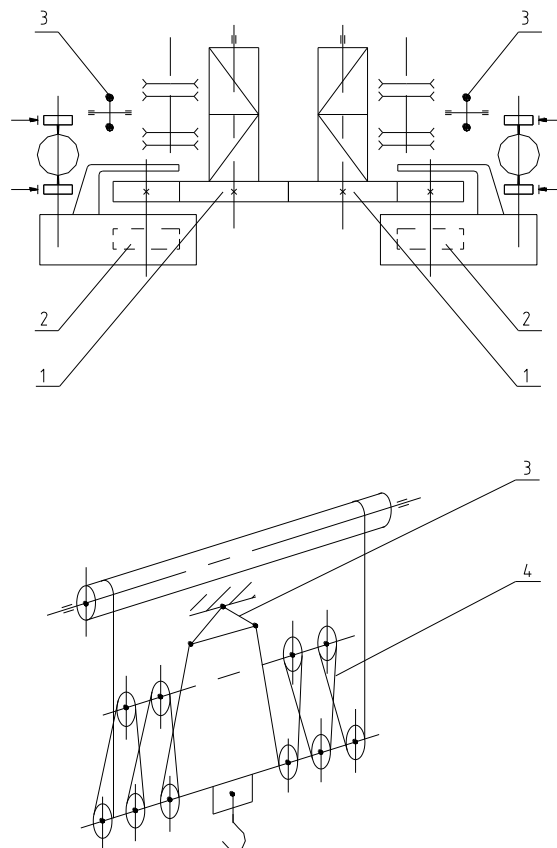


## Пример выполнения контрольной работы по дисциплине «Специальные ПТМ»

Задача 1 Определить мощность одного двигателя механизма главного подъема литейного крана при поднимании номинального груза  $Q$  со скоростью  $v_n$ .

Конструкция и особенности расчета механизма главного подъема литейного крана



1 - зубчатые венцы, которые находятся между собой в зацеплении и жестко связанные с барабанами; 2 - зубчатые колеса с храповыми устройствами; 3 - уравнивательные рычаги; 4 - сдвоенный канатный полиспаст большой кратности  $m=10...12$

### 3.1 Особенности конструкции механизма

1 Механизм оборудован двумя двигателями, которые повышают надежность его работы. При выходе из порядка одного двигателя разливания должно быть законченное при одном исправном двигателе. Чаще всего

применяют двигатели постоянного тока последовательного нарушения, которые

имеют  $\Psi_{\text{MAX}}$ ,  $\Psi_{\text{MAX}} = \frac{M_{\text{MAX}}}{M_{\text{H}}} = 4,5 \dots 5,5$  (коэффициент перегрузки)

2 С барабаном жестко соединенные зубчатые венцы 1, что находясь между собой в зацеплении, обеспечивают синхронный или подъем опускания обеих литейных крюков, т.е. исключается наклон ковша даже при разных механических характеристиках двигателя (наклон ковша возможный в случае разной вытяжки канатов одного и второго полиспастов).

3 Вместо уравнительных блоков в каждом их двух сдвоенных полиспастов установлены уравнительные рычаги 3, что исключают падение ковша при обрыве одной области полиспаста.

4 Установленные 4 тормоза, каждый с какой должен удерживать номинальный вес груза.

5 На тихоходных валах каждого редуктора установлены храповые устройства, которые выравнивают нагрузки между двигателями и обеспечивают работу одним двигателем

6 Грузовые каната с металлическим или асбестовым сердечником

Особенности расчета

1 Определение грузоподъемности на канатах

$$Q_{\text{КАН}} = Q_{\text{H}} + m_{\text{ТР}} + m_{\text{КР}} + m_{\text{КАН}},$$

где  $m_{\text{ТР}}$  – масса траверсы;

$m_{\text{КР}}$  – масса крюков;

$m_{\text{КАН}}$  – масса канатов;

$Q_{\text{H}} = Q_{\text{ГР}}$  – номинальная грузоподъемность крана, например  $Q_{\text{H}} = 630 \text{ т}$ ;

$$Q_{\text{КАН}} = (1,12 \dots 1,14) Q_{\text{H}}$$

2 Выбор каната

Канат с металлическим или асбестовым сердечником выбирается по общепринятой методике, но проверяется на аварийный случай, когда происходит обрыв одной области в одном из двух сдвоенных полиспастов.

$$S_{MAX} = \frac{Q_{КАН} \cdot g}{n_{КАН} \cdot \eta_{МЕЕ}} = \frac{Q_{КАН} \cdot g}{2U_{ПОЛ} \cdot 2\eta_{МЕЕ}},$$

простых полиспастов      сдвоенных полиспастов  
в одном сдвоенном

Избранный канат проверяют на аварийную ситуацию

$$S_{AB} = 2S_{MAX};$$

$$n_{AB} = \frac{P_{РАЗР}^{КАТАЛ}}{S_{AB}} \geq [n] = 2,5...3,$$

$n_{AB}$  – аварийный запас прочности каната

3 Определение необходимой мощности одного двигателя

$$P_1 = (0,65...0,7) \frac{Q_{КАН} \cdot g \cdot V_{П}}{\eta_{МЕЕ}}, \text{ кВт}$$

где  $Q_{КАН}$ , т  $V_{П}$ , м/с

Мощность одного двигателя механизма главного подъема литейного крана при поднимании номинального груза  $Q = 400$  т со скоростью  $v_n = 0.2$  м/с вычисляется по формуле

$$P = (0.65..0.7) \cdot \frac{Q_{кан} \cdot g \cdot v_{п}}{\eta_{мех}} = 0.7 \cdot \frac{504 \cdot 9.81 \cdot 0.2}{0.85} = 814.3 \text{ кВт}$$

где  $Q_{кан}$  – усилие на канат,

$$Q_{кан} = Q + m_{тр} + m_{кр} + m_{кан} = 400 + 36 + 20 + 48 = 504 \text{ т}$$

здесь  $m_{тр}$  – масса траверсы,  $m_{тр} = 36$  т;

$m_{кр}$  – масса крюка,  $m_{кр} = 20$  т;

$m_{кан}$  – масса канатов,  $m_{кан} = 0.12 \cdot Q = 0.12 \cdot 400 = 48$  т

Задача 2 Определить момент опрокидывания козлового крана от сил инерции, действующей на груз при торможении крана, если масса груза  $Q$ , ускорение торможения  $a_t$ , расстояние от ребра опрокидывания до оси барабана  $h$ .

Устойчивость козловых кранов проверяют на опрокидывание в продольном и поперечном направлениях относительно кранового пути с учетом ветровой нагрузки при торможении и сил инерции. Различают стойкость крана рабочего и нерабочего состояния.

Степень устойчивости крана выражают коэффициентом устойчивости, который представляет собой отношение моментов, которые удерживают кран от опрокидывания, к моментам сил, которые его опрокидывают

$$K_{yc} = \frac{M_{уд}}{M_{опр}}$$

Устойчивость рабочего состояния крана вдоль пути

Рассматривается наиболее опасный случай, когда при срабатывании конечных выключателей кран может осуществить наезд на тупиковые упоры при движении с номинальной скоростью. Наезд крана на упоры рассматривается как случай резкого торможения, при котором происходят как упругие, так и остаточные деформации металлоконструкции крана, буферов и самих упоров.

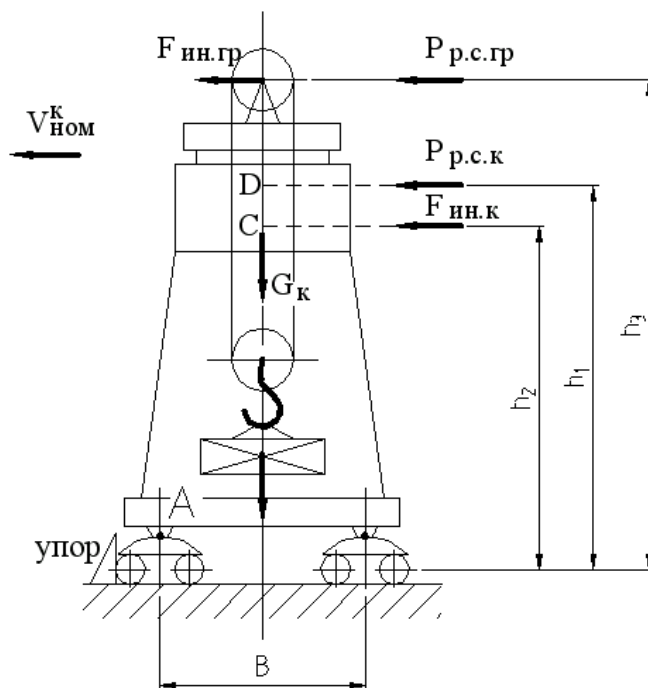


Рисунок - Схема сил, которые действуют на кран в рабочем состоянии, при определении стойкости крана вдоль пути.

т.С - центр веса крана;

т.D - центр подветренной площади крана;

т.А - ребро перебрасывания;

Время торможения определено экспериментально и путем математического моделирования и принято  $t=0,5...0,8$ с при  $V_{НОМ}^K = 15...30$  м / мин.

$$F_{ИН.i} = m_i \cdot a_{К.Т.},$$

где  $a_{К.Т.}$  – ускорение при торможении;

$$a_{К.Т.} = \frac{V_{НОМ}^K}{t_T},$$

где  $k$  - поправочный коэффициент, который учитывает рост номинальной скорости под действием ветра,  $k=1,1...1,3$

$$a = \frac{15 \cdot 1,3}{60 \cdot 0,5} = 0,65 \text{ м/с}^2; a = \frac{30 \cdot 1,3}{60 \cdot 0,8} = 0,81 \text{ м/с}^2$$

Вследствие отклонения груза на канатах под действием некоторых сил перебрасывания крана будет происходить под действием этих сил, но приложенных по оси барабана

$F_{ИН.К.}$ ,  $F_{ИН.ГР}$  – силы инерции крана и груза;

$G_K$  и  $G_{ГР}$  – вес крана и груза;

$P_{Р.С.К.}$ ,  $P_{Р.С.ГР}$  – максимальная ветровая нагрузка рабочего состояния на кран и груз.

Коэффициент стойкости

$$K_{УС.РС} = \frac{M_{уд}}{M_{ОПР}} = \frac{(G_K + G_{ГР}) \cdot 0,5B}{P_{Р.С.К.} \cdot h_1 + F_{ИН.К} \cdot h_2 + (F_{ИН.ГР} + P_{Р.С.ГР}) \cdot h_3} \geq 1,15$$

Устойчивость нерабочего состояния крана вдоль пути

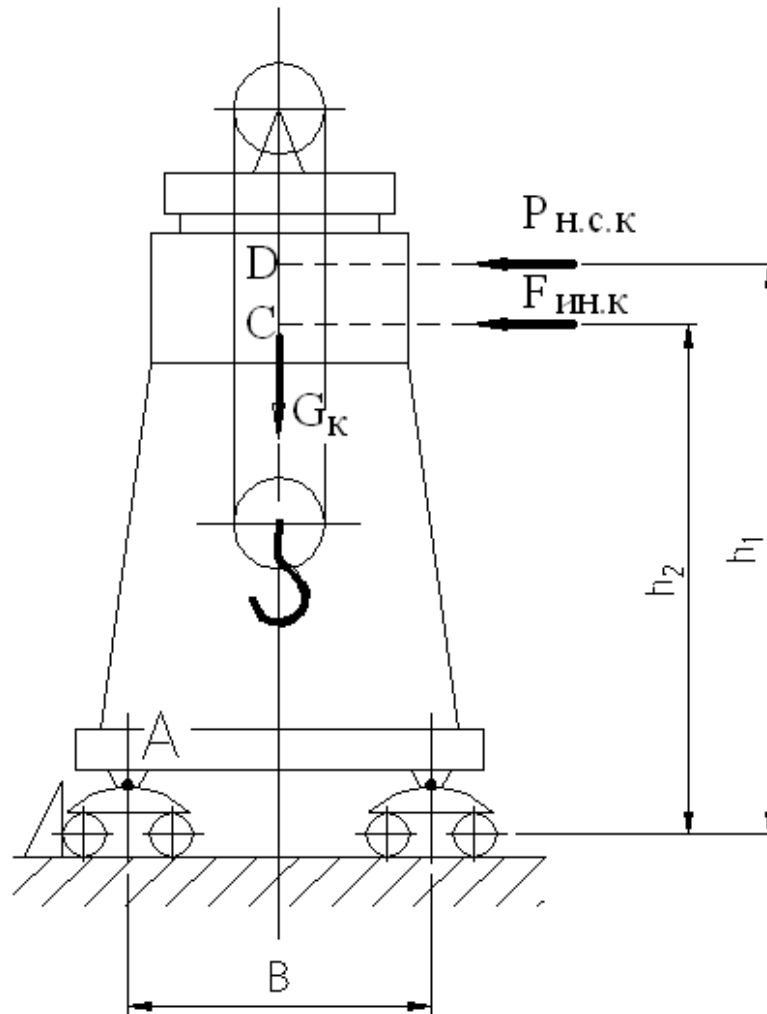


Рисунок - Схема сил, которые действуют на кран в нерабочем состоянии, при определении устойчивости крана вдоль пути.

$$K_{у.н.с} = \frac{M_{уд}}{M_{опр}} = \frac{G_K \cdot 0,5B}{P_{H.C.K.} \cdot h_1 + F_{ин.к} \cdot h_2} \geq 1,15$$

где  $P_{H.C.K.}$  – максимальная ветровая нагрузка нерабочего состояния, которая действует на кран;

$F_{ин.к} \text{ н.с.}$  – сила инерции крана нерабочего состояния.

В нашем случае необходимо вычислить момент опрокидывания козлового крана от сил инерции, действующей на груз при торможении крана, если масса груза  $Q = 100$  т, ускорение торможения  $a_t = 0.15$  м/с, расстояние от ребра опрокидывания до оси барабана  $h = 32$  м.

Момент опрокидывания определим по формуле

$$M = Q \cdot a_t \cdot h = 100 \cdot 0.15 \cdot 32 = 480.0 \text{ кН} \cdot \text{м}$$