

*Приложение 2.33.1 к ОПОП-П по специальности
15.02.03 Техническая эксплуатация
гидравлических машин, гидроприводов и
гидропневмоавтоматики*

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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.11 Механическое и подъемно-транспортное оборудование металлургического
производства**

для обучающихся специальности

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

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механическое, гидравлическое
оборудование и автоматизация»
Председатель *Ольга Викторовна
Коровченко*
Протокол № 5 от «31».01. 2024 г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от «21».02. 2024 г.

Организация-разработчик: Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический университет им. Г. И. Носова»

Разработчик:

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

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей
программы учебной дисциплины «Механическое и подъемно-транспортное оборудование
металлургического производства»

Содержание практических 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	
Практическое занятие 1.....	5
Практическое занятие 2.....	8
Практическое занятие 3.....	10
Практическое занятие 4.....	13
Практическое занятие 5.....	15
Практическое занятие 6.....	17
Практическое занятие 7.....	19
Практическое занятие 8	22
Практическое занятие 9	24
Практическое занятие 10.....	26
Практическое занятие 11	28
Практическое занятие 12	30
Практическое занятие 13	32
Практическое занятие 14	34
Практическое занятие 15.....	35

1 ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Механическое и подъемно-транспортное оборудование металлургического производства» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.09 оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)

Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

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 1.1 Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2 Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.5 Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 2.1 Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

А также формированию **общих компетенций:**

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

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

Выполнение обучающихся практических и/или лабораторных работ по учебной дисциплине «Механическое и подъемно-транспортное оборудование металлургического производства» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

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

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

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

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Элементы грузоподъемных устройств и механизмов

Практическое занятие № 1 Расчет стальных канатов

Цель работы: Выбрать стальной канат для подъема номинального груза

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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:

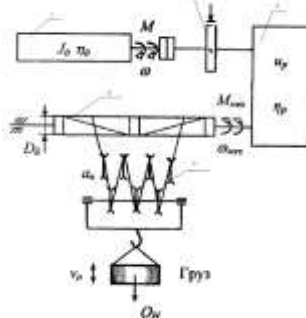


Рисунок 1 – Кинематическая схема механизма подъема

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.

1. Определяем КПД полиспаста.

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

где a – кратность полиспаста;

t – количество блоков полиспаста;

η – КПД блока, $= 0,95 \div 0,97$

2. Считаем

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

где Q – вес груза, Н.

3. Определим Z_p коэффициент прочности в зависимости от разрушающей нагрузки.

4. Выбираем канат из ГОСТа

Проверка:

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

$$Z_p \text{ факт} > Z_p$$

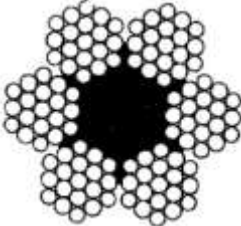
Таблица 1- Минимальные коэффициенты использования канатов, Z_p

<i>Режим работы механизма</i>	Z_p
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_{под}, м\с</i>	<i>H, м</i>	<i>Режим работы М</i>
1	5	0,2	15	1
2	5	0,1	15	2
3	5	0,3	15	3
4	5	0,3	15	4
5	5	0,2	15	1
6	5	0,2	15	2
7	10	0,25	15	3
8	10	0,35	15	4
9	10	0,2	15	1
10	10	0,1	15	2
11	10	0,25	15	3
12	10	0,3	20	4
13	15	0,1	20	1
14	15	0,2	20	2
15	15	0,3	20	3
16	15	0,25	20	4
17	15	0,1	20	1
18	15	0,35	20	2
19	20	0,2	20	3
20	20	0,3	20	4

Таблица 3 - Параметры каната

Эскиз	Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения, мм	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 проволока 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:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Практическое занятие № 2
Расчет барабана на прочность

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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.

Ход работы:

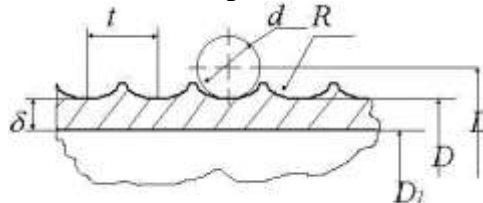


Рисунок 2 - Схема барабана

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 3 принять из ПРН№1)

a - кратность полиспаста, a=3.

D- диаметр барабана по центру натягиваемого каната, мм.

3. Длина нарезки на одной половине барабана.

$$L_1 = z * t_\sigma,$$

где: t_σ - шаг нарезки, мм.

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

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

5. Общая длина барабана.

$$l_{\sigma} = L_1 + l_2 + l_{св}$$

6. Толщина стенки барабана.

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

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

$$[G_{сж}] = \frac{\delta}{K},$$

где: δ - предельное напряжение материала при данном напряжённом состоянии

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

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

7. Исходя из технологии отливки толщина стенки не должна быть меньше условия $d=0,02*D(6,0 \dots 10,0)$ мм.

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

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

Если $\frac{l_{\sigma}}{D} \leq 4$ барабан считается на сжатие, если $\frac{l_{\sigma}}{D} \geq 4$, то барабан считается на $\dot{I}_{\text{пр.}}, \dot{I}_{\text{сж.}}$.

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:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.2 простые грузоподъемные машины

Практическое занятие № 3 Расчет основных параметров домкратов.

Цель работы: Изучение и получение практических навыков расчета основных параметров домкратов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

Материальное обеспечение: раздаточный материал.

Задание:

1. Повторить и закрепить теоретический материал по теме.

Ход работы:

Краткие теоретические сведения

Домкрат - простейший грузоподъемный механизм, применяющийся при строительно-монтажных и ремонтных работах, когда большие по величине грузы необходимо поднимать на сравнительно небольшую высоту (0,1—1 м). Широкому применению домкратов способствуют их небольшая собственная масса и компактность.

Грузоподъемность домкратов различных конструкций колеблется в весьма широких пределах, от 0,5 до 500 т и более. По принципу действия и конструкции домкраты подразделяются на винтовые, рычажно-реечные, зубчато-реечные и гидравлические. Домкраты винтовые и гидравлические изготавливаются как с ручным, так и с механическим приводом, а реечные домкраты обычно имеют только ручной привод.

В реечных домкратах подъем груза осуществляется при помощи стальной зубчатой рейки, перемещающейся в направляющих внутри корпуса. Реечные домкраты подразделяются на рычажно-реечные, с рейками, имеющими пилообразные зубья, и зубчато-реечные, в которых рейки имеют зубья нормального профиля, входящие в зацепление с шестернями зубчатой передачи.

Рычажно-реечный домкрат состоит из корпуса, зубчатой рейки, перемещающейся по направляющим, и рычага, качающегося на неподвижной оси. Передвижение зубчатой рейки осуществляется качанием рычага, по сторонам которого на равных расстояниях от оси вращения укреплены на шарнирах две собачки, попеременно входящие в зацепление с зубьями рейки.

Удержание рейки в нужном положении по окончании подъема груза осуществляется третьей собачкой, расположенной несколько выше первых двух. Рычажно-реечные домкраты имеют КПД до 0,95%, но не обладают свойством самоторможения и не обеспечивают плавного (безударного) опускания груза, в связи с чем применение их ограничивается обслуживанием работ по ремонту железнодорожных путей. Грузоподъемность рычажно-реечных домкратов обычно не превышает 10 т.

Зубчато-реечный домкрат имеет более широкое применение и отличается от рычажно-реечного тем, что в нем рейка с зубьями нормального профиля перемещается одной или двумя парами зубчатых колес, получающими вращение от рукоятки. Для подъема груза рукоятка вращается по часовой стрелке, для опускания — против часовой стрелки. Грузоподъемность на лапе составляет около 0,5 основной грузоподъемности домкрата, которая обычно не превышает 10 т.

Гидравлические домкраты применяются для подъема очень тяжелых грузов, в отдельных случаях до 500—1000 т, один из видов изображен на рисунке 15, б. Эти домкраты характеризуются плавностью подъема и опускания груза, точностью остановки его на любом заданном уровне, относительно высоким КПД (0,7÷0,8) и обладают способностью самоторможения.

К недостаткам таких домкратов относятся ограниченная высота и незначительная скорость подъема ($8 \div 10$ мм/мин). В качестве рабочей жидкости применяются вода, смесь вода со спиртом, с техническим глицерином, минеральное масло и др.

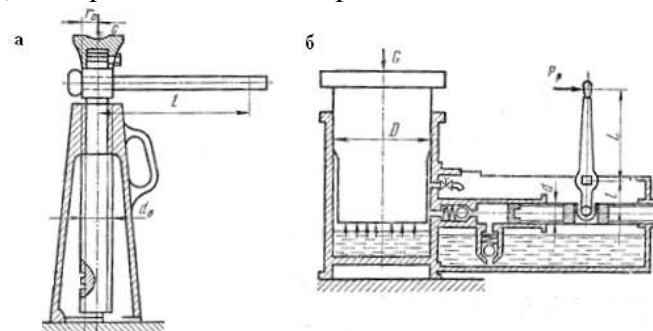


Рисунок 3. Схемы домкратов
а – винтовой; б – гидравлический

Условие задания (согласно своего варианта см. табл.) винтовым домкратом поднимают груз, прикладывая к рукоятке, имеющей длину $l = \underline{\hspace{1cm}}$ мм, усилие $P_p = \underline{\hspace{1cm}}$ Н. Рассчитать вес поднимаемого груза G (в Н), если средний радиус резьбы винта $r_{ср} = \underline{\hspace{1cm}}$ мм, а средний радиус кольцевой опорной поверхности головки домкрата $r_0 = \underline{\hspace{1cm}}$ мм, коэффициент трения опорной поверхности $f = 0,16$, угол подъема винтовой линии $\alpha = \underline{\hspace{1cm}}^\circ$, , угол трения $\rho = \underline{\hspace{1cm}}^\circ$.

Таблица Варианты заданий

№ вар	Длина рукоятки, мм	Усилие, Н	Средний радиус резьбы винта, мм	Средний радиус кольцевой опорной поверхности головки домкрата, мм	Угол подъема винтовой линии, $^\circ$	Угол трения, $^\circ$
1	450	250	18	24	4	9
2	350	300	20	26	5	10
3	250	450	25	30	4	9
4	200	500	30	35	5	10
5	150	350	22	27	4	9
6	300	400	23	28	5	10

Вес поднимаемого груза:

$$G = \frac{P_p \cdot l}{r_{ср} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + r_0 \cdot f}, \text{ Н (25)}$$

где P_p – усилие, прикладываемое к ручке домкрата, Н;

l – длина рукоятки, м;

$r_{ср}$ – средний радиус резьбы винта, м;

α – угол подъема винтовой линии, $^\circ$;

ρ – угол трения, $^\circ$;

r_0 – средний радиус кольцевой опорной поверхности головки домкрата, м;

f – коэффициент трения опорной поверхности, $f=0,16$.

Условие задания (согласно своего варианта см. табл. 18) к рукоятке насоса гидравлического домкрата прикладывают усилие $P_p = __\text{Н}$. Рассчитать вес поднимаемого груза G (в Н), если длина большого плеча рукоятки $L = __\text{мм}$, длина малого плеча рукоятки $l = __\text{мм}$, диаметр плунжера насоса $d = __\text{мм}$, а диаметр плунжера домкрата $D = __\text{мм}$, к. п. д. уплотнений и передач домкрата $\eta = 0,775$.

Таблица Варианты заданий

варианта	Усилие, Н	Длина большого плеча рукоятки, мм	Длина малого плеча рукоятки, мм	Диаметр плун- жера насоса, мм	Диаметр плунжера домкрата, мм
1	87	250	40	8	64
2	100	300	65	10	66
3	120	200	77	14	70
4	150	250	100	15	80
5	200	300	120	18	90
6	250	350	110	20	100

1. Вес поднимаемого груза:

$$G = \frac{P_p \cdot D^2 \cdot L \cdot \eta}{d^2 \cdot l}, \text{ Н (26)}$$

где P_p – усилие, прикладываемое к ручке насоса, Н;
 D – диаметр плунжера домкрата, мм;
 L – длина большого плеча рукоятки, мм;
 l – длина малого плеча рукоятки, мм;
 η – к. п. д. уплотнений и передач домкрата, $\eta = 0,775$;
 d – диаметр плунжера насоса, мм;
 l – длина малого плеча рукоятки, мм.

Последовательность выполнения практической работы

1. Записать тему практической работы.
2. Записать цель практической работы.
3. Записать задание практической работы.

Ознакомиться с методическими указаниями.

Изучить различные типы домкратов.

По методике, приведенной выше, рассчитать вес груза, поднимаемый винтовым домкратом, вес груза, поднимаемый гидравлическим домкратом. Результаты занести в табл.

Таблица Результаты расчетов

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.3. Крановое оборудование

Практическое занятие № 4

Расчет и подбор электродвигателя механизма передвижения крана

Цель работы: Рассчитать и подобрать электродвигатель механизма передвижения крана.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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 (см. приложение 11 учебника)

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:

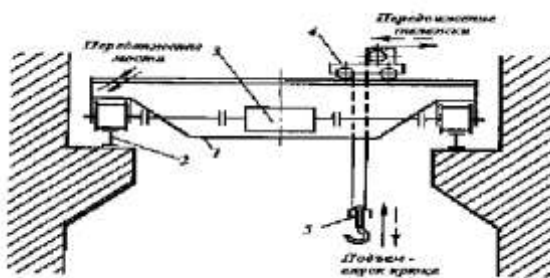


Рисунок 4 – Схема привода передвижения моста

Таблица 4 - Исходные данные

№ вар	Q, т	V _{под} , м/с	D _{хк} , 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:

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

$W_{тр.}$ - 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:

$$W_{тр.} = \frac{Q + G_{\delta\delta} + G_{\alpha\alpha}}{D_{\delta\delta}} * (2 * \mu + f * d) * k, \text{ где}$$

$G_{кр.}$ - вес крана (кН)

$G_{гр.}$ - вес груза (кН)

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

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

f - коэффициент трения качения (0,015);

d - диаметр цапфы, м;

$$d = (0,2 \dots 0,25) * D_{хк}$$

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:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.3. Крановое оборудование

Практическое занятие № 5

Расчет электродвигателя механизма передвижения тележки мостового крана

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

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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:

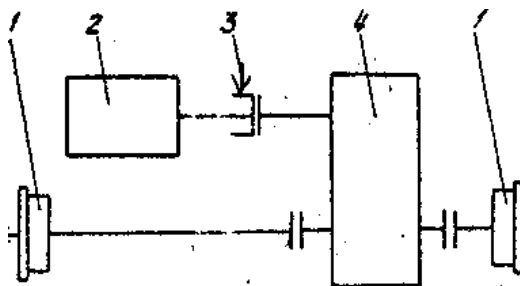


Рисунок 5– Кинематическая схема передвижения тележки мостового крана

Таблица 5 - Исходные данные

№ 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. Сопротивление передвижению тележки с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса, определяется по формуле:

$$W_{mp.} = \frac{Q_{\dot{\alpha}\dot{\delta}} + G_{\dot{\delta}}}{D_{\dot{\delta}\dot{\epsilon}}} * (2 * \mu + f * d) * k_p,$$

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

$G_{cp.}$ - вес груза (кН)

$D_{\text{хк}}$ - 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

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

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:

$$a_{\max} = \left[\frac{n_{i\dot{\delta}}}{n_k} \left(\frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{\dot{\delta}\dot{\epsilon}}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_{\dot{\delta}}}{D_{\dot{\delta}\dot{\epsilon}}} - \frac{D_{\dot{\alpha}}}{G_{\dot{\delta}}} \right] * g,$$

где $n_{\text{пр}}$ - число приводимых ходовых колес ($n_{\text{пр}} = 2$);

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:

$$N_{\dot{\alpha}\dot{\delta}} = \frac{W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}} V_{\dot{\delta}}}{102 * 60 * \eta_0}, \text{ где}$$

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.3. Крановое оборудование

Практическое занятие № 6 Расчет двухколодного тормоза

Цель работы: Получение практических навыков расчета тормоза механизма подъема, применяемых в грузоподъемных машинах.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

Материальное обеспечение: раздаточный материал.

Задание:

1. Повторить и закрепить теоретический материал по теме «Тормоза.»

Порядок выполнения работы:

1. Записать тему практической работы.
2. Записать цель практической работы.
3. Записать задание практической работы.
4. Ознакомиться с методическими указаниями.
5. Изучить конструкции и назначения тормозов.
6. По методике рассчитать тормозной момент, силу натяжения на тормозную колодку, усилие на тормозной ручке. Результаты занести в таблицу.

Ход работы:

Грузовой одноколодный тормоз используют для торможения при спуске груза грузоподъемным устройством, работающим в легком режиме. Рассчитать силу нажатия N на тормозную колодку и усилие K на тормозном рычаге, если крутящий момент на валу тормозного шкива, возникающий от действия груза, $M_{кр} = \text{---}$ Н·м, диаметр тормозного шкива $D_{ш} = \text{---}$ мм, расстояние от центра колодки до шарнирной опоры рычага $a = \text{---}$ мм, а расстояние от точки приложения силы K до шарнирной опоры рычага $l = \text{---}$ мм. Тормозной шкив изготовлен из стали, а тормозная колодка — из чугуна.

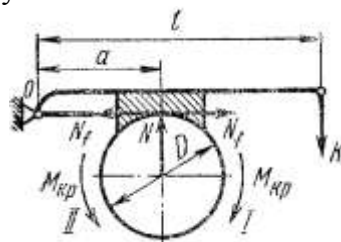


Рисунок 6 - Расчетная схема одноколодного тормоза

1. Тормозной момент:

$$M_{т} = \beta \cdot M_{кр}, \text{ Н·м (16)}$$

где β – коэффициент запаса при легком режиме работы по данным, $\beta = 1,5$.

2. Сила натяжения на тормозную колодку:

$$N = \frac{2 \cdot M_{\text{с}}}{D \cdot f}, \text{ Н} \quad (17)$$

где f – среднее значение коэффициента трения стали по чугуно с учетом возможности случайного попадания смазки на трущиеся поверхности, $f=0,11$

$D_{\text{ш}}$ – диаметр тормозного шкива, м.

3. Усилие на тормозной ручке:

$$\hat{E} = \frac{2 \cdot \hat{I}_{\text{с}} \cdot \hat{a}}{D \cdot f \cdot l}, \text{ Н} \quad (18)$$

где a – расстояние центра колодки от шарнирной опоры рычага, м;

$D_{\text{ш}}$ – диаметр тормозного шкива, м;

l – расстояние точки приложения силы от шарнирной опоры рычага, м;

f – среднее значение коэффициента трения стали по чугуно с учетом возможности случайного попадания смазки на трущиеся поверхности, $f=0,11$

Результаты расчетов (заполнить таблицу).

Тормозной

момент, Н·м

Сила натяжения на тормозную колодку, Н

Усилие на тормозной ручке, Н

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.4. Машины непрерывного транспорта

Практическое занятие № 7

Расчет производительности и мощности привода ленточного конвейера

Цель работы: Изучение устройства, основных технических параметров и методики общего расчета ленточных конвейеров.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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

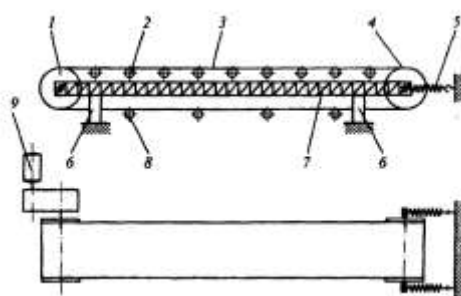


Рисунок 7 Схема ленточного конвейера:

1 - приводной барабан; 2 - роликоопоры грузовой ветви; 3 - лента; 4 - натяжной барабан; 5 — натяжное устройство; 6 - опора конвейера; 7-рама; 8-роликоопора холостой ветви; 9 - привод конвейера.

Исходные данные для расчета по варианту

Транспортируемый материал – глина сырая

массовая производительность конвейера - $Q = 100$ т/ч

длина конвейера - $L = 100$ м

угол подъема или уклона конвейера – $\gamma = +20^\circ$

вид верхних роликовых опор – трехроликовая

Последовательность расчета

Расчет ширины ленты

Если принять угол развала между роликами в двух- и трех роликовых опорах 120° , то площади поперечного сечения материала на ленте F и ширину ленты B можно выразить следующим образом:

для двухроликовых опор

$$F = \frac{1}{4} b^2 (f t g \varphi_p + t g 30^\circ), \quad (1.1)$$

где b - ширина основания сечений материала на ленте, м;

$f = 0,8$ - коэффициент округления шапки сечения материала в движении;

φ_p - расчетный угол естественного откоса материала, град., [1, табл 1, С. 13].

Площадь поперечного сечения материала на ленте F определяется исходя из заданной массовой производительности конвейера Q и принятой скорости движения ленты $V_{л}$, [1, табл. 1, С. 13]

$$Q/\delta = 3600FV_k, (1.2)$$

$$F = \frac{Q}{3600 \cdot \delta \cdot v_{л} \cdot k} = \frac{100}{3600 \cdot 1,6 \cdot 3 \cdot 0,9} = 0,006430041 \text{ м}^2$$

Отсюда
где Q - массовая производительность конвейера, т/ч;

δ - плотность материала, т/м [1, табл. 1, С. 13];

$V_{л}$ - принятая скорость движения ленты, м/с [1, табл. 1, С. 13] ;

$k=0,9$ - коэффициент неравномерности загрузки конвейера.

Тогда для двухроликовых опор

$$b = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{f \cdot t \cdot g \varphi_p}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,006430041}{0,8 \cdot t \cdot g 15}} = 0,34639024 \text{ м} \quad (1.3)$$

$$B = b + 0,1 = 0,44639024 \text{ м} \quad (1.4)$$

Принимается ближайшее значение ширины ленты B по стандартному ряду (ГОСТ 22644 - 77).

Конвейеры ленточные.

$$B = 446,39024 \text{ мм}; B_{\phi} = 400 \text{ мм}.$$

Расчет уточненного значения скорости движения ленты

$$v_y = \frac{Q}{3600 \cdot \delta \cdot F_{\phi} \cdot k'} \quad (1.5)$$

где F_{ϕ} - фактическая площадь поперечного сечения материала ленте, м².

Для трехроликовых опор

$$F_{\phi} = 1/4 b_{\phi}^2 (f \cdot t \cdot g \varphi_p + 2 t \cdot g 30^{\circ}) \quad (1.6)$$

$$b_{\phi} = B_{\phi} - 0,1 = 0,3 \text{ м} \quad (1.7)$$

где B_{ϕ} - фактическая ширина ленты, м;

$f = 0,8$ – коэффициент округления «шапки» сечения материала движения;

φ_p - расчетный угол естественного откоса материала, град. [1, табл. 1, с. 13].

$$F_{\phi} = 1/4 b_{\phi}^2 (f \cdot t \cdot g \varphi_p + t \cdot g 30^{\circ}) = \frac{1}{4} \cdot 0,3^2 \cdot (0,8 \cdot t \cdot g 15 + 2 t \cdot g 30) = 0,0308 \text{ м}^2$$

$$v_y = \frac{Q}{3600 \cdot \delta \cdot F_{\phi} \cdot k} = \frac{100}{3600 \cdot 1,6 \cdot 0,0308 \cdot 0,9} = 0,626 \text{ м/с}$$

Расчет диаметров барабанов, диаметра роликов и количества верхних роликовых опор

$$D_{\phi} = 0,5 B_{\phi} = 0,5 \cdot 400 = 200 \text{ мм} \quad (1.8)$$

$$L_{\phi} = B_{\phi} + 100 = 400 + 100 = 500 \text{ мм} \quad (1.9)$$

$$d_p = 0,1 B_{\phi} = 0,1 \cdot 400 = 40 \text{ мм} \quad (1.10)$$

$$n_p = \frac{L}{t} = \frac{100}{1,4} = 72 \text{ шт} \quad (1.11)$$

где B_{ϕ} - принятая ширина ленты, мм;

L – длина конвейера, м;

t – расстояние между верхними роликовыми опорами, м [1, табл. 6, с. 17];

D_{ϕ} - диаметр барабана, мм;

d_p - диаметр роликов, мм;

n_p - количество верхних роликовых опор, шт.

Расчет мощности привода конвейера

$$N = \left(\frac{Q}{360\eta_0} \right) \cdot c(L_r \pm H) + 0,02 \cdot c \cdot q \cdot L_r \cdot v_y = \frac{100}{360 \cdot 0,8} \cdot 0,06 \cdot (93,969 - 34,2) + 0,02 \cdot 0,06 \cdot 12 \cdot 93,969 \cdot 2,19 = 4,208594 \text{ кВт} \quad , (1.12)$$

где Q - массовая производительность конвейера, т/ч;

c = 0,06 - общий коэффициент сопротивления движению ленты;

$L_r = L \cos \gamma = 100 \cdot \cos 20 = 93,969$ - дальность транспортировки по горизонтали, м;

$H = L \sin \gamma = 100 \cdot \sin 20 = 34,2$ - высота подъема или спуска конвейера, м;

γ - угол подъема или уклона конвейера, для горизонтальных конвейеров $H=0$, для конвейеров, работающих на подъем или спуск H принимается соответственно со знаками + или -.

$q = 30 \cdot B_\phi = 30 \cdot 0,4 = 12$ - масса одного погонного метра движущихся элементов конвейера, кг/м;

B_ϕ - фактическая ширина ленты, м;

v_y - уточненная скорость движения ленты, м/с;

$\eta_0 = 0,8$ - общий КПД привода.

По расчетной мощности привода $N = 4,208594 \text{ кВт}$ выбираем электродвигатель: серии 4А132,

мощность электродвигателя $N_d = 5,5 \text{ кВт}$, частота вращения вала электродвигателя

$n_d = 750 \text{ об/мин}$, диаметр вала электродвигателя $d = 38 \text{ мм}$ [1, табл.2, с.14].

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 2.2 Оборудование фабрик производства окатышей

Практическое занятие № 8

Расчет мощности электродвигателя роторного вагоноопрокидывателя

Цель работы: Рассчитать механизм кантования ротора стационарного роторного вагоноопрокидывателя

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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:

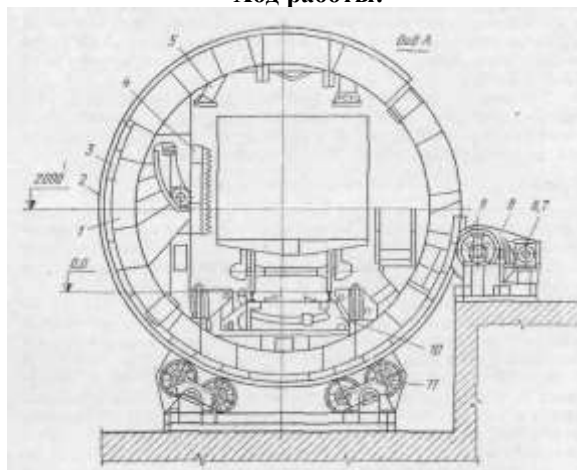


Рисунок 8 – Схема стационарного роторного вагоноопрокидывателя

Исходные данные

1. Суммарный вес всех элементов: ротора, вагона, материала $\sum G_i = 2374 \text{ кН}$
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 α ; град t 30
5. Угол между осью роликоопоры о осью ролика β ; град 15
6. Приведенный коэффициент трения подшипников качения роликов $f_{пр}$ 0,03
7. Диаметр цапфы опорного ролика $2G$; мм 200=0,1м
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)

$$N_p = \frac{\Sigma G_i}{z \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}$$

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 $\eta = 0,78$; $u = 24$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 2.2 Оборудование фабрик производства окатышей
Практическое занятие № 9
Расчет мощности электродвигателя привода барабанного смесителя

Цель работы: Рассчитать мощность барабанного смесителя

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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:

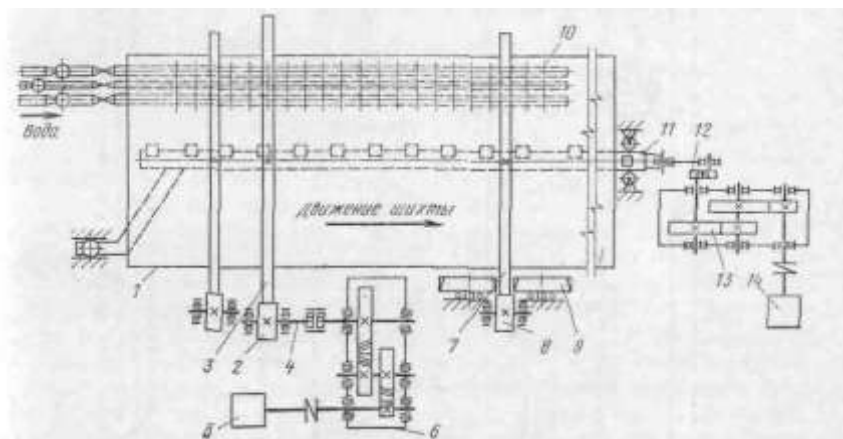


Рисунок 9 – Кинематическая сема привода барабанного смесителя

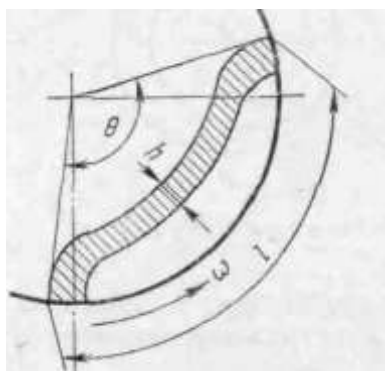


Рисунок 10 – Схема движения материала в барабане

Таблица 2 – Техническая характеристика барабанных смесителей

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

Расчет мощности двигателя привода барабана

Нагрузка на опорные ролики складывается из веса барабана $G_б$, веса шихты в барабане $G_ш$ и веса гарниссажа $G_г$ (рис. III.14).

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

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

где L — длина барабана; g — ускорение свободного падения; ψ — степень заполнения барабана.

Нагрузка на один ролик

$$N_p = \frac{G_б + G_ш + G_г}{Z \cos \alpha}, \quad (\text{III.38})$$

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 представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 4.1. Механическое оборудование кислородно-конверторных цехов

Практическое занятие №10

Определение мощности электродвигателя механизма передвижения кислородной фурмы

Цель работы: Рассчитать мощность электродвигателя механизма передвижения кислородной фурмы

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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

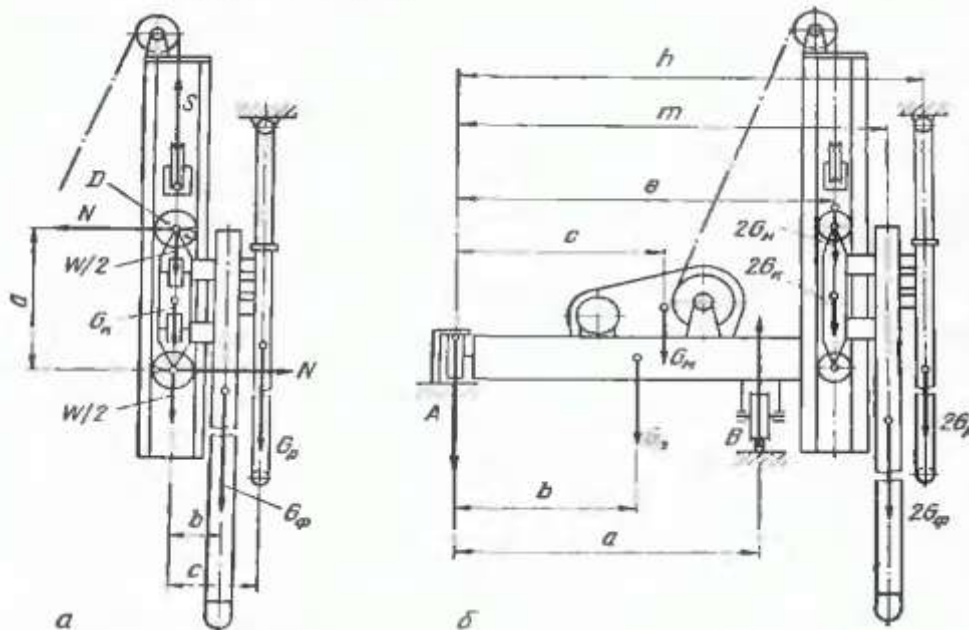
Усилие на ходовые ролики каретки при внецентренном приложении силы тяжести каретки и металлорукавов (рис. III.41, а)

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

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

Сопротивление движению каретки на ходовых роликах

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



где μ — 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

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

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

$$S = (G_0 + W) k_n k_b, \quad (\text{III.27})$$

где k_n и k_b — коэффициенты сопротивления соответственно на направляющих блоках и на барабане.

Статическая мощность при подъеме каретки

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

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

Расчетная мощность с учетом температуры окружающей среды

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

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 А (рис. III.41, б)

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

где G_n — вес платформы; G_m — вес лебедки механизма перемещения каретки; G_n — вес направляющей для каретки; G_n , G_ϕ и G_p — имеют то же значение, что и в предыдущем расчете; b , c , e , m , h — плечи соответствующих сил относительно опоры А; 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

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

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

Принятый по каталогу электродвигатель проверяют на допустимую пусковую перегрузку.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 5.1. Детали, узлы и механизмы рабочих клеток прокатных станов

Практическое занятие № 11

Расчет на прочность прокатных валков

Цель работы: Рассчитать статическую прочность валков

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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

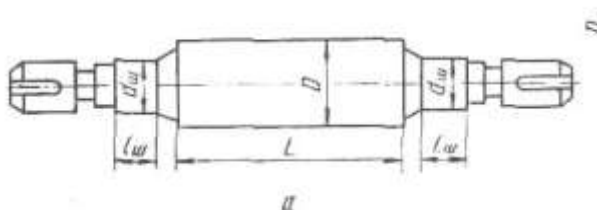


Рисунок 11 – Прокатный валок

1. Напряжение изгиба в бочке валка определяется по формуле:

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

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

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

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

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

где P - максимальное усилие при прокатке, Н;

$P = m * g$, где

m – масса 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/м²)

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

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

где l - длина шейки вала, м;

4. Кручение шейки листового вала рассчитывается по формуле:

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

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

$$P = T * \omega,$$

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

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

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

5. Результирующее напряжение определяется по формуле для стальных валков.

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

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 5.1. Детали, узлы и механизмы рабочих клеток прокатных станов

Практическое занятие № 12

Расчет на прочность нажимного винта и гайки

Цель работы: Рассчитать нажимной винт и гайку

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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 $\sigma_B = 600-700$ МПа.

Стан 2500

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

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

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

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

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

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

$d_{\text{ш}}$ - диаметр шейки вала.

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 5.1. Детали, узлы и механизмы рабочих клеток прокатных станов

Практическое занятие № 13

Расчет длины шпинделя и допустимых напряжений.

Цель работы: Рассчитать нажимной винт и гайку

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

Материальное обеспечение: Атлас Королева А.А.

Задание

1. Рассчитать нажимной винт и гайку по заданным параметрам

Порядок выполнения работы

4. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы;
5. Рассчитать на прочность нажимной винт и гайку;
6. 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 $\sigma_B = 600-700$ МПа.

Стан 2500

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

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

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

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

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

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

$d_{\text{ш}}$ - диаметр шейки вала.

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 5.1. Детали, узлы и механизмы рабочих клеток прокатных станов
Практическое занятие №14
Сравнительная характеристика подшипников различного типа

Цель работы: Сравнить подшипники различного типа

Выполнив работу, Вы будете уметь:

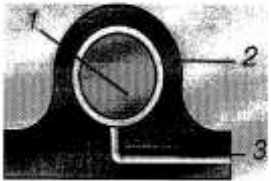
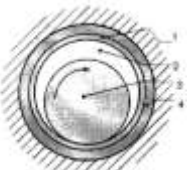
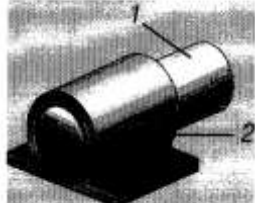
У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

Материальное обеспечение: Раздаточный материал видов подшипников

Задание

1. Заполнить таблицу и подписать элементы подшипников

Тип	Схема подшипника и его функциональные элементы	Принцип работы и габариты	Смазка	Сравнение типов подшипников: «+» и «-»	Материалы
Закрытого типа					
Подшипники скольжения					
Открытого типа					

Порядок выполнения работы

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 5.3. Машины и механизмы для перемещения проката

Практическое занятие №15

Определение мощности электродвигателя привода рольганга.

Цель работы: Рассчитать мощность привода рольганга

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 1.1.07 пользоваться грузоподъемными механизмами;

У 2.1.09 рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

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:

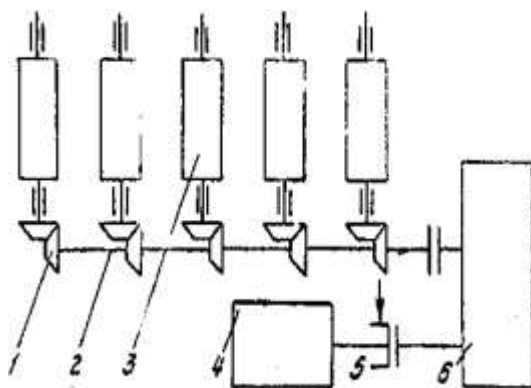


Рисунок 12- Привод рольганга

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	$V = 1$ м/с
Состояние металла	горячий
Диаметр бочки ролика	$d_p = 0,45$ м
Диаметр цапфы в подшипниках роликов	$d_{np} = 0,26$ м

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

$$M_{тр.р} = (Q'_м + nр \cdot Gр) \cdot \mu \cdot nр \cdot \frac{dnp}{2} \quad (\text{кН} \cdot \text{м})$$

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

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

3. Определим суммарный статический момент

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

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: $mр$ – масса ролика рольганга

$Mр$ – масса металла

$Diр$ – диаметр инерции вращающихся роликов

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

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

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

$Wр$ – угловое ускорение роликов рольганга

$$Wр = \frac{v}{dp12}$$

7. Определим мощность электродвигателя привода рольганга

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

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

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.