

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования  
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ННГАСУ)

---

Кафедра Технологии строительного производства

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ  
И СРЕДСТВА  
МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторно-практическим работам 3 и 4**

Нижегород – 2010

УДК 69.002.5

Строительные машины и средства малой механизации. Методические указания к лабораторно-практическим работам 3 и 4 – Нижний Новгород: ННГАСУ. 2010 – 36 с.

В работе 3 приведены основные сведения о вспомогательных грузоподъемных устройствах и машинах: полиспадах и строительных лебёдках. Дано описание их конструкции, принципа работы, а также основные технические характеристики лебёдок и методика их выбора.

В работе 4 приведены основные сведения о грузоподъемных кранах: башенных, самоходных стреловых, порталных и козловых; дано описание их конструкции и принципа работы, приведены основные параметры и другие технические сведения.

В работах 3 и 4 изложены основные правила техники безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по направлению 270100- «Строительство».

Илл. 12                      Табл. –                      Библиогр. 4 назв.

Составители:              доцент                      Гужавин А.Я.  
   доцент, к.т.н.              Сенников О.Е.

Рецензент:                      доцент, к.т.н.              Капацкий В.И.

## РАБОТА 3

### ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА И МАШИНЫ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить назначение, устройство, принцип работы, правила безопасной эксплуатации следующих грузоподъемных устройств и машин:

1. Полиспастов.
2. Лебёдки с ручным приводом.
3. Лебёдки электрореверсивной Т-66А.
4. Лебёдки зубчато-фрикционной Т-97.

#### 3.1 ПОЛИСПАСТЫ

Полиспаст - подъемно-тяговое устройство, представляющее собой систему подвижных и неподвижных блоков, последовательно огибаемых гибким тяговым органом: стальным, пеньковым, синтетическим канатом или цепью. Чаще всего применяют стальной канат.

Полиспасты используют как самостоятельные устройства, но чаще как составную часть различных, главным образом грузоподъемных, машин.

У неподвижных блоков ось, на которой они установлены, неподвижна в пространстве при перемещении груза. Эти блоки только изменяют направление действия силы, приложенной к канату.

У подвижных блоков ось при подъеме или опускании груза перемещается в пространстве. Эти блоки дают выигрыш в силе. Один подвижный блок позволяет получить выигрыш в силе в 2 раза при проигрыше в расстоянии (в скорости) также в 2 раза.

Блоки полиспаста собирают в обоймы: подвижную и неподвижную. Подвижную обойму оснащают грузозахватным устройством – крюком, карабином, грузовой петлей или специальным захватом.

Неподвижную обойму подвешивают к балкам, перекрытиям здания, или к треногам, шеврам для монтажа оборудования, или закрепляют на какой-то части машины – траверсе рамы, корпусе, стреловом оборудовании и т.д.

Полиспасты применяют чаще всего для выигрыша в силе, их называют редукторными. Иногда применяют для выигрыша в скорости, их называют мультипликаторными (или обратными полиспастами).

Различают одинарные и сдвоенные полиспасты. У одинарных – тянущий конец каната навивается на барабан лебедки (рисунок 3.1, а), а второй конец закреплен на подвижной или неподвижной обойме. Одинарные полиспасты применяют, например, в стреловых кранах: в механизмах главного и стрелового подъёмов. У сдвоенных полиспастов оба конца каната навиваются на барабан (рисунок 3.1, б). Они представляют по существу два одинарных полиспаста, расположенных по обе стороны от вертикальной оси  $I-I$  уравнительного блока  $b$  и нагруженных каждый силой  $G/2$ . При одновременном наматывании концов каната средняя точка его на уравнительном блоке  $b$  остается неподвижной. Поэтому этот блок не вращается, а лишь поворачивается, компенсируя неравномерную вытяжку концов каната при подъеме груза. Сдвоенные полиспасты применяют в механизмах подъема мостовых и козловых кранов. Они обеспечивают вертикальность перемещения груза при его подъёме-опускании.

Полиспасты-мультипликаторы используют для получения повышенных скоростей перемещения груза или рабочего оборудования машины при малых скоростях механизма привода. Их применяют, например, в копрах на базе гусеничных тракторов для операций со сваями и подъёма-опускания молота, в грузоподъёмниках вилочных погрузчиков, для выдвижения-втягивания телескопических секций стрел кранов и т.д.

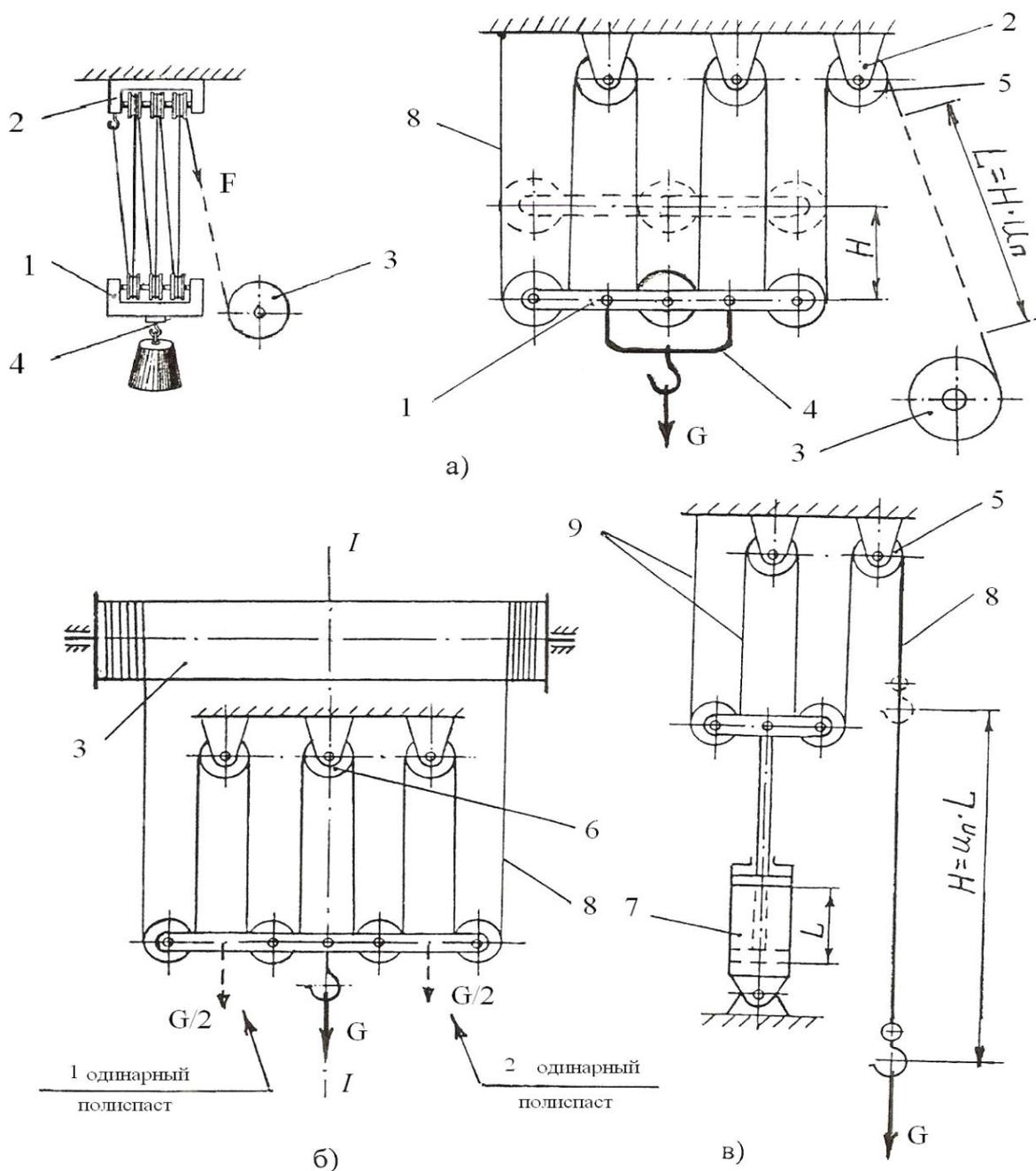


Рисунок 3.1 – Полиспасты:

а) полуконструктивная и развернутая схемы одинарного редукторного полиспаста,  $U_n = 6$ ; б) развернутая схема сдвоенного редукторного полиспаста,  $U_{n\text{зр}} = 8$ ,  $U_{n\text{ск}} = 4$ ; в) развернутая схема полиспаста-мультипликатора,  $U_n = 4$ ; 1 – подвижная обойма; 2 – неподвижная обойма; 3 – барабан лебедки; 4 – грузозахватное устройство; 5 – направляющий блок; 6 – уравнительный блок; 7 – гидроцилиндр (пневмоцилиндр); 8 – канат; 9 – ветви каната

Основными характеристиками полиспастов являются кратность –  $U_n$  и коэффициент полезного действия –  $\eta_n$ . Кратность полиспаста - это отношение скорости навивки каната на барабан к скорости перемещения под-

вижной обоймы (груза):  $U_n = V_k / V_{об}$ . Практически кратность полиспаста определяется числом ветвей каната, на которые распределяется нагрузка, приложенная к подвижной обойме.

В сдвоенном полиспасте различают грузовую и скоростную кратность: грузовая – определяется числом ветвей каната, воспринимающих нагрузку, а скоростная будет в 2 раза меньше ( $U_{нск} = U_{нгр}/2$ ), т.к. оба конца каната навиваются на барабан. Т.е. скоростная кратность полиспаста равна отношению числа ветвей каната на которых подвешен груз, к числу ветвей навиваемых на барабан.

Коэффициент полезного действия (КПД) полиспаста – это отношение полезной работы при подъеме груза к полной работе, учитывающей потери на трение в блоках, жёсткость каната и другие факторы. Основным параметром, влияющим на КПД полиспаста, является трение в подшипниках блоков. КПД полиспаста, имеющего небольшое число блоков (до 5), определяется по формуле  $\eta_n = \eta_{бл}^Z$ , где  $Z$  – степень, равная числу блоков в полиспасте;  $\eta_{бл}$  – КПД одного блока ( $\eta_{бл} = 0,95 \dots 0,96$  – при подшипниках скольжения,  $\eta_{бл} = 0,97 \dots 0,98$  – при подшипниках качения).

### 3.2 ЛЕБЁДКИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Лебёдки – грузоподъёмные машины для вертикального и горизонтального перемещения грузов с помощью каната, навиваемого на барабан или протягиваемого тяговым механизмом.

Применяют лебёдки при строительном-монтажных, ремонтных и погрузочно-разгрузочных работах. Их используют как самостоятельные машины (лебёдки общего назначения), так и в составе различных машин: кранов, подъемников, одноковшовых экскаваторов, копров и др. (лебёдки специальные).

Классификация лебёдок:

- а) по назначению – подъёмные, перемещающие груз по вертикали, тяговые – для перемещения груза по горизонтали;
- б) по виду привода – ручные (с ручным приводом), приводные (с электрическим приводом, гидравлическим, пневматическим или приводом от ДВС);
- в) по числу барабанов – одно- и многобарабанные, а также безбарабанные (рычажные, шпильевые и с канатоведущим шкивом);
- г) по типу кинематической связи между барабаном и двигателем – с жёсткой кинематической связью (электрореверсивные), с фрикционной (размыкаемой) кинематической связью (зубчато-фрикционные).

### 3.2.1 ЛЕБЁДКА С РУЧНЫМ ПРИВОДОМ

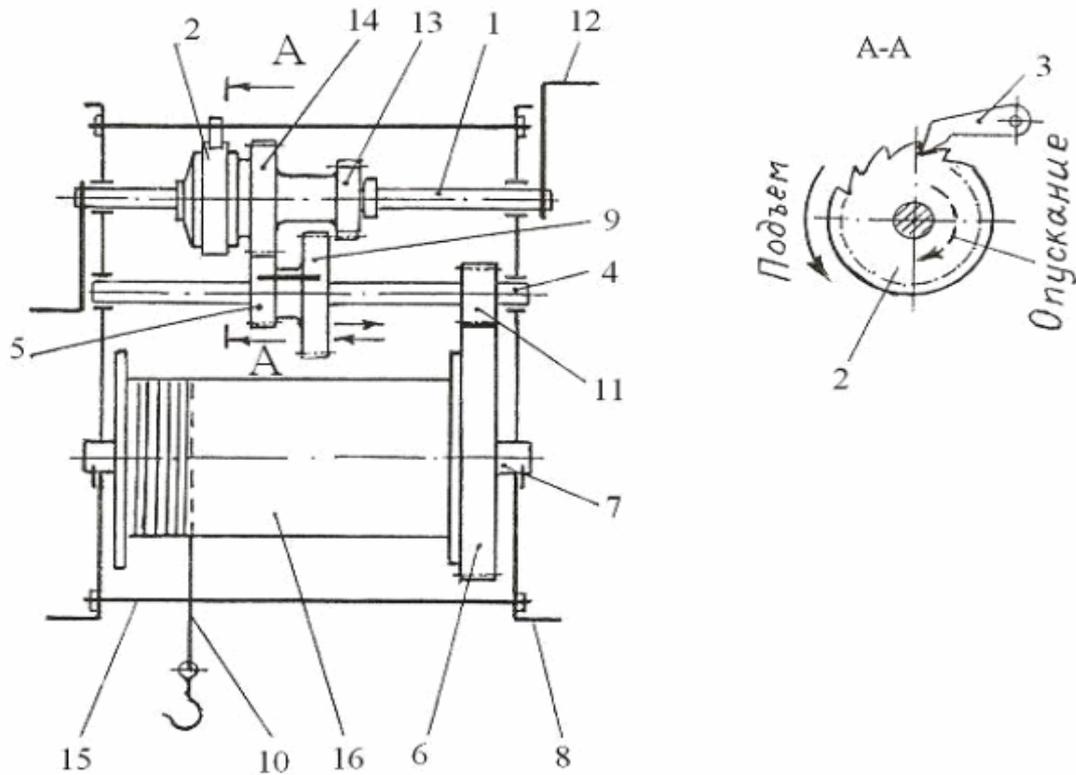
Эти лебёдки применяют при строительном-монтажных и ремонтных работах малого объёма и небольшой скорости перемещения грузов. Приводятся в действие мускульной силой одного или нескольких рабочих.

Лебёдка (рисунок 3.2) состоит из двух боковин (щёк) 8, соединённых стяжными шпильками 15, между которыми установлены: ведущий вал 1 с двумя приводными рукоятками 12, промежуточный вал 4, неподвижная ось 7 с гладким барабаном 16 для навивки каната 10. На ведущем валу 1 установлены шестерни 13, 14 и храповое колесо 2, с зубьями которого в зацеплении находится собачка 3.

На промежуточном валу 4 установлены блок-шестерни 5, 9, которые могут перемещаться вдоль вала, и шестерня 11, находящаяся в зацеплении с зубчатым колесом 6 барабана. Валы вращаются в подшипниках скольжения, а ось барабана жёстко закреплена в боковинах.

Подъём груза осуществляют вращением рукояток 12, при этом собачка 3 проскальзывает по зубьям храпового колеса, не препятствуя вращению.

Если отпустить рукоятки *12*, то собачка упрётся в зуб храпового колеса, препятствуя опусканию груза. Такие устройства называют храповым остановом. Они допускают свободное вращение валов механизма в одном направлении и препятствуют их вращению в обратном направлении.



*Рисунок 3.2 - Схема лебедки с ручным приводом*

Для опускания груза необходимо вращать рукоятки *12* в обратную сторону, принудительно выведя собачку *3* из зацепления с храповым колесом *2*.

Современные модели лебёдок с ручным приводом имеют грузоупорный тормоз, который автоматически срабатывает при снятии усилия с приводных рукояток.

Изменение скорости подъёма-опускания груза производят передвижением блок-шестерён *5*, *9* вдоль оси вала; при этом в зацеплении могут находиться зубчатые колеса *14* – *5* (рисунок 3.2) или *13* – *9*. Это позволяет изменять передаточное отношение привода и поднимать лёгкие грузы с

большой скоростью, а тяжёлые с меньшей. Подобное устройство называется зубчатым перебором (простейшая коробка перемены передач).

Наибольшее тяговое усилие от 12,5 до 50,0 кН на первой передаче с усилием на рукоятке 1...1,2 кН. Канатоёмкость барабана 50 – 75 м, укладка каната многослойная, число слоёв навивки – 3...4.

### 3.2.2 ЛЕБЁДКА ЭЛЕКТРОРЕВЕРСИВНАЯ Т-66А

Электрореверсивные лебёдки применяют как самостоятельные грузоподъёмные машины, а также в составе грузовых строительных подъёмников, мостовых, козловых и башенных кранов.

Лебедка Т-66А (рисунок 3.3) имеет П-образную компоновочную схему и состоит из электродвигателя 1, колодочного тормоза 2 с электромагнитным или электрогидравлическим приводом, цилиндрического двухступенчатого редуктора 3 и гладкого барабана 4, смонтированных на общей раме 16. На раме также установлен реверсивный магнитный пускатель 17 с кнопочным постом. Вал электродвигателя соединён с валом редуктора упругой муфтой 5. Внешняя цилиндрическая поверхность одной из полу-муфт служит одновременно тормозным шкивом 6 автоматического нормально-замкнутого колодочного тормоза 2. Барабан 4 соединён с выходным валом редуктора зубчатой муфтой 7, а вторым концом опирается на подшипниковую опору 8. Таким образом, барабан лебёдки постоянно и жёстко соединён с валом двигателя.

При включении электродвигателя 1 магнитным пускателем (нажатием кнопки «Пуск вперёд») электрический ток одновременно подаётся на катушку электромагнита 9 тормоза; при этом якорь 10 втягивается в окно катушки и, преодолевая сопротивление пружины 11 (сжимая её) с помощью рычагов 12, 13, отводит колодки 14 от шкива 6. Механизм растормаживается и развиваемый двигателем вращающий момент, увеличенный ре-

дуктором, передается на барабан 4. На барабан навивается канат 15, производя подъём груза.

Для опускания груза необходимо изменить направление вращения вала двигателя (реверсировать) нажатием кнопки «Пуск назад». При этом барабан 4 также будет вращаться в обратном направлении, а канат 15 – свиваться с него, производя опускание груза.

Для остановки лебёдки двигатель отключается от сети нажатием кнопки «Стоп» (красного цвета). При этом одновременно обесточивается электромагнит тормоза, а колодки пружиной 11 прижимаются к тормозному шкиву, затормаживая механизм.

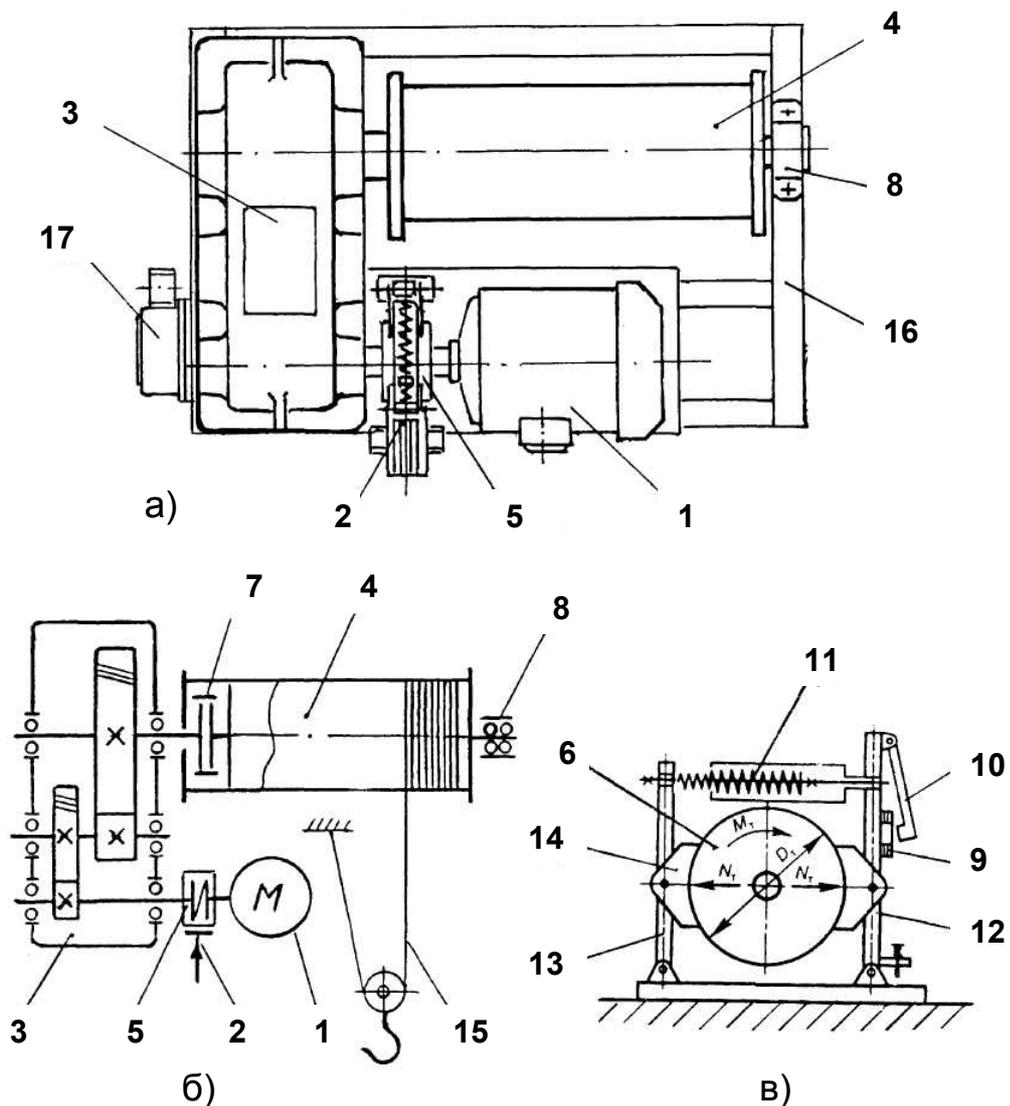


Рисунок 3.3 - Лебёдка электрореверсивная : а) общий вид; б) кинематическая схема лебёдки; в) схема колодочного тормоза

Достоинствами электрореверсивной лебёдки являются: возможность дистанционного управления; плавность опускания грузов, что особенно важно при монтаже строительных конструкций; надёжность, обеспечиваемая автоматическим срабатыванием тормоза при обесточивании двигателя.

Тяговое усилие на барабане – 5 кН, канатоёмкость барабана – 70 м, скорость навивки каната на барабан – 0,55...0,65 м/с, диаметр каната – 7,7 мм, мощность двигателя – 2,8 кВт.

### **3.2.3 ЛЕБЁДКА ЗУБЧАТО-ФРИКЦИОННАЯ ДВУХБАРАБАННАЯ Т-97**

Лебёдка имеет размыкаемую фрикционную связь между барабанами и двигателем, осуществляемую посредством ленточных муфт.

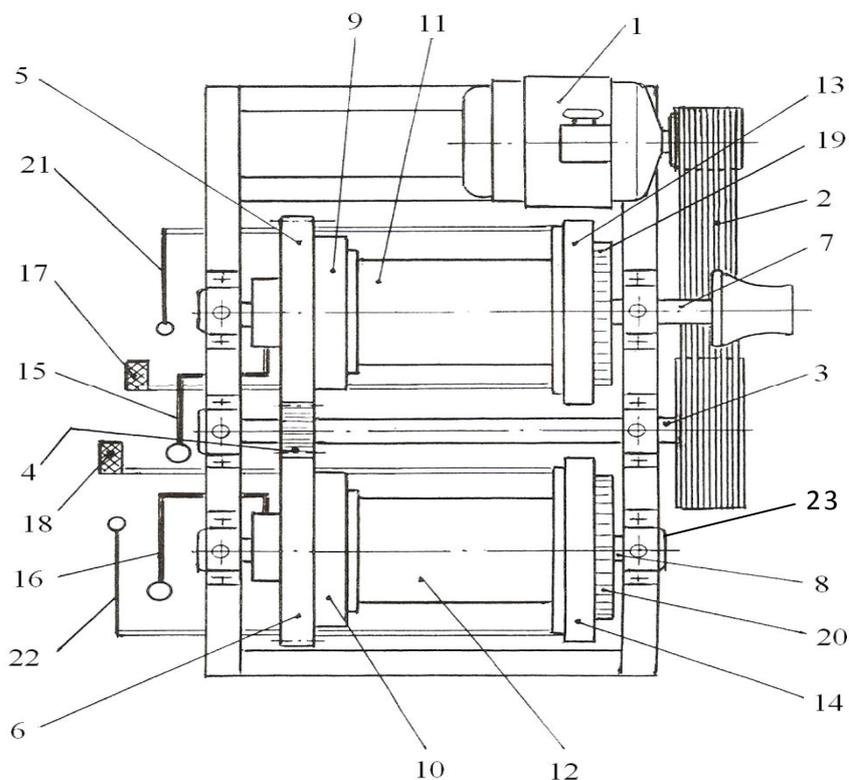
Подъём груза производится в режиме работы двигателя при включении муфты, а опускание – под действием силы тяжести груза при отключенной муфте. Фрикционная связь позволяет осуществлять привод от одного двигателя двух барабанов, работающих независимо друг от друга.

Эти лебёдки используют как тяговые, например, для протаскивания по дну рек и оврагов стальных трубопроводов (дюкеров). Они также входят в состав некоторых строительных машин: копровых и буровых установок, канатных одноковшовых экскаваторов, обеспечивая опускание рабочего органа под действием силы тяжести.

При включении двигателя 1 (рисунки 3.4, 3.5) развиваемый вращающий момент передается клиноремённой передачей 2 на приводной вал 3 и установленную на нём шестерню 4. Шестерня 4 передаёт вращение жёстко установленным на осях 7, 8 зубчатым колёсам 5, 6 с ленточными фрикционами 9, 10. На этих же осях свободно установлены барабаны лебёдки 11, 12 с ленточными нормально-замкнутыми тормозами 13, 14. Оси опираются на подшипники качения 23. Барабаны не вращаются, так как муфты 9, 10 выключены, а тормоза 13, 14 - замкнуты.

Для включения одного из барабанов необходимо рычагом *15* (или *16*) затянуть ленточную муфту с одновременным размыканием тормоза педалью *17* (или *18*). Барабан начнёт вращаться, производя подъём груза.

Для остановки барабана необходимо поворотом рычага *15* (или *16*) в обратном направлении выключить муфту и одновременно замкнуть тормоз, отпустив педаль *17* (или *18*). При этом груз будет удерживаться в поднятом состоянии тормозом.



*Рисунок 3.4 - Лебёдка зубчато-фрикционная двухбарабанная*

Для опускания груза необходимо освободить барабан от затяжки ленточным тормозом плавным нажатием на педаль *17* (или *18*). Под действием силы тяжести груз начнёт опускаться, при этом скорость опускания регулируется тормозом (степенью торможения).

Для длительного удержания груза в поднятом положении и для подстраховки ленточного тормоза лебёдка имеет храповые остановы *19*, *20*, включаемые рычагами *21*, *22*.

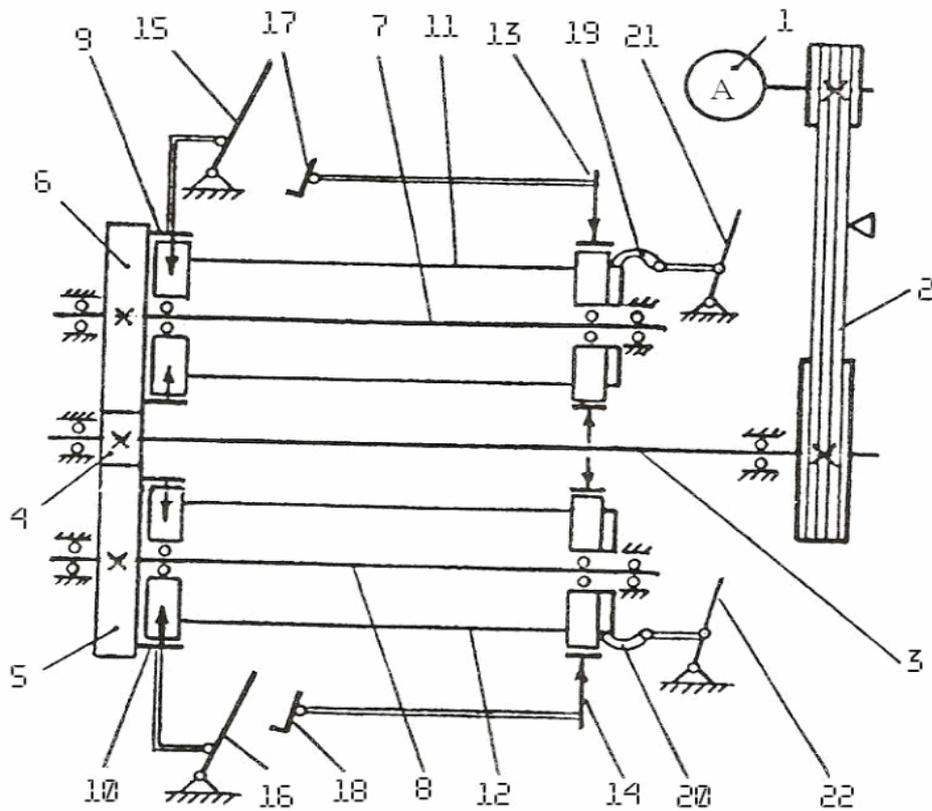


Рисунок 3.5 - Кинематическая схема зубчато-фрикционной двухбарабанной лебёдки

Достоинствами лебедки являются: простота управления; возможность одним двигателем приводить в действие два барабана, обеспечивая совмещение выполнения двух рабочих операций.

Тяговое усилие на барабане – 12,25 кН, канатоёмкость барабана – 151 м, скорость навивки каната на барабан – 0,72...1,02 м/с, диаметр каната – 13 мм, мощность двигателя – 14 кВт.

### 3.2.4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВЫБОР ЛЕБЁДОК

В паспорте лебёдок указывают:

- тяговое усилие на последнем слое навивки каната на барабан, кН;
- канатоёмкость барабана, м;
- скорость навивки каната на первом слое, м/с;
- диаметр каната, мм;

- диаметр барабана, мм;
- мощность электродвигателя, кВт.

Лебёдку выбирают по тяговому усилию и канатоемкости барабана.

Необходимое тяговое усилие подсчитывается по формуле:

$$S = \frac{(Q + q) \cdot g}{U_n \cdot \eta_n}, H,$$

где  $Q$  – масса поднимаемого груза, кг;

$q$  – масса крюковой подвески и грузозахватного устройства, кг;

обычно принимают –  $q = (0,03...0,05) Q$ ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$U_n$  – кратность полиспаста;

$\eta_n$  – коэффициент полезного действия полиспаста.

Канатоемкость барабана лебедки определяется длиной каната, навиваемого на барабан. Требуемую канатоемкость определяют по формуле:

$$L = H \cdot U_n + \pi(D_{\bar{o}} + d_k)(Z_3 + Z_k), \text{ м},$$

где  $H$  – высота подъема крюка (груза), м;

$D_{\bar{o}}$  – диаметр барабана, м;

$d_k$  – диаметр каната, м;

$Z_3$  – число несвиваемых (запасных) витков каната ( $Z_3$  не менее 1,5);

$Z_k$  – число витков, используемых для крепления каната на барабане ( $Z_k = 2...2,5$ ).

### **3.3 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЛЕБЁДКАМИ**

1. Лебёдки должны быть надёжно закреплены на фундаменте или с помощью якорей.

2. Машины с электроприводом должны быть заземлены.

3. Запрещается находиться или производить другие работы под поднятым грузом.

4. На фрикционных лебедках запрещается опускать груз при полностью разомкнутых тормозах.

5. Необходимо ежедневно проверять надёжность крепления каната к барабану и состояние самого каната. На барабане всегда должно оставаться не менее 1,5 витков каната (несвиваемые витки), для уменьшения усилия, действующего на крепление.

6. При работе лебедки следить за правильной укладкой каната на барабан.

## РАБОТА 4

### ГРУЗОПОДЪЁМНЫЕ КРАНЫ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить назначение, устройство, принцип работы, основные параметры и правила техники безопасности при эксплуатации следующих грузоподъемных кранов:

1. Башенного крана КБ-302А.
2. Башенного крана М-3-5-10.
3. Автомобильного крана КС-55717.
4. Гусеничного крана СКГ-50.
5. Портального крана КПП-10.
6. Козлового крана К-202.

Грузоподъемные краны в строительстве применяют для монтажа конструкций и технологического оборудования при возведении зданий и сооружений, выполнения погрузочно-разгрузочных работ, вертикального и горизонтального перемещения строительных грузов (подача бетонной смеси, раствора, кирпича, установка и снятие подмостей и т.п.).

По конструктивным признакам строительные краны классифицируют на башенные, самоходные стреловые, порталные, козловые и др.

Краны подразделяют и по некоторым другим признакам: по возможности перемещения (передвижные, самоходные, самоподъемные, стационарные и др.); по виду привода (многомоторный, одномоторный и др.).

Основными рабочими движениями кранов являются:

- перемещение крана по подкрановым путям или подготовленным площадкам (кроме стационарных кранов);
- подъём и опускание крюка или другого грузозахватного органа;
- поворот стрелы (для стреловых кранов);
- изменение вылета крюка.

Изменение вылета крюка производится передвижением грузовой тележки по стреле, а также изменением угла наклона стрелы или её телескопированием (в зависимости от конструкции крана).

Основные параметры кранов:

1) грузоподъёмность,  $T$  - предельная (максимальная) *масса* груза (с учётом массы стропа или траверсы), допускаемая по условиям устойчивости крана или мощности привода к подъёму на определённом вылете крюка;

2) вылет крюка,  $m$  - *расстояние* от оси вращения поворотной части крана до вертикальной оси крюка;

3) грузовой момент,  $T \cdot m$  - *произведение* максимальной грузоподъёмности на соответствующий ей вылет крюка (для кранов с переменной грузоподъёмностью) или на максимальный вылет (для кранов с постоянной грузоподъёмностью);

4) высота подъёма крюка,  $m$  - *расстояние* от головки рельса или опорной площадки до центра крюка;

5) скорость подъёма-опускания крюка,  $m/c$ ;

6) база,  $m$  или  $mm$  - *расстояние* между осями шкворней ходовых тележек (для башенных, порталных кранов) или *расстояние* между вертикальными осями передних и задних катков или колёс (для самоходных стреловых кранов);

7) колея,  $m$  или  $mm$  - *расстояние* между средними плоскостями ходовых колёс или рельсов (для башенных, порталных и козловых кранов, кроме стационарных); *расстояние* между двумя плоскостями, проходящими через середины зубьев ведущих колёс (для гусеничных кранов) или *расстояние* между двумя плоскостями, проходящими через осевые линии шин или сдвоенных колёс (для пневмоколёсных, автомобильных кранов и кранов на спецшасси);

8) задний габарит,  $mm$  - *радиус* поворотной части крана с задней стороны.



## 4.1 БАШЕННЫЕ КРАНЫ

Башенные краны предназначены для выполнения монтажных, подъёмно-транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в жилищном, гражданском и промышленном строительстве.

Башенные краны подразделяют на краны с поворотной или неповоротной башней; с балочной, подъёмной или шарнирно-сочленённой стрелой (редко применяется).

Краны с неповоротной башней грузоподъёмностью до 10 т менее распространены, чем краны с поворотной. Это связано с их существенными недостатками: относительной сложностью конструкции; значительной продолжительностью и трудоёмкостью демонтажа, перевозки и монтажа; высоким расположением центра тяжести и ветрового давления, что снижает устойчивость крана. Однако, изготовление кранов с поворотной башней (т.е. с нижним расположением опорно-поворотного устройства, когда вращается практически весь кран кроме ходовой части) при большой грузоподъёмности и большой высоте подъёма крюка приводит к значительному увеличению общей массы крана. Поэтому краны большой грузоподъёмности (более 10 т) и с большой высотой подъёма крюка изготавливают с неповоротной башней и, соответственно, верхним расположением опорно-поворотного устройства. Краны с неповоротной башней также нередко используются как приставные (с креплением к конструкциям возводимого здания или сооружения), так и самоподъёмные.

При оборудовании кранов подъёмными стрелами груз подвешен к концу стрелы, а вылет крюка изменяется путём подъёма головной части стрелы при её повороте относительно неподвижного опорного шарнира в корневой части.

При оборудовании кранов балочными стрелами груз подвешен к грузовой тележке, перемещаемой по нижнему поясу стрелы для изменения вылета крюка.

Балочные стрелы обеспечивают более плавное перемещение и точное наведение конструкций при монтаже и подаче грузов, большую зону обслуживания с одной стоянки (т.к. груз может подводиться близко к башне), при этом краны с балочными стрелами имеют массу на 10...15% выше, чем краны с подъёмными стрелами.

#### **4.1.1 БАШЕННЫЙ КРАН КБ-302А С ПОВОРОТНОЙ БАШНЕЙ**

Применяют кран при возведении зданий высотой до 5 этажей. Максимальная грузоподъёмность – 5 т.

Кран имеет следующую конструктивно-компоновочную схему (рисунок 4.2). Опорно-ходовая кольцевая рама крана *1* посредством четырёх балок-флюгеров опирается на четыре двухколёсные ходовые тележки *2*, на двух из которых установлены механизмы передвижения крана по рельсам.

На ходовую раму с помощью опорно-поворотного устройства (ОПУ) установлена поворотная платформа *3*. ОПУ представляет собой роликовый круг (подшипник качения большого диаметра) с внутренним зубчатым венцом.

На поворотной платформе размещены электрореверсивные грузовая и стреловая лебёдки *5*, механизм поворота *10* и шкафы электрооборудования. В передней части платформы установлена трубчатая башня *6*, удерживаемая в вертикальном положении подкосами. С противоположной стороны от башни на платформе закреплён противовес *4*, обеспечивающий собственную и грузовую устойчивость крана.

В верхней части башни к ней шарнирно присоединена подъёмная стрела 7. Свободным концом стрела подвешена к стреловому канату (расчалу) 11, который, огибая отводные блоки, присоединён к подвижной обойме стрелового полиспаста 12. Тяговый конец каната этого полиспаста закреплён на барабане стреловой лебёдки.

На конце стрелы установлены блоки грузового каната 13. Канат, огибая блоки, образует петлю, в которой размещена крюковая подвеска 8, т.е. применён двукратный грузовой полиспаст.

Ветви грузового каната огибают отводные блоки, а их концы закреплены: один – на барабане грузовой лебёдки, а второй – на барабане стреловой лебёдки. В этом случае, при подъёме стрелы стреловой канат навивается на барабан лебёдки, а грузовой – свивается с него. Это обеспечивает постоянное положение крюка по высоте (горизонтальное его перемещение при подъёме-опускании стрелы).

Механизм поворота 10 состоит из трёхступенчатого зубчатого вертикального редуктора с присоединённым к нему электродвигателем. На тихоходном валу редуктора закреплена шестерня, находящаяся в зацеплении с зубчатым венцом ОПУ. При работе двигателя шестерня обкатывается по венцу, вовлекая во вращательное движение поворотную часть крана.

Кабина управления 9 расположена в верхней части башни крана.

Рассматриваемая модель крана КБ-302А имеет выполненную из труб башню и стрелу, но чаще эти элементы крана выполняются решётчатой конструкции.

Расположение на поворотной платформе противовеса и механизмов привода снижает положение центра тяжести и центра ветрового давления на кран, повышает его устойчивость и упрощает техническое обслуживание и ремонт привода крана, а также снятие и уста-

новку плит противовеса при демонтаже и монтаже крана (для выполнения этих работ используется преимущественно автомобильный кран).

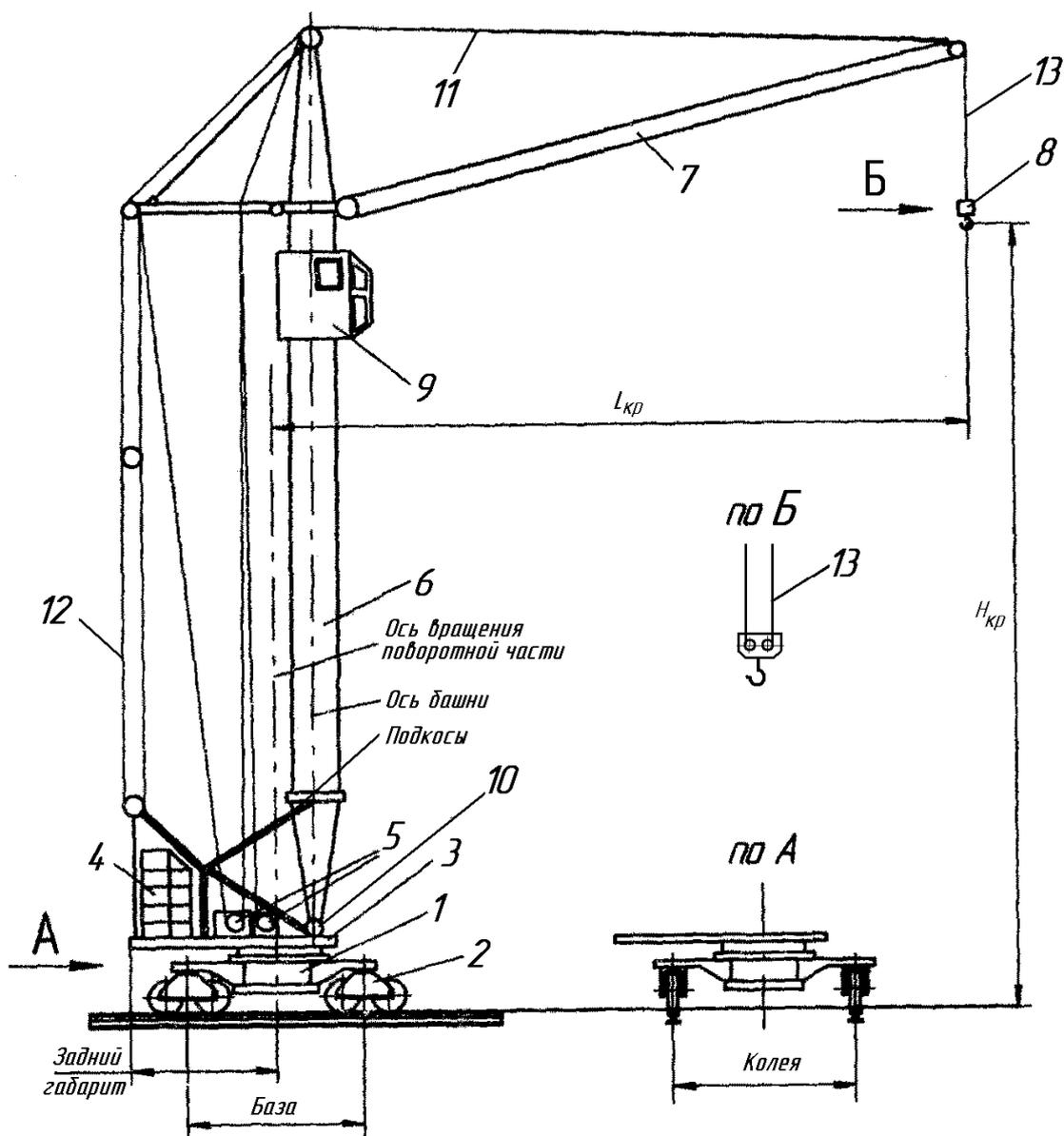


Рисунок 4.2 – Кран башенный с поворотной башней КБ-302А:  
 $L_{кр}$  – вылет крюка крана;  $H_{кр}$  – высота подъёма крюка;  $L_{кр}$  – вылет крюка крана

Конструкция крана позволяет при его демонтаже опускать стрелу вниз и располагать её вдоль башни. В сложенном виде верхнюю часть этого узла, переводя в горизонтальное положение, опирают на автотягач, а ходовую часть крана – на подкатную пневмоколёсную тележку. Эти операции выполняют подъёмными механизмами самого

крана и вспомогательным самоходным стреловым краном. Монтаж крана на другом объекте производят в обратной последовательности.

Таким образом, кран перевозят с одного объекта на другой без существенной разборки (кроме противовеса), что снижает трудоёмкость и продолжительность процессов монтажа-демонтажа (1...2 смены). Необходимо отметить, что в комплект крана входят также бетонные грузы массой 5,5 т и 6,25 т для динамических и статических испытаний крана при техническом освидетельствовании.

Современными моделями кранов с поворотной башней являются КБ-405.1А, КБ-408.21 и др.

#### **4.1.2 БАШЕННЫЙ КРАН М-3-5-10 С НЕПОВОРОТНОЙ БАШНЕЙ**

Применяют при возведении зданий высотой до 12 этажей. Максимальная грузоподъёмность крана - 5 т.

Кран имеет следующую конструктивную схему (рисунок 4.3).

Нижняя часть крана - портал *1*, выполненный в виде пирамиды, снабжён четырьмя ходовыми двухколёсными тележками, перемещающимися по рельсам. Две тележки приводные.

На площадке портала расположена грузовая лебёдка *10*. К portalу прикреплена неповоротная телескопическая башня *2*, состоящая из наружной неподвижной и внутренней выдвижной частей. Телескопирование башни производится наматыванием каната, запасованного в полиспасте подъёма башни, на барабан грузовой лебёдки *10*, с которой предварительно был снят грузовой канат. Выдвижная часть башни оканчивается головкой *3*, на который опирается поворотный оголовок *14*. Он включает в себя верхнюю опору *15* (радиально-упорный подшипник) и опорное кольцо *16* с четырьмя катками *17*. Катки при

повороте катятся по опорному бандажу 18, жёстко закреплённому на головке 3 башни.

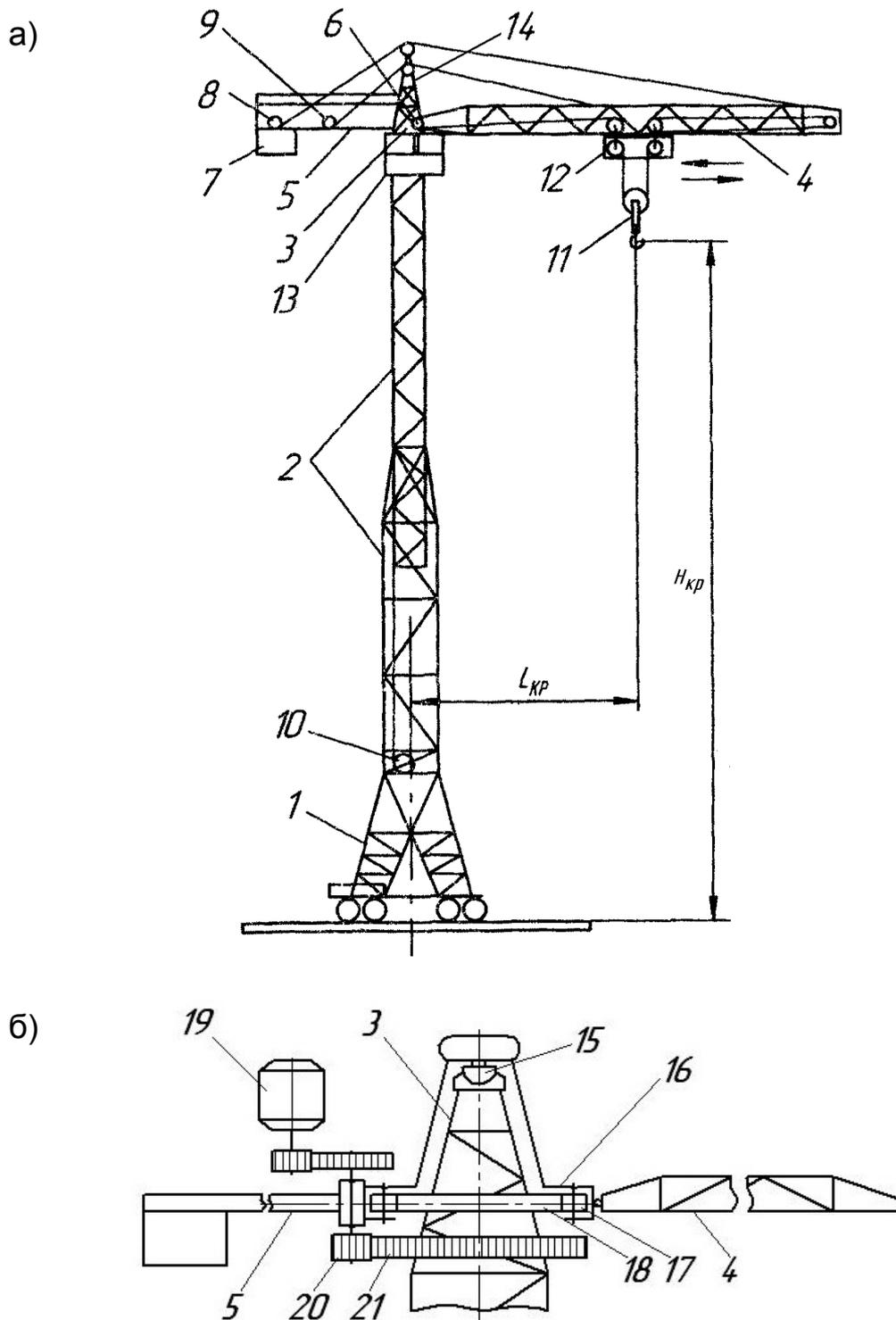


Рисунок 4.3 – Кран башенный с неповоротной башней М 3-5-10: а - конструктивная схема крана; б – схема опорно-поворотного устройства;  
 $L_{кр}$  – вылет крюка крана;  $H_{кр}$  – высота подъёма крюка

На опорном кольце также установлен механизм поворота 19, выходное звено которого (шестерня 20) находится в зацеплении с зубьями цевочного колеса 21, закреплённого на головке башни. При работе этого механизма шестерня обкатывается вокруг колеса, вовлекая во вращательное движение всю поворотную часть.

К опорному кольцу поворотной головки шарнирно прикреплены балочная стрела 4 и консоль 5. Консоль подвешена жёсткими тягами к верхней части головки. На ней установлены лебёдка передвижения грузовой тележки 8 и лебёдка подъёма-опускания стрелы 9, а также прикреплён противовес 7.

Стрела 4 подвешена на стреловом полиспасте, канат которого закреплён на барабане лебёдки 9. Этой лебёдкой стрелу устанавливают в наклонное положение. По нижнему поясу стрелы лебёдкой 8 передвигается грузовая тележка 12. Грузовой канат лебёдки 10 огибает блоки, установленные на тележке, образуя петлю. В ней подвешена крюковая подвеска 11, образуя двукратный полиспаст.

Кабина управления 13 закреплена на поворотной головке. Конструкция рассматриваемой модели крана обеспечивает возможность увеличивать или уменьшать высоту башни (следовательно, и максимальную высоту подъёма крюка) путем её телескопирования.

Современными моделями кранов с неповоротной башней являются КБ-571Б, КБ-674А, *Potaine MD-175* и др.

## **4.2. САМОХОДНЫЕ СТРЕЛОВЫЕ КРАНЫ**

В строительстве наибольшее распространение получили самоходные стреловые краны. Они используются для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ и получили широкое применение благода-

ря автономности привода, большому диапазону основных параметров, высокой манёвренности и мобильности, простоте подготовки площадок для их работы и др.

По типу ходового оборудования различают краны гусеничные, пневмоколесные, автомобильные, на специальном шасси автомобильного типа и др.; по виду подвески стрелового оборудования - с гибкой (на канатах) и жесткой (на гидроцилиндрах) подвеской.

Некоторые краны могут оснащаться сменным стреловым и башенно-стреловым оборудованием. Стрелы бывают постоянной или переменной длины, решетчатой и блочной конструкции (телескопические). Стрелы некоторых моделей кранов оснащают дополнительными элементами - неуправляемым или управляемым гуськами. В настоящее время автомобильные, пневмоколёсные (короткобазовые) краны и краны на специальные шасси автомобильного типа выпускаются преимущественно с телескопической стрелой, гусеничные – с решётчатой.

Автомобильные, пневмоколесные краны и краны на спецшасси имеют выносные опоры - аутригеры, используемые при выполнении ими рабочих операций. Аутригеры увеличивают опорный контур крана (повышают его устойчивость), уменьшают нагрузку на его ходовую часть.

Некоторые краны допускают передвижение с грузом на крюке при определенных ограничениях по величине груза, положения стрелы, вылету крюка, скорости движения и состояния пути. Имеются ограничения и для телескопирования стрелы.

К недостаткам самоходных стреловых кранов можно отнести нижнее крепление стрелы, затрудняющее подачу грузов внутрь строящегося здания (для кранов со стреловым исполнением рабочего

оборудования); нижнее расположение кабины, что существенно сокращает обзор машинисту. Последний недостаток на некоторых моделях кранов устраняется путём возможности дистанционного радиоуправления ими с использованием переносного пульта.

Достоинствами крана являются высокая маневренность и грузоподъёмность, автономность (независимость привода).

#### **4.2.1. АВТОМОБИЛЬНЫЙ КРАН КС-55717**

В нашей стране в строительной отрасли автокраны получили широкое распространение, Россия при этом является одной из ведущих стран по их производству.

Максимальная грузоподъёмность крана - 32 т. Кран применяют, преимущественно, для погрузочно-разгрузочных работ, а также монтажа конструкций и различного технологического оборудования.

Конструктивная схема крана представлена на рисунке 4.4.

Неповоротная часть крана состоит из ходового устройства 1, в качестве которого используются шасси серийно выпускаемого грузового автомобиля, ходовой рамы 2 и выносных опор 3 (аутригеров). Аутригеры имеют гидравлический привод.

Поворотная часть крана включает поворотную платформу 4, кабину машиниста 5 и стреловое оборудование. Поворотная платформа устанавливается на ходовую раму через опорно-поворотное устройство 6 и является основанием поворотной части крана.

В качестве основного рабочего оборудования применяется четырёхсекционная телескопическая стрела 7. Длину стрелы легко можно изменить при рабочей нагрузке при помощи гидроцилиндра (от 9,4 м до 27,4 м). Также с помощью гидроцилиндра 8 производится

подъём и опускание стрелы. Такая подвеска рабочего оборудования называется жёсткой. В качестве рабочего органа применяется крюковая подвеска 9.

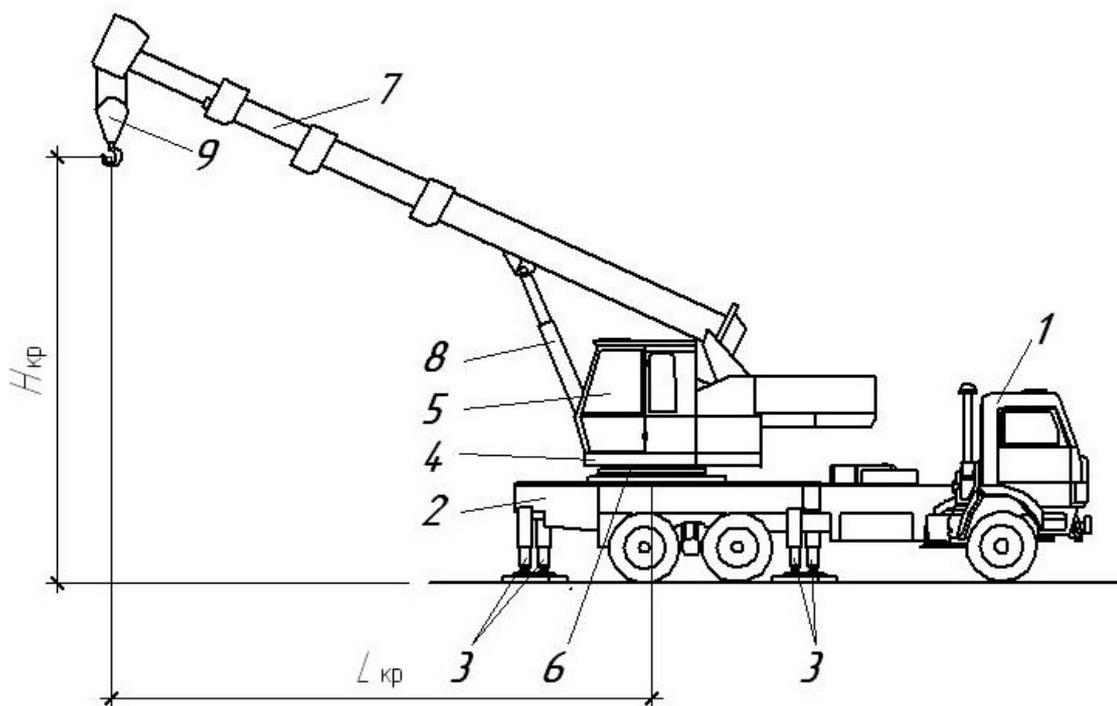


Рисунок 4.4 – Кран автомобильный КС-55717:  
 $L_{кр}$  – вылет крюка крана;  $H_{кр}$  – высота подъёма крюка

При необходимости увеличить вылет и высоту подъёма крюка кран оснащается решётчатым гуськом (длиной 7 м), закрепляемым на головной секции стрелы.

Кран оснащается микропроцессорным ограничителем грузоподъёмности с цифровой индикацией информации, который позволяет следить за степенью загрузки крана, длиной стрелы, вылетом крюка и высотой подъёма оголовка стрелы, показывает фактическую величину груза на крюке и максимальную грузоподъёмность на данном вылете. Данное устройство автоматически по заданным координатам ограничивает зону действия крана в стеснённых условиях.

Представителями данного типа кранов также являются КС-35714 «Ивановец», КС-65711 «Челябинец», *Liebherr LTF 1030-3* и т.д.

### 4.2.2. ГУСЕНИЧНЫЙ КРАН СКГ-50

Специальный гусеничный кран СКГ-50 максимальной грузоподъемностью 50 т используют, преимущественно, при возведении зданий промышленного и гражданского назначения. Кран имеет следующую конструктивную схему (рисунок 4.5).

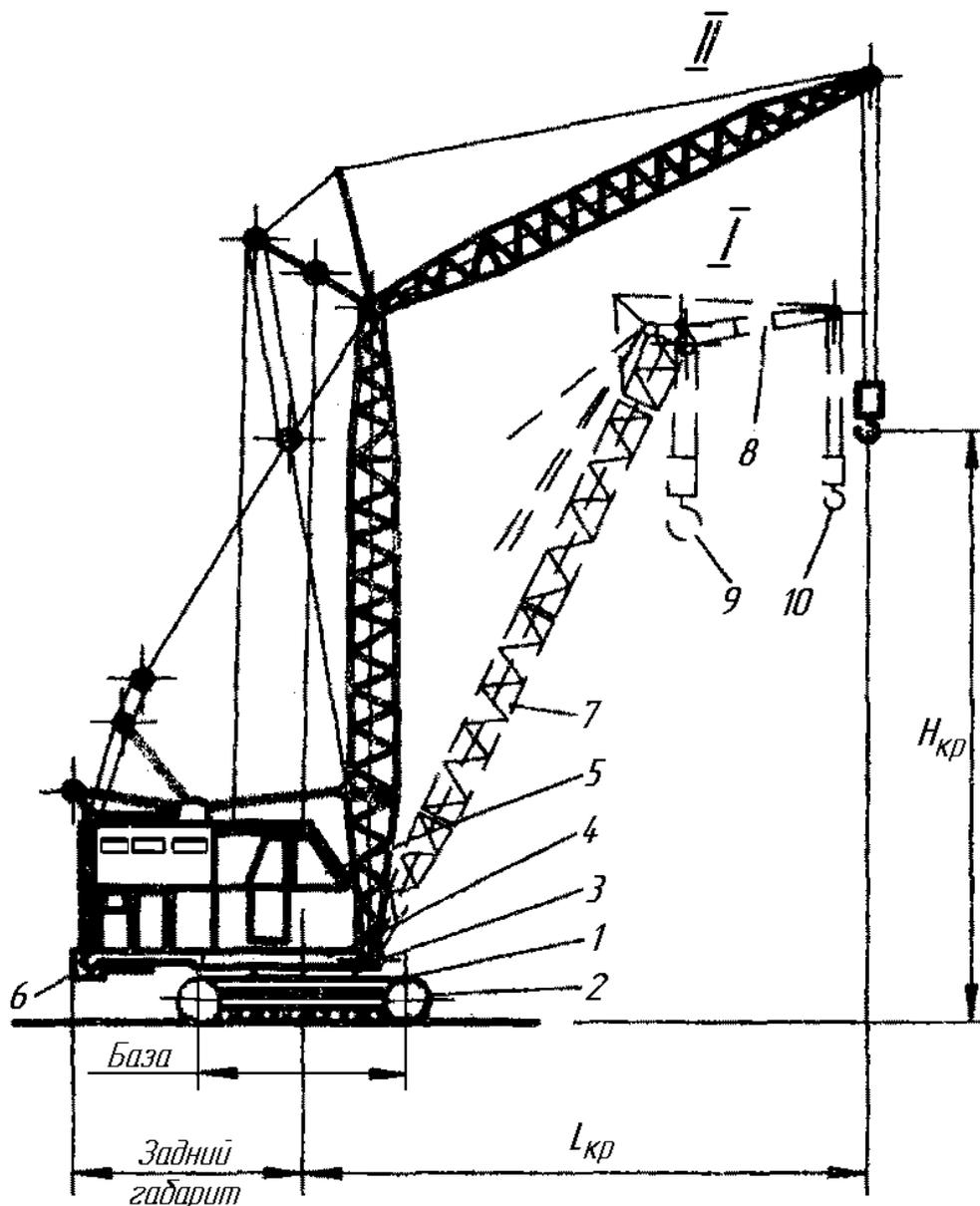


Рисунок 4.5 – Кран гусеничный СКГ-50:

*I* - стреловое исполнение; *II* - башенно-стреловое исполнение;  
 $L_{кр}$  – вылет крюка крана;  $H_{кр}$  – высота подъема крюка

На раму 1 машины, снабженную гусеничным ходовым оборудованием 2, через опорно-поворотное устройство 3 опирается поворот-

ная платформа 4. На поворотной платформе установлены: дизель-электрическая силовая установка, грузовые лебёдки основного и вспомогательного подъёма, лебёдка подъёма-опускания стрелы, механизм поворота платформы, кабина машиниста 5, противовес 6, стреловое оборудование. В состав стрелового оборудования входят стрела 7, гусёк (надстрелок) 8, основная 9 и вспомогательная 10 крюковые подвески, полиспасты и др.

Кран может быть переоборудован со стрелового исполнения на башенно-стреловое. В этом случае изменяют запасовку канатов, стрелу устанавливают почти вертикально (стрела-башня), а функции стрелы выполняет управляемый гусёк (надстрелок). Для предотвращения опрокидывания стрелы-башни назад используют специальные упоры.

Башенно-стреловое оборудование существенно увеличивает зону обслуживания крана, уменьшает благодаря этому количество стоянок и обеспечивает подачу грузов внутрь строящегося здания. При этом максимальная грузоподъёмность крана снижается до 12,9 т, а также исключается использование основной крюковой подвески.

Привод механизмов крана может использовать электроэнергию, как от собственного, так и от внешнего источника (сети) посредством электрокабеля.

Современными моделями гусеничных кранов являются ДЭК-401, *Liebherr LTR 1100*, *Liebherr HS 873 HD*, *XCMG QUY300* и т.д.

### **4.3. ПОРТАЛЬНЫЙ КРАН КПП-10**

Краны этого типа используют в морских и речных портах для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, в гидротехническом ст-

роительстве для подачи бетонных смесей, установки опалубки и арматуры, перемещения оборудования.

Грузоподъёмность порталных кранов колеблется от 10 до 30 т, вылет крюка от 20 до 50 м.

Конструктивная схема крана приведена на рисунке 4.6.

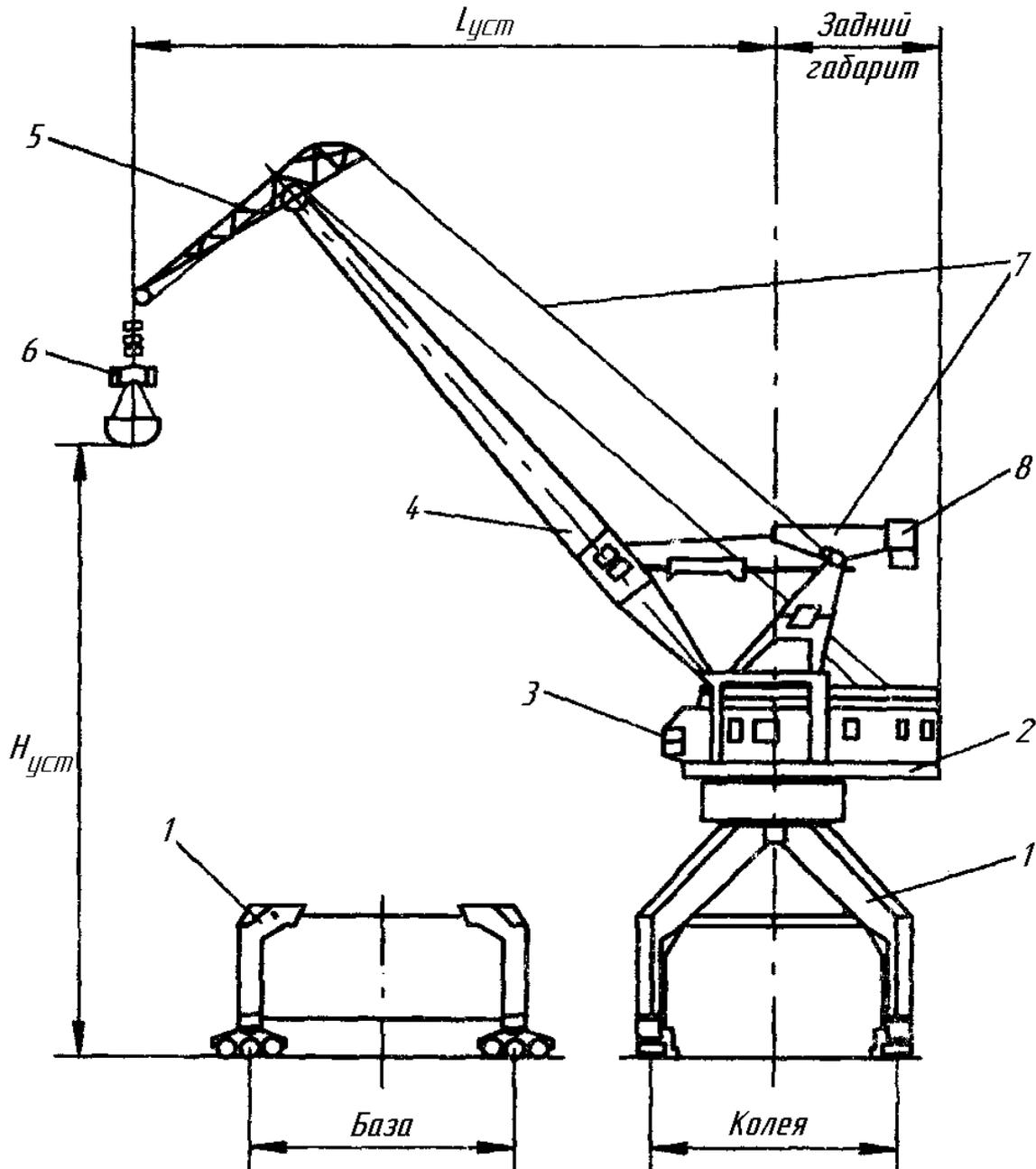


Рисунок 4.6 – Кран порталный КПП-10:

$L_{уст}$  – вылет грузозахватного устройства (грейферного ковша);

$H_{уст}$  – высота подъёма грузозахватного устройства

На П-образный портал 1, передвигающийся по рельсовому пути, опирается поворотная платформа 2. На поворотной платформе размещены лебёдки, поворотный механизм, кабина управления 3. С передней частью платформы шарнирно соединена стрела 4, снабжённая гуськом 5. Грузозахватный орган 6 подвешен на канате, проходящем через гусёк и приводимым в движение грузовой лебёдкой. Стрела посредством рычажно-канатной системы 7 соединена с подвижным противовесом 8. Эта система обеспечивает автоматическое изменение положения гуська, стрелы и противовеса в зависимости от вылета крюка.

Большая ширина портала даёт возможность прохода вагонов или других транспортных средств под краном, что ускоряет их загрузку и разгрузку и позволяет более рационально использовать складские площади.

#### **4.4. КОЗЛОВЫЙ КРАН К-202**

Применяют на погрузочно-разгрузочных работах на открытых складах, на полигонах по изготовлению железобетонных и стальных конструкций, на монтаже конструкций объектов большой длины (станции метрополитенов, одноэтажные корпуса промышленных предприятий и др.), монтаже зданий из блоков полной заводской готовности.

Грузоподъёмность козловых кранов от 3 до 100 т, пролет от 8 до 50 м, высота подъёма грузозахватного органа от 8 до 30 м.

Козловые краны бывают бесконсольные, одноконсольные и двухконсольные (консоль - продолжение ригеля за пределы опор-стоек).

Кран К-202 имеет следующую конструктивную схему (рисунок 4.7). Мостовая ферма (ригель) 1 опирается на стойки-опоры 2 и 3, установленные на балки 4 со встроенными колёсами. Последние передвигаются по

рельсовому пути. По верхнему поясу ригеля перемещается грузовая тележка 5, на ветвях каната к которой подвешена траверса 6 с крюком или иным грузозахватным органом. Лебёдки располагаются на одной из сторон ригеля. Управление краном осуществляется машинистом из кабины 7.

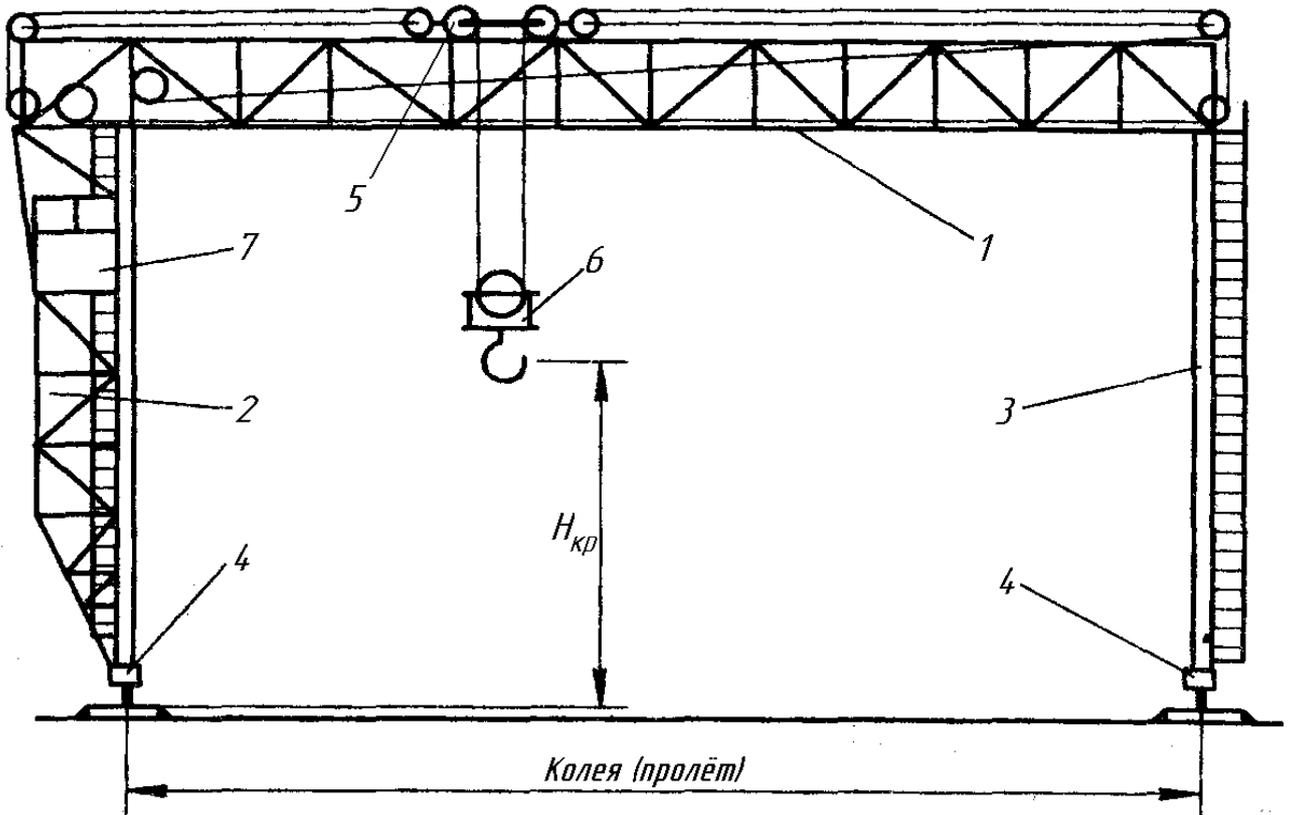


Рисунок 4.7 – Кран козловой бесконсольный К-202:  
 $H_{кр}$  (м) – высота подъёма крюка

#### 4.5. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЁМНЫХ КРАНОВ

1. Надзор за установкой и безопасной эксплуатацией кранов осуществляют мастер, прораб, инженер по технике безопасности строительной организации и инспекция Ростехнадзора.

2. Кран должен иметь исправные, предусмотренные инструкцией средства безопасности: ограничители грузоподъёмности, высоты подъёма крюка и др.

3. В рабочей зоне действующих кранов запрещается производство каких-либо работ на нижележащих уровнях.

4. Запрещается подъём груза при косом натяжении грузового полиспаста, отрыв примёрзших или засыпанных грунтом грузов.

5. Не допускается нахождение людей под грузом и стрелой.

6. При горизонтальном перемещении груза поворотом стрелы между ним (грузом) и верхом нижерасположенных конструкций должно быть расстояние не менее 500 мм.

7. Расстояние между наиболее выступающими частями поворотной платформы крана и зданием должно быть не менее 1 м.

8. Масса поднимаемого груза, включая грузозахватные приспособления, не должна превышать грузоподъёмность крана на данном вылете крюка.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Добронравов С.С. Строительные машины и основы автоматизации [Текст] / Учебник для строит. вузов // С.С. Добронравов, В.Г. Дронов – М.: Высш. шк., 2001. – 575 с.
2. Волков Д.П. Строительные машины [Текст] / Учебник для студентов вузов, обуч. по спец. ПГС // Д.П. Волков, В.Я. Крикун – 2-е изд. переработ. и дополн. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 373 с.
3. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование [Текст] / Справочник для строит. спец. ВУЗов и инж.-техн. работников // С.С. Добронравов, М.С. Добронравов – 2-е изд. переработ. и дополн. – М.: Высш. шк., 2006. – 445 с.
4. Белецкий Б.Ф. Строительные машины и оборудование [Текст] / Справочное пособие // Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова – Изд. второе, переработ. и дополн. – Ростов н/Д: Феликс, 2005. – 608 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

РАБОТА 3 Вспомогательные грузоподъёмные устройства и машины.....	3
3.1 Полиспасты.....	3
3.2 Лебёдки строительные .....	6
3.2.1 Лебёдка с ручным приводом .....	7
3.2.2 Лебёдка электрореверсивная Т-66А.....	9
3.2.3 Лебёдка зубчато-фрикционная двухбарабанная Т-97 .....	11
3.2.4 Технические характеристики и выбор лебёдок .....	13
3.3 Основные правила техники безопасности при работе с лебёдками .....	14
РАБОТА 4 Грузоподъёмные краны.....	16
4.1 Башенные краны.....	19
4.1.1 Башенный кран КБ-302А с поворотной башней.....	20
4.1.2 Башенный кран М-3-5-10 с неповоротной башней.....	23
4.2. Самоходные стреловые краны .....	25
4.2.1. Автомобильный кран КС-55717.....	27
4.2.2. Гусеничный кран СКГ-50.....	29
4.3. Портальный кран КПП-10.....	30
4.4. Козловый кран К-202 .....	32
4.5. Основные правила техники безопасности при эксплуатации грузоподъёмных кранов.....	33

Гужавин Александр Яковлевич

Сенников Олег Евгеньевич

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ  
И СРЕДСТВА МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ**

Методические указания  
к лабораторно-практическим работам 3 и 4

---

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат 60×90 1/16  
Бумага газетная. Печать трафаретная. Уч.-изд.л. \_\_\_\_\_ Усл.печ.л.  
Тираж 500 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

---

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Нижегородский государственный архитектурно-  
строительный университет. 603600, Нижний Новгород, Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603600, Нижний Новгород,  
Ильинская, 65.