Содержание

Введение

1.Расчет механизма подъёма груза

Рассчитать механизм подъема груза электрического мостового крана грузоподъемностью Q = 5т для перегрузки массовых грузов. Скорость подъема груза г = 0,2м/с. Высота подъема Н = 6м. Режим работы – средний, ПВ = 25% (группа 4 режима работы по табл.1.8.[1]).

Принимаем механизм подъема со сдвоенным двукратным полиспастом (табл.2.2.[1]).

Усилие в канате, набегающем на барабан:



где

Q – номинальная грузоподъемность крана, кг;

z – число полиспастов в системе;

uг – кратность полиспаста;

- общий КПД полиспаста и обводных блоков:



где

 - КПД полиспаста;

 - КПД обводных блоков.

Коэффициент полезного действия полиспаста, предназначенного для выигрыша в силе (концевая ветвь сбегает с подвижного блока):

;

Поскольку обводные блоки отсутствуют, где  то



;

Расчетное разрывное усилие в канате при максимальной нагрузке на канат:



где

Fk – наибольшее натяжение в канате (без учета динамических нагрузок), Fк = Fб = 12386 Н;

к – коэффициент запаса прочности. к =5,5 из табл.2.3[1].



С учетом данных табл.2.5[1] из табл.III.1.1 выбираем по ГОСТ 2688 – 80 канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции  диаметром d =11 мм, имеющий при маркировочной группе проволок 1764 МПа разрывное усилие F=68800 Н.

Канат грузовой (Г), первой марки (1), из проволоки без покрытия ( - ), нераскручивающаяся (Н) согласно (2.1[1]) обозначается:

Канат - 11 – Г – I – Н – 1764 ГОСТ 2688 – 80 .

Фактический коэффициент запаса прочности каната:





Требуемый диаметр барабана по средней линии навитого стального каната (см.(2.9)[1]) D = 11∙25 = 275 мм. Принимаем диаметр барабана D = 300мм.

По табл.III.2.5[1] выбираем подвеску крюкового типа 1 грузоподъемностью 5т, имеющую блоки диаметром 320 мм с расстоянием между блоками b = 200 мм.

Длина каната, навиваемого на барабан с одного полиспаста:



где

Н – высота подъема груза;

z1 – число запасных витков на барабане до места крепления, z1 =2;

z2 – число витков каната, находящихся под зажимным устройством на барабане, z2 = 3.



Рабочая длина барабана для навивки каната с одного полиспаста:



где

Lk – длина каната, навиваемого на барабан;

t – шаг витка по табл.2.8[1] t = 13,5 ;

m – число слоев навивки m =1;

φ – коэффициент неплотности навивки; для нарезных барабанов φ =1.



Приняв расстояние между правой и левой нарезками на барабане равным расстоянию между ручьями блоков в крюковой обойме, т.е. l = b = 0,2 м, найдем полную длину барабана:



Минимальная толщина стенки литого чугунного барабана:



где

Dб – диаметр барабана; Dб = D – d = 0,3 – 0,011 = 0,289 м.



Принимаем δ =14 мм.

Приняв в качестве материала барабана чугун марки СЧ 15(σв = 650 МПа; [σсж] = 130 МПа), находим напряжение сжатия в стенке барабана:







Статическая мощность двигателя механизма подъема груза:

;

где

η – КПД механизма по табл.1.18[1], при зубчатой цилиндрической передаче и опорах качения η = 0,85.



С учетом указаний из табл. III.3.5[1] выбираем крановый электродвигатель с фазным ротором MTF 211-6, имеющий при ПВ = 25% номинальную мощность Pном = 9кВт и частоту вращения n = 915 мин -1. Момент инерции ротора Iр = 0,115 кг∙м2, максимальный пусковой момент двигателя Тмах = 195 Н∙м.

Частота вращения барабана :



где

Dрасч – расчетный диаметр барабана, Dрасч = D = 0,3 м.



Передаточное число привода:





Расчетная мощность редуктора:



где

кр - коэффициент, учитывающий условия работы редуктора, кр = 2,2 (табл.1.34[1]).

Р – наибольшая мощность, передаваемая редуктором при нормально протекающем процессе работы механизма, Р = Рс = 11,54 кВт.



Из табл.III.4.2[1] по передаточному числу и мощности выбираем редуктор цилиндрический горизонтальный двухступенчатый типоразмера Ц2 – 400 с передаточным числом uр = 41,34 и мощностью на быстроходном валу при среднем режиме работы Рр = 28,1 кВт.

Момент статического сопротивления на валу двигателя в период пуска:





Номинальный момент, передаваемый муфтой, принимается равный моменту статических сопротивлений .

Номинальный момент на валу двигателя:





Расчетный момент для выбора соединительной муфты:



где

 - номинальный момент, передаваемый муфтой;

к1 – коэффициент, учитывающий степень ответственности механизма, к1 = 1,3;

к2 - коэффициент, учитывающий режим работы механизма, к2 = 1,2.



Из табл.III.5.9[1] выбираем ближайшую по требуемому крутящему моменту упругую втулочно-пальцевую муфту № 1 с тормозным шкивом диаметром Dт = 200 мм и наибольшим передаваемым крутящим моментом 500 Н∙м.

Момент инерции муфты Iм = 0,125 кг∙м2. Момент инерции ротора двигателя и муфты I =Iр+ Iм =0,115+0,125 = 0,24 кг∙м2.

Средний пусковой момент двигателя:



где

ψmax – Тmax / Тном – максимальная кратность пускового момента электродвигателя: ;

ψmin – минимальная кратность пускового момента электродвигателя, ψmin  = 1,4;



Время пуска при подъеме груза:

;



Фактическая частота вращения барабана:





Фактическая скорость подъема груза:





Эта скорость отличается от ближайшего значения 0,2 м/с из стандартного ряда на 7%, что допустимо.

Ускорение при пуске:

;

.

Поскольку график действительной загрузки механизма подъема не задан, воспользуемся усредненным графиком использования механизма по грузоподъемности (рис.1.1,а [1]). Определим моменты, развиваемые двигателем, и время его пуска при подъеме и опускании груза в различные периоды работы механизма. Согласно графику, за время цикла механизм будет работать с номинальным грузом Q = 5000 кг – 1 раз, 0,5Q = 2500 кг – 5 раз, с грузом 0,2Q = 1000 кг – 1 раз, с грузом 0,05Q = 250 кг – 3 раза.

Таблица 1 Моменты, развиваемые двигателем, и время его пуска

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Обозначение | Еденица | Результаты расчёта при массе поднимаемого груза, кг | | | |
| 5000 | 2500 | 1000 | 250 |
| КПД | η | ----- | 0,85 | 0,8 | 0,65 | 0,5 |
| Натяжение каната у барабана при подъеме груза | Fб | Н | 12386 | 6579 | 3239 | 1053 |
| Момент при подъеме груза | Тс | Н∙м | 106,25 | 53,125 | 21,25 | 5,3125 |
| Время пуска при подъеме | tП | с | 0,86 | 0,43 | 0,172 | 0,043 |
| Натяжение каната у барабана при опускании груза |  | Н | 12140 | 6070 | 2428 | 607 |
| Момент при опускании груза |  | Н∙м | 74,5 | 37,25 | 14,9 | 3,726 |
| Время пуска при опускании | tоп | с | 0,2 | 0,1 | 0,04 | 0,01 |

Средняя высота подъема груза составляет 0,5…0,8 номинальной высоты

H = 6м. Примем Нср = 0,8Н = 0,8∙6 = 4,8м.

Тогда время установившегося движения





Сумма времени пуска при подъеме и опускании груза за цикл работы механизма ∑tП = 0,86 + 5∙0,43 + 1∙0,172 + 3∙0,043 + 0,2 + 5∙0,1 + 1∙0,04 + 3∙0,01 = = 3,881 с.

Общее время включений двигателя за цикл ∑t = 2(1+5+1+3)tу + ∑tП  = 2∙10∙24+3,881 = 483,88 с.

Среднеквадратичный момент:



.

Среднеквадратичная мощность двигателя:



.

Условие Рср < Рном соблюдается 4,4кВт < 9 кВТ.

Момент статического сопротивления на валу двигателя при торможении механизма :





Необходимый по нормам Госгортехнадзора момент, развиваемый тормозом, при kТ = 1,75 для среднего режима работы (табл.2.9[1]) ТТ = 74,9∙1,75 = 131,075 Н∙м.

Из таблицы III.5.11[1] выбираем тормоз ТКТ-300/200 с тормозным моментом 240 Н∙м, диаметром тормозного шкива DТ = 300 мм. Регулировкой можно получить требуемый тормозной момент ТТ = 131,075 Н∙м.

Время торможения при опускании груза:





Из табл. 1.22[1] для среднего режима работы находим путь торможения механизма подъема груза:





Время торможения в предположении, что скорости подъема и опускания груза одинаковы, то :





Замедление при торможении:



