

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	8
1.1 Расчёт подъемного устройства.....	10
1.1.1 Определяем тип каната, рассчитываем разрывное усилие в канате	10
1.1.2 Рассчитываем геометрические размеры блоков.....	11
1.1.3 Рассчитываем геометрические размеры барабана	12
1.1.4 Крепление каната.....	13
1.1.5 Производим кинематический расчёт привода барабана	15
1.1.6 Рассчитываем пусковой и тормозной момент	18
1.1.7 Расчёт траверсы крюковой подвески и выбор крюка	19
1.2 Расчёт механизма поворота крана.....	23
1.2.1 Расчёт открытой цилиндрической зубчатой передачи	23
1.2.2 Делительные диаметры шестерни и колеса	25
1.3 Расчёт механизма передвижения крановой тележки	26
1.3.1 Расчёт и выбор каната	28
1.3.2 Рассчитываем основные размеры блока	29
1.4 Расчёт металлоконструкции	32
1.4.1 Расчёт консоли крана	32
1.4.2 Расчёт колонны	33
1.5 Расчёт валов.....	34

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

1.5.1 Рассчитываем размеры ступеней вала под барабан механизма подъёма	34
1.5.2 Произвожу расчёт нагруженности вала	36
1.6 Выбор шпонок.....	38
1.7 Расчёт и выбор муфт.....	39
1.8 Выбор и проверка подшипников.....	41
2 СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НАСТЕННОГО ПОВОРОТНОГО КРАНА	43
2.1 Назначение системы технического обслуживания и ремонта технологического оборудования	43
2.2 Определение категории ремонтной сложности и периодичность проведения СР и КР	44
2.3 Составляем структуру ремонтного цикла	44
2.4 Рассчитываем перечень работ по СТО и РТО	45
3 ПОРЯДОК МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ	49
3.1 Порядок монтажа крана	49
3.2 Карта смазки настенного поворотного крана	53
3.3 Порядок эксплуатации крана.....	54
4 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.	55
4.1 Введение	55
4.2 Требования безопасности перед началом работы.	59
4.3 Требования безопасности во время работы.	59
4.4 Требования безопасности по окончании работ.	62
4.5 Требования безопасности в аварийных ситуациях.	62

5 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
5.1 Разработка урока по ремонту и монтажу настенного консольно-поворотного крана.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70
Приложение А	72

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день необходимой задачей, является увеличение производства с помощью прогрессивных средств механизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ.

Консольно-поворотный кран предназначен для ликвидации ручных погрузочно-разгрузочных работ и исключения тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных технологических операций.

Настенные консольно-поворотные краны, оснащенные электрическими талями, используются в цехах промышленных предприятий в качестве вспомогательного оборудования в помощь мостовым кранам, так как могут работать на уровень ниже чем мостовые краны, не мешая друг другу.

Консольный кран, устанавливаемый на вертикальную поверхность, применяется для погрузочно-разгрузочных работ в тесных помещениях. Это оптимальный вариант механизма в ограниченном пространстве цеха или склада, где невозможно монтировать краны с пролетной конструкцией. Настенные модели также позволяют осуществлять операции рядом с рабочим местом (например, со станком).

Зона обслуживания настенного крана ограничена радиусом вылета стрелы. Радиус разворота крана составляет 180 градусов.

Консольные поворотные настенные краны представляют собой консольную двутавровую балку, соединенную посредством подкоса с вертикальной стойкой трубчатого или коробчатого сечения. На концах стойки приварены две оси, цапфы которых посредством подшипников качения опираются на два кронштейна. Кронштейны при помощи болтов прикрепляются к металлическим или железобетонным колоннам здания.

На предприятии АО «НПО Автоматики» производят широкий спектр приборов для систем автоматизированного управления в сферах транспорта, горнодобывающей, сельскохозяйственной и военно-космической техники.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Для испытания данных приборов, различных конструкций и размеров, была создана специальная испытательная лаборатория, с камерами холода и тепла, вибростендами и камерами радиоактивного воздействия. С получением новых заказов возникла необходимость циклического выполнения погрузочно-разгрузочных работ в большом объёме.

Достичь облегчение рабочего процесса и повышение темпа выполнения работ по загрузке и разгрузке тары и объектов испытания, увеличения производительности работы участка, необходима его механизация.

Решением данной задачи, является установка в зоне размещения испытательного оборудования, настенного консольно-поворотного крана с электрической лебёдкой и ручным управлением поворота и перемещения крановой тележки.

Выбор консольного-крана, обусловлен простотой управления, монтажа и обслуживания крана, конструкция позволяющая установить кран в зоне проведения работ, требуемой грузоподъёмностью и энергоэффективностью. Так как рабочее пространство крана ограничено, выбор ручной привода передвижения крановой тележки и поворота крана, обусловлен плавностью и регулируемой скоростью движения.

Целью данной работы является, механизация погрузочно-разгрузочных работ, на участке испытательной лаборатории предприятия АО «НПО Автоматики».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Установить тип транспортируемого груза, в частности грузоподъёмность крана.
- Установить вид консольно-поворотного крана
- Произвести расчёт по разделам 1.1 ; 1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 1.5 ; 1.6 ; 1.7 ; 1.8
- Разработать порядок монтажа и эксплуатации крана
- Составить план технического обслуживания и ремонта крана

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Настенный консольно-поворотный кран предназначен для перемещения по вертикали и передачи грузов из одной точки в другую при помощи механизмов подъема и перемещения крановой тележки.

Грузоподъемные машины находят широкое применение на предприятиях легкой и тяжелой промышленности, а также при производстве ремонтно-монтажных и строительных работ.

Машины для вертикального и горизонтального перемещения грузов делятся на две группы: краны мостового типа и поворотные краны.

Простейшим типом поворотного крана является кран с вращающейся колонной, в данной работе будет изучена конструкция крана для обслуживания открытых, а также закрытых площадей ,настенный консольно-поворотный кран с крановой тележкой.

Механизм поворота крана выполняется при помощи открытой зубчатой передачи, осуществляющий движение от ручного привода.

Механизм перемещения крановой тележки продится также вручную при помощи цепной передачи.

Механизм подъема производится при помощи электропривода.

Фундаменты данных разновидностей кранов должны отвечать всем требованиям в целях обеспечения безопасности работы.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

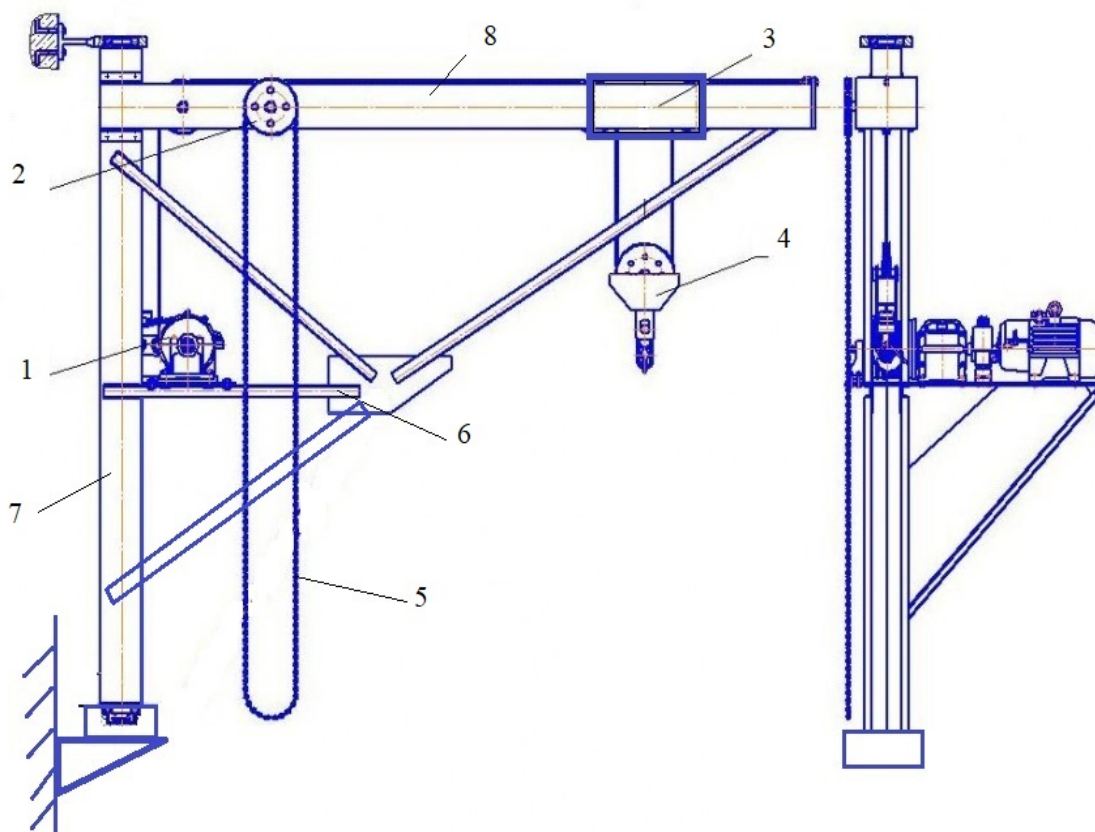


Рисунок 1 - Схема крана

1- грузоподъёмный механизм, 2- механизм передвижения тележки, 3- крановая тележка, 4- крюковая подвеска, 5- цепь, 6- площадка и металлоконструкции, 7- колонна, 8-балка

Исходные данные.

Разработать настенный консольно-поворотный кран:

Грузоподъёмностью 25 кН.,

Скоростью подъёма груза 16 м/мин,

На высоту 6 м

При вылете стрелы крана $L = 4,5$ м

При среднем режиме работы ПВ = 25%.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

9

1.1 Расчёт подъемного устройства

Последовательность расчета кранового грузоподъемного механизма :

- Рассчитываем усилие в канате, подбираем канат и стандартную крюковую обойму;
- Рассчитываем диаметр и длину грузового барабана, проверяем прочность его элементов;
- Рассчитываем мощность и типоразмер приводного электродвигателя,
- Рассчитываем передаточное число редуктора, выбирают сам редуктор;
- Рассчитываем тормозной момент, подбирают тормоз и соединительную муфту.

1.1.1 Определяем тип каната, рассчитываем разрывное усилие в канате

Рассчитываем разрывное усилие действующее на канат

$$S_{\text{раз}} \geq S_{\text{мах}} \cdot n, \quad (1)$$

где n - коэффициент запаса прочности, при среднем режиме работы $n = 5$.

$S_{\text{мах}}$ - максимальное натяжение каната в полиспасте (кН)

$$S_{\text{мах}} = S_{\text{тар}} \cdot (1 - \eta_{\text{бл}}) / (1 - \eta_{\text{бл}}^i), \quad (2)$$

где $S_{\text{тар}}$ - вес груза или грузоподъемность, кН ;

$\eta_{\text{бл}}$ - КПД блока $\eta_{\text{бл}} = 0,97$;

i - кратность полиспаста, $i=2$.

$$S_{\text{мах}} = 25 \cdot (1 - 0,97) / (1 - 0,97^2) = 12,7 \text{ кН};$$

$$S_{\text{разр}} = 12,7 \cdot 5 = 63,5 \text{ кН}.$$

На основании расчета разрывного усилия, выбрал канат типа ТК 6 x 19 диаметром 9,3 мм, с разрывным усилием 63,9 кН ГОСТ 3070 -74 [7].

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.1.2 Рассчитываем геометрические размеры блоков

Рассчитываем диаметр блока по формуле

$$D_{\text{бл}} \geq K_d \cdot d_k, \quad (3)$$

где K_d - запас прочности каната при динамических нагрузках $K_d = 20$;

d_k - диаметр каната $d_k = 9,3$;

$$D_{\text{бл}} = 20 \cdot 9,3 = 186 \text{ мм.}$$

Рассчитываем радиус канавки блока под канат

$$r = (0,6 \dots 0,7) \cdot d_k,$$

где r - радиус канавки под канат, мм.

$$r = 0,6 \cdot 9,3 = 5,58 \text{ мм.}$$

Рассчитываем высоту канавки под канат, мм

$$h_k = (1,5 \dots 2) \cdot d_k,$$

где h_k - высота канавки под канат, мм.

$$h_k = 2 \cdot 9,3 = 18,6 \text{ мм.}$$

Рассчитываем ширину канавки блока под канат, мм

$$b_k = (1,6 \dots 3) \cdot d_k,$$

где b_k - ширина канавки, мм.

$$b_k = 3 \cdot 9,3 = 27,9 \text{ мм.}$$

Рассчитываем длину ступицы, мм

$$b_{\text{ст}} = 2 \cdot b_k + 3,$$

где b_k , - ширина канавки блока, мм.

$$b_{\text{ст}} = 2 \cdot 27,9 + 3 = 58,8 \text{ мм.}$$

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.1.3 Рассчитываем геометрические размеры барабана

Рассчитываем диаметр барабана, мм

$$D_6 \geq D_{6л}$$

где D_6 - диаметр барабана, мм;

$D_{6л}$ - диаметр блока, мм.

Принимаем $D_6 = D_{6л} = 186$ мм. Канат наматывается на барабан в один слой.

$$L_k = h \cdot i_m,$$

где L_k - длина каната, м ;

h - высота подъёма груза, м $h = 6$ м.

$$L_k = 6 \cdot 2 = 12 \text{ м.}$$

Рассчитываем рабочую длину барабана, м

$$L = L_k \cdot t (\pi \cdot m [D_6 + d_k \cdot m]), \quad (4)$$

где L - рабочая длина барабана, м ;

L_k - длина каната, м ;

t - шаг навивки каната на барабан, т.к. барабан гладкий $t = d_H$;

D_6 - диаметр барабана, мм ;

d_k - диаметр каната, мм.

$$L = 12 \cdot 0,0093 / 3,14 (0,186 + 0,0093 \cdot 1) = 0,182 \text{ м.}$$

Рассчитываем длину каната, необходимую для крепления каната:

$$L_{кр} = 4 \cdot t, \quad (5)$$

где t - шаг навивки каната на барабан, $t = d_H$;

$$L_{кр} = 4 \cdot 9,3 = 37,2 \text{ мм.}$$

Рассчитываем длину борта барабана

$$L_{6б} = 1,5 \cdot t,$$

где $L_{6б}$ - длина борта барабана;

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

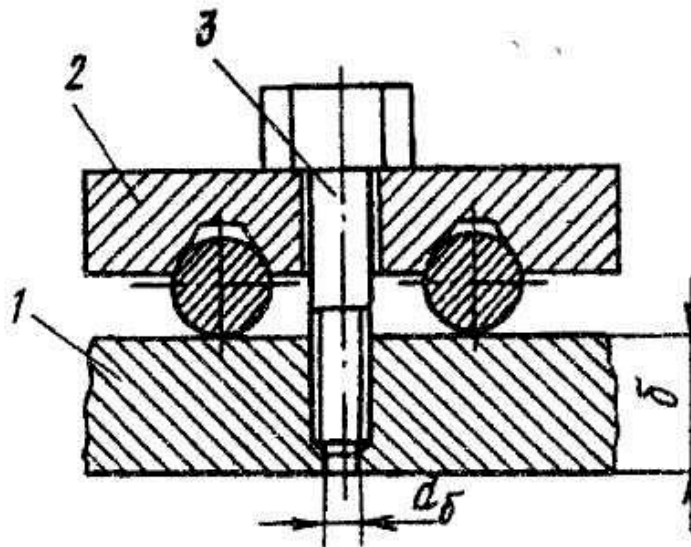


Рисунок 3- Схема крепления каната к барабану
1 - барабан, 2 - прижимная планка, 3 - болт.

Конец каната закладывается в крайнюю канавку нарезки петель так, что основная часть каната переводится через частично вырубленный промежуточный выступ нарезки сразу в третью канавку. Петля каната накрывается сверху планкой, которая прижимается к барабану крепежным болтом. Отверстие с резьбой высверливается во второй от края канавке.

Расчет узла крепления каната к барабану проводится при максимальных нагрузках. Они возникают, когда канат почти полностью свит с барабана, т.е. перед самым касанием поднятым номинальным грузом основания. В этом случае канат нагружает узел крепления усилием

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{max}} / e^{\alpha f}, \quad (7)$$

где - S_{max} - максимальное натяжение каната;

$e = 2,72$ - основание натурального логарифма;

$f = 0,16$ - коэффициент трения между канатом и барабаном;

$\alpha = 4 \pi$ - угол обхвата 2-х запаянных витков каната.

$$S_{\text{кр}} = 12,7 \cdot 103 / 2,720,16 \cdot 4 \cdot 3,14 = 1,7 \text{ кН.}$$

Канат прижимается к барабану с усилием:

$$P = S_{\text{max}} / v, \quad (8)$$

где ν -коэффициент сопротивления выскользывания каната из под планок.
 $\nu = 0,35$.

$$P = 12,7 \cdot 103 / 0,35 = 36,3 \text{ кН.}$$

Болты, прижимающие планки к барабану испытывают напряжения от растяжения и в меньшей степени от изгиба, вызываемого силами трения. Действующие в болтах растягивающее напряжения равны.

$$\sigma_p = 4 \cdot P \cdot R / Z \cdot \pi \cdot d_b^2, \quad (9)$$

где Z – число болтов ;

d_b - внутренний диаметр болта ;

$R=1,25$ – коэффициент запаса, учитывающий изгибающие нагрузки .

Рассчитываем диаметр болтов

$$d_b = \sqrt{\frac{4 \cdot P \cdot R}{Z \cdot \pi \cdot [\sigma]}}, \quad (10)$$

где $[\sigma]$ - допускаемое напряжение в болтах , которое зависит от материала .

Для болтов, изготовленных из стали марки Ст3 принимают $[\sigma]=80\text{МПа}$.

$$d_b = \sqrt{\frac{4 \cdot 36,3 \cdot 1000 \cdot 1,25}{2 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 100000}} \approx 6\text{мм};$$

$$\sigma_p = 4 \cdot 36,3 \cdot 103 \cdot 1,25 / 2 \cdot 3,14 \cdot 62 = 8\text{МПа} \leq [\sigma].$$

1.1.5 Производим кинематический расчёт привода барабана

Рассчитываем момент на барабане

$$m_b = D_b \cdot \sigma / 2, \quad (11)$$

где σ -максимальное усилие на барабане, кН;

$$m_b = 0,186 \cdot 12,7 / 2 = 1,18 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Рассчитываем мощность двигателя

$$P_{\text{дв}} = 1,2 \cdot P_b / \eta_{\text{общ}}, \quad (12)$$

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_p \cdot \eta_{\text{п}},$$

где η_p - КПД редуктора ;

$\eta_{\text{п}}$ - КПД подшипников;

$$\eta_{\text{общ}} = 0,92 \cdot 0,992 = 0,9.$$

$$P_{\text{дв}} = 1,2 \cdot 0,33 / 0,9 = 0,44 \text{ кВт.}$$

Выбираем двигатель 4А80В8 УЗ

$$P_{\text{дв}} = 0,55 \text{ кВт,}$$

$n = 750 \text{ об/мин; } M_{\text{тах}} = 3,5 \text{ кг}\cdot\text{м; } M_{\text{маховый}} = 0,85 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; \text{вес} = 20 \text{ кг}$

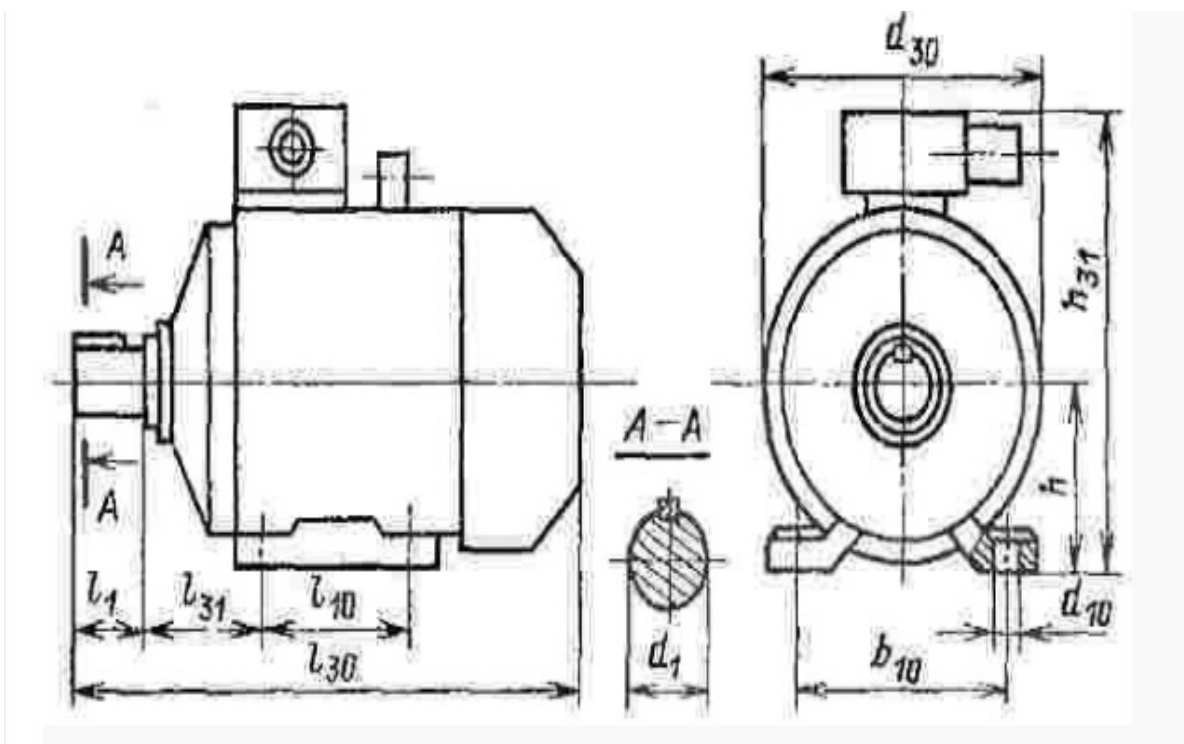


Рисунок 4 - Двигатель 4А80В8 УЗ

$$l_{30} = 320; h_{31} = 218; d_{30} = 186; l_1 = 50; l_{10} = 100; l_{31} = 50; d_1 = 22; d_{10} = 10; b_{10} = 125; h = 80$$

Рассчитываем частоту вращения барабана

$$n_6 = V / (\pi \cdot D_6), \quad (13)$$

где V - скорость подъёма ;

D_6 - диаметр барабана.

$$n_6 = 16 / (3,14 \cdot 0,186) = 27,6 \text{ об/мин.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рассчитываем передаточное отношение редуктора

$$i = n_{\text{дв}}/n_{\text{б}},$$

где $n_{\text{дв}}$ - частота вращения двигателя об/мин;

$n_{\text{б}}$ - частота вращения барабана об/мин.

$$i = 750/27,6 = 27,2.$$

Для механического подъема груза выбираем двухступенчатый крановый редуктор. Наиболее подходящим для установки является редуктор РМ - 250 с передаточным числом $i = 31,5$, этот редуктор рассчитан на передачу мощности 1,9кВт при числе оборотов ведущего вала 750 об/мин; вес 85 кг.

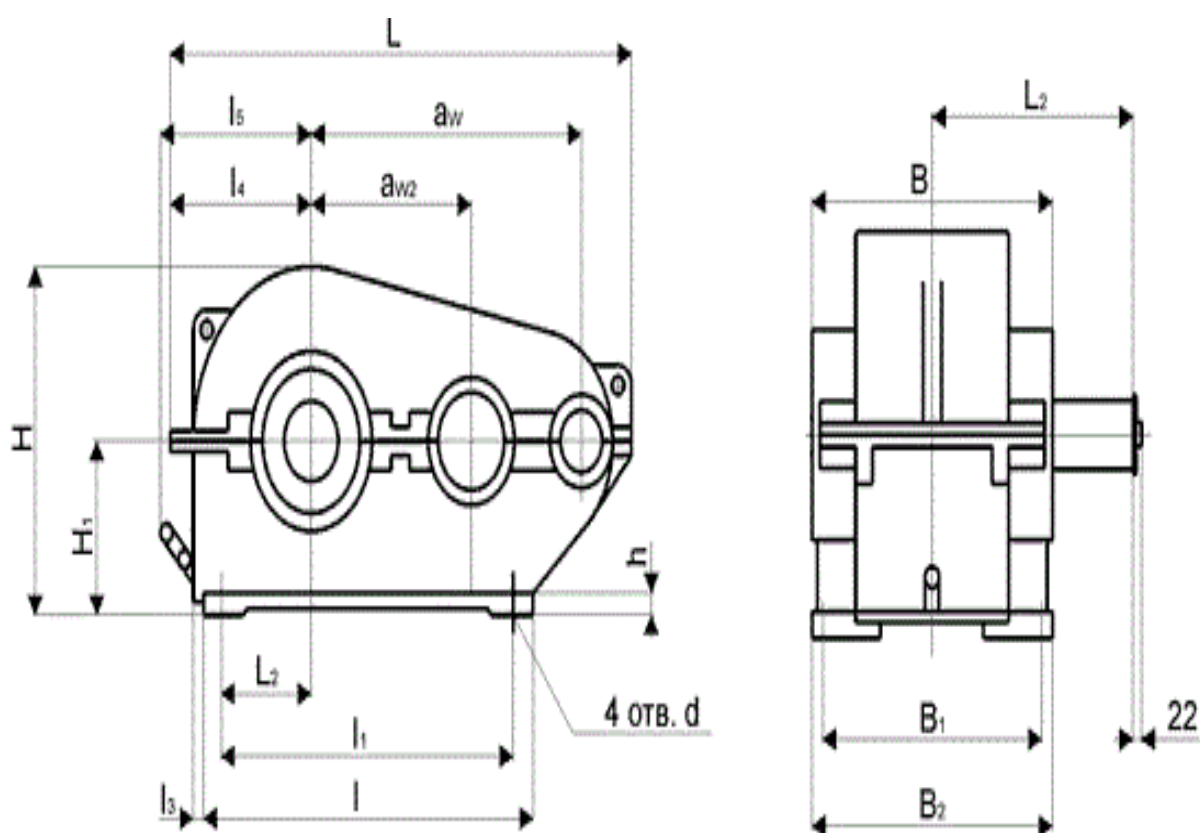


Рисунок 5 - Редуктор двухступенчатый РМ -250

$$A_w = 250 ; A_{w2} = 150 ; L = 540 ; L_2 = 239 ; l = 320 ; l_1 = 235 ; l_2 = 45 ; l_3 = 50 ; l_4 = 189 ; l_5 = 249 ; B = 230 ; B_1 = 190 ; B_2 = 230 ; H = 312 ; H_1 = 160 ; h = 22 ; d = 17$$

Редукторы типа РМ-250 обладают небольшими размерами и малыми весами и при этом они имеют необходимые передаточные отношения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Выбираем этот редуктор, исходя из того, что его требуется устанавливать на площадке, закреплённой на консоли крана. Он обладает незначительной массой и не перегружает металлоконструкцию крана. Проверяем соответствие редуктора передаточному числу.

$$(i_o - i_p) / i_o \cdot 100\% \leq 4\% , \quad (14)$$

где i_p - расчётное передаточное число редуктора;

i_o - передаточное число редуктора .

$$(31,5 - 27,2) / 31,5 \cdot 100\% = 1,36\% < 4\% .$$

Условие выполняется. Редуктор подходит.

1.1.6 Рассчитываем пусковой и тормозной момент

$$m_{\text{пуск}} = m_{\text{мин}} + m_{\text{п макс}} / 2, \quad (15)$$

где $m_{\text{мин}} = 1/2 m_{\text{макс}} = 1/2 \cdot 3,5 = 1,75 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

$$m_{\text{пуск}} = 1,75 + 3,5 / 2 = 3,5 \text{ кН}\cdot\text{м} .$$

Рассчитываем наименьший момент двигателя

$$m_{\text{мин}} = 0,75 \cdot P_{\text{дв}} / n_{\text{дв}}, \quad (16)$$

где $P_{\text{дв}}$ - мощность двигателя, кВт ;

$n_{\text{дв}}$ - частота вращения двигателя, об/мин;

$$m_{\text{мин}} = 0,75 \cdot 0,55 / 750 = 0,55 \text{ Н}\cdot\text{м} .$$

Рассчитываем статический крутящий момент на тормозном валу

$$m_{\text{ст}} = Q \cdot D_6 \cdot \eta_0 / (\eta \cdot m \cdot i_0), \quad (17)$$

где Q - грузоподъёмность, кг ;

D_6 - диаметр барабана ;

η_0 - КПД редуктора ;

m - кратность полиспаста ;

i_0 - передаточное число редуктора;

$$m_{ст} = 2500 \cdot 0,186 \cdot 0,92 / (0,97 \cdot 2 \cdot 31,5) = 2,2 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Рассчитываем тормозной момент

$$m_T = K \cdot m_{ст}, \quad (18)$$

где K - коэффициент запаса торможения $K = 1,75$;

$$m_T = 1,75 \cdot 2,2 = 3,85 \text{ кг} \cdot \text{м} \approx 38 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Выбираем тормоз ТКТ с коротко ходовыми электромагнитами. Тормоз колодочный ТКТ - это система, предназначенная для торможения и фиксации оборудования во время остановки привода. Монтируется на грузоподъемные машины и транспортно-подъемное спецоборудование.

Выбираем тормоз ТКТ - $100 \text{ МТ} = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Длина рычага = 100 мм,

Длина колодки = 70 мм,

Длина тормозного пути 100 м

1.1.7 Расчёт траверсы крюковой подвески и выбор крюка

Выбор крюка выполняется по грузоподъемности и режиму работы механизма. Выбираем крюк номер 15 грузоподъемностью 5 т по ГОСТ 6627-74 [8].

Крюк стандартный (соответствует номинальной грузоподъемности), поэтому расчет сечений крюка не проводится.

Крюковая подвеска нормальная, состоит из двух боковых щек, блоков, траверсы и крюка. Щеки между собой соединяются распорными трубками и стягиваются стяжными болтами, рисунок 6.

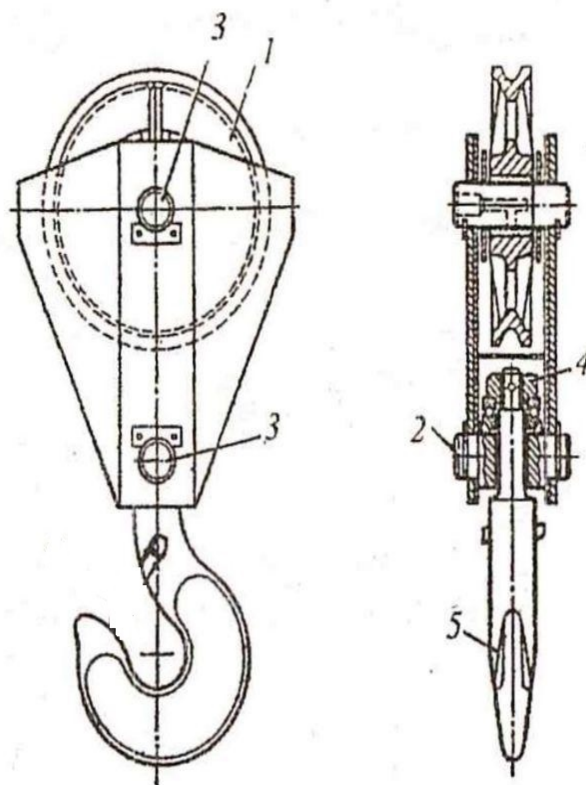


Рисунок 6 - Устройство крюковой подвески
 1- блок, 2- траверса , 3 стяжной болт , 4- стопорная гайка ,5- крюк

Блоки обоймы устанавливаются на ось, которая неподвижно закрепляется в боковых щеках с помощью ригельных планок. Траверса крюка так же устанавливается в боковых щеках и фиксируется от осевого смещения двумя стопорными планками; так как цапфы траверсы имеют по кругу проточки, то траверса может свободно поворачиваться в отверстиях боковых щек, на траверсе при помощи гайки закрепляется крюк, благодаря чему крюк помимо вращения вокруг оси хвостовика может еще качаться вместе с траверсой, что облегчает строповку грузов.

В однорогом крюке самым опасным является сечение Б-Б ,работающее на изгиб и растяжение, для которого изгибающий момент от веса груза, приложенного в центре зева крюка, является максимальным.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Сечение А-А рассчитывается на изгиб и срез для случая подвеса груза на двух наклонных стропях под углом = 45°.

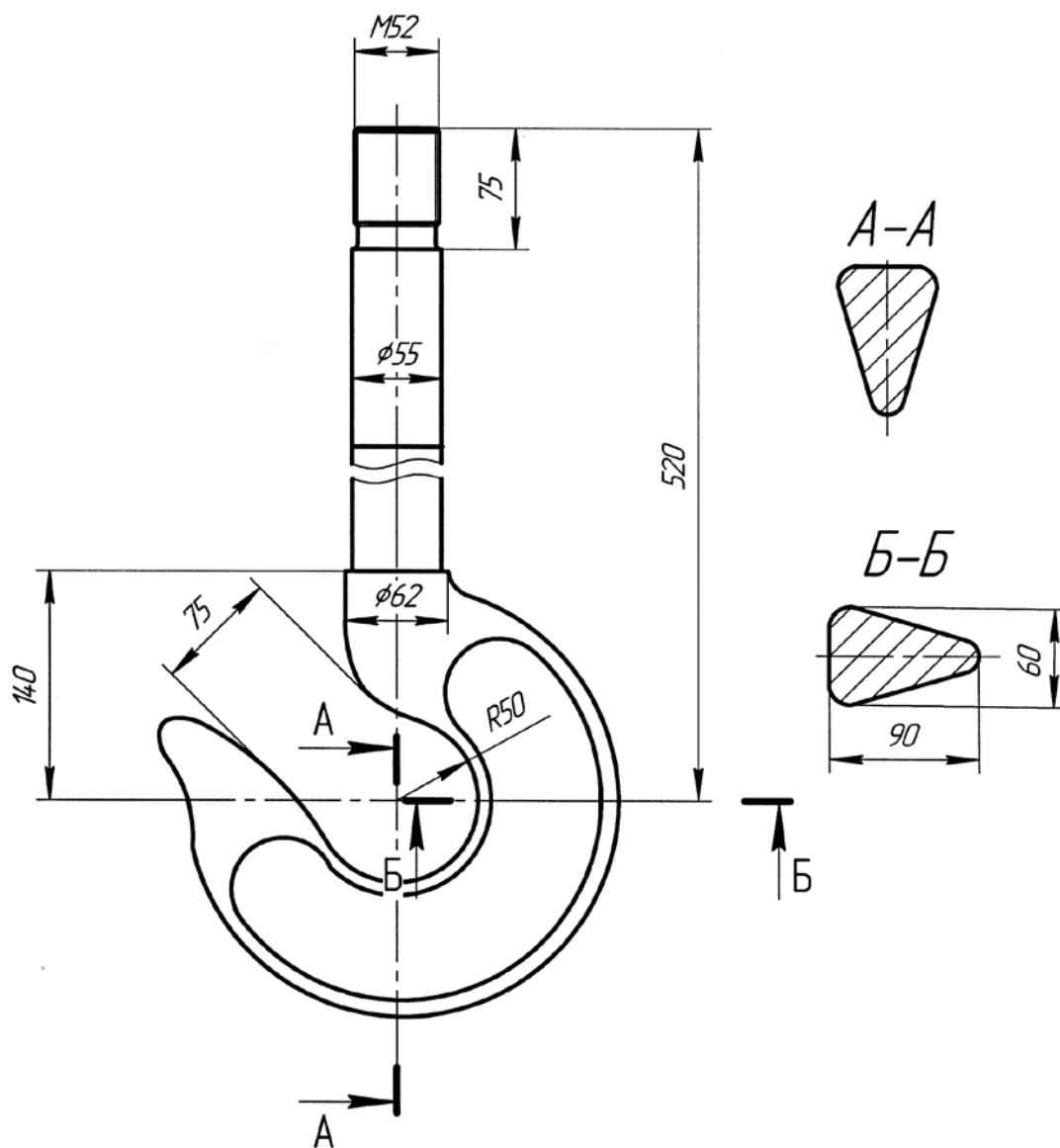


Рисунок 7 - Эскиз заготовки крюка номер 15

Производим проверку траверсы на прочность.

Для изготовления траверсы используют сталь 40 или 45 и рассчитываем на изгиб по среднему опасному сечением. Запас прочности по пределу текучести принимаем ≥ 3 . Цапфы траверсы рассчитываются на изгиб и прове-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

21

ряют по давлением между цапфой и щекой. Допускаемое давление не должно превышать 35МПа.

Рассчитываем грузоподъёмность вместе с весом крюка, т

$$G_{гр} = C_T + G_k, \quad (19)$$

где G_k - вес крюка с подвеской .

$$G_{гр} = 2,5 + 0,072 = 2,572 \text{ т.}$$

Рассчитываем допускаемое напряжение изгиба

$$\Sigma_{и} = G_{гр} \cdot L \cdot v / (4(B - D_2) \cdot H_2) \leq [\Sigma_{и}], \quad (20)$$

где $G_{гр}$ - грузоподъёмность вместе с весом крюка, т;

L - расстояние между центрами щёчек, м;

v - ширина щёчки, м;

B - ширина траверсы, м;

H - высота траверсы, м ;

D_2 - диаметр оси цапфы, м ;

$[\Sigma_{и}]$ - допускаемое напряжение изгиба $[\Sigma_{и}] = 80 \text{ МПа}$.

$$\Sigma_{и} = 2,572 \cdot 0,09 \cdot 0,046 / (4(0,08 - 0,05) \cdot 0,05) = 13,55 \text{ МПа} < 80 \text{ МПа.}$$

Проверяем цапфы на изгиб

$$\Sigma_{и} = G_{гр} \cdot \Delta \cdot 2 + \Delta / H \cdot 0,1 \cdot D_{y3} \leq [\Sigma_{и}], \quad (21)$$

где Δ - толщина щёчки;

D_y - диаметр цапфы, м;

$[\Sigma_{и}] = 70 \text{ МПа}$.

$$\Sigma_{и} = 2,572 \cdot 0,008 \cdot 2 + 0,003/2 \cdot 0,1 \cdot 0,033 = 48 \text{ МПа} < 70 \text{ МПа.}$$

Поверхность соприкосновения цапфы и нижней щёчки проверяем по допускаемому давлению.

$$G = G_{гр} / D_y \cdot \Delta \cdot H \leq [G], \quad (22)$$

где G - удельное давление ;

$[G]$ - допускаемое удельное давление $[G] = 30 \text{ МПа}$.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$G=9,572/0,05 \cdot 0,03 \cdot 0,08 = 15,31 \text{ МПа} < 30 \text{ МПа.}$$

Проверяется на растяжение в вертикальном и горизонтальном сечениях, так как они ослаблены отверстиями для цапфы.

В горизонтальной плоскости.

$$\Sigma_p = \Sigma_{гр} / 2(B - D_y) \Delta \leq [\Sigma_p], \quad (23)$$

где $[\Sigma_p]$ - допускаемое напряжение на растяжение $[\Sigma_p] = 70 \text{ МПа}$.

$$\Sigma_p = 2,572/2 \cdot (0,046 - 0,03) \cdot 0,008 = 10,04 \text{ МПа} \leq 70 \text{ МПа} .$$

В вертикальной плоскости

$$\Sigma' = G \cdot 2 R_2/R_2 - (D_y/2)^2 \leq [\Sigma'], \quad (24)$$

где R - радиус, м;

$[\Sigma']$ - допускаемое напряжение на растяжение .

$$\Sigma' = 15,31 \cdot 2 \cdot 0,0252/0,0252 - (0,03/2)^2 = 47,84 \text{ МПа} \leq 70 \text{ МПа} .$$

По данным расчётом делаем вывод что ,крюковая подвеска выдержит все нагрузки .

1.2 Расчёт механизма поворота крана

1.2.1 Расчёт открытой цилиндрической зубчатой передачи

В качестве материала шестерни применяем сталь 45, улучшенную, с пределом прочности $\Sigma_B = 800 \text{ МПа}$.

Рассчитываем межосевое расстояние

$$Aw = 4900 (i + 1) 3 \sqrt{\frac{m_{кр} \cdot 10^3 \cdot K_{НВ}}{\Psi_A \cdot i^2 \cdot \Sigma_H}}, \quad (25)$$

где $m_{кр}$ - крутящий момент на валу колеса;

Ψ_A - коэффициент ширины венца колеса равен $\Psi_A = 0,23$;

$K_{НВ}$ - коэффициент неравномерности нагрузки по длине зуба $K_{НВ} = 1$;

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$[\Sigma_{\text{и}}] = 418$ МПа - касательное допускаемое напряжение;

$[\Sigma_{\text{F}}] = 198,8$ МПа- изгибное допускаемое напряжение;

$K_a = 49$ МПа - для прямозубых передач;

i - рекомендуемое значение передаточных чисел одноступенчатых передач, для открытой цилиндрической передачи = 4,0 7,0.

Выбрав значение $i=6$ и проведя расчёты, выявилось не выполнение условие $i\phi < 4\%$, выбрал значение 6,3.

$$A_w = 4900(6+1) \sqrt{\frac{3048 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,25 \cdot 6^2 \cdot 418}} = 448,4 \text{ мм.} \quad (26)$$

Принимаем стандартное значение $A_w = 450$ мм.

Рассчитываем значение модуля зацепления

$$m = 2m \cdot m_m \cdot 103/d_2 \cdot B_2 \cdot [\tau_{\text{F}}], \quad (27)$$

где D_2 - делительный диаметр колеса.

$$D_2 = 2D_A \cdot i/(i + 1), \quad (28)$$

$$D_2 = 2 \cdot 450 \cdot 6,3/(6,3 + 1) = 776 \text{ мм.}$$

$$B_2 = \Psi_A \cdot A_w, \quad (29)$$

где Ψ_A - коэффициент ширины венца колеса $\Psi_A = 0,23$;

A_w - межосевое расстояние, мм;

B_2 - ширина венца колеса.

$$B_2 = 0,23 \cdot 450 = 104 \text{ мм.}$$

$$m = 2 \cdot 3048 \cdot 103 \cdot 6,8/776 \cdot 104 \cdot 198,8 = 5,5 \text{ мм.}$$

принимаем $m = 6$ мм.

Рассчитываем суммарное число зубьев шестерни и колеса

$$Z\Sigma = 2A_w/m, \quad (30)$$

где A_w - межосевое расстояние, мм;

m - значение модуля зацепления.

$$Z\Sigma = 2 \cdot 450/6 = 150.$$

Рассчитываем число зубьев шестерни

$$Z_1 = Z_{\Sigma} / (i + 1), \quad (31)$$

где Z_{Σ} - суммарное число зубьев шестерни и колеса ;

i - передаточное число открытой зубчатой передачи.

$$Z_1 = 150 / 6,3 + 1 = 20.$$

Рассчитываем число зубьев колеса

$$Z_2 = Z_{\Sigma} - Z_1, \quad (32)$$

где Z_{Σ} - суммарное число зубьев шестерни и колеса;

Z_1 - число зубьев шестерни.

$$Z_2 = 150 - 20 = 130.$$

Рассчитываем фактическое передаточное отношение

$$i_{\phi} = Z_2 / Z_1, \quad (33)$$

где Z_2 - число зубьев колеса;

Z_1 - число зубьев шестерни.

$$i_{\phi} = 130 / 20 = 6,5.$$

При этом i_{ϕ} не должно превышать 4% .

Выбрав значение $i=6$ и проведя расчёты , не выполнилось условие

$i_{\phi} < 4\%$, выбрал значение 6,3.

$$\Delta i = (i_{\phi} - i) / i \cdot 100\%, \quad (34)$$

$$\Delta i = (6,5 - 6,3) / 6,3 \cdot 100\% = 3,2\% .$$

Норма выполняется .

1.2.2 Делительные диаметры шестерни и колеса

Определить основные размеры передачи

$$D_1 = m \cdot Z_1, \quad (35)$$

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

где Z_1 - число зубьев шестерни;

m - значение модуля зацепления.

$$D_1 = 6 \cdot 20 = 120 \text{ мм.}$$

$$D_2 = m \cdot Z_2, \quad (36)$$

где m - значение модуля зацепления;

Z_2 - число зубьев колеса.

$$D_2 = 6 \cdot 130 = 780 \text{ мм.}$$

Рассчитываем диаметр вершин зубьев

$$D_{A1} = D_1 + 2m, \quad (37)$$

$$D_{A2} = D_2 + 2m, \quad (38)$$

$$D_{A1} = 120 + 2 \cdot 6 = 132 \text{ мм.}$$

$$D_{A2} = 780 + 2 \cdot 6 = 792 \text{ мм.}$$

Рассчитываем ширину венца зубчатого колеса и шестерни

$$B_2 = \Psi_A \cdot A_w, \quad (39)$$

где Ψ_A - коэффициент ширины венца колеса $\Psi_A = 0,23$;

A_w - межосевое расстояние, мм .

$$B_2 = 0,23 \cdot 450 = 103,5 \text{ мм.}$$

Величины B_1 и B_2 округляются до целых чисел, мм ,выбираем 104 мм.

Определение ширины венца шестерни

$$B_1 = B_2 + (3 \dots 5),$$

$$B_1 = 104 + 4 = 108 \text{ мм.}$$

1.3 Расчёт механизма передвижения крановой тележки

Для передвижения крановой тележки выбираем схему передвижения с гибким стальным типовым канатом.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

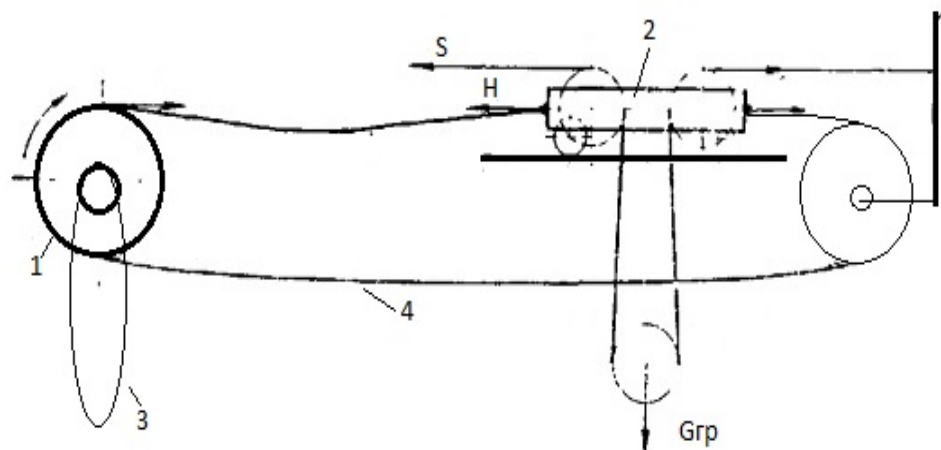


Рисунок 8 - Схема передвижения крановой тележки
1-барaban с приводной звездочкой ; 2 - крановая тележка ,3 - цепь, 4- канат

Рассчитываем полное сопротивление перемещением

$$W = W_{\text{тр}} + W_{\text{В}} + W_{\text{У}}, \quad (40)$$

где $W_{\text{тр}}$ - сопротивление от трения ходовых колес;

$W_{\text{В}}$ -сопротивление от ветровой нагрузки ;

$W_{\text{У}}$ - сопротивление сил трения от уклона пути.

$$W_{\text{тр}} = G_{\text{гр}} + G_{\text{Т}}/D_{\text{к}} \cdot (2_{\text{к}}-F_{\text{D}}) K_{\text{р}}, \quad (41)$$

где $G_{\text{гр}}$ - вес грузоподъемного механизма с грузом. Так как грузоподъемный механизм располагается не на тележке, $G_{\text{гр}}$ принимаем равно весу груза $G_{\text{гр}} = 2500$ кг;

$G_{\text{Т}}$ - вес тележки, принимаемый конструктивно $G_{\text{Т}} = 800$ кг ;

$D_{\text{к}}$ - диаметр ходового колеса .Выбираем максимально допустимый $D_{\text{к}} = 200$ мм ;

D - диаметр цапфы колеса ,для колёс диаметром 200 мм, $D = 60$ мм ;

K - коэффициент трения сечения;

F - коэффициент трения в цапфе колеса для подшипников качения .

$F = (0,015 \dots 0,02)$,

$W_{\text{тр}} = 2500 + 800/0,2(2 \cdot 0,03 - 0,02 \cdot 0,06) = 970$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

$$W_Y = (G_{гр} + G_T) \cdot A, \quad (42)$$

где A - допустимый угол наклона под тележечных путей ;

$$A = 0,02.$$

$$W_Y = (2500 + 800) \cdot 0,02 = 6,6.$$

Так как кран работает в помещении, сопротивление от ветровой нагрузки можно не учитывать

$$W = 970 + 6,6 + 0 = 976,6 \text{ Н.}$$

1.3.1 Расчёт и выбор каната

Рассчитываем разрывное усилие по формуле

$$S_{\text{разр}} \geq S_{\text{мах}} \cdot N, \quad (43)$$

где $S_{\text{мах}}$ - максимальное натяжение каната в полиспасте , кН;

N - коэффициент запаса прочности.

$$S_{\text{мах}} = G_T \cdot (1 - \eta_{\text{бл}}) / (1 - \eta_{\text{бл}}^{IN}), \quad (44)$$

где G_T - вес тележки, $G_T = 800$ кг;

$\eta_{\text{бл}}$ - КПД блока $\eta_{\text{бл}} = 0,97$;

IN - кратность полиспаста = 2.

$$S_{\text{мах}} = 800 \cdot (1 - 0,97) / (1 - 0,97^2) = 400 \text{ Н.}$$

$$S_{\text{разр}} = 400 \cdot 5 = 2 \text{ кН.}$$

Для механизма передвижения крановой тележки выбираем канат типа ЛК - линейное касание проволоки между слоями. Канат типа ЛК имеет большую гибкость, большую долговечность. Наиболее подходящим для механизма является канат ЛКО, канат с одинаковым числом и диаметром проволок в слое.

$$\text{ЛКО } 6 \times 19 = 114 \text{ ГОСТ } 3079 - 80 [9]$$

$$D_k = 6,2 \text{ мм.}$$

Площадь сечения всех проволок 15,3 мм².

					44.03.04.509 ПЗ	Лист 28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчётный предел прочности проволок 180 кг/мм².

Разрывное усилие для данного каната $15,3 \cdot 180 = 2,7 \text{ кН} \geq S_{\text{разр}}$.

1.3.2 Рассчитываем основные размеры блока

Определение диаметра направляющего блока по формуле

$$D_{\text{бл}} \geq K_D \cdot D_K, \quad (45)$$

где K_D - запас прочности каната при динамических нагрузках, $K_D = 20$;

D_K - диаметр каната, $D_K = 6,2$.

$$D_{\text{бл}} = 20 \cdot 6,2 = 124 \text{ мм.}$$

Радиус канавки под канат по формуле

$$R = (0,6 \dots 0,7) \cdot D_K,$$

где D_K - диаметр каната, мм ;

$$R = 0,6 \cdot 6,2 = 3,72 \text{ мм.}$$

Высоту канавки по формуле

$$H_K = (1,5 \dots 2) \cdot D_K,$$

где D_K - диаметр каната $D_K = 6,2$;

$$H_K = 2 \cdot 6,2 = 12,4 \text{ мм.}$$

Ширину канавки по формуле

$$B_K = (1,6 \dots 3) \cdot D_K,$$

где D_K - диаметр каната ;

B_K - ширина канавки, мм .

$$B_K = 1,6 \cdot 6,2 = 9,92 \text{ мм.}$$

Принимаем 10 мм.

Длину ступицы по формуле

$$L_{\text{ст}} = 2 \cdot B_K + 3, \quad (46)$$

где B_K - ширина канавки, мм .

$$L_{\text{ст}} = 2 \cdot 10 + 3 = 23 \text{ мм.}$$

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Рассчитываем диаметр барабана по формуле

$$D_B \geq D_{БЛ},$$

где D_B - диаметр барабана, мм ;

$D_{БЛ}$ - диаметр блока, мм.

$$D_B = 124 \text{ мм} .$$

Барабан приводится в движение посредством цепной передачи, расположенной на одном валу с барабаном, звёздочка вращается при помощи цепи.

Выбираем сварную круглозвенную цепь, исполнение 1.

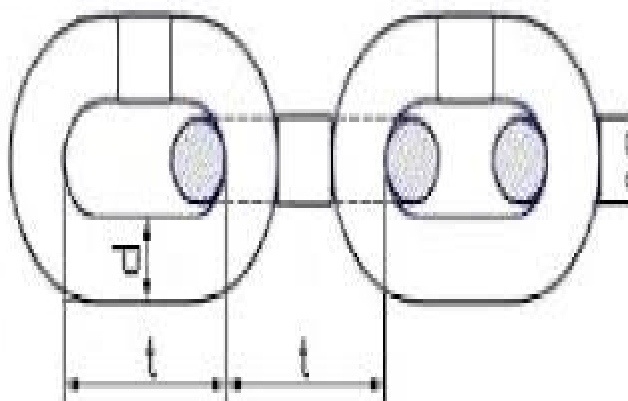


Рисунок 9- Круглозвенная цепь
d - диаметр прута; t - шаг цепи

Для круглозвенной цепи 5 • 18 ГОСТ 2319-81 [10]

D - диаметр прута цепи = 15 мм

T - шаг цепи, для типа В, $T = 3,6 D$, $T = 3,6 \cdot 15 = 78 \text{ мм}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

30

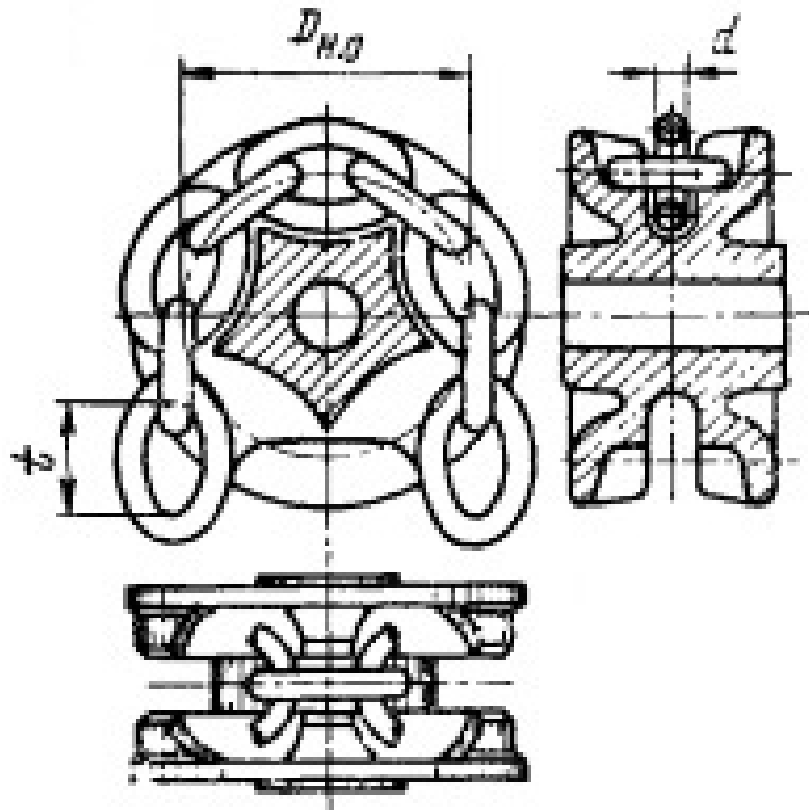


Рисунок 10- Приводная звёздочка механизма передвижения тележки

Рассчитываем делительный диаметр звёздочки.

$$D_0 = T / \sin(180/Z), \quad (47)$$

где Z - число зубьев звёздочки, $Z = 96$.

$$D_0 = 78 / \sin(180/96) = 606,53 \text{ мм}$$

Длину ступицы принимаем конструктивно $L_{ст} = 150 \text{ мм}$.

Максимальная нагрузка, действующая на цепь

$$S_{\max} \leq S_{\text{разр}} / K, \quad (48)$$

где $S_{\text{разр}}$ разрушающая нагрузка;

Для $D = 15 \text{ мм}$ и $T = 78 \text{ мм}$, $S_{\text{разр}} = 25,5$;

K - запас прочности для ручного привода $K=4,5$.

$$2 \text{ кН} \leq 25,5 / 4,5 = 5,6 \text{ кН}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Условия прочности выполняются для каната ЛКО 6 х 19 и для круглозвенной цепи, выбор сделан правильно.

1.4 Расчёт металлоконструкции

Консоль крана состоит из швеллеров. Колонна изготовлена из отрезков горячекатаной трубы ГОСТ 8732 - 78 [11] материалом сталь 3.

1.4.1 Расчёт консоли крана

Изгибающий момент в консоли крана

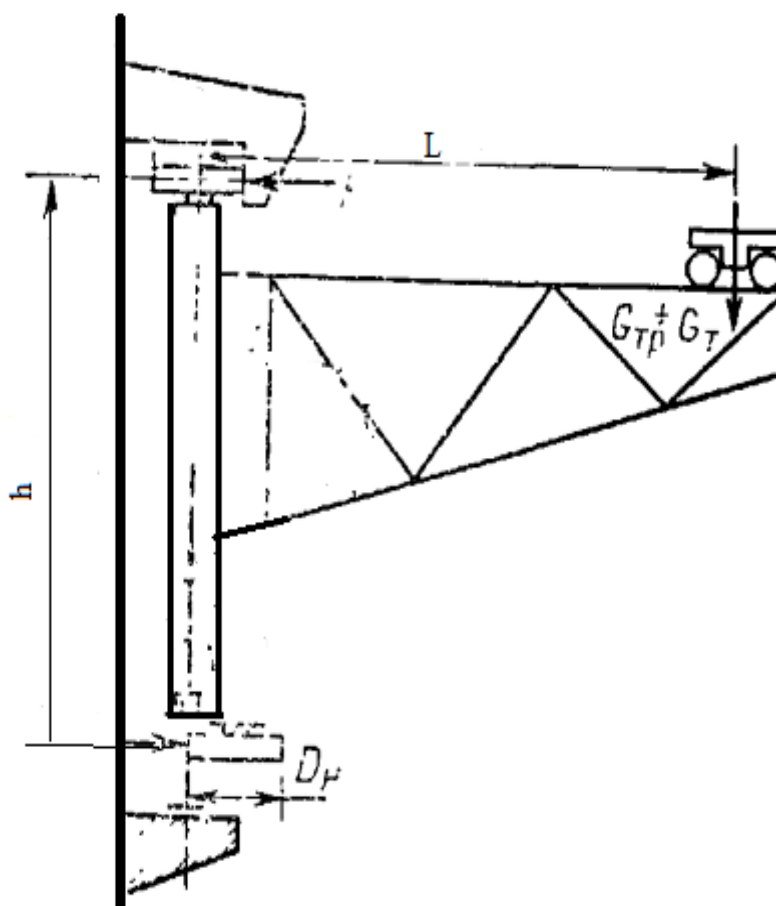


Рисунок 11 - Схема крана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

32

$$M_{и} = (Q + G_{т}) \cdot L, \quad (49)$$

где Q - грузоподъёмность, кг ;

$G_{т}$ - вес тележки кг ;

L - вылет стрелы, см .

$$M_{и} = (2500 + 800) \cdot 450 = 485000 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Момент сопротивления сечения консоли

$$W = 2 \cdot W_{шв}, \quad (50)$$

где $W_{шв}$ - момент сопротивления,;

$W_{шв} = 197 \text{ см}^3$ Для швеллера № 20 ГОСТ 8240 - 72 [12], Материал швеллера сталь 3.

$$W = 2 \cdot 197 = 394 \text{ см}.$$

Рассчитываем напряжение изгиба

$$G_{и} = M_{и}/W \leq [G_{и}], \quad (51)$$

где $G_{и}$ - напряжение изгиба;

$$[G_{и}] = 1400 \text{ Н/см}^2 .$$

$$G_{и} = 485000/394 = 1230.9 \text{ Н/см}^2 < 1400 \text{ Н/см}^2.$$

Условие выполняется, швеллер подходит.

1.4.2 Расчёт колонны

Суммарный опрокидывающий момент без учёта веса колонны крана, равен изгибающему моменту в консоли крана

$$M_0 = M_{и} = 485000 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Требуемый момент сопротивления поперечного сечения колонны

$$W = M_0 / G_{и}, \quad (52)$$

где M_0 - суммарный опрокидывающий момент;

$[G_{и}]$ - допускаемое напряжение изгиба .

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$W = 48,5 \cdot 103/14000 = 346,4 \text{ см}^3.$$

Для дальнейшего расчёта принимаем конструктивные размеры колонны. Наружный диаметр $D_M = 200$ мм, толщина стенки $S = 8$ мм, внутренний диаметр $D_{\text{внутр}} = 184$ мм.

Момент поперечного сечения трубы

$$W = \pi \cdot D_M^2 / 32 \cdot (1 - D_{\text{внутр}} / D_M), \quad (53)$$

$$W = 3,14 \cdot 200^2 / 32 \cdot (1 - 184 / 200) = 390,4 \text{ см}^3.$$

Напряжение с учётом изгибающих нагрузок

$$\Sigma_p = G_{\text{и}} + \Sigma_{\text{ст}} = M_0 / W + Q + G_T / F \leq [\Sigma_p], \quad (54)$$

где F - площадь сечения трубы.

$$F = \pi / 4 \cdot (D_M^2 - D_{\text{внутр}}^2), \quad (55)$$

$$F = 3,14 / 4 \cdot (200^2 - 184^2) = 113,04 \text{ см}^2.$$

$[\Sigma_p]$ - допустимое напряжение = 12500 кг/см.

$$\Sigma_p = (448,5 \cdot 105 / 390,4) + (2500 + 800 / 113,04) = 12452,35 \text{ кг/см} < 12500 \text{ кг/см}.$$

Условия выполняются. Выбранные размеры подходят.

1.5 Расчёт валов

1.5.1 Рассчитываем размеры ступеней вала под барабан механизма подъёма

Рассчитываем диаметр под полумуфту

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{m_k \cdot 10^3}{0,2 \cdot [T]}}, \quad (56)$$

где m_k - крутящий момент на валу .

$$m_k = m_B + \eta_{\text{подш}} + \eta_r,$$

где m_B - момент на грузоподъемном барабане;

$\eta_{\text{подш}}$ - КПД подшипника ;

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

η_p - КПД редуктора.

$$m_k = 1162 \cdot 0,99 \cdot 0,92 = 1058,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

[T] - допустимое напряжение кручения = 20 Н/мм²

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{1058 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 43,7 \text{ мм}, \quad (57)$$

Округляем до стандартного значения $D_1 = 45 \text{ мм}$.

Рассчитываем длину под полумуфту

$$L_1 = (1,0 \dots 1,5) D_1,$$

$$L_1 = 1,5 \cdot 4,5 = 67,5 \text{ мм}.$$

Принимаем $L_1 = 68 \text{ мм}$.

Расчёт диаметра под подшипник

$$D_2 = D_1 + 2T, \quad (58)$$

где T - высота буртика .

$$D_2 = 45 + 2 \cdot 2,5 = 50 \text{ мм}.$$

Рассчитываем длину под подшипник

$$L_2 = 0,6 \cdot D_2,$$

$$L_2 = 0,6 \cdot 50 = 30 \text{ мм}.$$

Рассчитываем диаметр переходной ступени

$$D_3 = D_2 + 2 \cdot T, \quad (59)$$

$$D_3 = 50 + 2 \cdot 3 = 56 \text{ мм}.$$

Принимаем длину переходной части конструктивно $L_3 = 70 \text{ мм}$.

Рассчитываем диаметр под опору барабана на вал

$$D_4 = D_3 + 2 \cdot T, \quad (60)$$

$$D_4 = 56 + 2 \cdot 3 = 62 \text{ мм}.$$

Рассчитываем длину опорной ступени

$$L_4 = 0,8 \cdot D_4,$$

$$L_4 = 0,8 \cdot 62 = 49,6 \text{ мм}.$$

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Длину оси вала принимаем конструктивно $L = 315\text{мм}$

1.5.2 Произвожу расчёт нагруженности вала

Рассчитываем силу, действующую от полумуфты

$$F_M = 100 \cdot \sqrt{m_k}, \quad (61)$$

где m_k - крутящий момент на валу, $= \sqrt{35}$;

$$F_M = 100 \cdot \sqrt{35} = 591,6 \text{ Н.}$$

Рассчитываем реакции в вертикальной плоскости

$$R_{a_y} = R_{c_y} = 2500 \text{ Н.}$$

Рассчитываем реакции в горизонтальной плоскости

$$R_{c_x} = 931 \text{ Н;}$$

$$R_{a_x} = 3430,2 \text{ Н.}$$

Рассчитываем суммарный момент в точке В

$$m = \sqrt[3]{m_x^2 + m_y^2}, \quad (62)$$

где m_y - момент в вертикальной плоскости ;

m_x - момент в горизонтальной плоскости

$$m = \sqrt[3]{290^2 + 255,3^2} = 386,4 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (63)$$

Для вала, изготовленного из стали 40 Х.

$$\Sigma_B = 900 \text{ МПа .}$$

$$\Sigma_T = 750 \text{ МПа.}$$

$$C_1 = 410 \text{ МПа.}$$

Нахожу нормальное напряжение

$$\Sigma_H = M \cdot 103/W_x, \quad (64)$$

где M - изгибающий момент в опасном сечении;

W_x - осевой момент сопротивления.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$W_x = 0,1 \cdot D_3,$$

где D - диаметр опасного сечения.

$$W_x = 0,1 \cdot 563 = 17561,6 \text{ мм}^3.$$

$$\Sigma_H = 386,4 \cdot 103 / 17561,6 = 22 \text{ Н/м}^2 \text{ (МПа)}.$$

Рассчитываем касательное напряжение

$$\tau_H = m_H \cdot 103 / W_g, \quad (65)$$

где W_g - полярный момент сопротивления.

$$W_g = 0,2 \cdot D_3,$$

$$W_g = 0,2 \cdot 563 = 35123,2 \text{ мм}^3.$$

$$\tau_H = 35 \cdot 103 / 35123,2 = 11,5 \text{ МПа}.$$

Рассчитываем амплитуду нормальных напряжений

$$\Sigma_A = \Sigma M = 22 \text{ МПа},$$

Рассчитываем амплитуду цикла касательных напряжений

$$T_A = \tau_H / 2, \quad (66)$$

$$T_A = 11,3 / 2 = 5,6 \text{ МПа}.$$

Рассчитываем коэффициент концентрации нормальных напряжений

$$(K\Sigma)D = K\Sigma / K_D + K_F - 1, \quad (67)$$

где $K\Sigma = 2,25$; $K_D = 0,86$; $K_F = 1$.

$$(K\Sigma)D = (2,25 / 0,86) + 1 - 1 = 2,6$$

Рассчитываем коэффициент касательных напряжений

$$(KT)D = K_T / K_D + K_F - 1, \quad (68)$$

где $K_T = 1,75$; $K_D = 0,77$; $K_F = 1$.

$$(KT)D = (1,75 / 0,77) + 1 - 1 = 2,3.$$

Рассчитываем предел выносливости в расчётном сечении при изгибе

$$(\Sigma_{-1})D = \Sigma_{-1} / (K\Sigma)D, \quad (69)$$

$$(\Sigma_{-1})D = 410 / 2,6 = 157,7 \text{ МПа}.$$

Рассчитываем предел выносливости в расчётном сечении при кручении

$$T_{-1} = 0,58 \cdot \Sigma - 1,$$

$$T_{-1} = 0,58 \cdot 410 = 237,8 \text{ МПа} .$$

$$(T_{-1})D = 237,8/2,3 = 103,4 \text{ МПа} .$$

Рассчитываем коэффициент запаса прочности

$$S = S\Sigma \cdot ST / (S\Sigma_2 + ST_2) \leq [S] = 1,6 \dots 4, \quad (70)$$

где $S\Sigma$ - коэффициент запаса прочности при изгибе.

$$S\Sigma = (\Sigma_{-1})D / \Sigma_A, \quad (71)$$

$$S\Sigma = 157,7/22 = 7,1.$$

где ST - коэффициент запаса прочности при кручении .

$$S_T = (T_{-1})D / T_A, \quad (72)$$

$$S_T = 103,4/5,6 = 18,5;$$

$$S = 7,1 \cdot 18,5 / 7,12 + 18,52 = 3,1.$$

$$S = 3,1 \leq [S] = 4.$$

Коэффициент запаса прочности находится в допустимых пределах.

Условие выполняется, вал выдержит данную нагрузку.

1.6 Выбор шпонок

Выбираем шпоночные соединения с призматическими шпонками по ГОСТ 23360 -78 [13].

Таблица 1 - Параметры шпоночного соединения

L	H	B	T1	T2
80	14	25	9	5,4

Выбираем параметры шпоночного соединения для вала барабана механизма подъема из таблицы 2.

Таблица 2 - Параметры шпонок вала.

L	H	B	T1	T2
100	14	25	9	5,4

Проверочный расчёт шпонки под вал барабана механизма подъема

$$\Sigma_{см} = 2M_k / [D(0,9 \cdot H - T_1)L] \leq [\Sigma_{см}], \quad (73)$$

где M_k - передаваемый момент = 1162 Н • м ;

D- диаметр вала = 62 мм = 0,062 м ;

H - высота шпонки = 14 мм = 0,014 м ;

T_1 - рабочая глубина в пазе вала = 9 мм = 0,009 м ;

L - длина шпонки = 100 мм = 0,1 м ;

$[\Sigma_{см}] = 80$ МПа - допустимое напряжение сжатия.

$$\Sigma_{см} = 2 \cdot 1162 / [0,062(0,9 \cdot 0,014 - 0,009)0,1] = 7,5 \text{ МПа.}$$

$$\Sigma_{см} \leq [\Sigma_{см}],$$

$$7,5 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа.}$$

1.7 Расчёт и выбор муфт

Рассчитываем расчётный момент на валу двигателя механизма подъема

$$T_p = K_p \cdot m_{к1} \leq T, \quad (74)$$

где K_p - коэффициент режима нагрузки = 1,25 ;

$m_{к1}$ - крутящий момент на валу двигателя = 35 Н • м ;

T - номинальный вращающий момент установленный стандартом

$$T = 63 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$T_p = 1,25 \cdot 35 = 43,75 \text{ Н} \cdot \text{м} < T = 63 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Рассчитываем радиальную силу, вызванную радиальным смещением

$$F_m = C_{\Delta R} \cdot \Delta R, \quad (75)$$

где $C_{\Delta R}$ - радиальная жёсткость муфты ;

ΔR - радиальное смещение.

$$F_m = 800 \cdot 0,2 = 400 \text{ Н.}$$

Выбираем муфту упругую втулочно-пальцевую с тормозным шкивом с целью экономии габаритных размеров всего механизма ГОСТ 21424-75 [14].

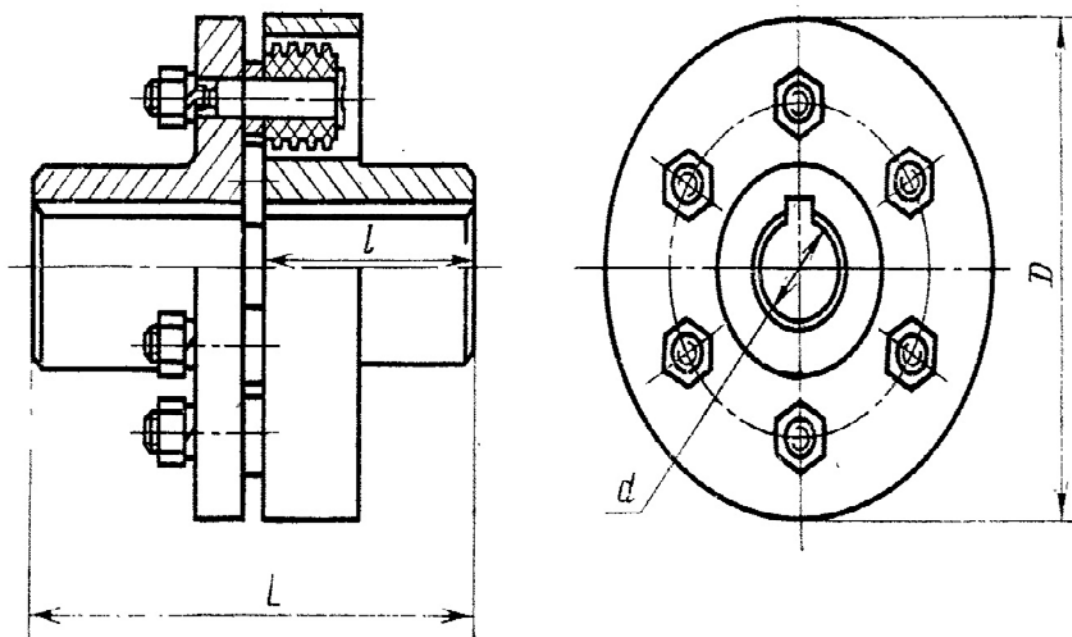


Рисунок 12- Муфта упругая втулочно-пальцевая с тормозным шкивом

L- длина в сборе, l-длина полумуфты, D- наружный диаметр ,d - внутренний диаметр

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

40

1.8 Выбор и проверка подшипников

Для вала под барабан выбираем шариковые радиально-упорные двухрядные подшипники ГОСТ 4252 - 75 [15].

Эти подшипники наиболее подходящие т.к. на барабан действует большая радиальная сила ,а так же осевая. Подшипники данного типа предназначены для восприятия данных нагрузок.

Подшипник 36210

$D_{\text{вн}} = 50 \text{ мм}$;

$D_{\text{нар}} = 90 \text{ мм}$;

$B_{\text{об}} = 20 \text{ мм}$;

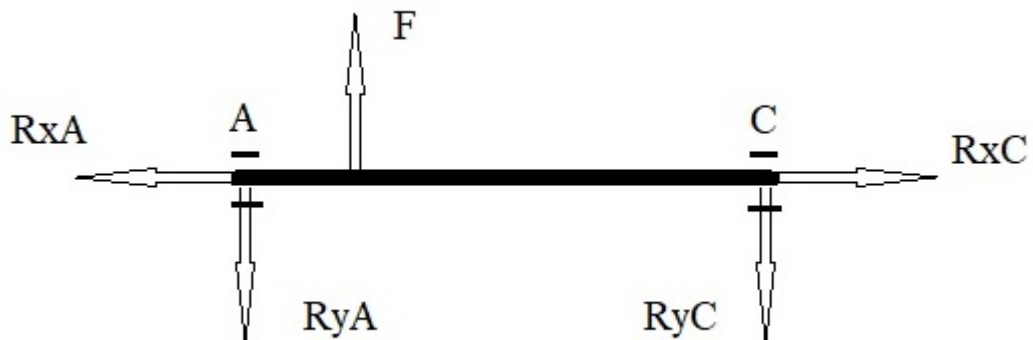
Грузоподъемность 33,9 кН.

Рассчитываем суммарные силы, действующие на подшипники в точках А и С, выявляя наиболее нагруженный подшипник:

$$F = R_y^2 + R_x^2, \quad (76)$$

где R_y - реакция в вертикальной плоскости ;

R_x - реакция в горизонтальной плоскости.



В точке А:

$$F_A = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Ax}^2} = 25002 + 3430,82 = 4245 \text{ Н.}$$

В точке С :

$$F_C = \sqrt{R_{Cy}^2 + R_{Cx}^2} = 25002 + 9312 = 2667,7 \text{ Н}$$

Наиболее нагруженный подшипник в точке А, расчёт буду вести по нему.

Рассчитываем эквивалентную динамическую нагрузку

$$R_E = V \cdot F_R \cdot K_\Sigma \cdot K_T, \quad (77)$$

где V - коэффициент вращения ;

F_R - радиальная нагрузка подшипника;

K_Σ -коэффициент безопасности;

K_T - температурный коэффициент .

$$R_E = 1 \cdot 4245 \cdot 1,2 \cdot 1 = 5094 \text{ Н.}$$

Рассчитываем расчётную грузоподъёмность подшипников

$$L_{гр} = R_E \cdot 573 \cdot \Omega \cdot L_H/108, \quad (78)$$

где Ω - окружная скорость;

L_H - требуемая долговечность подшипника для цилиндрического редуктора.

$$L_H \leq 5000$$

$$\Omega = \pi \cdot N/30, \quad (79)$$

где N - частота вращения барабана = 27,6 об/мин .

$$\Omega = 3,14 \cdot 27,6/30 = 2,9 \text{ рад/с.}$$

$$L_{гр} = 5094 \cdot 573 \cdot 2,9 \cdot 5000/108 = 9300,5 \text{ Н} = 9,3 \text{ кН.}$$

Рассчитываем долговечность подшипника

$$L_{10H} = 106 / \Omega \cdot 573 \cdot (L_{гр} / R_E)^3 \geq 10000 \text{ час,}$$

где $L_{гр}$ - грузоподъёмность подшипника .

$$L_{10H} = 106/2,9 \cdot 573 \cdot (33,9/5,094)^3 = 24212,9 \text{ час} > 10000 \text{ час.}$$

Делаем вывод ,что пригодность подшипников обеспечивается.

2 СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НАСТЕННОГО ПОВОРОТНОГО КРАНА

2.1 Назначение системы технического обслуживания и ремонта технологического оборудования

СТО и РТО предназначена для поддержания оборудования в рабочем состоянии, производить плановые ремонты в заранее установленные сроки, сокращать время простоя оборудования в ремонте, обеспечивать минимальные затраты при ремонтных работах.

СТО и РТО включают в себя:

1. Определение видов ТО и Р.
2. План и продолжительность ремонтных циклов
3. Определение категории ремонтной сложности
4. Нормативы трудоёмкости работ по ТО и Р.
5. Внедрение научной организации труда (НОТ)
6. Типовые нормы расхода материала

В СТО и РТО входят следующие виды плановых ремонтов:

1. ТО - техническое обслуживание:
 - ТО₁ - ежемесячное обслуживание
 - ТО₃ - квартальное обслуживание
 - ТО₆ - полугодовое обслуживание
 - ТО₁₂ - годовое техническое обслуживание
2. СР - средний ремонт
3. КР - капитальный ремонт

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

2.2 Определение категории ремонтной сложности и периодичность проведения СР и КР

Ремонтная сложность - это условный коэффициент, который показывает приспособленность оборудования к ремонту, характеризует конструктивные и технологические особенности оборудования.

Исходя из конструктивных и технологических особенностей настенного поворотного крана, принимаем категорию ремонтной сложности $R_m = 4$ и периодичность КР и СР с ТО

$$КР = 36 \text{ мес.}$$

$$СР = 12 \text{ мес.}$$

$$ТО = 3 \text{ мес.}$$

2.3 Составляем структуру ремонтного цикла

Определяем структуру ремонта цикла, последовательность проведения технического обслуживания и ремонта настенного консольно-поворотного крана:

$$КР - ТО_3 - ТО_3 - ТО_3 - СР - ТО_3 - ТО_3 - ТО_3 - СР - ТО_3 - ТО_3 - ТО_3 - КР$$

Определение трудоёмкости при проведении КР и СР трудоёмкость ремонтных работ.

Ремонтных работ, выполняемых ремонтным персоналом, чел • час.

$$T_{ср} = R_m (T_{ср} \cdot N), \quad (80)$$

$$T_{кр} = R_m (T_{кр} \cdot N), \quad (81)$$

где $T_{ср}$ и $T_{кр}$ - удельная трудоёмкость при проведении СР и КР;

N - количество ремонтов;

R_m - категория ремонтной сложности.

$$T_{ср} = 4 \cdot (23 \cdot 1) = 92 \text{ чел} \cdot \text{час.}$$

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$T_{кр} = 4 \cdot (33 \cdot 1) = 132 \text{ чел} \cdot \text{час.}$$

Рассчитываем длительность проведения КР и СР

$$D_{ср} = R_m \cdot T_{ср} / N, \quad (82)$$

$$D_{кр} = R_m \cdot T_{кр} / N, \quad (83)$$

где N - количество рабочих в бригаде;

$$T_{ср} = 3 \text{ чел};$$

$$T_{кр} = 4 \text{ чел.}$$

$$D_{ср} = 4 \cdot 23 / 3 = 24,8 \text{ часа} = 3 \text{ смены.}$$

$$D_{кр} = 4 \cdot 33 / 4 = 33 \text{ часа} = 4 \text{ смены.}$$

2.4 Рассчитываем перечень работ по СТО и РТО

Перечень работ при ТО:

ТО - это монтаж операций по поддержанием работоспособности или исправности оборудования при использовании его по назначению.

1. Внешний осмотр всех механизмов, подшипников, ограждений и креплений.
2. Осмотр состояния тормозов, замена колодок и регулировка.
3. Проверка износа отдельных деталей, узлов, канатов и крюков, соединительных муфт, барабанов, креплений.
4. Внешний осмотр доступных частей металлоконструкций.
5. Проверка исправности смазочных систем.
6. Проверка состояния открытых зубчатых передач.
7. Устранение мелких неисправностей.
8. Проверка действия всех механизмов.
9. Контроль правильности ведения записей в журналах приёмки и сдачи смен крановщиками.

Перечень работ при СР.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

СР - это ремонт, выполненный для восстановления неисправностей и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей.

1. Все работы, связанные с ТО.
2. Осмотр и замена изношенных деталей: канатов, подшипников, блоков, муфт.
3. Осмотр и замена шпоночных и болтовых соединений.
4. Замена отдельных узлов и их выверка (открытая зубчатая передача).
5. Ремонт и регулировка тормоза (колодочный тормоз).
6. Устранение дефектов металлоконструкции (покраска).
7. Вскрытие и осмотр отдельных узлов (редуктор червячный).
8. Выполнение предписаний органов надзора.
9. Ревизия блочной крюковой подвески.
10. Проверка правильности работы всех механизмов и устранение обнаруженных дефектов.
11. Замена смазки и смазочных систем.
12. Уточнение объёма работ на следующий ремонт.

Перечень работ при КР.

КР - это ремонт, выполняемый для полного восстановления оборудования с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые части.

1. Полная разборка и замена изношенных деталей и узлов механизмов (зубчатая передача, звёздочка, крюковая подвеска).
2. Ремонт металлоконструкций (осмотр и покраска балки колонны).
3. Полная замена всей смазки и ремонт смазочных систем.
4. Замена каната, ходовых колёс, блочной крюковой подвески.
5. Модернизация крюка.
6. Унификация деталей механизмов.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

7. Выполнение работ по предписанием органов надзора.
8. Замена открытых передач на редукторах (червяк и колесо).
9. Обкатка механизмов.
10. Покраска металлоконструкций.
11. Замена трафаретов, инструкций, подписей и указателей.

Наиболее изнашиваемые узлы и детали, их причины.

1. Износ подшипникового узла конструкции крепления крана
2. Износ катка тележки.
3. Износ подшипникового узла нижней опоры крана.
4. Износ грузоподъемного каната.
5. Износ поверхности грузоподъемного барабана.
6. Износ канатоведущего блока.
7. Износ подшипников под грузоподъемный барабан.
8. Износ открытой зубчатой передачи механизма поворота.

К причинам износа этих деталей относят: действие больших усилий и сил трения при подъеме груза, а также при повороте крана относительно своей оси.

Также к причинам износа следует отнести и качество сборки, скорость движения сопрягаемых деталей, характер и род смазки, качество обработки трущихся поверхностей.

К способам устранения можно отнести: своевременную смазку узлов и механизмов, а также регулярный осмотр деталей и механизмов.

Большинство ответственных деталей грузоподъемных механизмов восстановлением не подлежат, они бракуются и заменяются на новые: подшипники, канаты, крюки.

Детали подлежащие восстановлению: блоки, валы, муфты, звёздочки, металлоконструкции восстанавливаются сваркой поверхности, наращиванием поверхностей при помощи наплавки или сваркой, введением дополни-

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

тельных элементов. Восстановление при помощи обработки на новые ремонтные размеры производится крайне редко.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

3 ПОРЯДОК МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1 Порядок монтажа крана

Сначала выполняем сборку металлоконструкции, т.е., к колонне крепится консоль, предварительно смонтированную из швеллеров и уголков болтовыми соединениями.

В нижнюю часть колонны запрессовывается вал, уже с предварительно запрессованным на него зубчатым цилиндрическим колесом. Далее на верхнюю часть колонны запрессовывается вал с напрессованной на него рамой для крепления к стене.

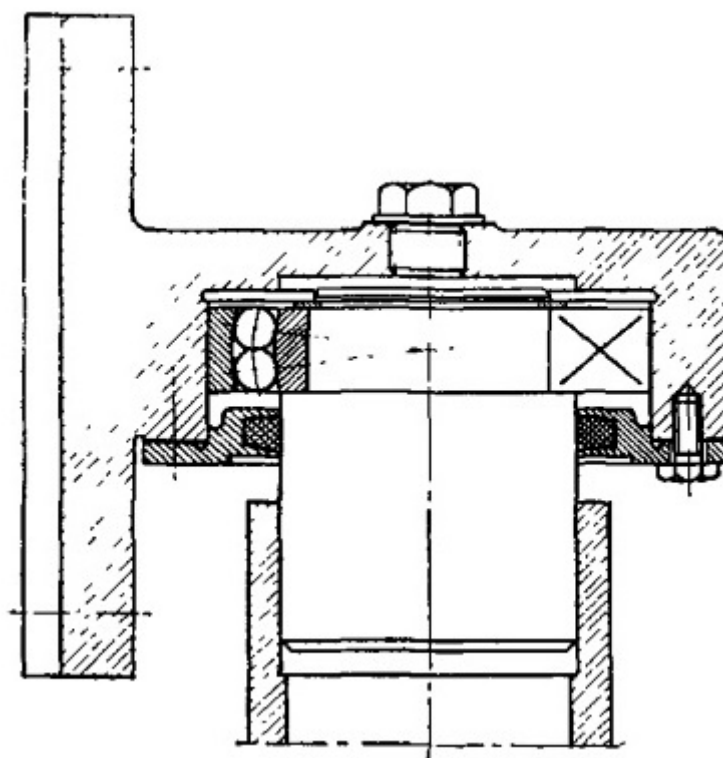


Рисунок 13 - схема установки верхней опоры крана

Затем, на заранее предусмотренную на стене площадку, крепится подпятниковая опора и жёстко крепят её на болты. Во внутрь опоры укладывается упорный подшипник 112.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

На вал, напрессованный на нижнюю часть колонны, напрессовывают подшипник 1312. Затем при помощи грузоподъемного устройства (лебёдки, автокран), поднимают и устанавливают колонну в опоре и крепят за раму к стене.

Затем устанавливают механизмы поворота, на вал напрессовывают цилиндрическую шестерёнку и выполняют регулировку и центрирование ручного привода.

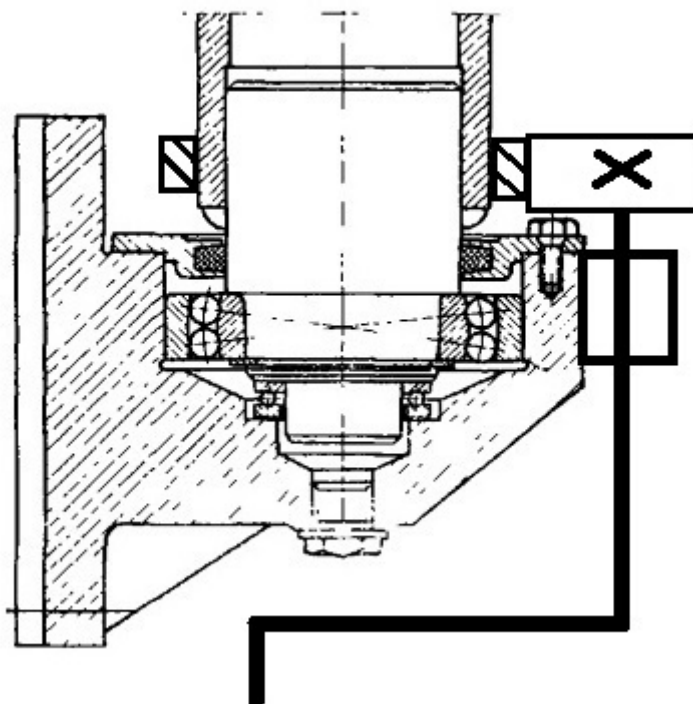


Рисунок 14 - Схема нижней опоры крана

Затем на консоли, на заранее установленной на ней площадке размещается грузоподъемный барабан. К нему через муфту крепится, заранее собранный, цилиндрический двухступенчатый горизонтальный крановый редуктор РМ -250. Вал редуктора, через муфту с тормозным шкивом, соединяется с электродвигателем.

Затем устанавливается колодочный тормоз, тормозным шкивом которого является муфта упругая втулочно-пальцевая с тормозным шкивом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

50

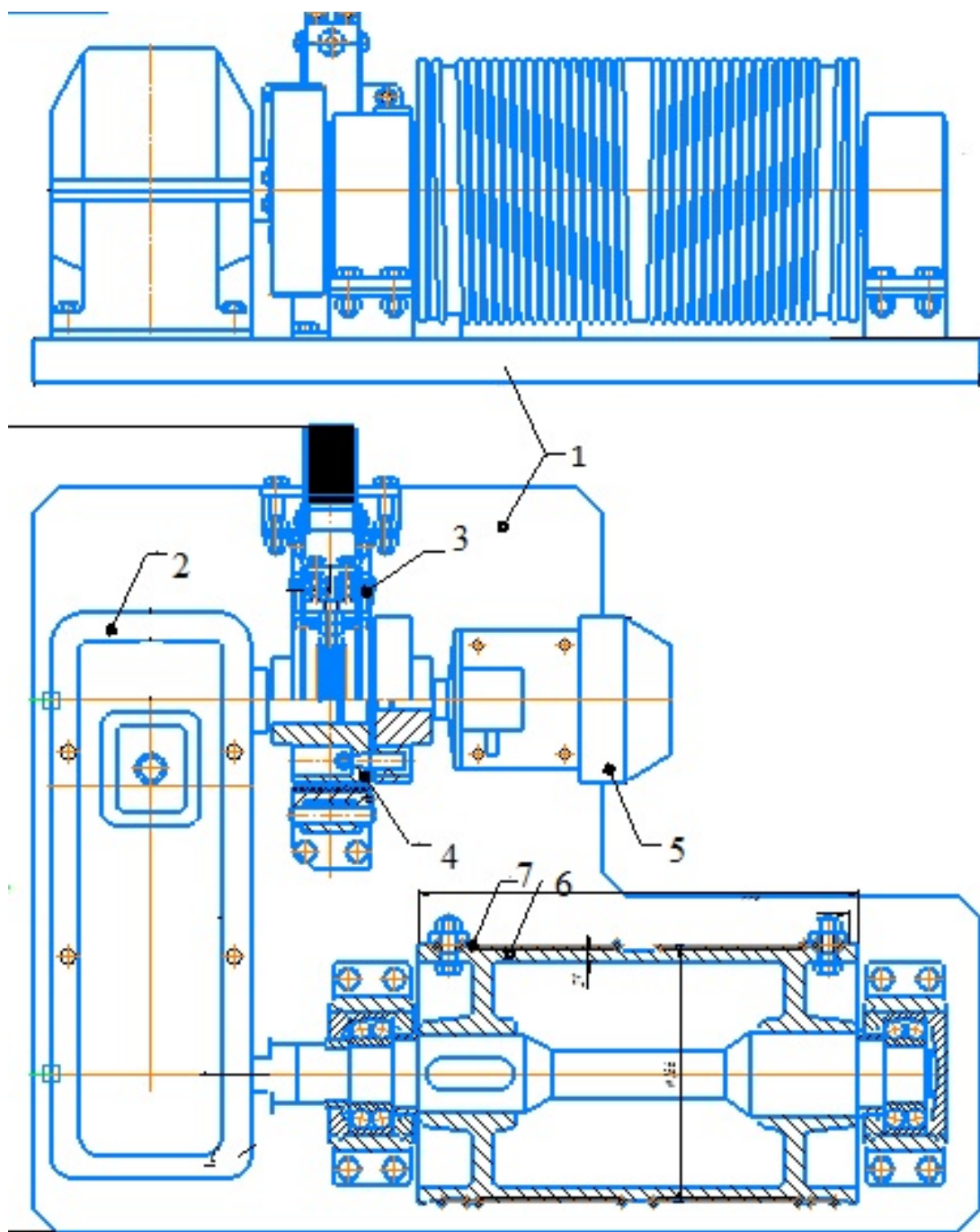


Рисунок 15 - Схема установки механизмов подъёма на площадке

1-площадка, 2- редуктор РМ-250 , 3-тормоз ТКТ -100, 4- муфта упругая втулочно-пальцевая с тормозным шкивом ,5- двигатель 4А80В8У3 ,6 -грузоподъёмный барабан ,
7-грузоподъёмный канат

Затем на консоль крана с помощью грузоподъёмного механизма закрепляют заранее собранную крановую тележку.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

51

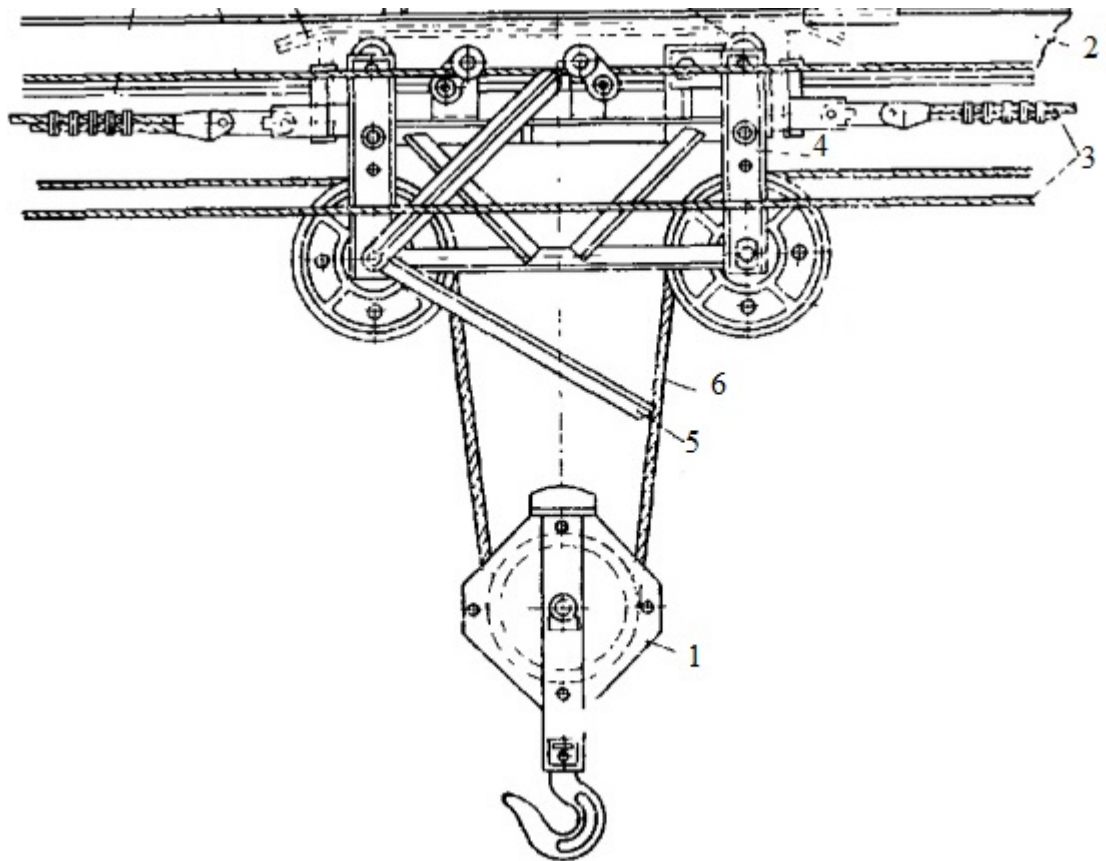


Рисунок 16- Схема крановой тележки

1- крюковая подвеска , 2 - балка ,3- трос передвижения тележки ,4 - крановая тележка ,5- ограничитель высоты подъёма ,6 - грузоподъёмный канат

Затем на консоли в предварительно закреплённые стойки устанавливается вал механизма перемещения ,на котором зафиксированы с натягом звёздочка и барабан.

Затем на металлоконструкции устанавливают канатные блоки.



Рисунок 17- Обводной канатный блок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

52

3.2 Карта смазки настенного поворотного крана

Карта смазки составляется исходя из условий работы узла, температурных режимов и нагруженности. Указывается периодичность вид и количество смазки.

Таблица 3 -Карта смазки настенного поворотного крана

№ Поз	Наименование узла	Сорт(вид) смазки	Кол-во смазки	Периодичность месяц
1	Редуктор РМ-250	И-Т-Д 460	1,6л	6
2	Механизм перемещения тележки	Консталин жировой УТ-1	1,5кг	6
3	Открытая зубчатая передача	Солидол жировой	0,1кг	1
4	Верхняя опора крана	Консталин жировой УТ-1	0,1кг	6
5	Подшипниковые узлы барабана	Консталин жировой УТ-1	0,1кг	6
6	Крюковая подвеска	Солидол жировой	0,05кг	1
7	Нижняя опора крана	Консталин жировой УТ-1	0,1кг	6

Выбор сорта масла.

Выбор сорта масла зависит от значения контактного напряжения в зубьях и фактической окружной скорости колёс.

На основании этих значений для редуктора РМ - 250 выбирается масло И-Т-Д 460. Это масло предназначено для смазывания тяжело нагруженных узлов. Оно обладает антиокислительными, антикоррозионными, противоизносными и противозадирными присадками. Кинематическая вязкость масла при 40 с находится в пределах от 41,4 до 506 мм /с.

Для открытой зубчатой передачи механизма поворота выбираем консистентную смазку солидол жировой. Этот тип смазки применяется при небольших окружных скоростях. Смазка наносится периодически, через определённый промежуток времени.

Для смазывания подшипников принимаем консталин жировой УТ- 1. Данный тип смазки является широко распространённым для смазывания подшипников работающих при небольших окружных скоростях. Эта смазка обладает хорошими пластичными свойствами.

Масло И-Т-Д - 460 - в год 3,2 кг.

Консталин жировой УТ -1 в год - 3,6 кг.

Солидол жировой - в год 1,8кг.

3.3 Порядок эксплуатации крана

До работы на кране допускаются лица достигшие 18 лет и имеющие соответствующий допуск на данный вид работ.

При работе на кране обязательным условием выполнение правил техники безопасности. Проведение ТО и ремонтов необходимо проводить в соответствии с технологической и конструкторской документацией.

Результаты частичного и полного ТО и результаты всех проведённых испытаний необходимо заносить в журнал по эксплуатации и ремонту крана.

КР проводится каждые 3 года, а СР проводится каждый год.

ТО проводится каждые 3 месяца, но независимо от этого необходимо проводить ежемесячное ТО и визуальный осмотр с устранением мелких дефектов.

Необходимо периодически проверять наличие смазки в трущихся частях и механизмах, а также надёжность ограждений и креплений металлоконструкций.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

4 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

4.1 Введение

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, возможности его прямого или опосредованного действия на организм, характера реагирования организма в зависимости от интенсивности и длительности воздействия данного фактора.

Производственные факторы являются частным случаем факторов окружающей человека среды обитания и человеческой деятельности, связанных и (или) порождаемых производственной и трудовой деятельностью.

Характер и результаты воздействия производственного фактора на жизнь и здоровье занятого трудом человека в каждом случае конкретны и многовариантны, а в ряде случаев и уникальны, и зависят от взаимодействия множества условий и обстоятельств. Построенные на этих множествах классификации зачастую не образуют иерархически вложенных друг в друга подмножеств, а являются в определенном смысле независимыми. Для упорядочения производственных факторов при их классификации должны быть использованы шкалы наименований и порядка, поскольку само по себе наименование производственного фактора (да еще краткое) не позволяет судить о его потенциале причинения вреда занятому трудом человеку.

Практика давно уже выявила и закрепила выделение из всей совокупности производственных факторов два наиболее важных и наиболее общих

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

типа неблагоприятно действующих производственных факторов - опасные производственные факторы (ОПФ) и вредные производственные факторы (ВПФ).

Сущностная основа такого выделения достаточно сложна и неоднозначна, поскольку одни факторы изначально являются неблагоприятными для человека, а другие, благоприятные или нейтральные в иных обстоятельствах, - лишь становятся ими при определенных условиях, меняя характер своего воздействия, причем до такой степени, что при определенных обстоятельствах вредные производственные факторы становятся опасными.

Полная характеристика потенциала причинения вреда производственным фактором включают в себя источник возникновения и форму существования, характер распространения, зону и условия воздействия, характер действия (длительность и интенсивность), природу воздействия на организм, возможные результаты воздействия. Все это требует более детальной классификации совокупности неблагоприятно действующих опасных и вредных производственных факторов.

Поскольку тяжесть последствий воздействия опасных производственных факторов, как правило, намного выше тяжести воздействия вредных производственных факторов, то опасные производственные факторы ставятся на первое место при перечислении, как требующие первоочередных мероприятий по защите от риска их воздействия.

Грузоподъемные механизмы должны содержаться и эксплуатироваться в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. и ГОСТ 12.0.003.-2015[16]

К управлению краном и такелажными работам могут быть допущены лица не моложе 18 лет, специально обученные и аттестованные в соответствии с указанными выше правилами и имеющие об этом отметку в удостоверении о проверке знаний.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Ремонт и обслуживание крана должен производить электротехнический персонал с группой не ниже III.

Электрический кран должен быть оборудован концевым выключателем для автоматической остановки механизма подъема грузозахватного органа, который устанавливается так, чтобы после остановки грузозахватного органа при подъеме без груза зазор между ним и упором был не менее 50 мм.

При подъеме груза доводить обойму крюка до концевого выключателя и пользоваться последним для автоматической остановки запрещается.

Электрический кран должен быть снабжен двумя тормозами: электромагнитным и грузоупорным. Коэффициент запаса торможения электромагнитного тормоза должен быть не менее 1,25, а грузоупорного 1,1.

Электрический кран должны быть оборудован ограничителем грузоподъемности и ограничителем нижнего положения крюковой подвески.

Перед пуском в работу, после капитального ремонта и периодически, но не реже 1 раза в год должно измеряться сопротивление изоляции электрооборудования крана мегомметром на напряжение 500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм. Электрооборудование крана, имеющее сопротивление изоляции менее 0,5МОм должно подвергаться сушке.

Кран должен подвергаться полному техническому освидетельствованию.

Грузоподъемные механизмы и грузозахватные приспособления должны быть снабжены табличками и бирками с указанием инвентарного номера, допустимой грузоподъемности и даты очередного освидетельствования.

Грузоподъемные машины должны изготавливаться по проектам специализированных организаций или специализированных заводов, в отдельных случаях только по согласованию с управлением округа Госгортехнадзора.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Грузоподъёмность и другие параметры должны соответствовать государственным стандартам.

Расчёт на прочность должен производиться по действительному режиму работы.

Механизмы грузоподъёмных машин, а именно механизм подъёма и вылета стрелы не должны допускать произвольного опускания груза и стрелы.

В узлах механизмов передающий крутящий момент применение прессовых посадок не допускается.

Неподвижные оси, служащие для опоры барабанов, блоков, вращающихся частей и деталей должны быть надёжно закреплены во избежание перемещений.

Болтовые, шпоночные и клиновые соединения должны быть предохранены от произвольного развинчивания или разъединения.

Металлоконструкции должны предохраняться от коррозии.

Передвижные и свободно стоящие стреловые краны должны быть устойчивы при работе и при нерабочем состоянии.

Реконструкция крана возможна только при согласии с заводом изготовителем.

Перед пуском какого либо механизма должен подаваться звуковой сигнал.

До работы на данном виде оборудования не допускаются люди, не прошедшие специального обучения, перечня инструкции и не имеющих соответствующего допуска к работе.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4.2 Требования безопасности перед началом работы.

До начала работы должен быть проведен инструктаж по ТБ. Перед пуском крана следует проверить наличие смазки во всех смазываемых точках, убедиться в правильности подключения кнопочных постов, в надежности включения и выключения магнитных пускателей. При смазке необходимо выполнить следующие требования:

- Полости подшипников заполнить смазкой, примерно на 2/3 объема;
- Редукторы заполнить смазкой на 1/3 объема.

Необходимо обеспечить свободное продвижение для лица, управляющего краном.

4.3 Требования безопасности во время работы.

При эксплуатации крана необходимо соблюдать требования:

- Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов;
- Правила устройства электроустановок.

Нельзя работать на неисправном и не имеющем необходимых ограждений кране. Не производить ремонт самостоятельно.

Надежно закреплять груз.

Масса и габариты груза должны соответствовать паспортным данным крана.

Место производства работ по подъему и перемещением грузов должно быть во время работы хорошо освещено. При недостаточном освещении места работы, сильном снегопаде, тумане, а также других случаях, когда лицо обслуживающее таль плохо различает сигналы стропальщика или перемещаемый груз, работа тали должна быть прекращена.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Подача электрического напряжения на грузоподъемный механизм от внешней электросети должна осуществляться с помощью вводного устройства, имеющего ручное или дистанционное управление для снятия напряжения.

Подъем груза, на который не разработаны схемы строповки, должен производиться в присутствии и под руководством работника, ответственного за безопасное проведение работ грузоподъемными кранами.

Грузы, подвешиваемые к крюку грузоподъемного механизма, должны быть надежно обвязаны канатами, чтобы во время их перемещения исключалось падение отдельных частей (досок, леса, труб и т.д.) и обеспечивалось устойчивое положение груза при перемещении. Стropовка длинномерных грузов должна выполняться двойным стропом, а в случае вертикального подъема - стропом с предохранительным зажимом.

В зоне перемещения грузов все проемы должны быть закрыты или ограждены и вывешены предупредительные знаки безопасности.

Груз при его перемещении в горизонтальном направлении должен быть предварительно поднят на 0,5 м и более выше встречающихся на пути предметов.

Опускать грузы разрешается на предварительно подготовленное место, где исключается их падение. Для удобства извлечения стропов на месте его остановки необходимо уложить прочные прокладки.

Опускать грузы на перекрытия, опоры и площадки без предварительного расчета прочности конструкций и перегружать их сверх допустимых нагрузок запрещается.

Оставлять груз в подвешенном состоянии, а так же поднимать и перемещать людей грузоподъемными механизмами, не предназначенными для их подъема запрещается. В случае неисправности механизма: когда нельзя опускать груз, место под подвешенным грузом должно быть ограждено и вывешены плакаты «Опасная зона», «Проход закрыт».

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Работа при выведенных из действия или неисправных приборах безопасности и тормозах запрещается. Производить одновременно подъем или опускание двух грузов, находящихся в непосредственной близости запрещается.

Перед подъемом груз необходимо приподнять на высоту не более 300 м для проверки правильности строповки, равномерности натяжения стропов, устойчивости грузоподъемного механизма и надежности действия тормозов, только после этого груз следует поднимать на требуемую высоту. Для исправления строповки груз должен быть опущен.

Подъем груза необходимо проводить плавно, без рывков и раскачивания не допуская его задевания и закручивания строп.

Отклонение грузового каната от вертикали при подъеме грузов допускается не более чем на 5 градусов. Все трущиеся части талей должны смазываться не реже одного раза в месяц.

При эксплуатации крана запрещается:

- Подтаскивание груза крюком или оттяжка поднимаемого груза
- Поднимать груз, вес которого превышает грузоподъемность крана;
- Производить быстрое переключение механизмов с прямого хода на обратный;
- Перетаскивать груз по полу;
- Находиться под поднятым грузом

Для обеспечения безаварийной работы крана необходимо:

- Эксплуатировать кран в заданном паспортном режиме работы;
- Своевременно производить осмотр и смазку крана;
- Контролировать затяжку болтовых соединений щек тележек, раскосов со связями, фиксаторов;
- Контролировать зазор между направляющими роликами концевых балок.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Каждый работник, если им самим не могут быть приняты меры по устранению нарушения правил и инструкций по технике безопасности, обязан немедленно сообщить администрации, о всех замеченных им нарушениях правил и инструкций, а также о представляющих опасность для людей неисправности машин, механизмов, приспособлений и инструментов, применяемых при работе.

4.4 Требования безопасности по окончании работ.

После окончания работы выключить все электродвигатели механизмов, привести в порядок рабочее место.

Убрать все приспособления, стропы, вспомогательные канаты, привести в порядок остальной инвентарь, инструмент.

Об окончании работы доложить руководителем работ.

По окончании работы о замеченных дефектах, а также о принятых мерах по их устранением сообщить ответственному лицу.

Привести в порядок спецодежду, очистить от пыли и грязи, принять душ.

4.5 Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При обнаружении неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, оснастки работу приостановить и принять меры к ее устранением. В случае невозможности или опасности устранения аварийной ситуации собственными силами сообщить ответственному лицу.

При ремонте крана и пусковых устройств на пусковом устройстве должен быть вывешен плакат : «Не включать — ремонт».

При появлении отклонений от нормальной работы крана немедленно остановить кран и сообщить ответственному лицу.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

При поражении электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от действия тока, соблюдая требования электробезопасности, оказать доврачебную помощь и вызвать работника медицинской службы, поставить в известность руководство.

При возникновении пожара сообщить в пожарную охрану по телефону, руководству и приступить к тушению.

При заболевании, получении травм, оказать доврачебную помощь сообщить в медицинское учреждение и мастеру.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

5 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Разработка урока по ремонту и монтажу настенного консольно-поворотного крана

В связи с установкой нового грузоподъёмного механизма на испытательном участке, для обслуживающего персонала предприятия АО «НПО Автоматики», был составлен инструктаж по ремонту и монтажу настенного консольно-поворотного крана.. Цель которого, передача информации о порядке монтажа и эксплуатации крана.

Данное занятие предназначено для работников ремонтного отдела предприятия.

КОНСПЕКТ ЗАНЯТИЯ

Тема занятия:

Ремонт обслуживание и эксплуатация настенного консольно-поворотного крана.

Тип занятия:

Комбинированный (формирование новых знаний, умений и закрепление навыков выполнения).

Методы обучения:

Словесные - беседа, рассказ, объяснение.

Наглядные - демонстрация слайдов, инструкций, схем.

Деятельность обучаемых: Репродуктивная

Цели занятия:

Образовательная - изучение порядка ремонта и эксплуатации крана.

Воспитательная - Воспитание ответственности за качество работ.

Оснащение занятия: Сборочный чертеж №1 конференц зал с доской, слайд №1 «Схема крана», слайд №2 грузоподъёмный механизм, слайд №3 карта смазки крана.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 4 - План-конспект занятия

Этапы урока затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществле- ния учебных действий
1-этап- Органи- зацион- ный этап 3 мин	<p>1-этап. Здравствуйтесь уважаемые сотрудники ремонтного отдела АО «НПО Автоматики», меня зовут Халиуллин Иван Манапович, сейчас мы сверимся со списком присутствующих и соблюдая тишину начнём инструктаж.</p> <p>Цель нашего урока, изучение инструкции по монтажу и эксплуатации настенного консольно-поворотного крана</p>	<p>Взаимное приветствие работников и инструктора, сосредоточить внимание работников, отметить присутствующих</p>
2- этап - выявле- ние це- ли уро- ка 5 мин	<p>2-этап Итак, предприятие АО «НПО Автоматики» провело механизацию погрузочно-разгрузочных работ посредством установки настенного консольно-поворотного крана на участке испытаний, в связи с этим, необходимо провести инструктаж по монтажу и эксплуатации нового крана.</p> <p>Я проведу вам занятие, целью которого является объяснение основных этапов работы с данным краном в процессе его монтажа и эксплуатации</p>	<p>Объясняем цель и задачи преследуемые данным уроком, сформировать понятие данного занятия</p>
3- этап - Лекци- онная часть 34 мин	<p>3-этап Одной из важнейших задач любого предприятия является правильное использование оборудования и содержание его в постоянном рабочем состоянии, так как это на прямую влияет на производительность всего предприятия в целом. Любая поломка или несвоевременное проведение ТО приводит к большим задержкам и повышением нагрузки на рабочих.</p> <p>Объектом нашего урока является настенный консольно-поворотный кран грузоподъемностью 2,5 т, участвующий в погрузочно-разгрузочных работах на участке испытательной лаборатории, Слайд №1.</p> <p>В связи с ростом заказов, увеличения объёма погрузочно-разгрузочных работ, возникла необходимость установки подъёмного крана с грузоподъемностью до 2,5 т, высотой подъёма груза до 6 м и вылета стрелы до 4,5м.</p>	<p>Рассказываем вводную часть, актуализируем значимость технически исправного состояния оборудования предприятий. Показываем слайд №1</p>  <p>Слайд 1 - схема крана 1- грузоподъемный механизм 2- механизм передвижения тележки 3- крановая тележка 4- крюковая подвеска 5- цепь 6- площадка и</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Инженерами АО «НПО автоматики» был произведён расчёт и изготовление данного крана. Составлен порядок монтажа и технического обслуживания крана.

На данном слайде представлена схема настенного консольно-поворотного крана.

Сначала производим сборку металлоконструкции, т.е., к колонне крепим консоль, заранее смонтированную из швеллеров и уголков болтовыми соединениями.

Следующее действие запрессовка валов в верхнюю и нижнюю части колонны, затем установка элементов механизма поворота крана и его центрацию.

Затем с помощью грузоподъёмного устройства (лебёдки, автокран), поднимают и устанавливают колонну в опоре и крепят за раму к стене.

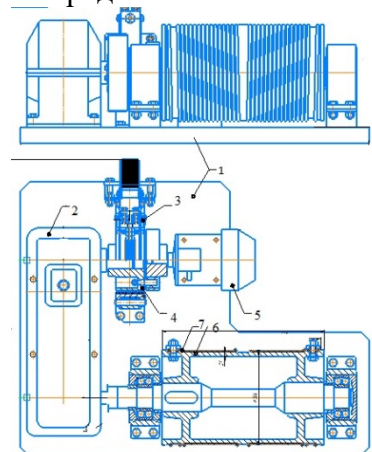
На втором слайде продемонстрирована схема сборки площадки грузоподъёмного механизма.

На консоли, на заранее размещённой на ней площадке устанавливается грузоподъёмный барабан. К нему через муфту крепится, заранее собранный, цилиндрический двухступенчатый горизонтальный крановый редуктор РМ -250. Вал редуктора через муфту с тормозным шкивом соединяется с электродвигателем. Затем устанавливается колодочный тормоз, тормозным шкивом которого является муфта упругая втулочно-пальцевая с тормозным шкивом.

Затем на консоль крана с помощью грузоподъёмного механизма устанавливают заранее собранную крановую тележку

металлоконструкции 7- колонна
8-балка

Показываем слайд №2 Рассказываем порядок с состав монтажа



Слайд 2 - Схема установки механизмов подъёма на площадке

1-площадка, 2- редуктор РМ-250 , 3-тормоз ТКТ -100, 4- муфта упругая втулочно-пальцевая с тормозным шкивом ,5- двигатель 4А80В8У3 ,6 -грузоподъёмный барабан ,7-грузоподъёмный канат

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04.509 ПЗ

Лист

66

Теперь перейдём к техническому обслуживанию и эксплуатации крана .

Первостепенной вашей задачей является своевременное проведение технического обслуживания крана согласно СТО и РТО. Предназначено для поддержания оборудования в рабочем состоянии, производить плановые ремонты в заранее установленные сроки, сокращать время простоя оборудования в ремонте, обеспечивать минимальные затраты при ремонтных работах.

На слайде №3 представлена карта смазки крана, внимательно её изучите.

До работы на кране допускаются лица достигшие 18 лет и имеющие соответствующий допуск на данный вид работ.

При работе на кране обязательным условием выполнение правил техники безопасности. Проведение ТО и ремонтов необходимо проводить в соответствии с технологической и конструкторской документацией.

Результаты частичного и полного ТО и результаты всех проведённых испытаний необходимо заносить в журнал по эксплуатации и ремонту крана.

КР проводится каждые 3 года, а СР проводится каждый год.

ТО проводится каждые 3 месяца, но независимо от этого необходимо проводить ежемесячное ТО и визуальный осмотр с устранением мелких дефектов.

Необходимо периодически проверять наличие смазки в трущихся частях и механизмах, а также надёжность ограждений и креплений металлоконструкций

Показываем слайд №3- карта смазки крана, рассказываем порядок эксплуатации крана.

№ Поз	Наименование узла	Сорт(вид) смазки	Кол-во смазки	Периодичность месяц
1	Редуктор РМ-250	И-Т-Д 460	1,6л	6
2	Механизм перемещения тележки	Консталин жировой УТ-1	1,5кг	6
3	Открытая зубчатая передача	Солидол жировой	0,1кг	1
4	Верхняя опора крана	Консталин жировой УТ-1	0,1кг	6
5	Подшипниковые узлы барабана	Консталин жировой УТ-1	0,1кг	6
6	Крюковая подвеска	Солидол жировой	0,05кг	1
7	Нижняя опора крана	Консталин жировой УТ-1	0,1кг	6

4-этап
Подведение итогов, ответы на вопросы
3мин

4-этап
Сегодня с вами мы изучили порядок монтажа и эксплуатации настенного консольно-поворотного крана.
Урок окончен, благодарю за внимание, если есть вопросы, прошу задавать.

Благодарю за внимание, отвечаем на вопросы .Прощаюсь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Вывод

На основании выполнения данного дипломного проекта , было составлено занятие, целью которого является инструктаж работников ремонтного отдела предприятия АО НПО "Автоматика" по теме «Ремонт, монтаж и эксплуатация настенного консольно-поворотного крана».

Этот инструктаж необходим, в связи с установкой нового грузоподъёмного оборудования ,раннее не использованное на участке испытательной лаборатории.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте решены поставленные задачи, по механизации погрузочно-разгрузочных работ , на участке испытательной лаборатории предприятия АО «НПО Автоматики", в частности:

- Определён тип транспортируемого груза, в частности грузоподъёмность крана.
- Определён вид консольно-поворотного крана
- Произведён расчёт по разделам 1.1 ; 1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 1.5 ; 1.6 ; 1.7 ; 1.8
- Разработан порядок монтажа и эксплуатации крана
- Составлен план технического обслуживания и ремонта крана

Установка разработанного нами настенного консольно- поворотного крана с электрическим приводом подъёма груза и ручными приводами передвижения крановой тележки ,ручным приводом механизма поворота крана , приведёт к повышением производительности и эффективности труда на участке , а так же способствует облегчением труда работников лаборатории.

Поэтому подъемно - транспортное оборудование в настоящее время превратилось в один из основных решающих факторов, определяющих эффективность производства. Правильный выбор подъемно - транспортного оборудования влияет на нормальную работу и высокую продуктивность производства.

Считаю , что цель и задачи проекта достигнуты.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины. – М.: Изд-во. МГТУ, 2003.- 552с.
2. Иванченко Ф.К. и др. расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. Киев: Вища школа, 1988. 3. Ремизович Ю.В. Грузоподъемные машины. Методические указания. Ю.В.Ремизович.-Омск,изд.СибАДИ,2010.-85с.
4. Невзоров Л. А. Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов : учебник/Л.А.Невзоров.-4-е.изд.,стер.-М.:Академия,2006.-448с
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М. 2000 г.
6. Тайц В. Г. Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин : учебное пособие/ Г. Тайц. -М.: Академкнига, 2005. -383 с
7. ГОСТ 3070- 88. Канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6х19 (1+6+12)+1 о.с. Сортамент. Введен 30.06.1990 .Москва: Изд-во стандартов, 1988. 15с.
- 8.ГОСТ 6627-74. Крюки однорогие. Заготовки. Типы. Конструкция и размеры. Введен 16.06.1974.М.: Издательство стандартов, 1993.12с.
- 9.ГОСТ 3079-80. Канат двойной свивки типа ТЛК-О конструкции 6х37(1+6+15+15)+1 о.с. Сортамент. Введен 01.01.1982. М.: Издательство стандартов, 1982.14с.
10. ГОСТ 2319-81.Цепи круглозвенные и тяговые нормальной прочности. Общие технические условия.Введён 01.01.1981.М.: Издательство стандартов1981 9.с
11. ГОСТ 8732 - 78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные сортамент. Введён 01.01.1979. М.: Издательство стандартов1978.18с.
- 12.ГОСТ 8240 - 72. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент.Введён 01.01.1972. Москва: Изд-во стандартов,1972. 13с.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

13. ГОСТ 23360 -78 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки. Введён 01.01.1980. Издательство стандартов, 2005. 7с.

14. ГОСТ 21424-75. Муфты упругие втулочно-пальцевые. Основные параметры. Габаритные и присоединительные размеры. Введён 26.12.75. М. Издательство стандартов, 1975. 12с.

15. ГОСТ 4252-75 (СТ СЭВ 4946-84) Подшипники шариковые радиально-упорные двухрядные. Основные размеры Введён 01.01.1997.М. Издательство стандартов, 1990. 12с.

16. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введён 01.03.2017.М.Издательство Стандартиформ 2015.10 с.

					44.03.04.509 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов:

№	Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов
1	Общий вид настенного консольно-поворотного крана	44.03.04.509. 01	A1	1
2	Грузоподъёмный механизм	44.03.04.509.02	A1	1
3	Колодочный тормоз	44.03.04.509.03	A1	1
4	Стандартные части	44.03.04.509.04	A1	1
5	Основные расчётные формулы	44.03.04.509.05	A1	1
6	Разработка урока	44.03.04.509.06	A1	1