

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.07 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик**

Е.С. Савинов,

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Технологическое оборудование».

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	7
Практическая работа № 1 .....	7
Практическая работа №2 .....	9
Практическая работа №3 .....	12
Практическая работа №4 .....	13
Практическая работа №5 .....	16
Практическая работа №6 .....	17
Практическая работа №7 .....	19
Практическая работа № 8 .....	22
Практическое занятие № 9 .....	24
Лабораторная работа 1 .....	28
Практическое занятие №10 .....	30

# 1 ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным дисциплинам.

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

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

знать:

- назначение, область применения, устройство, принципы работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности механического и подъемно-транспортного оборудования металлургического производства;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

Содержание практических работ ориентировано на подготовку студентов к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.4. Выбирать методы восстановления деталей и участвовать в процессе их изготовления.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК 2.1. Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.

ПК 2.2. Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК 2.3. Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 2.4. Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 3.1. Участвовать в планировании работы структурного подразделения.

ПК 3.2. Участвовать в организации работы структурного подразделения.

ПК 3.3. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 3.4. Участвовать в анализе процесса и результатов работы подразделения, оценке экономической эффективности производственной деятельности.

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.

Выполнение студентами практических работ по учебной дисциплине «Технологическое оборудование» 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;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов.

Продолжительность выполнения практической работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.2. Машины складов металлургического сырья

#### Практическая работа № 1

#### Расчет мощности электродвигателя привода роторного вагоноопрокидывателя

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

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**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:**

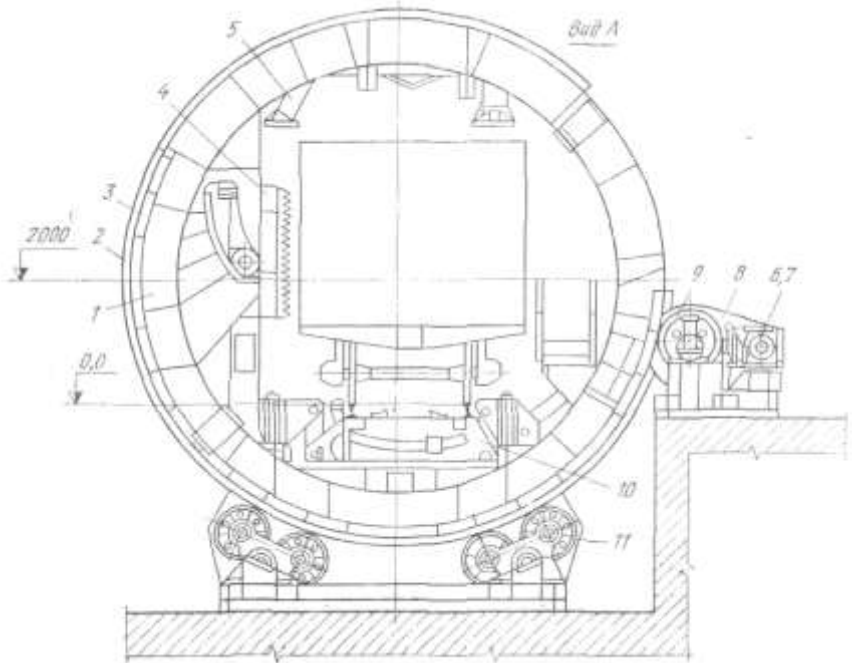


Рисунок 1 – Схема стационарного роторного вагоноопрокидывателя

### 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  $t$  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  $D_c$ ; мм  $100 = 0,1$  м
8. Радиус бандажа ротора  $R_6$ ; 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

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

4. Определить суммарный статический момент приведенный к валу электродвигателя.

Принять  $n=0,78$  ;  $u= 24$

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

## **Тема 1.2. Машины складов металлургического сырья**

### **Практическая работа №2**

#### **Расчет мощности электродвигателя механизма передвижения тележки перегрузочного грейферного крана**

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

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

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** 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

Тема 1.2. Машины складов металлургического сырья

### **Практическая работа №2**

**Расчет мощности электродвигателя механизма передвижения тележки перегрузочного грейферного крана**

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

Выполнив работу, Вы будете уметь:  
определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

Материальное обеспечение: 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:

Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы  
Выполнить расчет электродвигателя тележки мостового крана  
Подобрать электродвигатель

Ход работы:

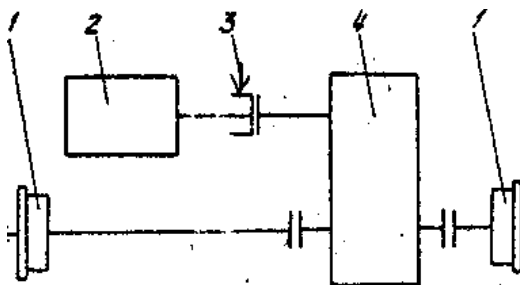


Рисунок 2 – Кинематическая схема передвижения тележки мостового крана

Таблица 1 - Исходные данные

<i>N</i> <sub>вар</sub>	<i>Q</i> , т	<i>V</i> <sub>под</sub> , м/с	<i>D</i> <sub>хк</sub> , мм	<i>G</i> <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. Соппротивление передвижению тележки с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса, определяется по формуле:

$$W_{mp.} = \frac{Q_{\bar{a}\bar{d}} + G_{\bar{d}}}{D_{\bar{d}\bar{e}}} * (2 * \mu + f * d) * k_p,$$

где  $G_{\bar{d}}$  - 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:

$$a_{max} = \left[ \frac{n_{i\bar{d}}}{n_k} \left( \frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{\bar{d}\bar{e}}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_{\bar{d}}}{D_{\bar{d}\bar{e}}} - \frac{D_{\bar{a}}}{G_{\bar{d}}} \right] \cdot g,$$

где  $n_{пр}$  – число приводимых ходовых колес ( $n_{пр} = 2$ );

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

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

$P_v$  – ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии ( $P_v=0$ );

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

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

$$N_{\text{н\ddot{o}}} = \frac{W_{\text{\ddot{o}\ddot{o}}} V_{\text{\ddot{o}}}}{102 \bullet 60 \bullet \eta_0}, \text{ где}$$

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

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

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

### **Практическая работа №3**

#### **Составление кинематических схем привода дробилок**

**Цель работы:** Составить кинематические схемы дробилок

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Зарисовать кинематические схемы для разных типов дробилок .

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Определить тип дробилки
3. Зарисовать кинематические схемы

**Ход работы:**

**Типы дробилок**

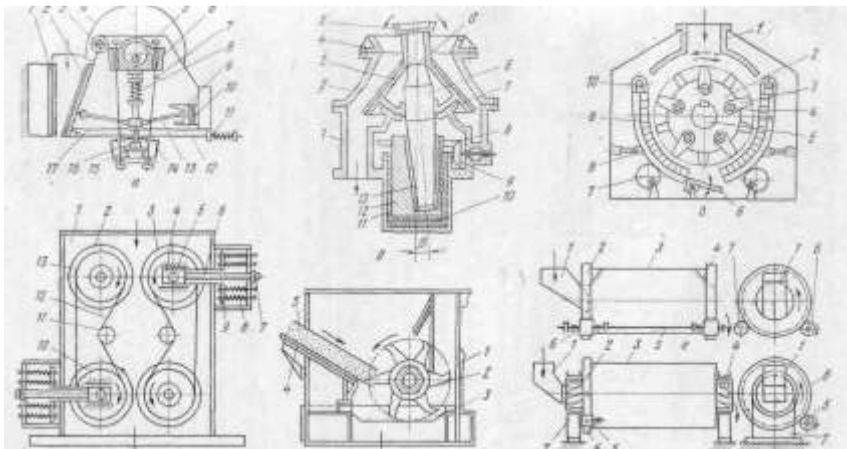


Рисунок 3 – Машины для измельчения материалов

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

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

**Практическая работа №4**

**Расчет мощности электродвигателя привода барабанного смесителя**

**Цель работы:** Рассчитать мощность барабанного смесителя

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**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

**Ход работы:**

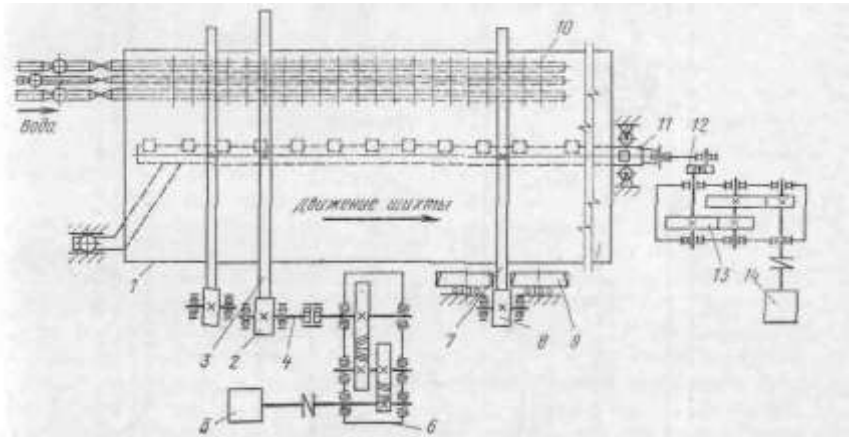


Рисунок 4 – Кинематическая сема привода барабанного смесителя

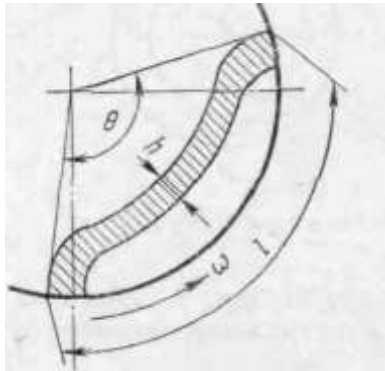


Рисунок 5 – Схема движения материала в барабане

Таблица 2 – Техническая характеристика барабанных смесителей

Параметры	Смесители		Окомкователи		
	СБ 3,2×8,0	СБ 3,2×12,5	ОБ 2,8×11	ОБ 3,2×12,5	ОБ 4,2×21
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  $G_b$ , веса шихты в барабане  $G_m$  и веса гарниссажа  $G_r$  (рис. III.14).

Вес шихты  $G_m$  можно определить по формуле (III.36) либо при известной степени заполнения барабана по следующей формуле:

$$G_m = \frac{\pi D^2}{4} L \gamma g \psi, \quad (III.37)$$

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

Нагрузка на один ролик

$$N_p = \frac{G_b + G_m + G_r}{Z \cos \alpha}, \quad (III.38)$$

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.

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

### Практическая работа №5

#### Составление кинематических схем привода механизмов вагон-весов и перегрузочного вагона

**Цель работы:** Составить кинематические схемы оборудования

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Зарисовать кинематические схемы оборудования.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Определить оборудование и подписать позиции
3. Зарисовать кинематические схемы

**Ход работы:**

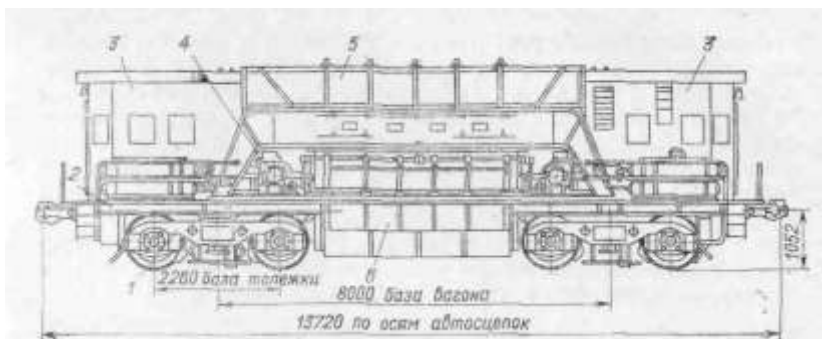


Рисунок 6 – Рудный перегрузочный вагон



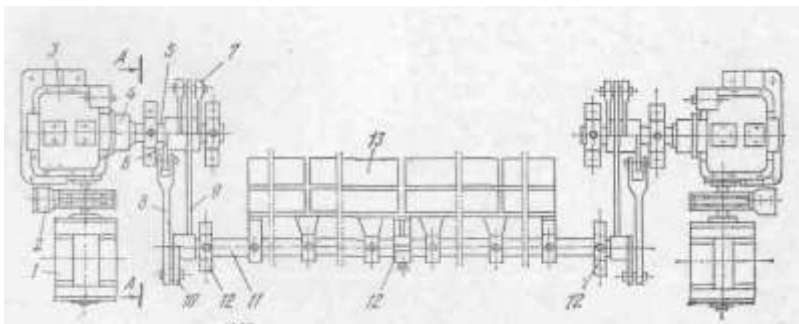


Рисунок 7 – Кинематическая схема

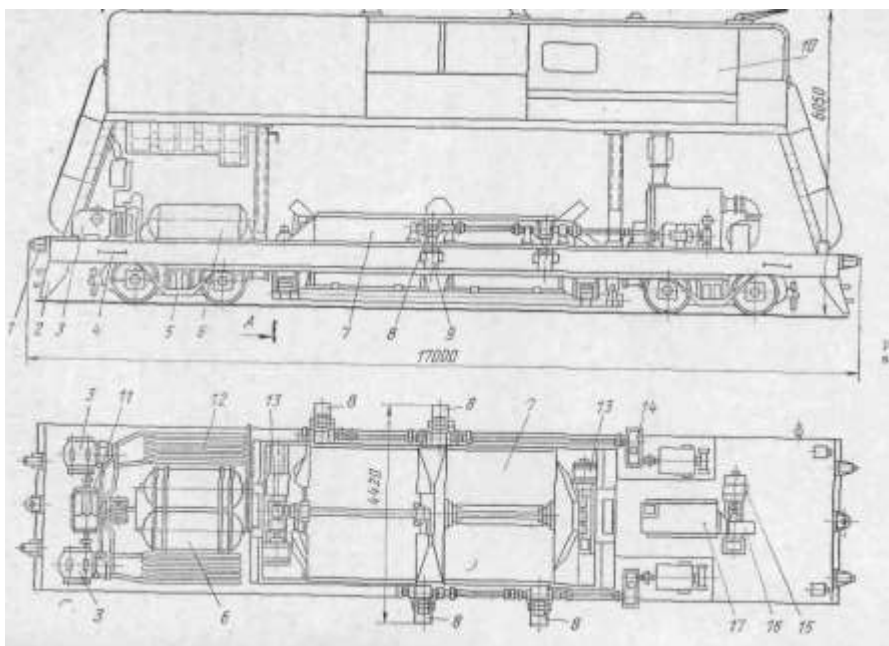


Рисунок 8 – Вагон-весы

**Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

**Тема 2.2 Оборудование для подачи шихтовых материалов к загрузочному устройству**

**Практическая работа №6**

## Составление кинематических схем привода скиповых лебедок

**Цель работы:** Составить кинематические схемы оборудования

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Зарисовать кинематические схемы оборудования.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Определить оборудование и подписать позиции
3. Зарисовать кинематические схемы, подписать позиции

**Ход работы:**

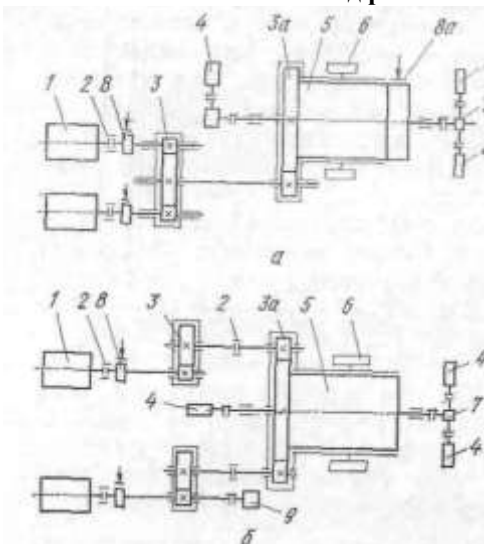


Рисунок 9 –  
Кинематические схемы  
скиповых лебедок

**Форма предоставления результата**  
Отчет о проделанной работе.

## **Тема 3.2 Машины для подачи кислорода в конвертер**

### **Практическая работа №7**

#### **Определение мощности электродвигателя механизма передвижения кислородной фурмы**

**Цель работы:** Рассчитать мощность электродвигателя механизма передвижения кислородной фурмы

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал

**Задание:**

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Рассчитать мощность электродвигателя механизма передвижения кислородной фурмы
3. Подобрать электродвигатель
4. Выполнить отчет о проделанной работе

**Ход работы:**

### Механизм перемещения фурменной каретки

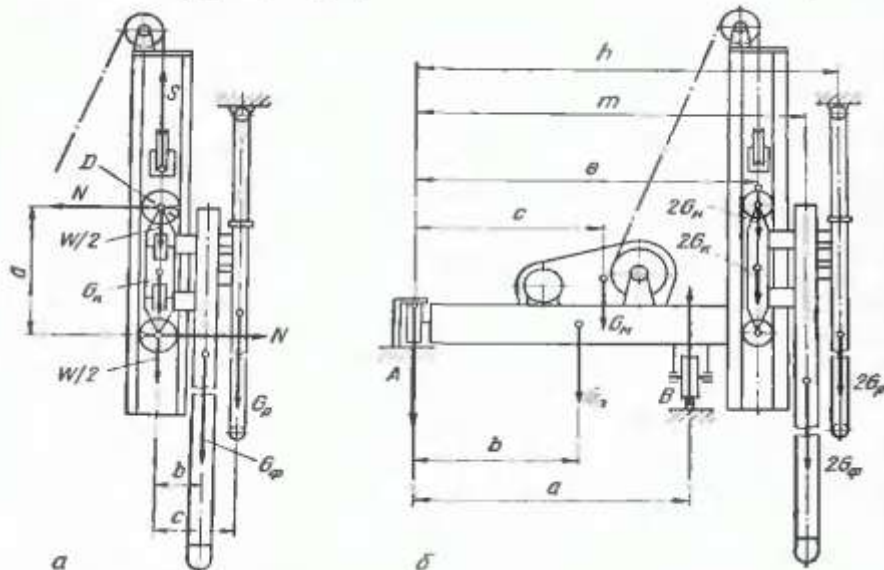
Усилие на ходовые ролики каретки при внецентричном приложении силы тяжести каретки и металлорукавов (рис. III.41, а)

$$N = (G_{\Phi}b + 0,5G_{\rho}c)/a, \quad (\text{III.24})$$

где  $G_{\Phi}$  — вес фурмы с водой;  $G_{\rho}$  — вес комплекта металлорукавов, из которых два заполнены водой;  $b$  и  $c$  — расстояния от осей каретки до осей, соответственно, фурмы и металлорукавов;  $a$  — база каретки.

Соппротивление движению каретки на ходовых роликах

$$W = 2Nk_{\rho}(\mu d + 2k)/D, \quad (\text{III.25})$$



где  $\mu$  — коэффициент трения в подшипниках ходовых роликов;  $d$  — диаметр подшипника;  $k$  — коэффициент трения качения;  $D$  — диаметр ходового ролика;  $k_p$  — коэффициент, учитывающий дополнительное сопротивление на упорных роликах.

Сила тяжести перемещаемых частей фурменной каретки с учетом жесткости металлоукавов

$$G_0 = G_\Phi + G_n + 0,5G_p k_{ж}, \quad (III.26)$$

где  $G_n$  — вес каретки;  $k_{ж} = 1,2$  — коэффициент, учитывающий жесткость металлоукавов.

Тяговое усилие на барабане лебедки с учетом потерь на трение в направляющих блоках и на канатном барабане в случае подъема фурмы

$$S = (G_0 + W) k_u k_\sigma, \quad (III.27)$$

где  $k_u$  и  $k_\sigma$  — коэффициенты сопротивления соответственно на направляющих блоках и на барабане.

Статическая мощность при подъеме каретки

$$P_c = Sv/\eta, \quad (III.28)$$

где  $v$  — скорость тяговых канатов, м/с;  $\eta$  — к. п. д. лебедки.

Расчетная мощность с учетом температуры окружающей среды

$$P_p = P_c/k_t, \quad (III.29)$$

где  $k_t$  — температурный коэффициент.

Электродвигатель, выбранный по каталогу, проверяют на перегрузочную способность в период пуска при подъеме фурменной каретки по общепринятой методике.

### *Механизм передвижения платформы*

Усилия на ходовые колеса, расположенные со стороны фурм, определим из уравнения моментов относительно опоры  $A$  (рис. III.41, б)

$$B = \frac{G_n b + 2G_m c + 2(G_n + G_n) e + 2G_\Phi m + G_p h}{a}, \quad (III.30)$$

где  $G_n$  — вес платформы;  $G_m$  — вес лебедки механизма перемещения каретки;  $G_n$  — вес направляющей для каретки;  $G_n$ ,  $G_\Phi$  и  $G_n$  — имеют то же значение, что и в предыдущем расчете;  $b$ ,  $c$ ,  $e$ ,  $m$ ,  $h$  — плечи соответствующих сил относительно опоры  $A$ ;  $a$  — колея платформы.

Усилия на ходовые колеса со стороны удерживающего рельса

$$A = G_n + 2G_m + 2G_n + 2G_n + 2G_\Phi + G_p - B.$$

Сопротивление передвижению платформы

$$W = (A + B) k_p k_{ж} (\mu d + 2k)/D, \quad (III.31)$$

где  $k_p = 1,2 \div 1,3$  — коэффициент, учитывающий дополнительное сопротивление на упорных роликах при перекосах платформы или трение в ребордах в случае установки ребордных ходовых колес.

Принятый по каталогу электродвигатель проверяют на допустимую пусковую перегрузку.

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

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

### **Практическое занятие № 8 Расчет на прочность прокатных валков**

**Цель работы:** Рассчитать статическую прочность валков

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

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** Атлас Королева А.А. стр. II - 29

#### **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**

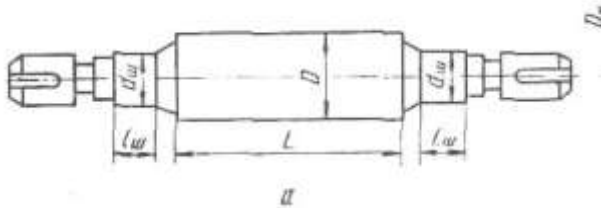


Рисунок 10 – Прокатный валок

1. Напряжение изгиба в бочке валка определяется по формуле:

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

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

$W_{\text{изг.б}}$ - момент сопротивления поперечного сечения бочки валка на изгиб, Н\*М.

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

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

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 МПа = 1000 КН\м<sup>2</sup>)

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

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

где l- длина шейки валка, м;

4. Кручение шейки листового валка рассчитывается по формуле:

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

T- крутящий момент, прикладываемый к валку 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.

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

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

#### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе – вывод о результирующем допустимом напряжении.

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

### **Практическое занятие № 9**

#### **Сравнительная характеристика подшипников различного типа**

**Цель работы:** Сравнить подшипники различного типа

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** Раздаточный материал видов подшипников.

**Задание**

1. Заполнить таблицу и подписать элементы подшипников

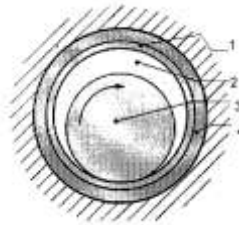
#### **Порядок выполнения работы**

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

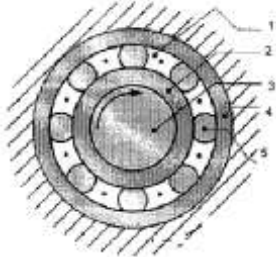
**Форма предоставления результата**

Заполненная таблица и выводы о рациональном использовании каждого из видов на валках прокатных станов.



Тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	Смазка	Станы, на которых применяются	Сравнивание типов: «+» и «-»	Материалы
Подшипники скольжения	 <p>Схема подшипника скольжения, состоящая из втулки (1) и шейки вала (2). Втулка имеет внутреннюю полость (3) и наружную поверхность (4). Стрелки указывают на направление вращения вала и втулки.</p>	<p>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>)</p>		<p>Обжимные, сортовые станы.</p>	<p>Имеют преимущества:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокая скорость вращения</li> <li>2. экономичны при больших диаметрах валов</li> <li>3. возможность установки на валах, где подшипник должен быть разъемным.</li> <li>4. допускают регулирование различного зазора и, следовательно, точную установку геометрической оси вала</li> </ol> <p>Недостатки: 1. высокие потери на трение и, следовательно, пониженный коэффициент полезного действия (0,95...0,98)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. необходимость в непрерывном смазывании.</li> <li>3. неравномерный износ подшипника и цапфы</li> <li>4. применение для изготовления подшипников дорогостоящих материалов</li> <li>5. относительно высокая трудоемкость изготовления.</li> </ol>	

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

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.</p> <p>По форме тел качения подшипники делятся на: шариковые и роликовые.</p>	<p>Масло минеральное, цилиндрическое, автотракторное, турбинное или масляный туман.</p>	<p>Четырехвалковые станы горячей и холодной прокатки, двухвалковые тонколистовые, сортовые и заготовочные.</p>	<p>Преимущества:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.значительно меньше 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.меньше 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: 1.ограниченная возможность применения при очень больших нагрузках и высоких скоростях</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.значительные габаритные размеры в радиальном направлении и масса</li> <li>3. повышенная чувствительность к неточности установки.</li> </ol>	<p>Баббит, сталь, бронза.</p>

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

### Лабораторная работа 1 Расчет на прочность нажимного винта и гайки

**Цель работы:** Рассчитать нажимной винт и гайку

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

**Материальное обеспечение:** 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 нажимной и гайку;
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  $D_r$  и ее высоту  $H_r$  определяют из следующих соотношений:  $D_r = (1,5 \div 1,8) \cdot d_{нар}$

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

$d_{нар}$  - 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
$Y = 18 \text{ КН}$	$Y = 15 \text{ КН}$	$Y = 10 \text{ КН}$	$Y = 20 \text{ КН}$
$d_{ш} = 1050 \text{ мм}$	$d_{ш} = 840 \text{ мм}$	$d_{ш} = 635 \text{ мм}$	$d_{ш} = 1200 \text{ мм}$

### **Форма предоставления результата**

Отчет о проделанной работе.

## Тема 5.3. Машины и механизмы для перемещения слитков и проката

### Практическое занятие №10

#### Определение мощности электродвигателя привода рольганга.

**Формируемые компетенции:**

**Цель работы:** Рассчитать мощность привода рольганга

**Материальное обеспечение:** Раздаточный материал

**Задание**

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

**Порядок выполнения работы**

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

**Ход работы:**

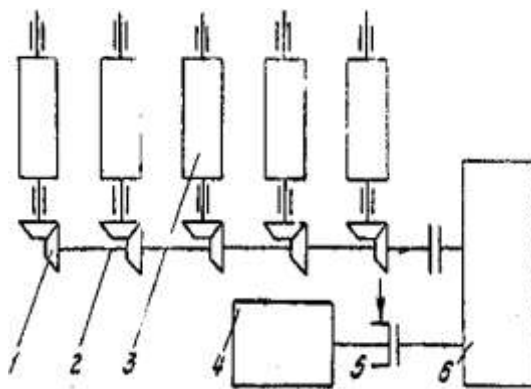


Рисунок 7- Привод рольганга

Исходные данные для расчета:

Параметр	Значение
Вес металла перемещающегося по рольгангу	$Q'_m = 150$ кг
Вес ролика	$G_p = 50$ кг

Число роликов секции рольганга	$n_p = 5$
Скорость рольганга	$V = 1 \text{ м/с}$
Состояние металла	горячий
Диаметр бочки ролика	$d_p = 0,45 \text{ м}$
Диаметр цапфы в подшипниках роликов	$d_{np} = 0,26 \text{ м}$

1. Определим момент потерь на трение в подшипниках при передвижении металла по рольгангу

$$M_{тр.p} = (Q'_m + n_p \cdot G_p) \cdot \mu \cdot n_p \cdot \frac{d_{np}}{2} \quad (\text{кН}\cdot\text{м})$$

2. Определим момент от возможного буксования роликов по металлу при случайном упоре металла в препятствие. Например: в направляющие линейки, установленные по длине рольганга

$$M_{бук.p} = Q'_m \cdot \mu_{б.p} \cdot \frac{d_p}{2} \quad (\text{кН}\cdot\text{м})$$

3. Определим суммарный статический момент

$$M_{ст.p} = M_{тр.p} + M_{бук.p} \quad (\text{кН}\cdot\text{м})$$

4. Определим динамический момент, возникший при транспортировке металла с ускорением

$$M_{дин} = 18 \frac{m \cdot m^2}{c^2} \quad (\text{кН}\cdot\text{м})$$

где:  $m_p$  – масса ролика рольганга

$M_p$  – масса металла

$D_{ip}$  – диаметр инерции вращающихся роликов

$$D_i = \frac{1,4 \cdot d_p}{2} = 0,7 \cdot d_p = 0,45 \cdot 0,7 = 0,31 \text{ м}$$

$q_w$  – угловое ускорение ролика рольганга

$$q_w =$$

5. Суммарный момент привода роликов рольганга

$$M_{рол} = M_{ст} + M_{дин} \quad \text{кН}\cdot\text{м}$$

6. Определим мощность требующуюся для вращения роликов рольганга

$$N_{рол} = M_{рол} \cdot \omega_p = 28,4 \cdot 4,4 = 125 \text{ кВт}$$

$\omega_p$  – угловое ускорение роликов рольганга

$$\omega_p = \frac{v}{d_p} = \frac{1}{0,45} = 2,22 \text{ с}^{-1}$$

7. Определим мощность электродвигателя привода рольганга

$$N_{рв} = \frac{N_{рол}}{\eta} \quad \text{кВт}$$

где  $\eta = 0,9$  – КПД передачи от двигателя к роликам