы разделяют на обжимные (блюминги, слябинги); заготовочные; рельсобалочные; сортовые (крупносортовые, среднесортные, мелкосортные); проволочные; толстолистовые; широкополосные; штрипсовые; листовые; жестепрокатные; лентопрокатные; трубопрокатные; специальные (колесопрокатные, бандажепрокатные, профилепрокатные) [3].

Основным параметром сортовых станов принимается диаметр валков последней клетки.

Для листовых станов основным параметром является длина бочки рабочего валка.

Главную рабочую линию прокатных станов составляют прокатная клетка, передаточные устройства и двигатель. Для современных прокатных станов характерны три способа передачи крутящего момента к рабочим валкам. Момент подаётся на каждый валок от индивидуального двигателя, момент от одного двигателя через шестерённую клетку подаётся к каждому валку и, наконец, от двигателя через редуктор и шестерённую клетку крутящий момент подаётся к валкам

Рассмотрим лабораторный двухвалковый прокатный стан 150 предназначен для прокатки образцов из свинцовых, медных и алюминиевых сплавов с размерами сечения  $0,5 \div 15$  и  $10 \div 100$  мм с усилием прокатки менее 200 кН.

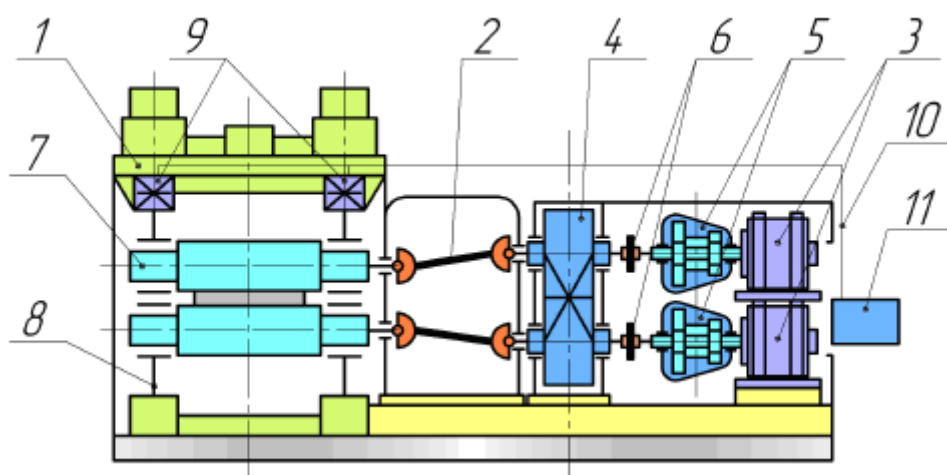


Рисунок 16 - Принципиальная схема на примере лабораторного прокатного стана

1 - двухвалковая рабочая клетка; 2 - универсальные шпиндели; 3 - электродвигатели; 4 - редукторы ( $i = 5$ ); 5 - редукторы ( $i = 45$ ); 6 - предохранительные муфты; 7 - рабочие валки двухвалковой клетки; 8 - станина; 9 - месдозы; 10 - провода соединительные; 11 - вторичный преобразователь

Характеристики стана:

- диаметр валков 150 мм; - длина бочки валка 300 мм; - линейная скорость прокатки  $0,1 \div 0,5$  м/с; - суммарное передаточное число привода 225.

Привод двухдвигательный от двигателей постоянного тока ДП-22,  $N=3$ кВт, частота вращения выходного вала двигателя  $n = 1100$  об/мин.

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.

## Тема 4.2 Детали, узлы и механизмы рабочих клеток прокатных станов

### Лабораторное занятие №2

Сравнительная характеристика подшипников различного типа

#### Цель:

Сравнить подшипники различного типа

#### Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 читать чертежи;

Уд 2 определять основные технические параметры промышленного оборудования

#### Выполнение практической работы способствует формированию:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Производить техническое обслуживание и диагностику промышленного (технологического) оборудования в процессе эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

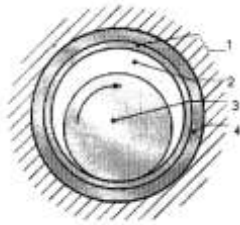
#### Задание:

1 Заполнить таблицу и подписать элементы подшипников

#### Порядок выполнения работы:

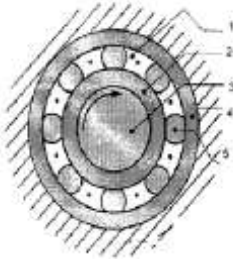
1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Подписать элементы подшипников
3. Заполнить таблицу
4. Выполнить отчет о проделанной работе

### Ход работы:

Тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	Смазка	Станы, на которых применяются	Сравнение типов: «+» и «-»	Материалы
Подшипники скольжения		Имеют диаметры 140-1200 мм, относительный зазор, т.е. отношение разности диаметров отверстия втулки и шейки вала к диаметру отверстия втулки, принимается равным 0,0003-0,02. скоростей скольжения 0,2-60 м/сек и удельных давлений 5-25 Мн/м (50-250 кгс/см <sup>2</sup> )		Обжимные, сортовые станы.	Имеют преимущества: 1. высокая скорость вращения 2. экономичны при больших диаметрах валов 3. возможность установки на валах, где подшипник должен быть разъемным. 4. допускают регулирование различного зазора и, следовательно, точную установку геометрической оси вала Недостатки: 1. высокие потери на трение и, следовательно, пониженный коэффициент полезного действия (0,95...0,98) 2. необходимость в непрерывном смазывании. 3. неравномерный износ подшипника и цапфы 4. применение для изготовления подшипников дорогостоящих материалов 5. относительно высокая трудоемкость изготовления.	

Тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	Смазка	Станы на которых применяются	Сравнение типов подшипников: «+» и «-»	Материалы
Закрытого типа		1. муфта- цапфа 2. втулка- вкладыш между телом шейки и материала подшипника 3. всегда сохраняется масляная пленка. Втулка-вкладыш у ГСД ПЖТ имеет специальные карманы.	Вязкое масло брайт-сток, турбинное. Распределение смазки осуществляется капиллярным и трубочками. Имеет индивидуальную масляную систему.			
Открытого типа		Текстолитовые наборные вкладыши.	Водомасляная эмульсия.			Вкладыши металлические и неметаллические: текстолит, лигнофоль, лигностон. Обоймы: легированная сталь.

тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	смазка	Станы на которых применяются	Сравнение типов подшипников: «+» и «-»	Материалы
-----	--	---------------------------	--------	------------------------------	--	-----------

Подшипник качения		<p>Размеры: внутренний диаметр от долей мм до 1345 мм. Масса от долей грамма до 4 т. частота вращения до 200 000 об/мин при температуре до 1000<sup>0</sup>. в подшипнике качения трение-скольжение заменяется трением качения, благодаря чему снижаются потери энергии на трение и уменьшается износ. По форме тел качения подшипники делятся на: шариковые и роликовые.</p>	Масло минеральное, цилиндрическое, автотракторное, турбинное или масляный туман.	Четырехвалковые станы горячей и холодной прокатки, двухвалковые тонколистовые, сортовые и заготовочные.	<p>Преимущества:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.значительно меньшие потери на трение, следовательно, более высокий КПД и меньший нагрев.</li> <li>2.в 10-20 раз меньше момент трения при пуске.</li> <li>3.экономия дефицитных цветных материалов.</li> <li>4.меньшие габаритные размеры в осевом направлении</li> <li>5.простота обслуживания и замены</li> <li>6.меньший расход смазочного материала</li> <li>7.невысокая стоимость</li> <li>8.простота ремонта машины в следствие взаимозаменяемости подшипников.</li> </ol> <p>Недостатки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.ограниченная возможность применения при очень больших нагрузках и высоких скоростях</li> <li>2.значительные габаритные размеры в радиальном направлении и масса</li> <li>3. повышенная чувствительность к неточности установки.</li> </ol>	Баббит, сталь, бронза.
-------------------	---	---	--	---	--	------------------------

### Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

### Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется за правильно выполненное практическое задание, полный устный ответ на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за правильно выполненное практическое задание, устный ответ не на все вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за неполное выполнение практического задания, без устного ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за не выполненное практическое задание.