

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



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.03 Технологическое оборудование**

для обучающихся специальности

**15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и
гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механическое, гидравлическое
оборудование и автоматизация»
Председатель О.А.Тарасова
Протокол № 10 от 22.06.2022г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчик:

Е.А.Киселева,
Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова»

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

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	8
Практическое занятие 3	11
Практическое занятие 4	13
Практическое занятие 5	15
Практическое занятие 6	18
Практическое занятие 7	19
Практическое занятие 8	20
Практическое занятие 9	23
Практическое занятие 10	25
Практическое занятие 11	27
Практическое занятие 12	31
Практическое занятие 13	32
Практическое занятие 14	34
Лабораторное занятие 1	35
Лабораторное занятие 2	40

1 Введение

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)

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У1.1.06 читать кинематические схемы станков;

У1.2.03 пользоваться технической документацией на станок;

Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

Уо 01.02 анализировать задачу, выбирать и использовать уместные цифровые средства, приложения и ресурсы для постановки и решения задачи\проблемы;

Уо 01.08 владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

Уо 02.02 искать информацию в сети Интернет, с использованием фильтров и ключевых слов;

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. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных 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;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проекторочных, конструктивных и др.;

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

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

2 Методические указания

Тема 1.1. Основные сведения о резании металлов и металлорежущих станках

Практическое занятие № 1

Изучение кинематических схем коробок скоростей разных типов

Цель работы: формирование умений читать кинематические схемы приводов движения металлорежущих станков

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- читать кинематические схемы приводов движения металлорежущих станков

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению практических занятий

Атлас «Металлорежущие станки»

Условные обозначения элементов кинематических схем.

Задание:

Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы

Изучить конструкцию и кинематическую схему привода главного движения токарного станка

Составить уравнение баланса главного движения с перебором, реверсивная муфта М1 включена влево.

Краткие теоретические сведения

Механизм, предназначенный для ступенчатого изменения частоты вращения ведомого вала при постоянной частоте вращения ведущего путем изменения передаточного отношения называют коробкой скоростей.

Изменение частоты вращения ведомого вала достигается вращением различных зубчатых кинематических пар между валами.

Коробки скоростей обеспечивают стандартный ряд частот вращения шпинделя. Они компактны, удобны в управлении и надежны в работе. К их недостаткам относят трудность или невозможность бесступенчатого регулирования частот вращения, возникновения вибраций и шума на некоторых частотах. Известно большое число различных конструкций коробок скоростей, но все они представляют собой сочетание отдельных типов механизмов.

Коробки скоростей по компоновке разделяют на коробки с зубчатыми колесами, встроенными в шпиндельную бабку, и коробки скоростей с отдельным приводом. У последних шпиндельную бабку и коробку скоростей выполняют в виде отдельных узлов, соединенных ременной передачей.

Коробки скоростей по способу переключения классифицируют на коробки со сменными зубчатыми колесами между валами и неизменным межосевым расстоянием, с передвигаемыми колесами или блоками колес, с неподвижными вдоль валов колесами и кулачковыми муфтами, с фрикционными муфтами, с электромагнитными муфтами и с комбинированным переключением.

Некоторые схемы коробок скоростей показаны на рисунке 1.

В схеме двухвальной коробки со скользящим блоком зубчатых колес z_1 и z_3 , расположенных на валу I со шлицами, (рис. 1, а), зубчатые колеса z_2 и z_4 установлены на валу II неподвижно. Расстояние между колесами z_2 и z_4 немного больше длины подвижного блока колес, при этом зубчатые колеса z_1 и z_2 и колеса z_3 и z_4 выведены из зацепления. При переключении зубчатых колес обязательным условием является их остановка.

Схема на три частоты вращения, изображена на рис. 1, б. В схеме на четыре частоты вращения (рис. 1, в), на валу I расположены два подвижных блока, состоящие соответственно из колес z_1 и z_3 на валу II — неподвижные зубчатые колеса z_2, z_4, z_6, z_8 . Передвижение блоков обеспечивает зацепление зубчатых колес z_1 с z_2 , z_3 с z_5 , z_5 с z_4 , z_7 с z_8 . Эту схему используют при наличии блокировки, исключающей возможность одновременного включения двух пар колес. Блокировочное устройство может быть конструктивно выполнено как механически, так и с применением гидравлики.

Трехваловые коробки скоростей на четыре частоты вращения (рис. 7.1, г) состоят из двух последовательно расположенных элементарных коробок скоростей на две частоты вращения. В качестве примера конструктивного исполнения на рис. 7.2. показан разрез общего вида коробки скоростей станка мод. 16K20.

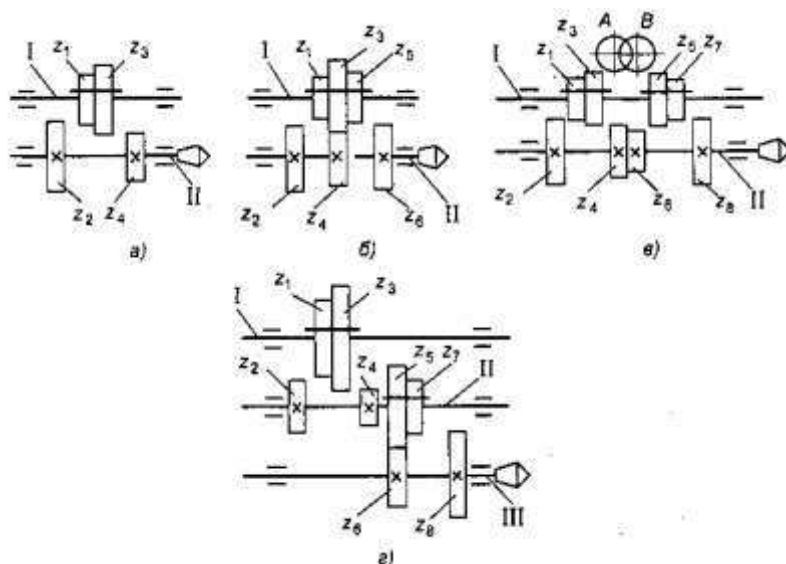


Рисунок 1 - Схемы коробок скоростей: а — на две скорости; б, в — на три скорости; г — на четыре скорости

Порядок выполнения работы:

1. Изучить схемы коробок скоростей

2. Ответить на вопросы:

Что называют коробкой скоростей?

Чем достигается изменение частоты вращения вала?

Достоинства и недостатки коробки скоростей.

3. Зарисовать и записать принцип работы схемы на три и четыре частоты вращения.

Ход работы:

Выполнить конспект с необходимыми расчетами

Защитить практическую работу

Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

Критерии оценки:

За каждый правильный ответ — 1 балл.

За неправильный ответ — 0 баллов.

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

Тема 1.2 Подъёмно-транспортные машины и оборудование

Практическое занятие № 2

Выбор каната

Цель работы: Выбрать стальной канат для подъема номинального груза

Выполнив работу, Вы будете уметь:

читать кинематические схемы;

определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

Материальное обеспечение: ГОСТ 2688-80 «КАНАТЫ СТАЛЬНЫЕ. СОРТАМЕНТ»

Задание:

1. Рассчитать стальной канат;
2. Зарисовать тип каната.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить выбор каната
3. Сделать проверку правильности выбора каната
4. Выполнить отчет о проделанной работе

Ход работы:

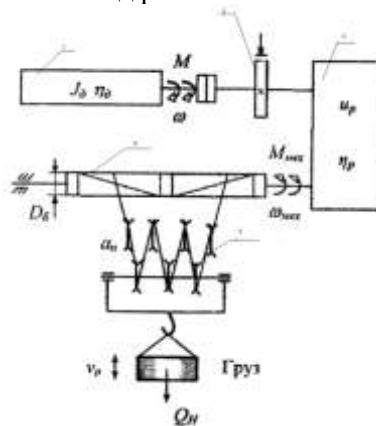


Рисунок 1 – Кинематическая схема механизма подъема

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

$$S_{\max} * Z_p < S_{\text{раз}}$$

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

Z_p – коэффициент использования канатов;

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

Определяем КПД полиспаста.

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

где а – кратность полиспаста;

t - количество блоков полиспаста;

η – КПД блока, = 0,95÷0,97

Считаем

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

где Q - вес груза, Н.

Определим Z_p коэффициент прочности в зависимости от разрушающей нагрузки.

4. Выбираем канат из ГОСТа

Проверка:

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

$$Z_p \text{ факт} > Z_p$$

Таблица 1 - Минимальные коэффициенты использования канатов, Z_p

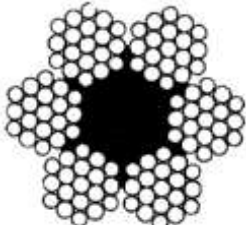
<i>Режим работы механизма</i>	<i>Z_p</i>
1М	3,15
2М	4,0
3М	4,5
4М	5,6
5М	7,1
6М	9,0

Таблица 2 -Исходные данные

<i>№ вар</i>	<i>Q, т</i>	<i>$V_{\text{под}}, \text{ м/с}$</i>	<i>H, м</i>	<i>Режим работы M</i>
1	5	0,2	15	1
2	5	0,1	15	2
3	5	0,3	15	3
4	5	0,3	15	4
5	5	0,2	15	1
6	5	0,2	15	2
7	10	0,25	15	3
8	10	0,35	15	4
9	10	0,2	15	1
10	10	0,1	15	2
11	10	0,25	15	3
12	10	0,3	20	4
13	15	0,1	20	1
14	15	0,2	20	2
15	15	0,3	20	3
16	15	0,25	20	4

17	15	0,1	20	1
18	15	0,35	20	2
19	20	0,2	20	3
20	20	0,3	20	4

Таблица 3 - Параметры каната

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

Форма представления результата: Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

1. Правильность расчета и выбора стального каната по заданным условиям

Практическое занятие № 3

Расчет барабана механизма подъема на прочность

Цель работы: Выбрать основные параметры барабана и рассчитать его на прочность

Выполнив работу, Вы будете уметь:

определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

Материальное обеспечение: ГОСТ 2688-80 «КАНАТЫ СТАЛЬНЫЕ. СОРТАМЕНТ»

Задание:

1. Повторить и закрепить теоретический материал по теме «Блоки, барабаны, их назначение, классификация. Полиспасты.»

Порядок выполнения работы:

1. Определить диаметр барабана;
2. Определить число витков нарезки на одной половине барабана.
3. Определить длину нарезки на одной половине барабана
4. Определить общую длину барабана.
5. Определить толщину стенки барабана.
6. Обозначить размеры на схеме барабана.

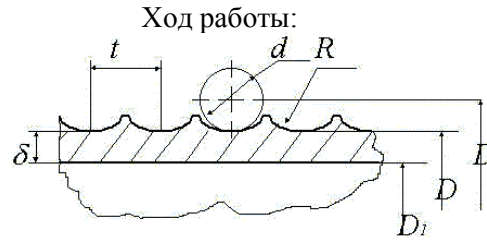


Рисунок 1 - Схема барабана

1. Определить диаметр барабана.

$$D = D_1 + d_k,$$

где: D — диаметр барабана по центру натягиваемого каната, мм.

D_1 — диаметр принятый по ГОСТ, мм.

d_k — диаметр каната. (значение d_k принять из ПРН№1)

$$D_1 = (e-1) * d_k,$$

где: e — коэффициент принимаемый по Правилам ГосГорТехнадзора в зависимости от ГПМ. ($e=25$)

2. Число витков нарезки на одной половине барабана.

$$Z = \frac{H * a}{\pi * D},$$

где: H — высота подъема груза, мм (значение Z принять из ПРН№1)

a — кратность полиспаста, $a=3$.

D — диаметр барабана по центру натягиваемого каната, мм.

3. Длина нарезки на одной половине барабана.

$$L_1 = z * t_{\delta},$$

где: t_{δ} - шаг нарезки, мм.

$$t_{\delta} = d_k + (2,0 \dots 3,0) \text{ мм.}$$

4. На закреплении каната с каждой стороны барабана принимаем $l_2 = 50$ мм. Расстояние между правым и левым нарезными полями средней части барабана принимаю $l_{ce} = 100$ мм.

5. Общая длина барабана.

$$l_{\delta} = L_1 + l_2 + l_{ce}$$

6. Толщина стенки барабана.

$$\delta = \frac{S_{max}}{t_{\delta} * [G_{сж}]},$$

где: $[G_{сж}]$ - допускаемое напряжение сжатия зависящее от материала.

$$[G_{сж}] = \frac{\delta}{K},$$

где: δ - предельное напряжение материала при данном напряжённом состоянии

$$\delta_{\text{чугуна}} = 650 \frac{\text{Н}}{\text{мм.}}$$

K- коэффициент запаса прочности ($K=4,25$).

7. Исходя из технологии отливки толщина стенки не должна быть меньше условия

$$d = 0,02 * D (6,0 \dots 10,0) \text{ мм.}$$

$$\delta_{\delta} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$$

8. Определить отношение: $\frac{l_{\delta}}{D}$

Если $\frac{l_{\delta}}{D} \leq 4$ барабан считается на сжатие, если $\frac{l_{\delta}}{D} \geq 4$, то барабан считается на $\dot{l}_{\delta p.}, \dot{l}_{\delta \text{сж.}}$

9. $M_{изг}$ считается по формуле, кН*мм.

$$M_{изг} = S_{max} * l_1$$

10. $M_{кр.}$ считается по формуле кН*мм.

$$M_{кр.} = 2 * S_{max} * \frac{D}{2}$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

1. Правильность определения диаметра барабана.
2. Правильность определения необходимого количества витков.
3. Правильность определения длину барабана и толщину его стенок.

Практическое занятие № 4

Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения крана

Цель работы: Рассчитать и подобрать электродвигатель механизма передвижения крана.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

Материальное обеспечение: Учебник Руденко Н.Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин.

Задание:

1. Изучить схему передвижения мостового крана.
2. Рассчитать электродвигатель механизма передвижения крана.
3. Выбрать электродвигатель серии МТ и МТВ.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы
2. Выполнить расчеты электродвигателя механизма передвижения крана
3. Выполнить отчет о проделанной работе

Ход работы:

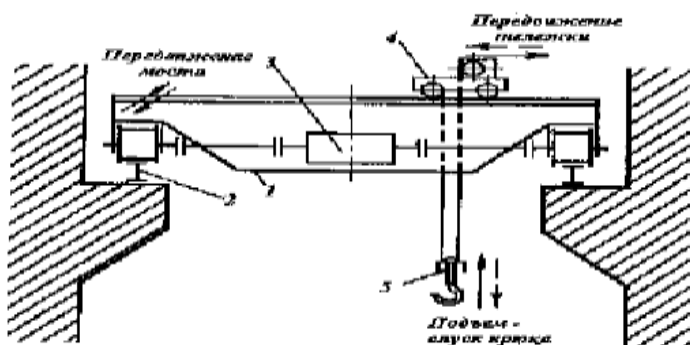


Рисунок 3 – Схема привода передвижения моста

№ вар	$Q, т$	$V_{под}, м/с$	$D_{шк}, мм$	$G_{кр}, т$
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. Полное сопротивление (кН) включает следующие составляющие:

$$W = W_{mp} + W_y + W_{ин}, \text{ где}$$

W_{mp} - сопротивление, создаваемое силой трения.

W_y - сопротивление, создаваемое уклоном пути.

$W_{ин}$ - сопротивление, создаваемое инерцией вращения и движения масс.

2. Определяем сопротивление, создаваемое силой трения:

$$W_{mp} = \frac{Q + G_{\text{ед}} + G_{\text{ад}}}{D_{\text{дв}}} * (2 * \mu + f * d) * k, \text{ где}$$

$G_{кр}$ - вес крана (кН)

$G_{гр}$ - вес груза (кН)

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

μ - коэффициент трения колеса о рельсы (0,6);

f - коэффициент трения качения (0,015);

d - диаметр цапфы, м;

$$d = (0,2 \dots 0,25) * D_{\text{хк}}$$

k - коэффициент трения реборд о рельсу ($k=1,5$).

3. Определяем сопротивление, создаваемое уклоном пути:

$$W_y = \alpha * (G_{кр} + G_{гр}),$$

где α - уклон рельсового пути (0,001)

4. Определяем сопротивление, создаваемое инерцией вращения и движения масс.

$$W_{ин} = \delta * m * a,$$

δ - коэффициент трения ($\delta=1,25$)

m - масса (кН)

a - коэффициент ($a=0,3$)

5. Выбор электродвигателя

$$P = \frac{W * V}{\eta * \psi_{н.ср.}}, \text{ где}$$

$\psi = 1,5 \div 2$ - коэффициент скорости

η - КПД двигателя ($\eta = 0,87 \dots 0,91$)

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

1. Правильность расчета электродвигателя.
2. Правильность подбора электродвигателя.

Практическое занятие № 5

Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения тележки мостового крана

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

Выполнив работу, Вы будете уметь:
уметь:

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.
- 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
4. Выполнить отчет о проделанной работе

Ход работы:

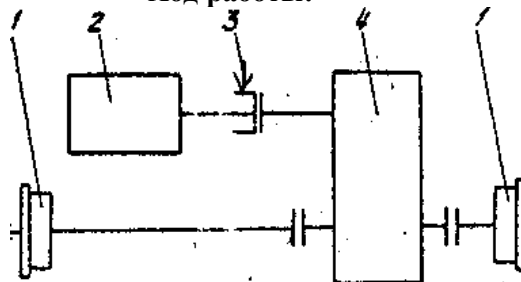


Рисунок 4 – Кинематическая схема передвижения тележки мостового крана

Таблица 1 - Исходные данные

<i>№ вар</i>	<i>Q, т</i>	<i>V_{под}, м/с</i>	<i>D_{хк}, мм</i>	<i>G_{кр.}, т</i>
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:

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

где G_m - собственный вес тележки (кН);

$G_{зр.}$ - вес груза (кН)

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

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

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

d - диаметр цапфы, м

$$d = (0,2 \div 0,25) * D_{хк}.$$

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

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:

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

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

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

φ – 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, $g=9,8 \text{ м\c}^2$.

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

$$N = \frac{W_0 V_m}{1020 \eta_{\text{м}} \psi_{\text{ср}}}, \text{ где}$$

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

V_m – скорость передвижения тележки;

$\psi_{\text{ср}}$ – средняя кратность пускового момента=1,6

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

1. Правильность расчета электродвигателя.
2. Правильность подбора электродвигателя.

Практическое занятие № 6

Методика расчета механизма кантования ротора стационарного 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:

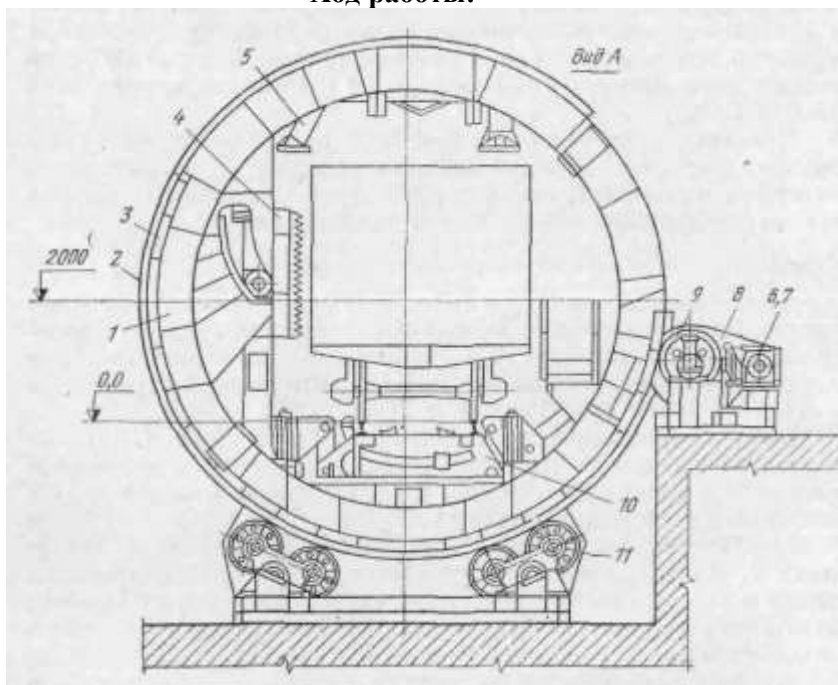


Рисунок 5 – Схема стационарного роторного вагоноопрокидывателя

Исходные данные

Суммарный вес всех элементов: ротора, вагона, материала $\sum G_i = 2374 \text{ кН}$

Плечо статического момента от сил тяжести $X_{oi}; 0,13 \text{ м}$

Число опорных роликов $Z \ 12$

Угол между осью роликоопоры и вертикальной осью ротора α ; град $t \ 30$

Угол между осью роликоопоры о осью ролика β ; град 15

Приведенный коэффициент трения подшипников качения роликов $f_{np} \ 0,03$

Диаметр цапфы опорного ролика $2G_{ц}; \text{мм} \ 200=0,1\text{м}$

Радиус бандажа ротора $R_6; \text{м} \ 3,7$

Радиус опорного ролика $r_p; \text{м} \ 0,30$

Коэффициент трения качения ролика по бандажу $R; \text{см} \ 0,5=0,005 \text{ м}$

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

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

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

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

4. Определить суммарный статический момент приведенный к валу электродвигателя.

Принять $\eta = 0,78$; $u = 24$

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

1. Правильность расчета механизма кантователя.

Практическое занятие №7

Определение мощности электродвигателя привода рольганга

Цель работы: Рассчитать мощность 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:

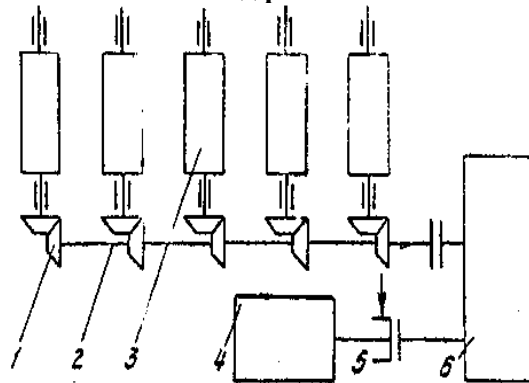


Рисунок 1- Привод рольганга

Таблица 1. Исходные данные для расчета:

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

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

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

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

3. Определим суммарный статический момент

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

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

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

где: m_r – масса ролика рольганга

M_r – масса металла

D_{ir} – диаметр инерции вращающихся роликов

$$D_i = \frac{1,4 \cdot dp}{2} = 0,7 \cdot dp = 0,45 \cdot 0,7 = 0,315 \text{ м}$$

q_w – угловое ускорение ролика рольганга

$$q_w =$$

5. Суммарный момент привода роликов рольганга

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

6. Определим мощность требующуюся для вращения роликов рольганга

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

ω_p – угловое ускорение роликов рольганга

$$\omega_p = \frac{v}{dp/2}$$

7. Определим мощность электродвигателя привода рольганга

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

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

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Правильность расчета механизма привода рольганга.

Тема 1.3 Технологическое оборудование горно-обогатительных цехов

Практическая работа №8

Расчет щековых дробилок

Цель работы: Рассчитать основные параметры щековой дробилки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

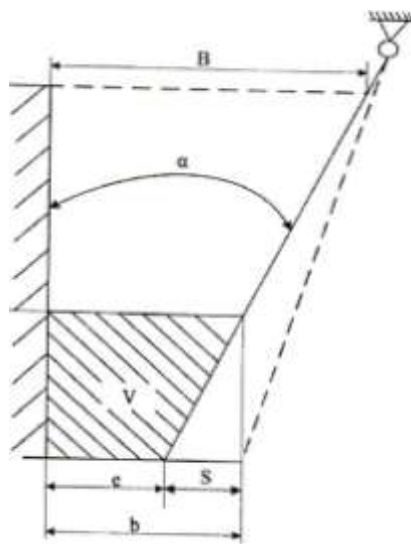
Задание:

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:



В- ширина приемного(загрузочного)отверстия; α – угол захвата (угол между дробящими щеками);
b- размер выходной (разгрузочной) щели; Н – высота дробилки; е- 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

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

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

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

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

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, кг/м^3 .

5. Определение усилия дробления

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

где P_{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, $q = 2,7 \text{ МПа}$; H – высота дробилки, м.

6. Определение среднего эффективного усилия на неподвижную щеку

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

7. Определение работы дробления за один рабочий ход подвижной щеки

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

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

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

– для дробилок со сложным качанием щеки

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

где η – КПД привода, $\eta = 0,85$.

Исходные данные к расчету щековых дробилок приведены в приложении 1.

Критерии оценки:

Правильность построения кинематической схемы

Правильность расчета электродвигателя и его выбор

Приложение 1

№ варианта	Крупность исходного материала D, мм	Минимальная ширина разгрузочной щели e, мм	Эксцентриситет вала r, мм	Угол захвата, α	Ход подвижной щеки, S, мм	Высота неподвижной щеки H, мм	Ширина загрузочного отверстия, B, 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 ³								
Для нечетных вариантов дроблению подвергается железная руда, с насыпной плотностью 2000кг/м ³								

Практическая работа №9 Расчет конусных дробилок

Цель работы: Рассчитать основные параметры конусной дробилки

Выполнив работу, Вы будете:

- уметь:
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

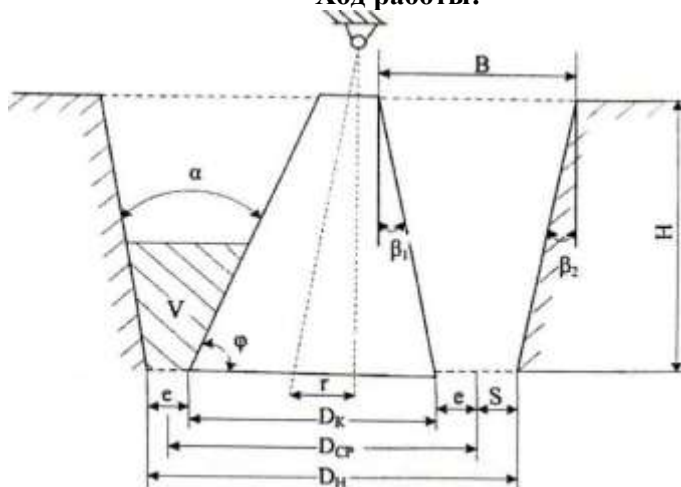
Задание:

- 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_{CP} - средний диаметр дробящего конуса в зоне параллельности;
 D_H - нижний диаметр неподвижного конуса; α - 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; β_1 – угол наклона образующей внутреннего конуса, град; β_2 – угол наклона образующей наружного конуса, град.

2. Определение числа оборотов вала дробилки
– для конусных дробилок крупного дробления

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

- для конусных дробилок среднего и мелкого дробления

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

где φ – 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, 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, м^2 ,

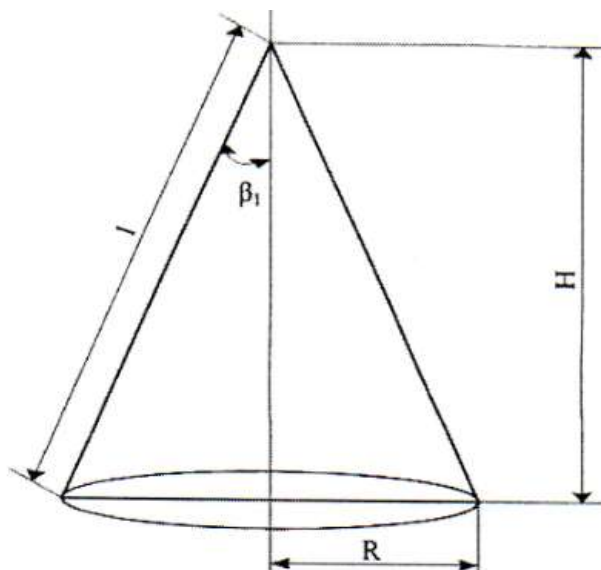


Схема расчета поверхности дробящего конуса

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

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, $\rho_{\text{нас}}$, кг/м ³	Нижний диаметр дробящего конуса $D_{\text{н}}$, мм	Угол захвата, α	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 ³ , то материал считается прочным. Если насыпная плотность материала находится в интервале 1700...2000 кг/м ³ , то материал считается непрочным.						
$\alpha = \beta_1 + \beta_2$; $\beta_1 = \beta_2 + (4-5^0)$ Например: $\alpha = \beta_1 + \beta_2 = 11^0$, тогда $\beta_1 = 6$, $\beta_2 = 5$.						

Практическая работа №10

Расчет мощности привода барабанного смесителя (окомкователя)

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:

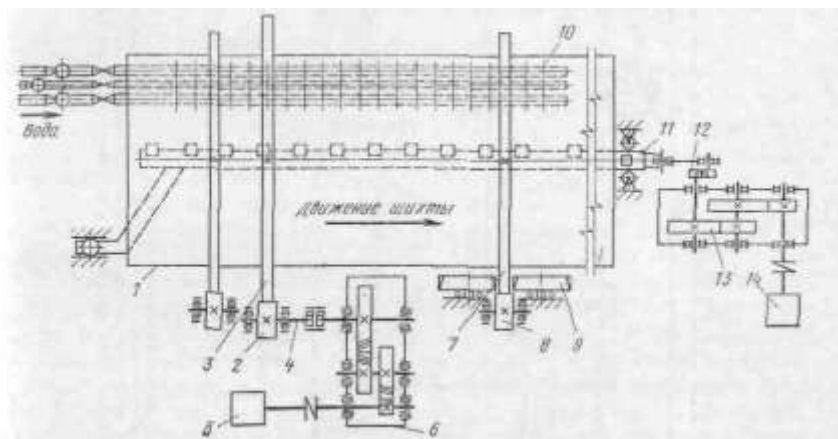


Рисунок 5 – Кинематическая схема привода барабанного смесителя

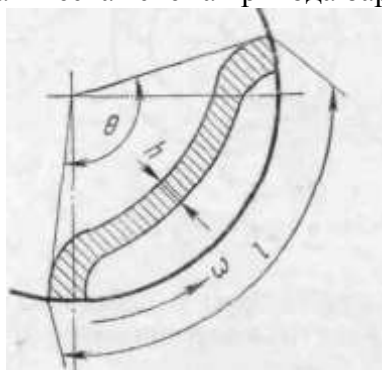


Рисунок 6 – Схема движения материала в барабане

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 $G_{ш}$ и веса гарниссажа G_g .

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

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

где L — длина барабана;

g — ускорение свободного падения;

φ — степень заполнения барабана.

Нагрузка на один ролик

$$N_p = \frac{G_b + G_{ш} + G_g}{Z \cos \alpha}$$

где Z — число опорных роликов; α — половина центрального угла между роликами.

Угол α обычно принимают равным 30-35°. С увеличением угла α растет величина реакции N_p , а с уменьшением α 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:

Правильность расчета электродвигателя барабанного смесителя проставления позиций.

Правильность подбора необходимого электродвигателя

Знание устройства и работы привода барабанного смесителя.

Практическая работа №11 Расчет мощности привода агломашины

Цель работы: Произвести расчет привода агломерационной машины

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

– определять параметры работы оборудования и его технические возможности.

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 1
3. Произвести расчет Рдв по методике, изложенной ниже.

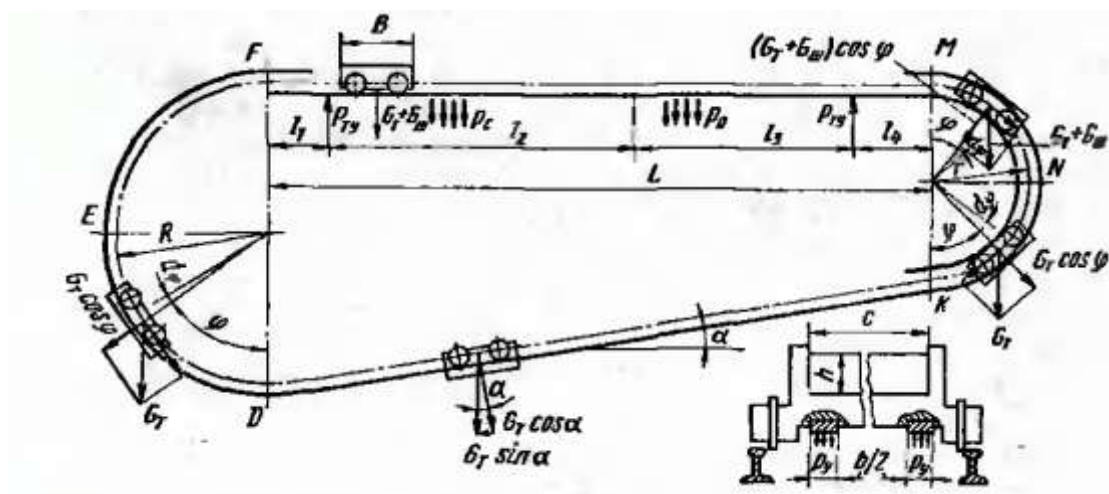


Рисунок 7 - Расчетная схема

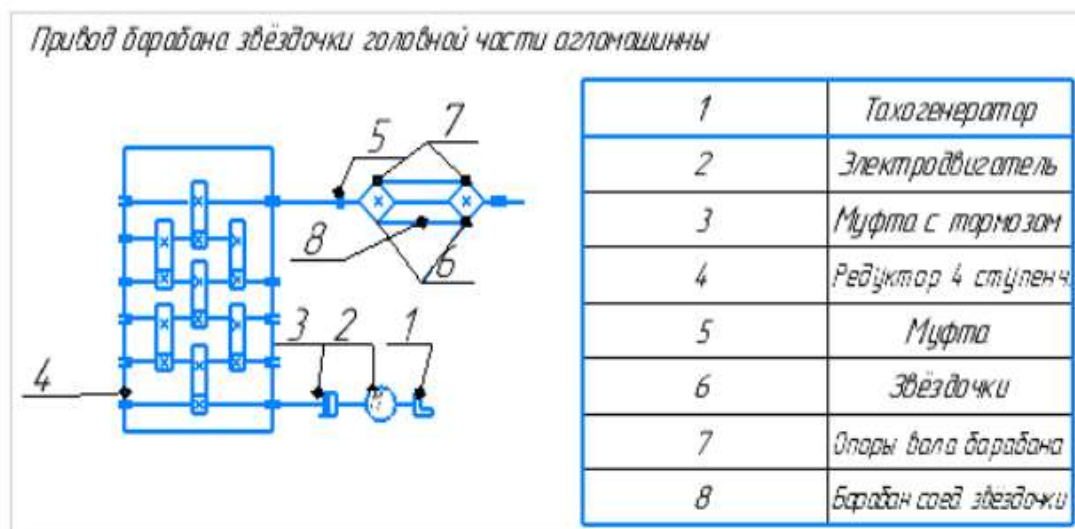


Рисунок 8 – Кинематическая схема

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:

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

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

$$A_2 = A_2^1 + A_2^2 + A_2^3 + A_2^4 - 2P_{ту} * B * w + p_y * b * B * \mu * (l_2 + l_3) + 2P_{ту} * B * \mu, \text{ кНм.}$$

A_2^1 - работа по перемещению пустой тележки на участке l_1 ;

$$A_2^1 = W_T * l_1, \text{ кНм;}$$

W_T - сила сопротивления движению пустой тележки на участке l_1 ;

$$W_T = G_T * w, \text{ кН;}$$

A_2^2 - работа по перемещению гружёной тележки на участке l_2 (над вакуум-камерами спекания);

$$A_2^2 = W_c * l_2, \text{ кНм;}$$

W_c - сила сопротивления движению гружёной тележки на участке l_2 ;

$$W_c = (G_T + G_{ш} + p_c B_c - p_y b B) * w, \text{ кН}$$

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 ;

$$W_o = (G_T + G_{ш} + p_o B_c - p_y b B) * w, \text{ кН}$$

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:

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

9. Определяем работу на холостой ветви:

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

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.

Критерии оценки:

Правильность расчета электродвигателя

Правильность подбора необходимого электродвигателя

Знание устройства и работы конвейерной агломерационной машины.

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	Gт	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	l1	м	2,0	1,5	2,15	2,15	2,5	2,0	6,0
То же загруженной над вакуум-камерами спекания	l2	м	25	25	30	30	40	34	63
То же над вакуум- камерами охлаждения	l3	м	10	10	10	32	10	30	15
То же после вакуум-камер охлаждения	l4	М	3,4	3,9	3,0	3,0	5,65	4,05	7,15
Давление в вакуум-камерах спекания	pс	Мпа	0,007	0,0075	0,008	0,009	0,0095	0,0085	0,01
Объемная масса шихты	γ	т/м³	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	2,0	2,1
Давление в вакуум-камерах охлаждения	pо	Мпа	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0045	0,005
Давление уплотняющих пластин	pу	Мпа	0,012	0,013	0,015	0,014	0,016	0,017	0,017
Коэффициент сопротивления движению тележки	w	-	$w = k_p * (2\mu_p + f_d)/D$						
Усилие со стороны торцевого уплотнения	Pту	кН	2,0	2,5	2,5	2,5	2,8	4,0	7,0
Суммарная ширина уплотняющих пластин	b	мм	180	180	180	180	180	180	200
Длина спекат. тележки	B	м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
Ширина спекат. тележки	c	м	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0
Толщина слоя шихты	h	м	0,25	0,30	0,33	0,40	0,35	0,27	0,40

Коэффициент трения в уплотнит пластинах	μ	-	0,15	0,16	0,18	0,15	0,20	0,18	0,17
Коэффициент трения роликов по рельсам	μ_r	мм	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Коэффициент учитывающий трение в реборах	k_r	-	2,1	2,5	2,2	2,2	2,25	2,4	2,3
Коэффициент трения в подшипниках роликов	f	-	0,027	0,028	0,025	0,025	0,027	0,020	0,020
Коэффициент. полезного действия	$\eta_{\text{мех}}$	-	0,65	0,68	0,70	0,70	0,76	0,82	0,82

Тема 1.4 Технологическое оборудование доменных цехов

Практическое занятие № 12

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.
2. Обозначить указанные позиции

Порядок выполнения работы:

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

Ход работы:

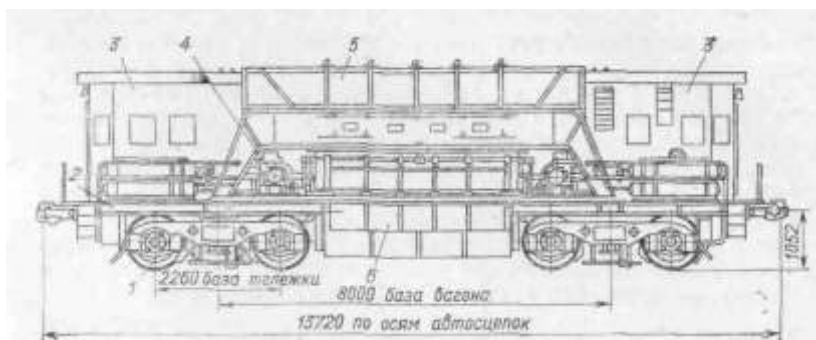


Рисунок 9 – Рудный перегрузочный вагон

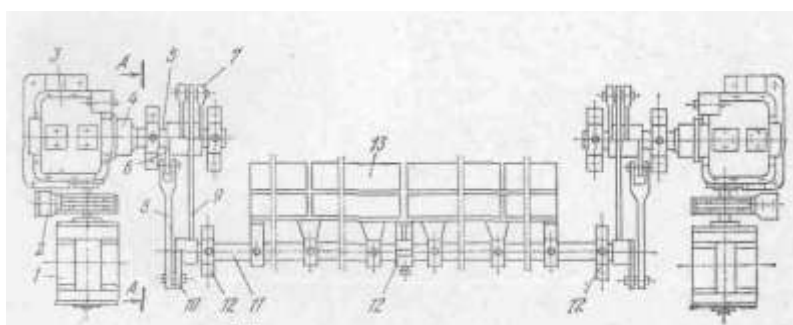


Рисунок 10 – Кинематическая схема

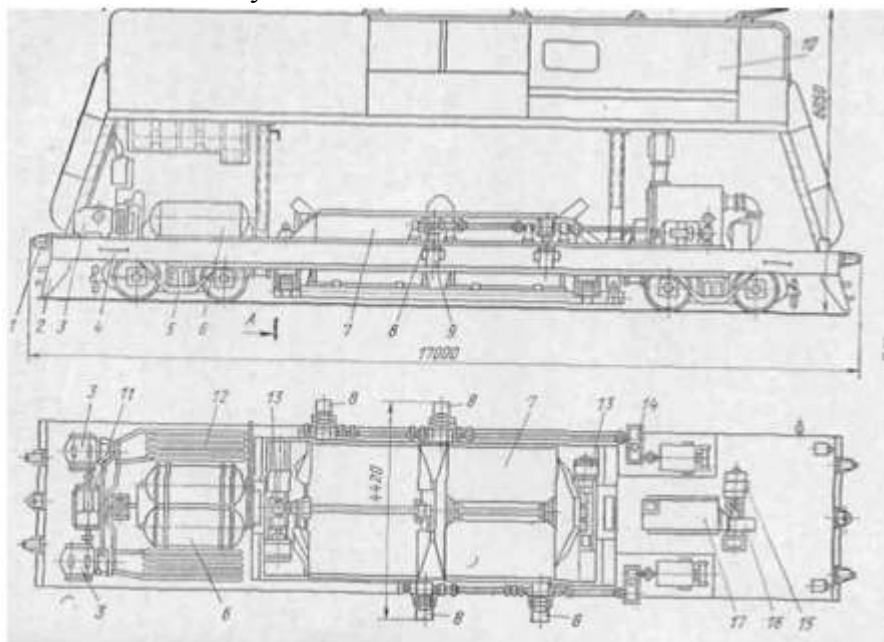


Рисунок 11 – Вагон-весы

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Знание основных узлов вагон-весов.

Знание основных узлов привода вагон-весов.

Тема 1.6 Технологическое оборудование прокатных цехов

Практическое занятие № 13

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

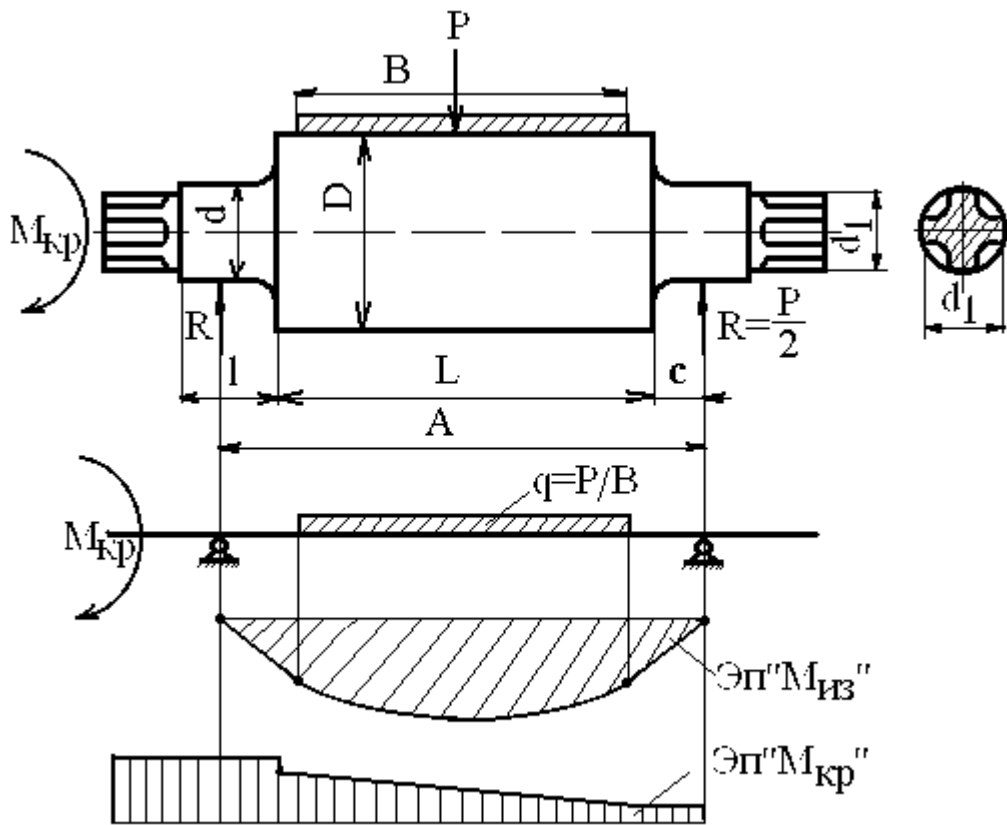


Рисунок 12 – Схема нагружения прокатного вала

1. Напряжение изгиба в бочке вала определяется по формуле:

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

где $M_{изг}$ - изгибающий момент, действующий в рассматриваемом сечении бочки вала, Н*М;
 ω_b - момент сопротивления поперечного сечения бочки вала на изгиб, Н*М.

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

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

где P- максимальное усилие при прокатке, Н;

$P = m * g$, где

m – масса 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. ($1 \text{ МПа} = 1000 \text{ Кн/м}^2$)

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

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

где l- длина шейки вала, м;

4. Кручение шейки листового вала рассчитывается по формуле:

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

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

$$P = T * \omega,$$

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

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

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

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.

Критерии оценки:

Правильность указания основных элементов валка.

Правильность расчета на прочность и жесткость прокатных валков

Практическое занятие № 14

Расчет на прочность нажимного механизма

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 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.

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

$d_{вн}$ - 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 $\sigma_B = 600-700$ МПа.

Стан 2500

Диаметр нажимной гайки D_g и ее высоту H_g определяют из следующих соотношений: $D_g = (1,5 \div 1,8) \cdot d_{нар}$
 $H_g = (0,95 \div 1,1) \cdot D_g$, 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
$Y = 18$ КН	$Y = 15$ КН	$Y = 10$ КН	$Y = 20$ КН
$d_{ш} = 1050$ мм	$d_{ш} = 840$ мм	$d_{ш} = 635$ мм	$d_{ш} = 1200$ мм

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Правильность расчета на прочность нажимного винта и гайки.

**Тема 1.1. Основные сведения о резании металлов и
металлорежущих станках
Лабораторная работа № 1
Изучение кинематической схемы и конструкции токарно-винторезного
станка мод.16K20**

Цель работы: формирование умений производить эксплуатацию токарно-винторезных станков

Выполнив работу, Вы будете:

уметь: читать кинематические схемы токарно-винторезных станков

Материальное обеспечение:

Методические указания по выполнению практических занятий

Атлас «Металлорежущие станки»

Условные обозначения элементов кинематических схем.

Задание: Настроить продольную подачу на станке, согласно заданного значения

Исходные данные:

Подача- 0,15мм/об, 0,18мм/об, 0,2мм/об.

Краткие теоретические сведения

Металлорежущие станки в большинстве случаев состоят из механизмов, сходных по кинематике: шпиндельных коробок, коробок подач, фартуков, суппортов, столов, гитар и т. п. Приспособления для крепления заготовок разнообразны по конструкции, их сложность зависит от назначения станка, универсальности и характера производства. Для универсальных станков, используемых в единичном и серийном производстве, применяют стандартные зажимные приспособления. В специальных станках, используемых в массовом производстве, применяют специальные зажимные приспособления с максимальной автоматизацией их действий.

В качестве механизма главного движения применяют индивидуальный привод, который состоит из электродвигателя, ременной или зубчатой передачи, коробки скоростей со шпинделем (шпиндельной бабки). Индивидуальный привод позволяет получать большую частоту вращения шпинделя и менять ее, расставляя станки соответственно технологическому процессу, более рационально использовать мощность электродвигателя, т. е. включать станки независимо друг от друга.

Электродвигатели индивидуальных приводов устанавливают на передней тумбе станка или на полу, возле нее. В некоторых станках электродвигатели устанавливают непосредственно на шпиндельной бабке, например у полуавтоматов мод. 116. Такое расположение электродвигателя вызывает колебания станка, их нужно избегать.

Встроенный привод — это такой привод, у которого детали электродвигателя являются органической частью станка, например корпус передней бабки является корпусом электродвигателя, а ротор смонтирован непосредственно на шпинделе. Приводы такого типа применяют в шлифовальных, токарных и других станках. В некоторых металлорежущих станках в корпусе передней бабки устанавливают зубчатые колеса, создающие различные частоты вращения шпинделя. Шпиндельные коробки при такой конструкции применяют во

многих токарно-винторезных станках, например в станках мод. 16K20.

Для изучения конструкции и кинематики механизмов металлорежущих станков рассмотрим токарно-винторезный станок мод. 16K.20, общий вид которого приведен на Рис. 1.

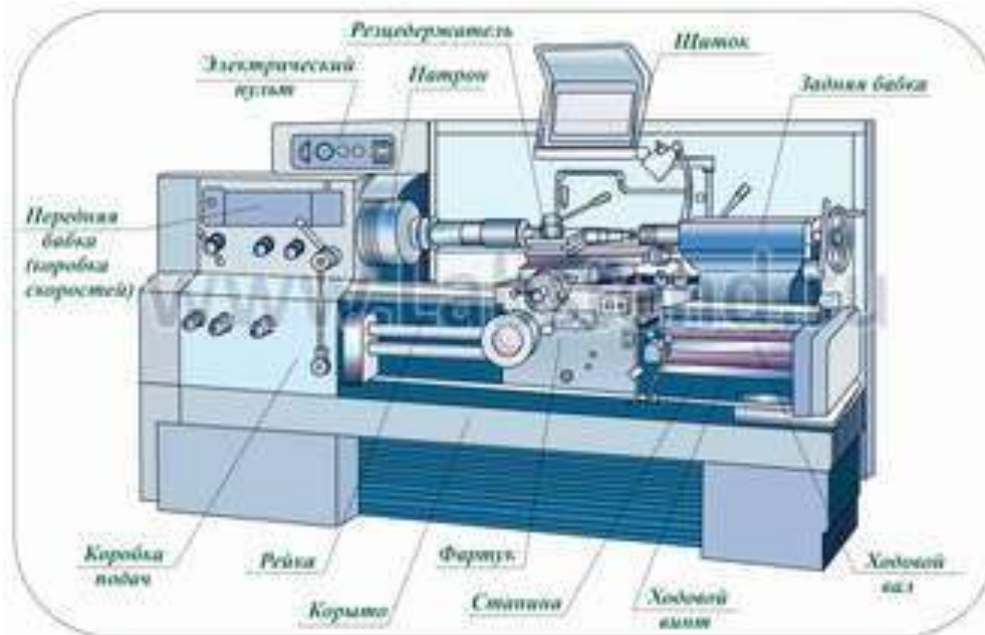


Рисунок 1- Общий вид токарно-винторезного станка 16K20

Общие сведения о станке

Станок предназначен для выполнения разнообразных токарных работ, нарезания метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьб, одно-и многозаходных резьб с нормальным и увеличенным шагом, нарезания торцевых резьб.

Технические характеристики базовой модели:

Длина обрабатываемой детали – 1400 мм.

Высота центров над плоскими направляющими – 215 мм;

Наибольший диаметр обрабатываемой детали:

.....над отверстием станины – 630 мм.

.....прутка, проходящего через отверстие шпинделя, - 50 мм.

Частота вращения шпинделя, об/мин - 12,5..... 1600.

Подача суппорта, мм/об:

продольная - 0,05. 2,8.

поперечная - 0,025. 1,4

Мощность электродвигателя главного движения - 10 кВт.

Движения в станке:

Главное движение - вращение шпинделя о заготовкой;

движение подач - перемещения каретки в продольном и салазок - в поперечном направлениях.

Вспомогательные движения

ускоренные перемещения каретки в продольном направлении;

салазок - в поперечном направлениях;

перемещение верхней части суппорта только вручную под углом 90° к оси вращения заготовки.

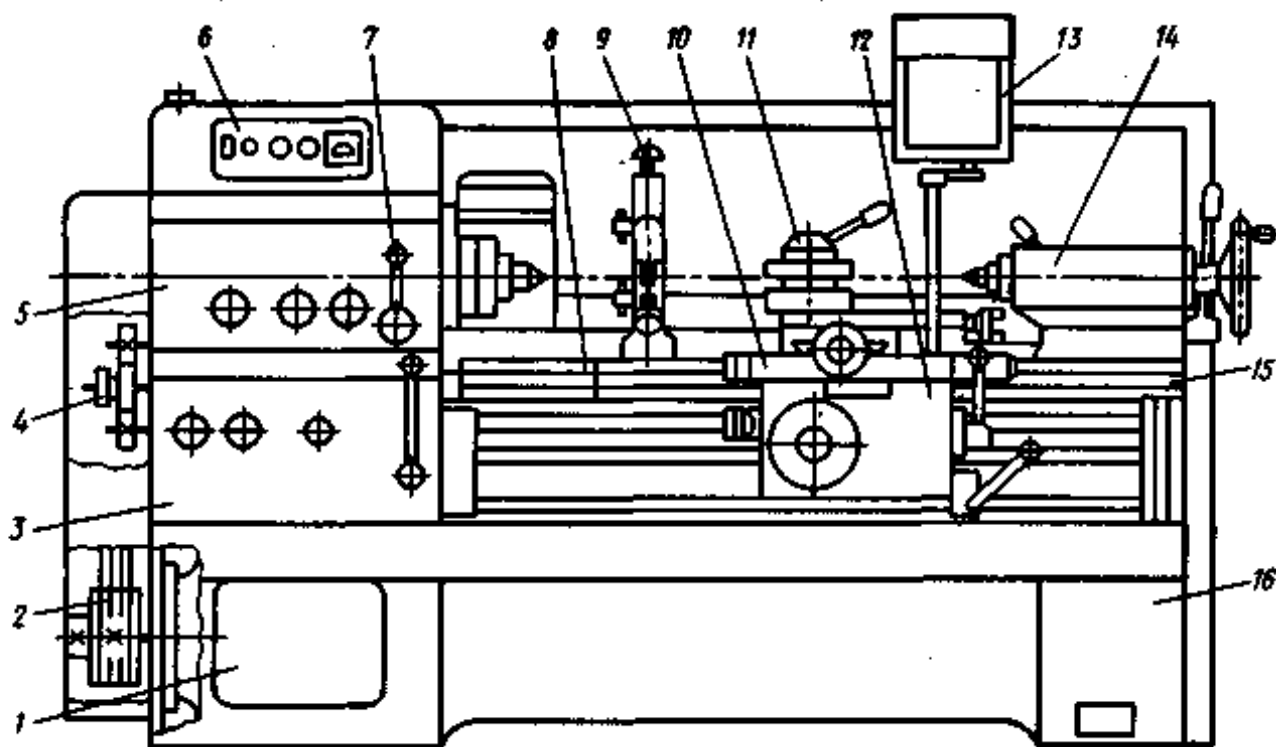


Рисунок 2 - Компоновка станка мод. 16K20:

1 — передняя тумба; 2 — ременная передача; 3 — коробка подач; 4 — коробка передач (сменные зубчатые колеса); 5 — шпиндельная блока; 6 — кнопочная станция; 7 — орган управления; 8 — мостик; 9 — люнет; 10 — суппорт; 11 — резцедержатель; 12 — фартук; 13 — предохранительный щиток; 14 — задняя бабка; 15 — станина; 16 — основание

На рис. 2. показана компоновка основных узлов универсального токарно-винторезного станка мод. 16K20, элементы и компоновка которого являются типовыми для токарно-винторезных и многих других станков.

Подвижными элементами станка являются суппорт и фартук, а переустанавливаемыми — задняя бабка и люнет.

Жесткая коробчатой формы станина 15 с калеными шлифованными направляющими установлена на монолитном основании 16, одновременно служащим стружкосборником и резервуаром для охлаждающей жидкости.

Шпиндель с фланцевым передним концом смонтирован в прецизионных подшипниках качения. Выходной вал шпиндельной бабки через сменные зубчатые колеса 4 соединен с коробкой подач 3, обеспечивающей перемещение суппорта 10.

Перемещение суппорта 10 может быть осуществлено от ходового вала при точении или от ходового винта при нарезании резьб. Для нарезания резьб повышенной точности предусмотрено непосредственное соединение ходового винта с выходным валом коробки подач 3.

Механические перемещения суппорта 10 осуществляют с помощью рукоятки фартука, направление поворота которой совпадает с направлением перемещения суппорта.

Быстрые перемещения суппорта 10 включают дополнительным нажатием кнопки, встроенной в рукоятку.

Фартук 12 оснащен механизмом отключения подачи, позволяющим обрабатывать детали по упорам при продольном и поперечном точении.

Для определения работы совокупности кинематических цепей станка используется условное изображение, в одной плоскости (плоскости чертежа), которое называется кинематической схемой. Назначение кинематической схемы станка - дать полное представление о том, как передается движение к исполнительным механизмам. Передачи и механизмы в схемах показывают наглядным контуром, напоминающим форму действующих устройств. На кинематической схеме приводят данные, по которым настраивают станок: для зубчатых колес указывают модуль, число зубьев, а для винтов — шаг резьбы.

Кинематическая схема токарно-винторезного станка мод. 16K20 показана на рис.3. На выносках проставлены числа зубьев z колес. Составим уравнения баланса для следующих кинематических цепей:

- 1) главного движения (с перебором; реверсивная муфта М1 включена влево)

$$1460 \times (140/268) \times (51/39) \times (21/55) \times (15/60) \times (18/72) \times (30/60) = n_{шп}$$

где: $n_{шп}$ частота вращения шпинделя, об/мин;

1460 - частота вращения электродвигателя, об/мин;

- 2) винторезной цепи при нарезании специальных резьб или повышенной точности (муфты М2 и М5 включены, коробка подач отключена)

$$1 \text{ об. шп.} \times (60/60) \times (30/45) \times (K/L) \times (M/N) \times P_x = P_H$$

P_H — шаг нарезаемой резьбы;

- 3) продольной подачи (муфты М2 и М5 выключены, а муфты М3, М4 и М6 включены):

$$1 \text{ об. шп.} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{32} \times \frac{32}{30} \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{41} \times \frac{17}{66} \\ \times \pi m_{10} = S_{пр}$$

$$\text{где: } K, L, M \text{ — числа зубьев сменных колес гитары } \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} = \frac{40}{86} \times \frac{86}{64}$$

$S_{пр}$ — продольная подача, мм/об;

m — модуль;

- 4) Поперечной подачи (муфты М2 и М5 выключены, а муфты М3, М4 и М6

$$1 \text{ об. шп.} \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{32} \times \frac{32}{30} \times \frac{32}{30} \times \frac{4}{21} \times \frac{36}{36} \times \frac{34}{55} \\ \times \frac{55}{29} \times \frac{29}{16} \times 5 = S_{поп}$$

включены).

где $S_{поп}$ — поперечная подача, мм/об;

5) подачи верхнего суппорта (муфты М2 и М5 выключены, а муфты М3, m1 и М6 включены)

$$1об.шп. \times \frac{60}{60} \times \frac{30}{45} \times \frac{K}{L} \times \frac{L}{N} \times \frac{28}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{45} \times \frac{15}{48} \times \frac{23}{40} \times \frac{24}{39} \times \frac{28}{35} \times \frac{30}{32} \times \frac{32}{32} \times \frac{4}{30} \times \frac{36}{21} \times \frac{34}{55} \times \frac{55}{29} \times \frac{29}{18} \times \frac{20}{20} \times \frac{20}{23} \times \frac{23}{30} \times \frac{30}{28} \times \frac{28}{35} \times \frac{20}{20} \times P_{в.с.} = S_{в.с.}$$

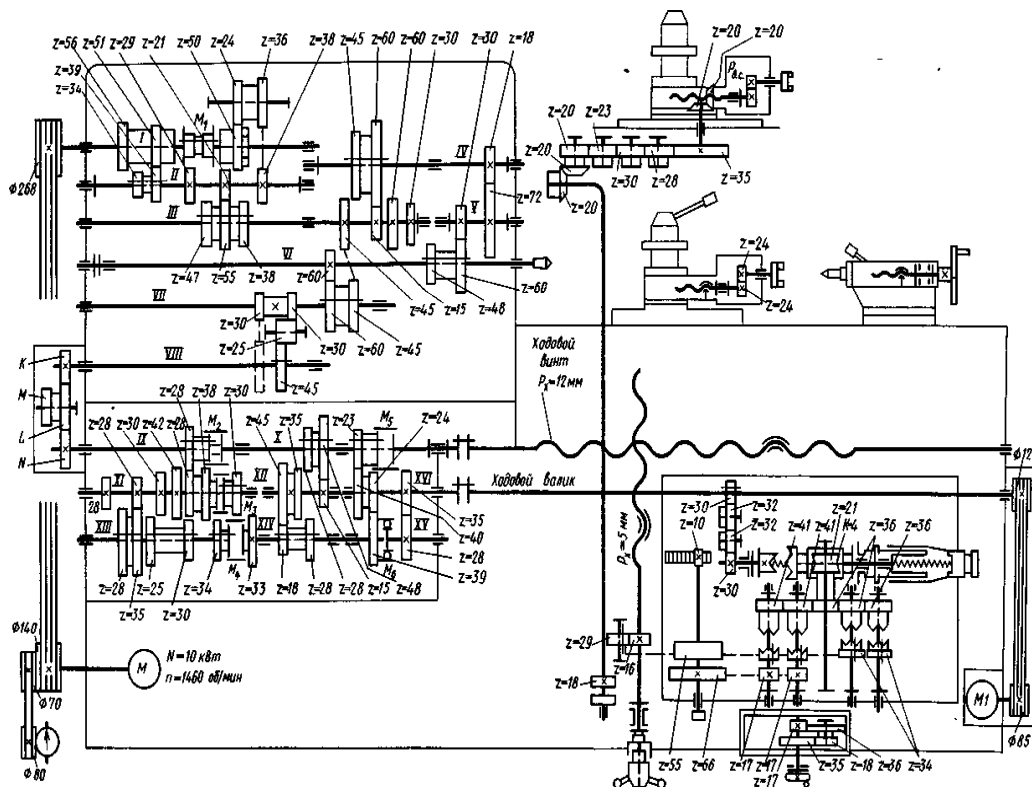


Рисунок 3 - Кинематическая схема станка мод. 16K20

где: $P_{вс}$ — шаг ходового винта верхнего суппорта;

$S_{вс}$ — подача верхнего суппорта, мм/об.

Порядок выполнения работы:

1. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
2. Изучить конструкцию и кинематическую схему токарно-винторезного станка
3. Ответить на вопросы.

Как называется свойство объекта выполнять заданные функции в определенных условиях эксплуатации?

Назовите определение надежности?

4. Перечислить основные узлы станка, пояснить их назначение.
5. На кинематической схеме Рис.3. показать цепи: - главного движения, продольной и поперечной подачи, винторезную цепь, подачи верхнего суппорта.
6. На станке настроить по заданию преподавателя значение продольной подачи.

Ход работы:

1. Выполнить конспект с необходимыми расчетами
2. Защитить практическую работу

Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

Критерии оценки:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

За неправильный ответ – 0 баллов.

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

Тема 1.6 Технологическое оборудование прокатных цехов

Лабораторная работа № 2

Проектирование состава прокатного стана

Цель работы:

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

Выполнив работу, Вы будете:

- уметь:
- Формировать производственную структуру предприятия;
- Проектировать размещения подразделений предприятия
- Размещать оборудования

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

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

К станам этой группы относятся блюминги, слэбинги, 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 .

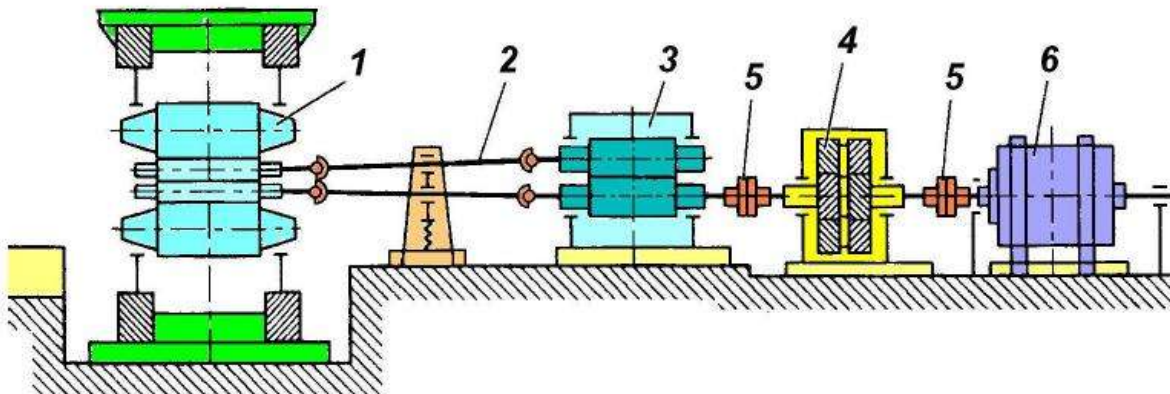


Рисунок 15 - Схема главной линии

4-валковой клетки с редукторным приводом и шестеренной клетью: 1 - прокатная клеть; 2 - шпиндели; 3 - шестеренная клеть; 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 (блужинги, слябинги); заготовочные; рельсобалочные; сортовые (крупносортовые, среднесортные, мелкосортные); проволочные; толстолистовые; широкополосные; штриповые; 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 клеть, передаточные устройства и двигатель. Для современных прокатных станов характерны три способа передачи крутящего момента к рабочим валкам. Момент подается на каждый валок от индивидуального двигателя, момент от одного двигателя через шестеренную клеть подается к каждому валку и, наконец, от двигателя через редуктор и шестеренную клеть крутящий момент подается 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.

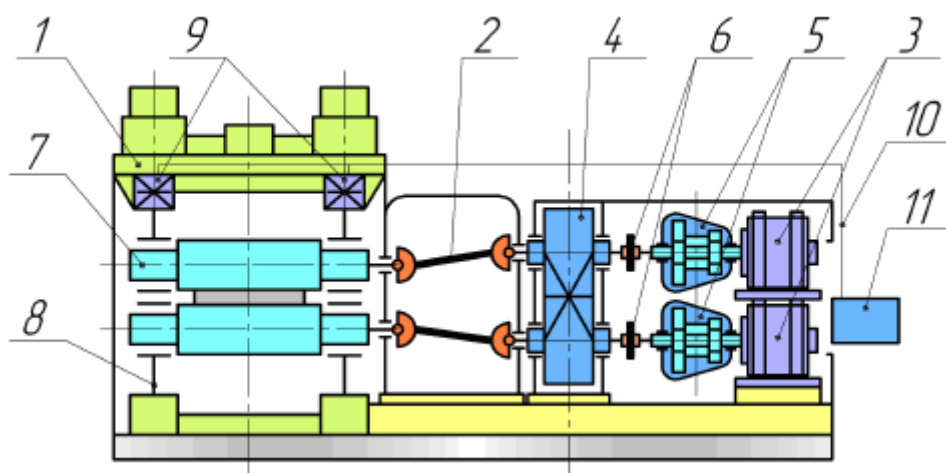


Рисунок 16 - Принципиальная схема на примере лабораторного прокатного стана

1 - двухвалковая рабочая клеть; 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

Спроектировать цех с детальным расположением оборудования для выпуска продукции

Критерии оценки:

Правильность формирования производственной структуры предприятия

Правильность проектирования размещения подразделений предприятия

Правильность расстановки оборудования в цеху.