

ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТРОЙСТВ

Электроприводы кранов, подъемников периодического действия и экскаваторов



Технологический процесс состоит из ряда повторяющихся однотипных циклов.

Основные механизмы установок имеют реверсивный ЭП, рассчитанный на работу в интенсивном **повторно - кратковременном** режиме. В каждом рабочем цикле имеют место пуски, реверсы, торможения.



Подъемные краны

- это грузоподъемные устройства для вертикального и горизонтального перемещения грузов на небольшие расстояния.

Основные типы кранов

- мостовые краны;
- козловые краны;
- порталные краны;
- башенные краны.



Мостовые краны

Являются наиболее массовыми грузоподъемными машинами на промышленных предприятиях.

Устройство мостового крана - это одно- или двухбалочный мост и грузовая тележка, которая по нему перемещается. На мосту и на тележке размещается электрооборудование и основные узлы и механизмы.

Передвижение моста (несущей конструкции) осуществляется по рельсам подкранового пути.

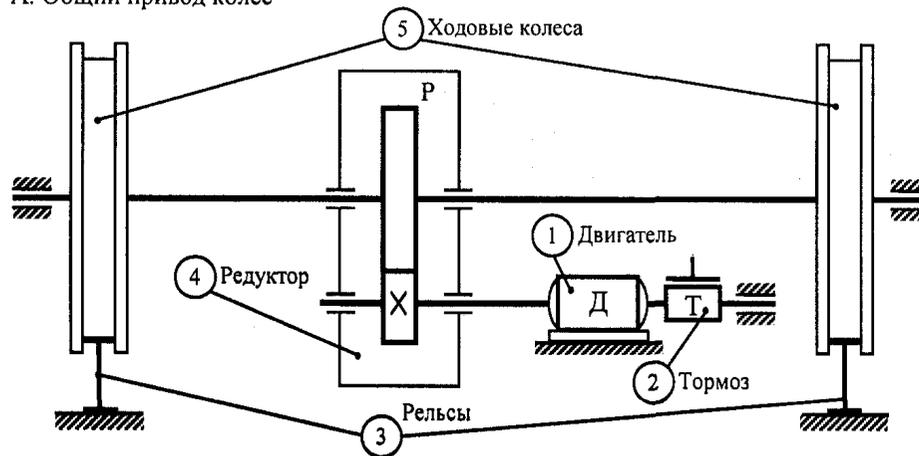


Однотипными узлами всех кранов являются:

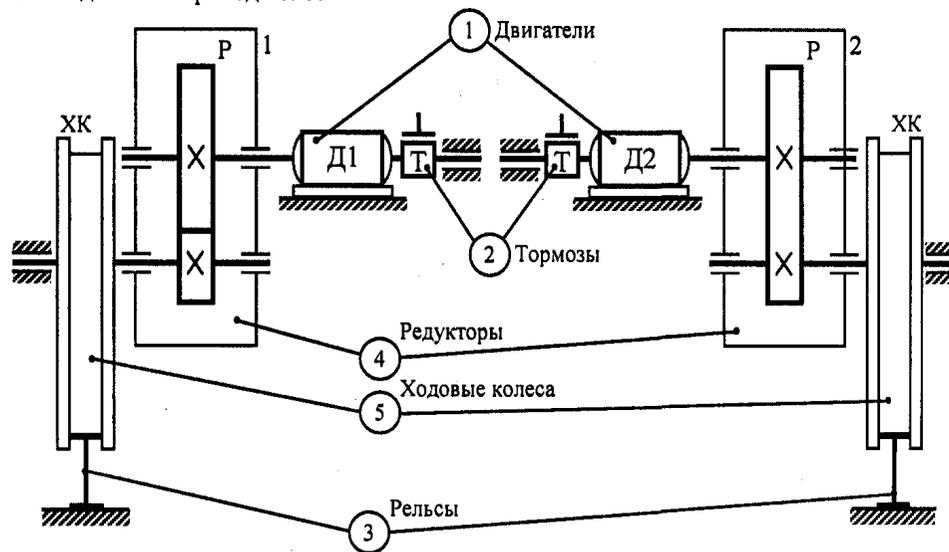
- механизм передвижения моста;
- механизм передвижения тележки;
- механизм подъема и опускания груза.

Кинематическая схема механизма передвижения

А. Общий привод колес



Б. Раздельный привод колес



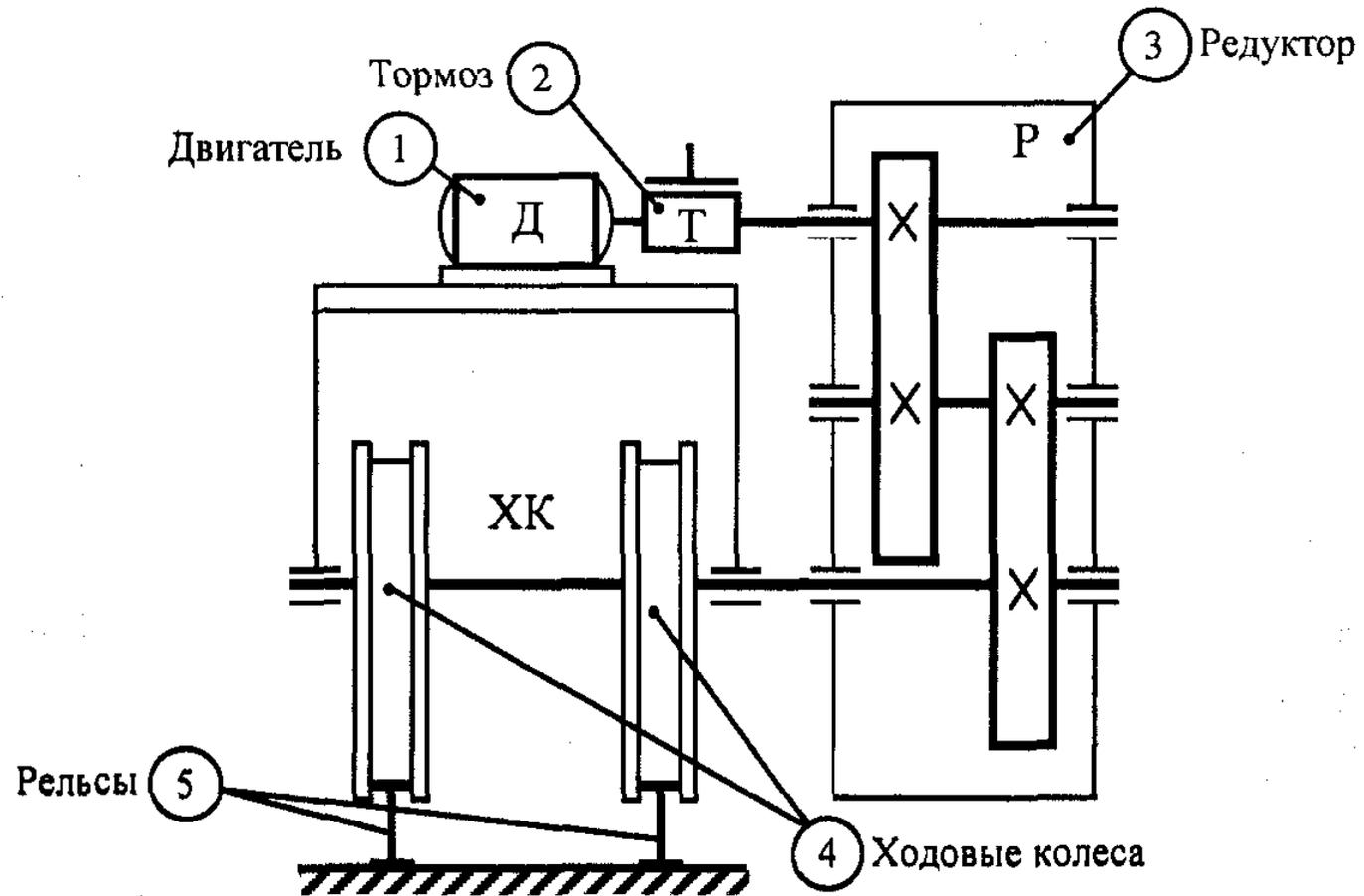
Механизм подъема и спуска груза размещен на крановой тележке. Состоит из приводного ЭД, трансмиссионных валов, горизонтального редуктора и грузовых тросов с барабаном для намотки.



Передвижение осуществляется вдоль моста по проложенным рельсам на 4 ходовых колесах.



Кинематическая схема механизма передвижения тележки

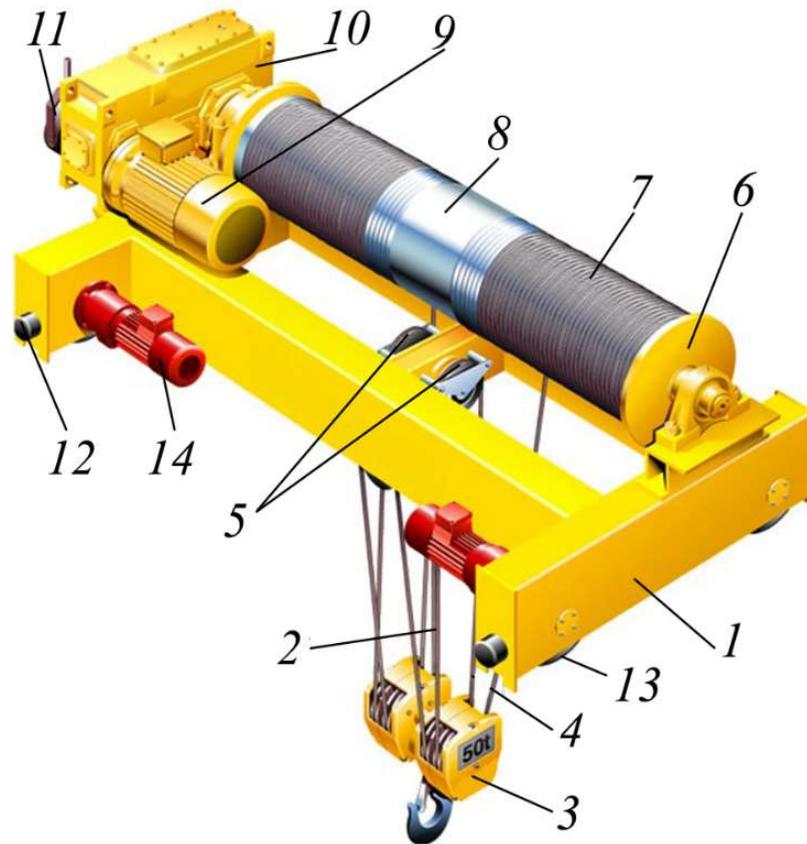


На однобалочных кранах устанавливают таль или тельфер, двухбалочный кран оснащают грузовой тележкой.

Таль или **тельфер** – подвесное грузоподъемное устройство с ручным или механическим приводом (обычно электрическим). **Таль с электрическим приводом (тельфер)** представляет собой лебедку с редуктором, электродвигателем, барабаном, тормозом и крюковой подвеской.

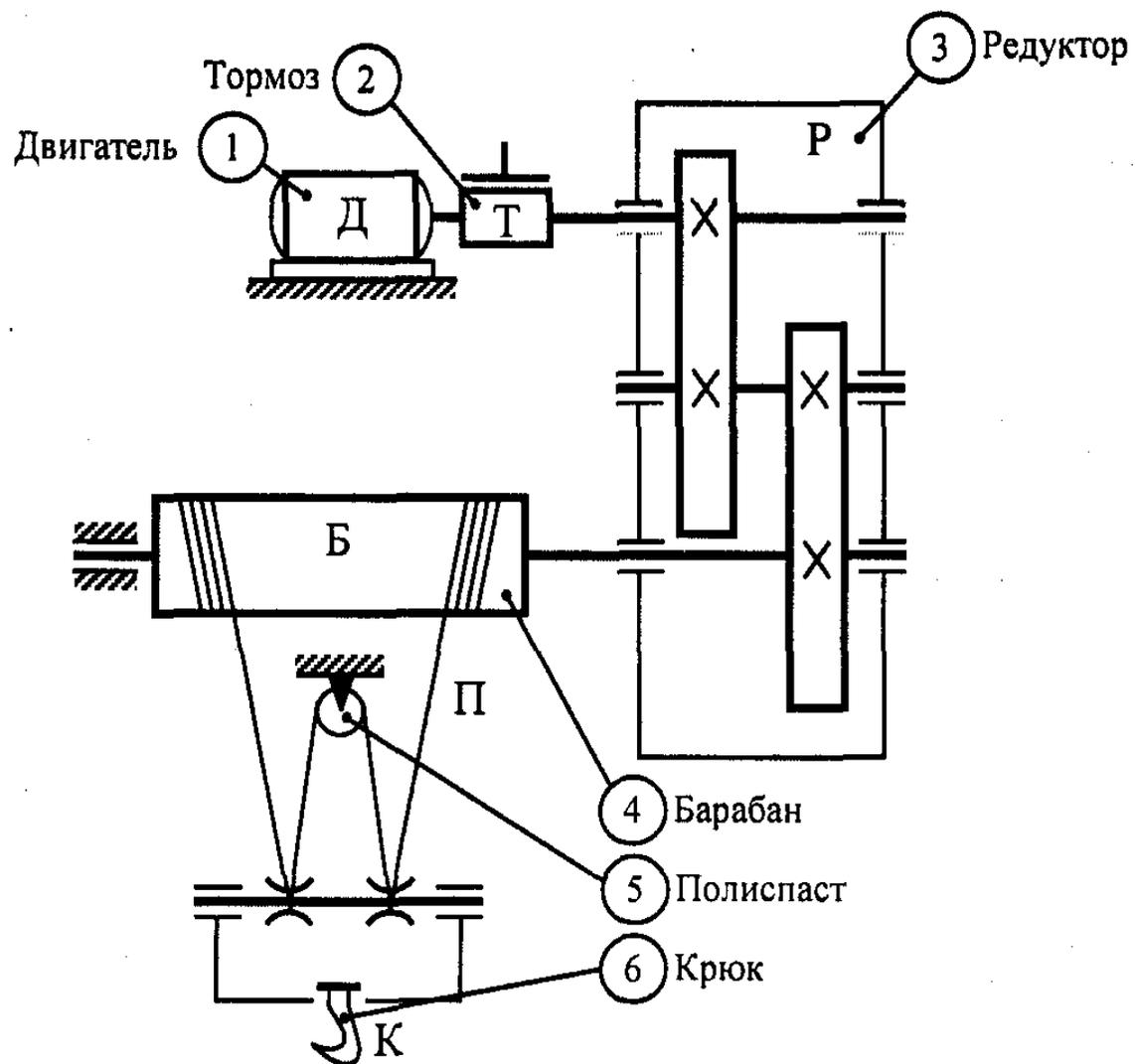


Подъемная лебедка барабанного типа



Тележка состоит из металлоконструкции 1 на которой закреплены: полиспаст 2 (крюковая подвеска 3, система ветвей каната 4, уравнивательные блоки 5, барабан 6); 9 – ЭД; 10 – редуктор; 11 – колодочный тормоз; 12 – демпферы; 13 – ходовые колеса; 14 – мотор-редукторы.

Кинематическая схема механизма подъема



По грузоподъемности мостовые краны условно делятся на малые (от 5 до 10 т), средние (от 10 до 25 т) и крупные (более 50 т). На тележках мостового крана грузоподъемностью более 15 т устанавливается два механизма подъема: главный – для подъема тяжелых грузов с малой скоростью и вспомогательный – для подъема легких грузов с большой скоростью.

Вызвано это тем, что подъем легких грузов тяжелым крюком не выгоден, так как производительность не высокая, а расход электроэнергии увеличен.

Номинальная скорость подъема груза для кранов общего назначения не превышает 0,25 м/с, номинальная скорость механизмов передвижения может достигать 1,7 м/с.

В зависимости от вида грузозахватывающего устройства различают крюковые и магнитные грейферные краны. Магнитно-грейферные краны предназначены для перегрузки ферромагнитных, а также кусковых и сыпучих грузов. Электромагнит используется для захвата ферромагнитных грузов, а двухчелюстной грейфер – для сыпучих.

На тележке грейферного крана обычно устанавливаются две лебедки, одна из которых служит для закрывания грейфера. Подъем закрытого грейфера осуществляется обеими лебедками. На мосту крана на одном рельсовом пути могут устанавливаться две или три тележки.



Управление механизмами крана - из кабины оператора-крановщика, в которой установлены контроллеры или командоконтроллеры. Для выхода на мост из кабины предусмотрен верхний люк, так как кабина размещена справа под мостом. Аппаратура управления и резисторы расположены на мосту.



Пульт с радиуправлением осуществляет управление краном по каналу радиосвязи и не связан с краном проводами.

Электрооборудование

Основное оборудование

- ✓ ЭД переменного тока;
- ✓ системы управления – контроллеры, контакторы, реле управления, магнитные пускатели, рубильники и прочая аппаратура, позволяющая осуществлять управление ЭД;
- ✓ электромагниты, электрогидравлические толкатели и другие устройства, обеспечивающие работу стопорных тормозов;
- ✓ автоматические выключатели, предохранители, реле тока и другие устройства электрической защиты;
- ✓ ограничители грузоподъемности, ограничители движения в крайних положениях и другие устройства механической защиты.



Вспомогательное оборудование

- ✓ дополнительное осветительное оборудование;
- ✓ приборы звуковой сигнализации;
- ✓ приборы обогрева (электродогрев в кабине управления краном);
- ✓ измерительная аппаратура

Электропитание механизмов

Подвод электропитания к элементам крана может осуществляться двумя способами: троллейными линиями или гирляндными кабельными системами.

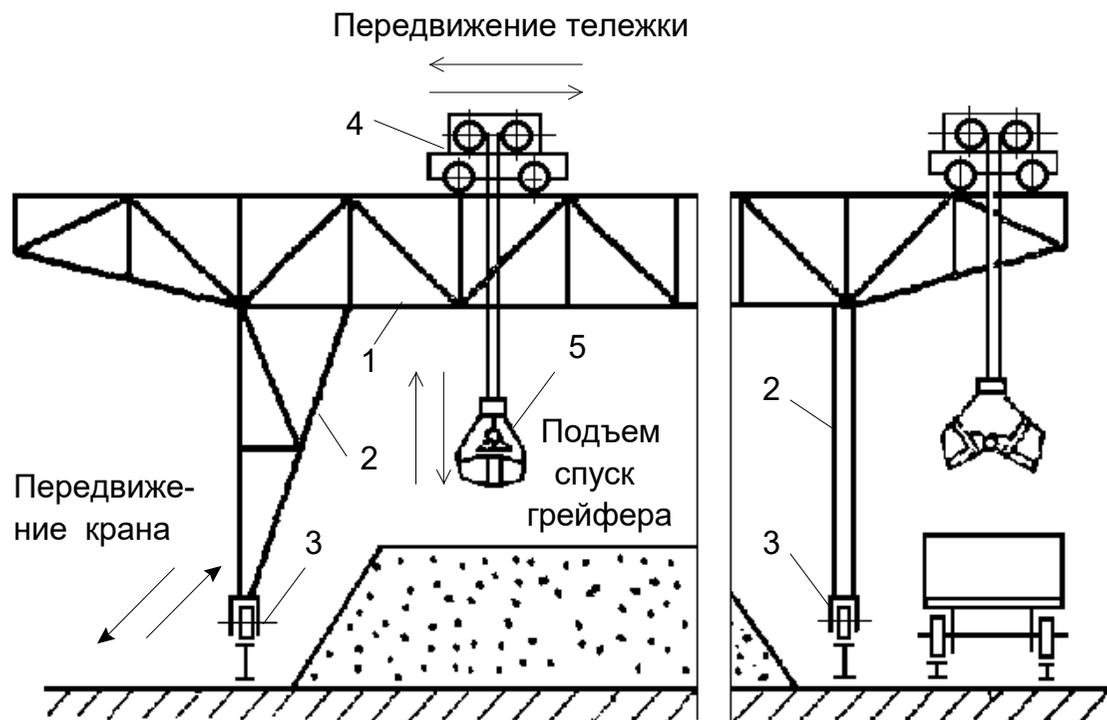


Преимущества мостовых кранов:

- ✓ высокая грузоподъемность (спецзаказ до 50 и более тонн);
- ✓ высокая точность и маневренность грузоподъемных работ;
- ✓ полная безопасность работников в рабочей зоне;
- ✓ экономичность из-за малых рисков потенциального ущерба груза;
- ✓ высокая окупаемость и долговечность.

Козловые краны

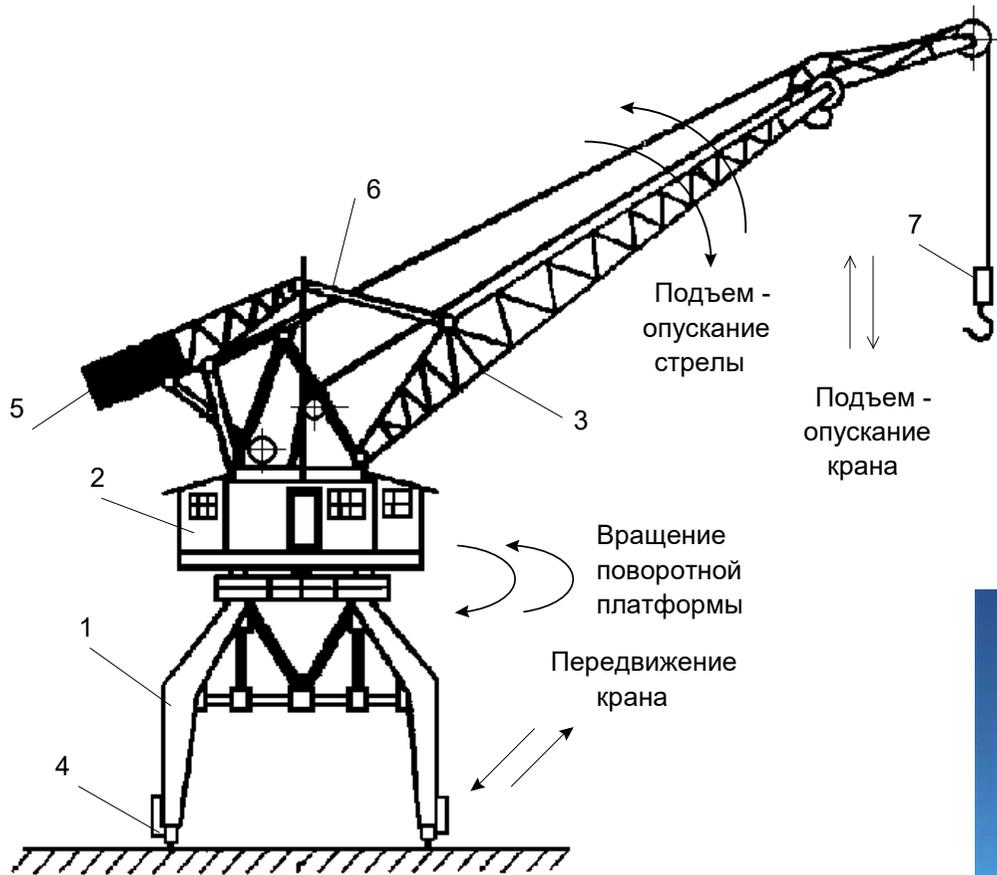
- это краны мостового типа, использующие в качестве опор, на которых размещен мост, специальные конструкции – козлы, перемещающиеся по рельсам.



- 1 – стальная конструкция моста; 2 – подвижные опоры;
3 – ходовые тележки; 4 – тележка;
5 – грузозахватывающее устройство.

<https://yandex.ru/video/preview/?filmId=4418674973339519165&noreask=1&parent-reqid=1583221328978497-818736615784931561800252-man1-0686&path=wizard&text=%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%2B%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%2B%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0&url=http%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DMm9fihl3TNQ>

Портальные краны



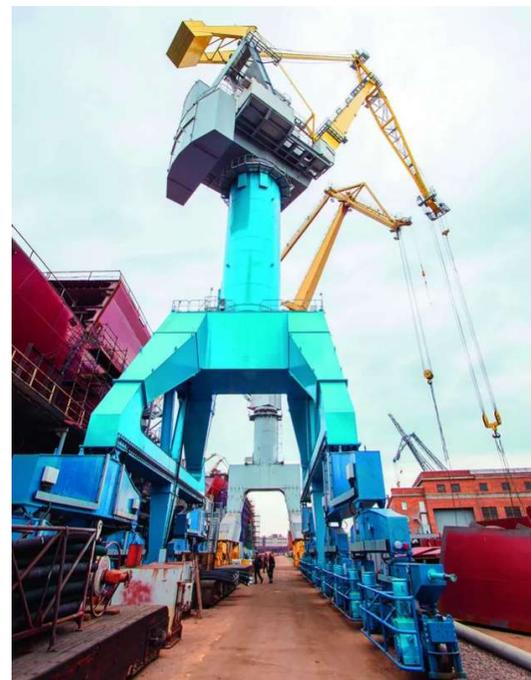
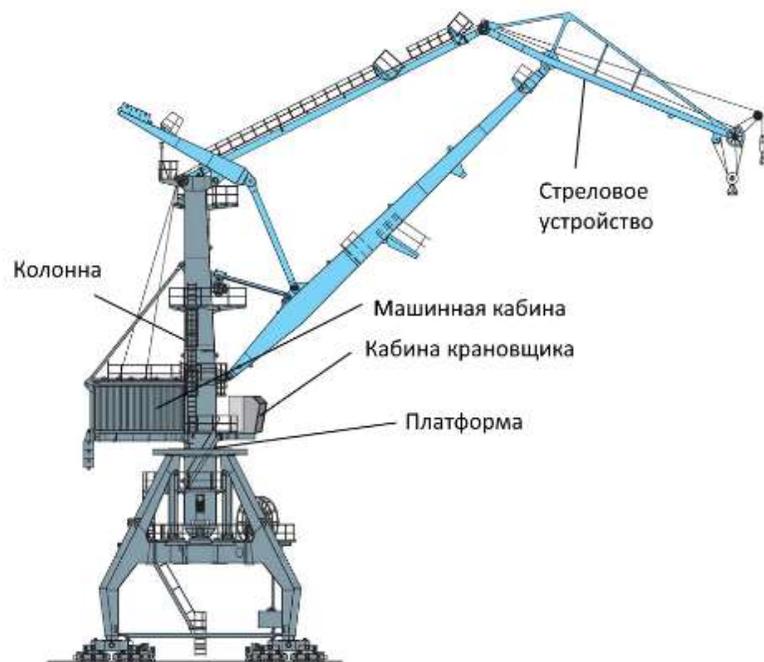
- 1 – портал
- 2 - поворотная платформа
- 3 - угол наклона стрелы крана
- 4 - ходовые тележки
- 5 - подвижный противовес
- 6 - рычаг
- 7 - крюк

Портал - площадка на широко раздвинутых опорах, катающихся по рельсам.



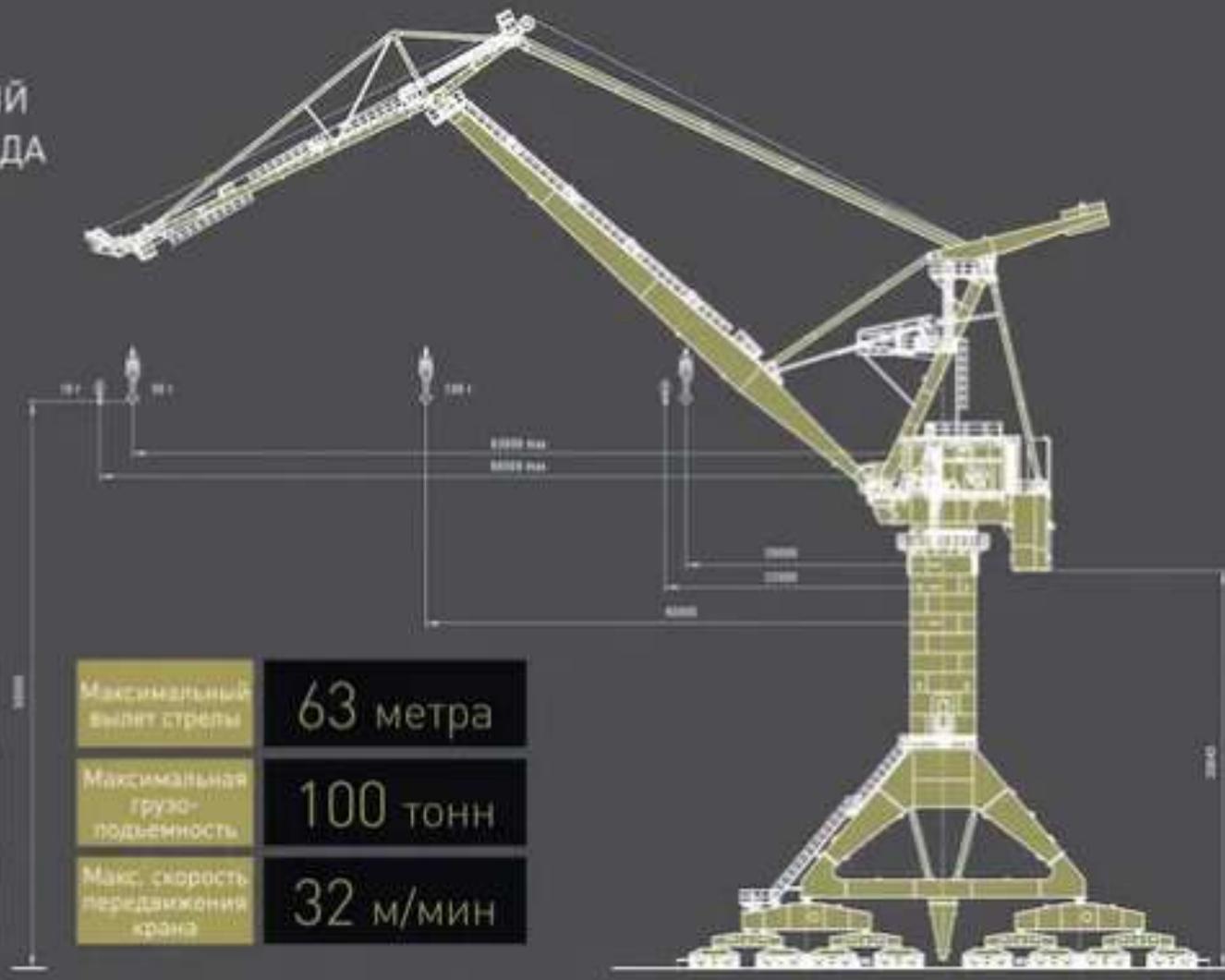
Поворотная часть крана, поворачивающаяся относительно портала на неограниченный угол, состоит из платформы, колонны и стрелового устройства. На поворотной части устанавливают механизмы подъема, поворота и изменения вылета стрелы, кабину крановщика и машинную кабину, а также электрооборудование.

Портал обычно опирается на четыре ходовые тележки, число колес которых зависит от массы крана, различных нагрузок на кран и допустимого давления колеса на рельс.



СММ-4500

МОНТАЖНЫЙ ПОРТАЛЬНЫЙ
КРАН БАЛТИЙСКОГО ЗАВОДА

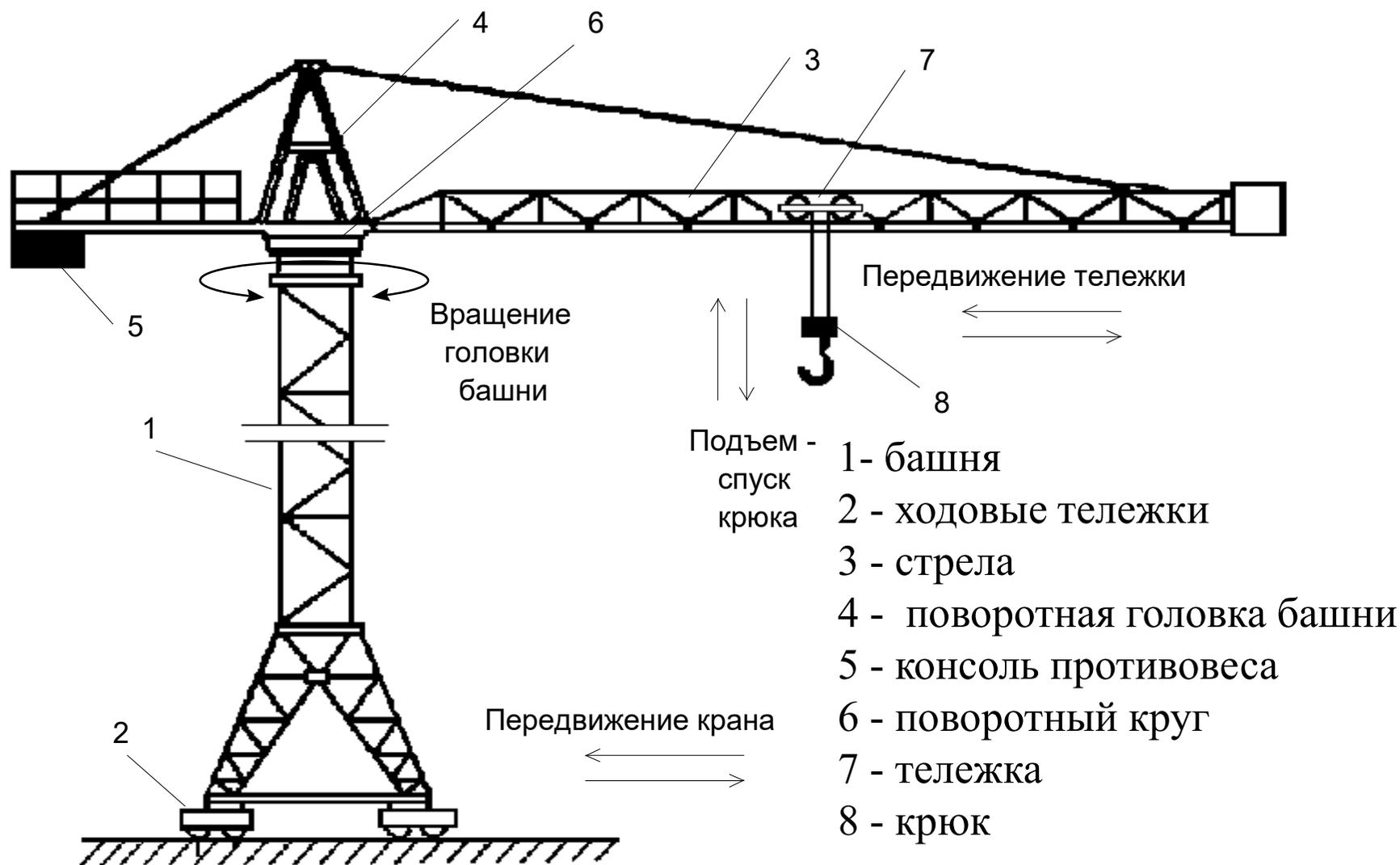




Портальные краны можно разделить на две группы:

- **монтажные** краны - применяются на судостроительных и судоремонтных заводах; имеют умеренные номинальные скорости и повышенные требования к диапазону регулирования скорости и плавности переходных процессов.
- **перегрузочные** краны, работающие в морских и речных портах, могут работать в крюковом и в грейферном режиме; имеют высокие рабочие скорости. Диапазон регулирования скорости механизма подъема в крюковом режиме может достигать до 8:1.

Башенные краны



Применяются в промышленном и гражданском строительстве.

Требования к электроприводу механизма подъема башенных кранов: необходимость подъема и опускания легких грузов с повышенной скоростью. Общий диапазон регулирования скорости (ниже и выше номинальной) может достигать 40:1.

Основные архитектурные типы башенных кранов – с поворотной и неповоротной башнями.



По назначению башенные краны делят на:

- а) краны малой мощности грузоподъемностью до 5 т для обслуживания малоэтажного гражданского строительства;
- б) краны средней мощности грузоподъемностью от 5 до 25 т для обслуживания многоэтажного гражданского и промышленного строительства;
- в) краны большой мощности грузоподъемностью 25-75 т, а иногда и до 100 т для монтажа сборных элементов конструкции в гидростроительстве и промышленном строительстве.

**Статические и динамические
нагрузки электроприводов
подъемников и тяговых лебедок**

Подъемная или тяговая лебедка предназначена для передачи усилий от привода к рабочему органу с помощью подъемного или тягового каната соответствующей длины. С помощью привода различной конструкции барабан вращается, наматывая при этом трос на себя.



По принципу работы лебедки подразделяются на одноконцевые и двухконцевые.

Отличаются друг от друга наличием ветвей подъемного каната.

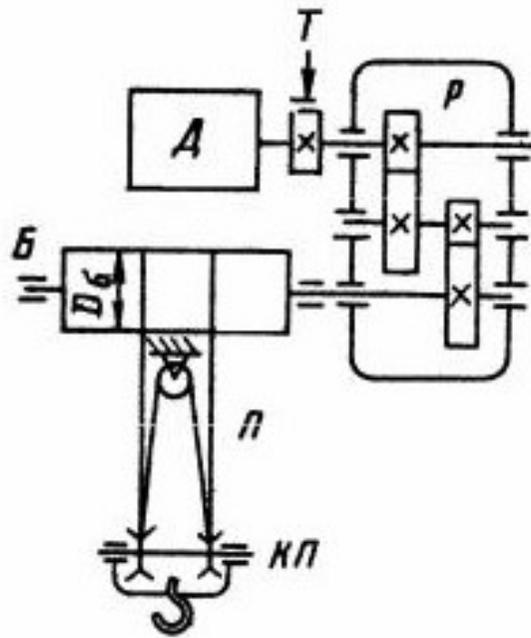
Электрические лебедки оснащаются электромотором, который с помощью передаточного механизма двигает барабан. Пульт подсоединен к электромотору с помощью длинного кабеля.



Лебедки гидравлического типа приводятся в движение под воздействием гидравлического насоса. Надежные и устойчивые к перегрузке, могут работать даже под водой. Недостаток в низкой скорости сматывания троса.



Одноконцевые лебедки



Д - двигатель, Т - механический тормоз,
Р - редуктор,
П - полиспаст, КП - крюковая подвеска,
Б - барабан

Являются неуравновешенными механизмами, нагрузка привода которых определяется суммой весов всех поднимаемых частей – каната, захватывающего приспособления и полезного груза. Они постоянно совершают дополнительную работу по подъему захватывающего устройства. При спуске двигатель должен тормозить полезный и балластный груз G_0 . Это приводит к завышению мощности ЭД.

Полиспаст – система из блоков и канатов, позволяющая повысить тяговую способность лебедки. Роль рычага играет трос.



Статические нагрузки электроприводов подъемных и тяговых лебедок

Приведенный к валу двигателя момент, обусловленный весом груза

$$M_{\text{гр}} = \frac{(G_0 + G) \cdot D_{\text{б}}}{2 \cdot i_{\text{р}} \cdot i_{\text{п}}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

$G = g \cdot m$ – вес груза, имеющего массу m , Н;

$G_0 = m_0 \cdot g$ – вес грузозахватывающего устройства, массой m_0 , Н;

$i_{\text{р}}, i_{\text{п}}$ – передаточные отношения редуктора и полиспаста;

$D_{\text{б}}$ – диаметр барабана, м.

При подъеме номинального груза

$$M_{c1} = M_{гр.н} + M_{тр.н} = \frac{M_{гр.н}}{\eta_{л.н}}$$
$$M_{гр.н} = \frac{(G_0 + G_H) \cdot D_6}{2 \cdot i_p \cdot i_{II}}$$

$$\eta_{л.н} = \eta_{1н} \cdot \eta_{2н} \cdot \eta_{3н} \dots -$$

общий КПД лебедки, учитывающий КПД всех звеньев кинематической цепи установки.

При спуске номинального груза

$$M'_{c1} = M_{гр.н} - M_{тр.н} = M_{гр.н} \cdot \eta_{л.н}$$

Момент при подъеме пустого грузозахватывающего устройства $G = 0$

$$M_{c2} = M_{гр0} + M_{тр0}$$

$$M_{гр0} = \frac{G_0 \cdot D_{\delta}}{2 \cdot i_p \cdot i_{п}} \quad M_{тр0} = \frac{M_{гр0} \cdot (1 - \eta_{л0})}{\eta_{л0}}$$

Момент при спуске пустого грузозахватывающего устройства

$$M'_{c2} = M_{гр0} - M'_{тр0}$$

Момент нагрузки при тяжелом грузозахватывающем устройстве

$$\left(\frac{G_0}{G_0 + G_H} \right) \geq 0.1 \quad M_{\text{гр}0} > M'_{\text{тр}0}$$

при подъеме пустого грузозахватывающего устройства

$$M'_{\text{с}2} = M_{\text{гр}0} \cdot \left(2 - \frac{1}{\eta_{\text{лю}}} \right)$$

- является движущим (тормозной спуск)

Момент нагрузки при легком грузозахватывающем устройстве

$$\left(\frac{G_0}{G_0 + G_H} \right) < 0.1$$

$$M_{гр0} < M'_{тр0}$$

- потери трения в механизме преодолеваются совместно моментом от веса грузозахватывающего устройства и движущим моментом двигателя (силовой спуск).

$$M'_{с2} = M_{гр0} - M'_{тр0}$$

Все полученные соотношения м.б. использованы для расчета статических нагрузок одноконцевых наклонных подъемных лебедок, но вместо веса необходимо подставлять натяжение подъемного каната лебедки F .

$$F = F_{\text{гр}} \pm F_{\text{тр}} = (G + G_0) \sin \alpha \pm k_{\text{тр}} (G + G_0) \cos \alpha$$

α – угол наклона груза; $k_{\text{тр}}$ – отношение силы трения к силе нормального давления. В ориентировочных расчетах можно принять 0,08÷0,15.

Динамические нагрузки

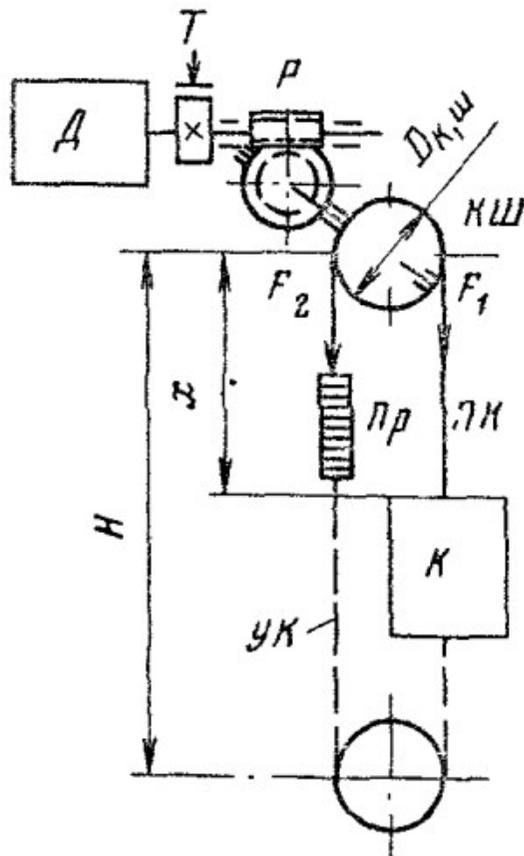
связаны с необходимостью пусков, реверсов и торможений. При заданном ускорении $\varepsilon_{\text{доп}}$, которое обычно ограничено технологическими условиями, динамический момент двигателя может быть определен из соотношения

$$M_{\text{дин}} = J_{\text{экв}} \cdot \frac{d\omega}{dt} = J_{\text{экв}} \cdot \varepsilon_{\text{доп}}$$

$J_{\text{экв}}$ — эквивалентный приведенный к валу двигателя момент инерции, включающий в себя момент инерции ротора двигателя и приведенный момент инерции всех вращательно и поступательно движущихся масс установки.

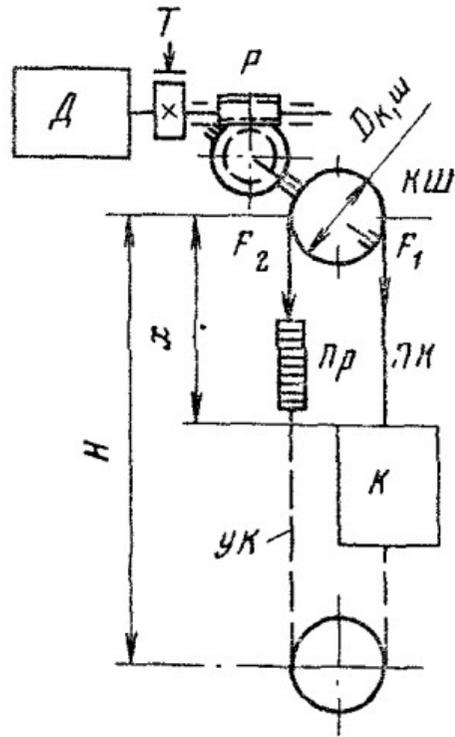
$$v_p < 2 \frac{M}{c} - \text{рабочая скорость лебедки} \quad J_{\text{экв}} = (1.2 \div 1.6) \cdot J_{\text{дв}}$$

Двухконцевые лебедки



Д - двигатель, Т - тормоз,
Р - редуктор,
КШ – канатоведущий шкив;
К – кабина, Пр – противовес,
УК – уравнивающий канат

Кинематическая схема двухконцевой
лифтовой лебедки с червячным редуктором



Результирующее усилие

$$F = G - \alpha G_H + q_K (2x - H) \pm (F'_{\text{тр}} + F''_{\text{тр}})$$

$\alpha = 0,4 \div 0,6$ - коэффициент уравновешивания;
 q_K - вес 1 метра подъемного каната;

$F'_{\text{тр}}, F''_{\text{тр}}$ - сила трения в направляющих
кабины и противовеса.

$$M_c = M_{\text{гр}} + M_{\text{тр}} = \frac{(G - \alpha G_H + q_K (2x - H)) \cdot D_{\text{к,ш}}}{2i_p} + M_{\text{тр}}$$

При расчете двухконцевых лебедок, у которых вместо противовеса используется подъемный сосуд, $\alpha = 0$.

Динамические нагрузки двухконцевых лебедок определяются

$$M_{\text{дин}} = J_{\text{экв}} \cdot \frac{d\omega}{dt} = J_{\text{экв}} \cdot \varepsilon_{\text{доп}}$$

$$J_{\text{экв}} = J_{\text{дв}} + J_{\text{вр}} + \left(m_{\text{пр}} + m_{\text{п.с}} + m_{\text{гр}} + m_{\text{к}} \right) \cdot \frac{v^2}{\omega^2},$$

$J_{\text{вр}}$ — приведенный момент инерции всех вращающихся масс лебедки

$m_{\text{пр}} + m_{\text{п.с}} + m_{\text{гр}} + m_{\text{к}}$ — массы противовеса, подъемного сосуда, груза и компенсационного каната