

Глава 4.

Грузоподъемные машины

4.1. Грузозахватные устройства

Наиболее распространенными грузозахватными устройствами являются *крюки*. Размеры и форма крюков стандартизированы. Крюки по форме делятся на однорогие (ГОСТ 6627–74) и двурогие (ГОСТ 6628–73). Крюки изготавливаются ковкой или штамповкой из низкоуглеродистой стали. Крюки большой грузоподъемности изготавливаются пластинчатыми (ГОСТ 6619–75). Чаше крюки подвешиваются к канату с помощью крюковой обоймы (рис. 4.1). На монтажных работах крюки снабжаются замками, предохраняющими стропы от соскакивания и обеспечивающими безопасность работы (рис. 4.1, в).

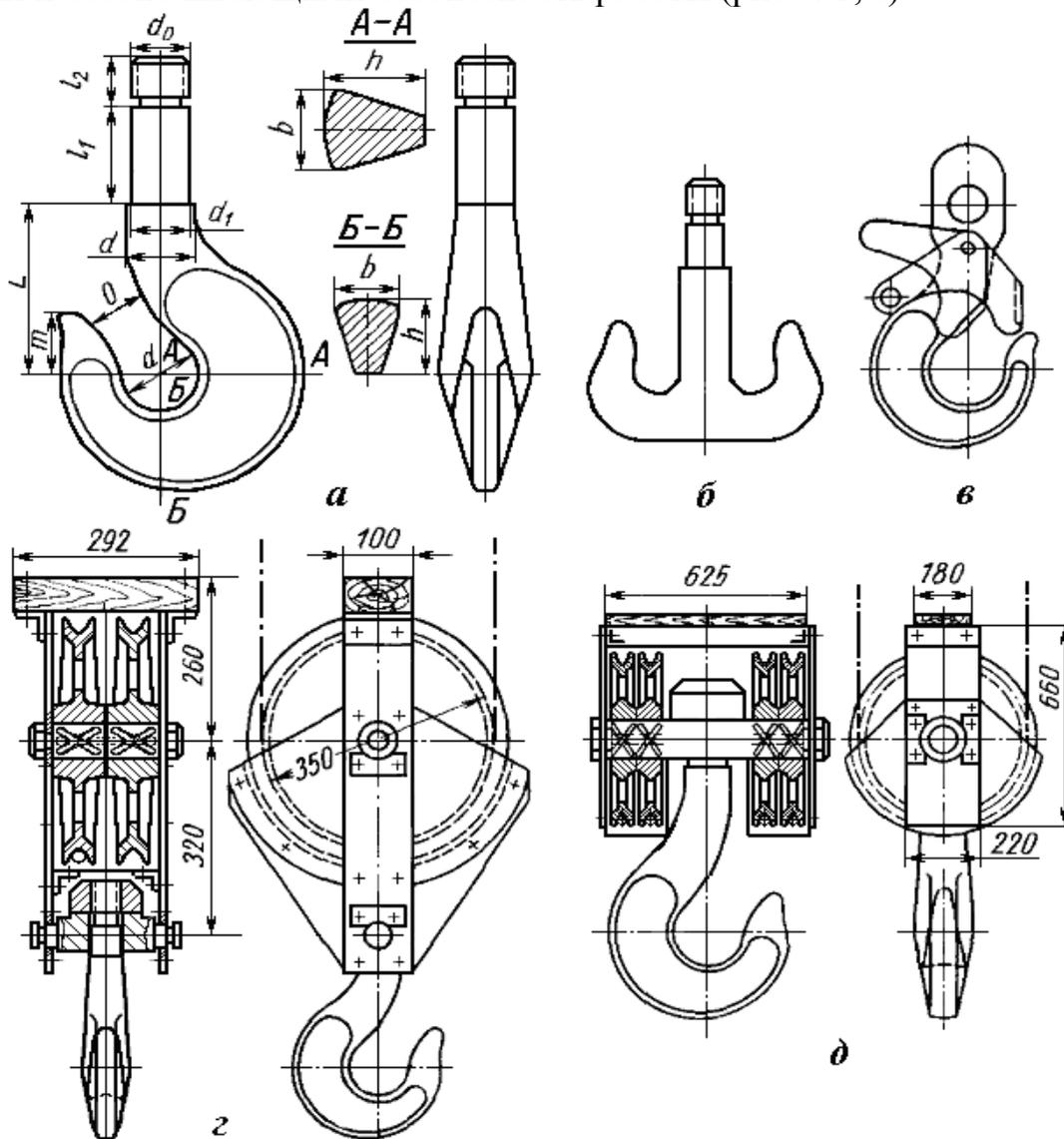


Рис. 4.1. Крюки и крюковые обоймы:

а – однорогий крюк; б – двурогий крюк; в – крюк с защелкой; з – двухблочная обойма;
 д – четырехблочная обойма

Крюки и петли, как правило, должны иметь клеймо завода-изготовителя и паспорт, в котором содержится техническая характеристика крюка или петли.

Грейферы являются разновидностью автоматических захватных устройств, позволяющих производить погрузку и разгрузку сыпучих, крупнокусковых и штучных грузов без участия стропальщиков. Конструктивно грейферы делятся на одноканатные, двухканатные и моторные. Наибольшее распространение получили двухчелюстные грейферы с двухканатным приводом. Для крупнокускового материала применяются многочелюстные грейферы.

В одноканатных грейферах оба рабочих движения (подъем или спуск и закрывание или открывание) осуществляются одним тяговым органом – канатом. Двухканатный грейфер является более совершенным грузозахватным приспособлением. Схема двухчелюстного грейфера, работающего с двухбарабанным механизмом подъема, показана на рис. 4.2. Каждый из барабанов может работать независимо или оба работают совместно. В соответствии с этим подъемный канат *б* и замыкающий канат *в* будут работать порознь или совместно, выполняя определенные операции. В положении *I* при ослаблении каната *в* грейфер повисает на канате *б*; под действием веса нижней головки *2* и челюстей *1* грейфер раскрывается полностью, и материал из него высыпается. Затем крановщик включает оба барабана и опускает грейфер в раскрытом состоянии на материал. При включении на подъем барабана *5* канат *в* натягивается, челюсти закрываются и одновременно с этим под действием своего веса внедряются в материал (положение *II*).

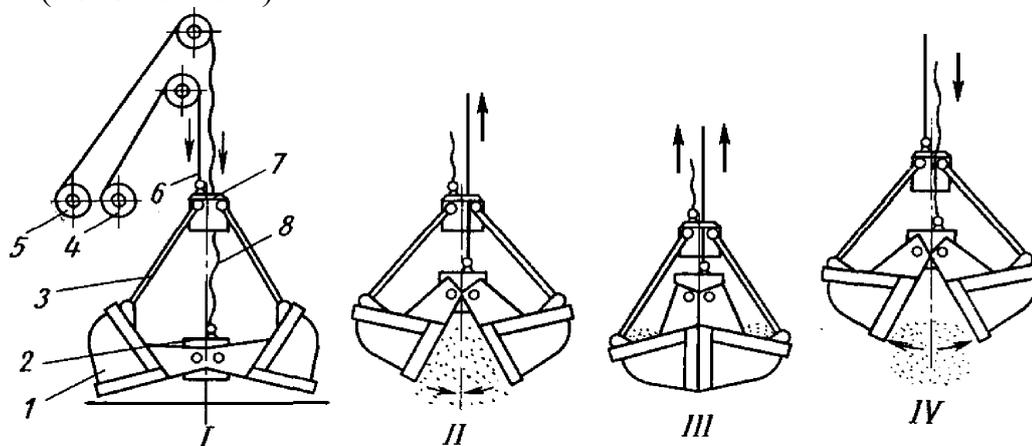


Рис. 4.2. Схема работы двухканатного грейфера:

I – конец разгрузки и начало зачерпывания; *II* – зачерпывание; *III* – замыкание; *IV* – начало разгрузки; *1* – челюсть; *2* – нижняя головка; *3* – тяга; *4* – барабан подъемного каната; *5* – барабан замыкающего каната; *6* – подъемный канат; *7* – верхняя головка; *8* – замыкающий

Когда под действием каната *в* челюсти замкнутся (положение *III*), включается на подъем канат *б* и грейфер с материалом поднимается при одновременной работе барабанов *4* и *5* подъемного механизма; наполненный грейфер переносится краном к месту разгрузки. Канат *в* ослабляется (положение *IV*), и материал высыпается из грейфера. Двухчелюстные грейферы изготавливаются емкостью 0,4...10 м³.

Моторные грейферы, челюсти которых замыкаются и раскрываются механизмом, установленным вместе с электродвигателем на самом грейфере, могут использоваться с кранами, имеющими обычные крюки. Питание электро-

двигателя, установленного на грейфере, осуществляется с помощью гибкого кабеля.

Стропы, захваты и траверсы служат для соединения крюка с поднимаемым грузом, например строительными конструкциями.

Стропы изготавливаются из стального каната. По конструкции стропы подразделяются на универсальные, облегченные и многоветвевые (рис. 4.3). Многоветвевые стропы применяются при групповых подъемах, например при подъеме нескольких прогонов или ригелей. Недостатком всех этих стропов является большая трудоемкость при строповке и расстроповке и, самое главное, необходимость для такелажника подниматься к узлу крепления стропа для его расстроповки. Использование полуавтоматических и автоматических захватов позволяет быстро и надежно производить захват и освобождение грузов без участия такелажников.

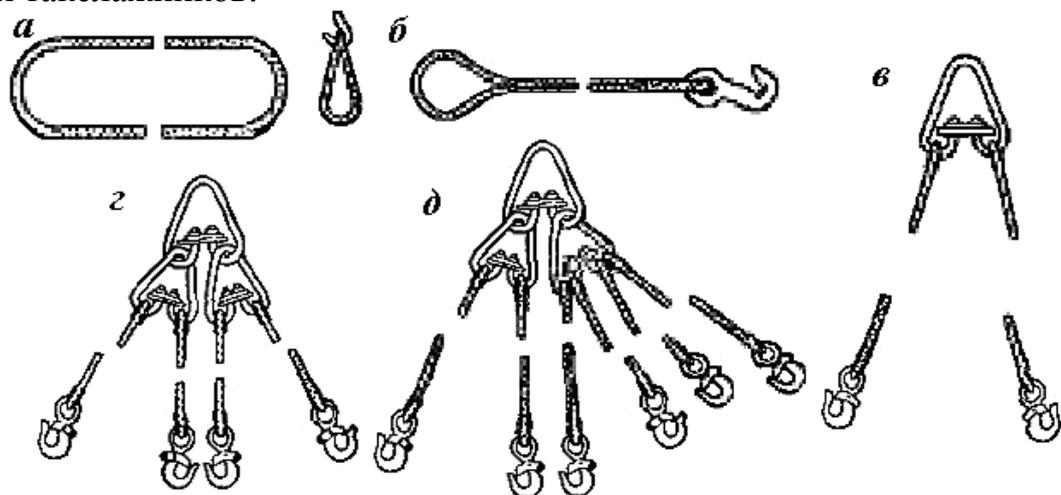


Рис. 4.3. Стропы:

а – универсальный; *б* – облегченный; *в* – двухветвевой; *г* – четырехветвевой;
д – шестиветвевой

Автоматический захват (рис. 4.4, *а*) предназначен для подъема плит и панелей. Траверса представляет собой балку из швеллеров. На траверсе закреплена серьга, при помощи которой захват навешивается на крюк крана. Механизм фиксации состоит из ползуна с внутренним упором и стойки с поворотной звездочкой. Автоматический захват работает следующим образом (рис. 4.4, *б*). При положении *I* звездочка *II* своим зубом заклинивает ползун *13* относительно стойки *14*, при этом траверса и рама сцеплены между собой, а жесткие тяги удерживают несущие крюки в раскрытом состоянии. При посадке захвата на груз рама упирается в него и останавливается, а траверса с ползуном под действием собственного веса продолжает еще двигаться вниз; при этом упор *12* поворачивает звездочку из наклонного положения в горизонтальное (положение *II*). При подъеме траверса с ползуном движутся вверх. Нижняя кромка ползуна, воздействуя на звездочку, поворачивает ее в вертикальное положение (положение *III*), при котором она не препятствует дальнейшему движению траверсы относительно рамы. При подъеме траверсы шарнирно соединенные с ней крюки поворачиваются вокруг своих осей и зажимают груз. После этого происходит подъем груза. После установки груза траверсу опускают; при этом ползун поворачивает звездочку в положение *IV*. В этом положении звездочка препят-

ствует дальнейшему опусканию ползуна, а вес траверсы передается через тяги на крюки, которые, раскрываясь, освобождают груз.

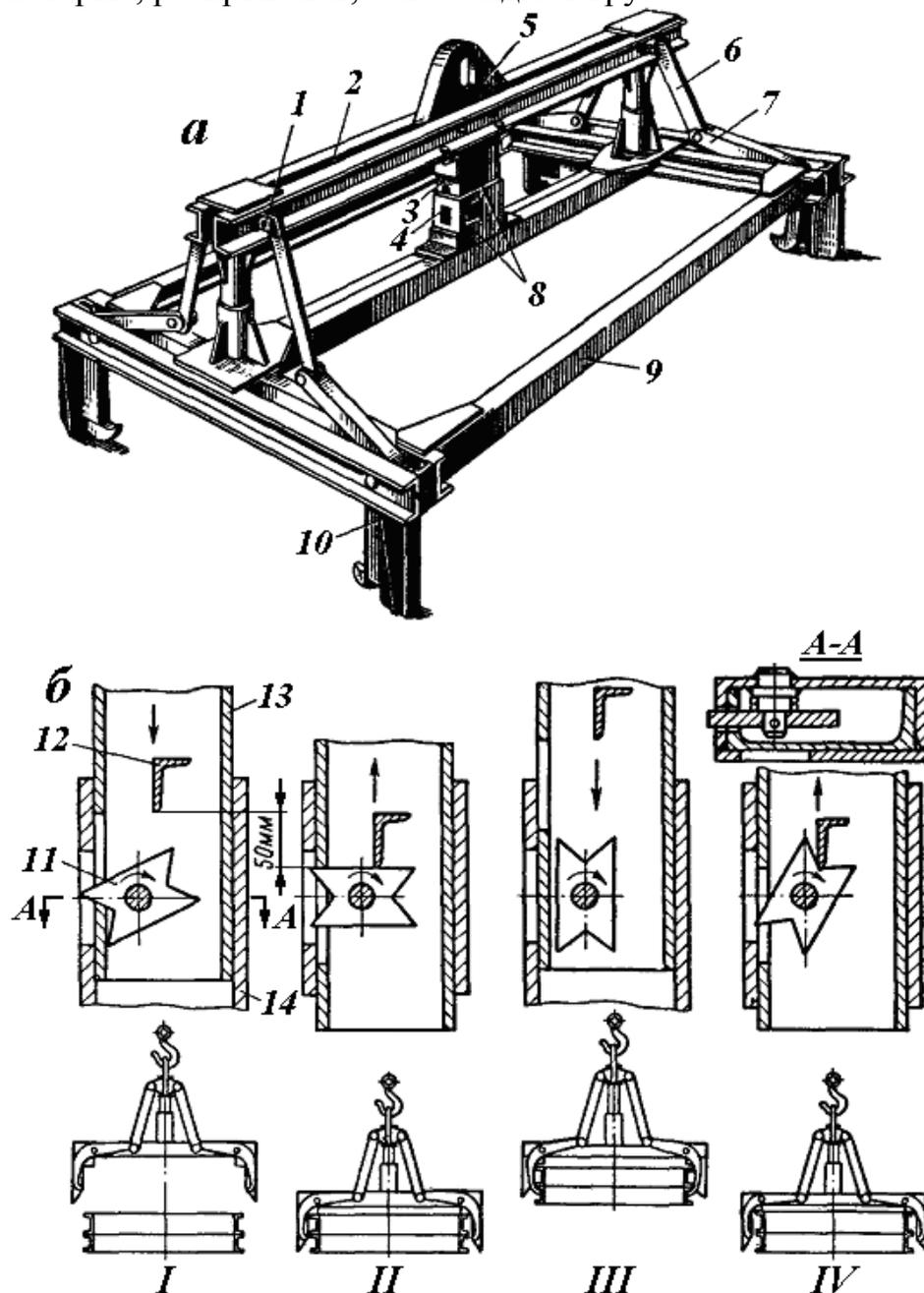


Рис. 4.4. Автоматический захват:

A – общий вид *б* – работа механизма захвата; 1 – ось; 2 – траверса; 3 – ползун; 4 – стойка;
5 – серьга; 6 – тяга; 7 – крюк; 8 – механизм фиксации; 9 – рама; 10 – направляющая;
11 – звездочка; 12 – упор; 13 – ползун; 14 – стойка

Для подъема трубчатых конструкций и других грузов цилиндрической формы применяется автоматический захват (рис. 4.5), состоящий из двух лап 3, которые с помощью шарниров 4 смонтированы на щеках 2, образующих обойму. Внутри обоймы перемещается ползун 5, имеющий по бокам клиновидные вырезы. В верхней части ползуна сделано отверстие 6 для подвешивания к крюку крана. В нижней части ползуна имеется выступ, за который заходит фиксирующая защелка 7. Если захват без груза, то нижние концы лап зафиксированы в разомкнутом состоянии (положение I). Когда захват опускается на груз (положение II), планка 1 обоймы упирается в поверхность трубы и защелка

выходит из зацепления с зубом ползуна. При подъеме ползун свободно перемещается в обойме вверх и раздвигает до предела верхние концы лап; при этом нижние концы лап сблизятся и захватят груз (положение *III*). Когда груз опускают, ползун займет крайнее нижнее положение и лапы повернутся вокруг своих осей и освободят груз. В это время зуб ползуна войдет в зацепление с защелкой (положение *IV*), лапы останутся раскрытыми и при подъеме захват поднимается без груза.

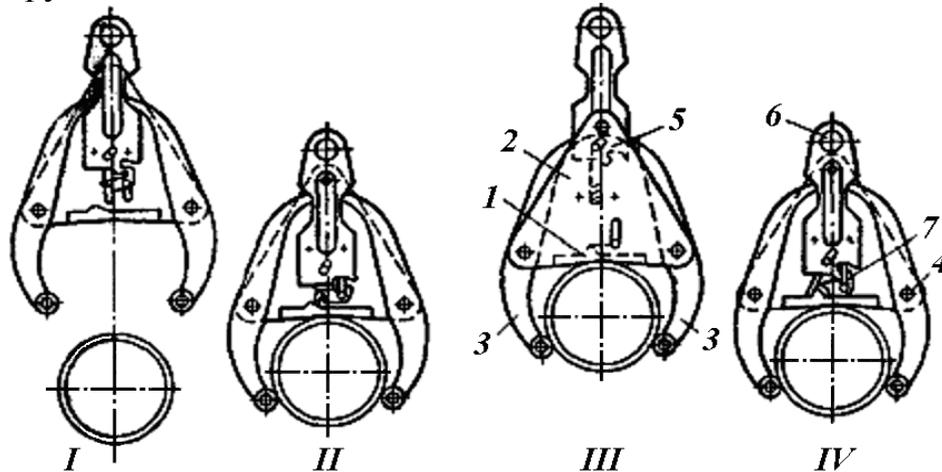


Рис. 4.5. Автоматический захват для труб

Траверсы применяют при подъеме длинномерных конструкций (колонны, фермы и т.п.), не рассчитанных на восприятие изгибающего момента от собственного веса, возникающего при использовании гибких строп.

Балка траверсы обычно выполняется сварной из трубы или профильного металла; при больших пролетах балка изготавливается в виде фермы. На балке закреплены серьги, к которым подвешены стропы с крюками. Иногда стропы не закрепляются жестко за скобы, а перекидываются через ролики, установленные вдоль балки. Балка траверсы канатными растяжками соединена со скобой, подвешиваемой на крюк крана. Такая балка (рис. 4.6, *а*) работает на сжатие. Недостатком ее является уменьшение возможной высоты подъема груза, вызванное увеличением вертикального габарита траверсы.

В других конструкциях скоба непосредственно приваривается к балке (рис. 4.6, *б*). Эта траверса имеет небольшую высоту, но она работает на изгиб и поэтому более тяжелая.

В траверсах, работающих на сжатие, определяются усилия в канатах P (кН) и в балке N (кН):

$$P = Q/2 \cos \alpha; \quad N = Q/2 \operatorname{tg} \alpha,$$

где Q – вес поднимаемого груза, кН; α – угол наклона каната к вертикали.

Проверяется напряжение сжатия $\sigma_{\text{сж}}$ (МПа) в балке

$$\sigma_{\text{сж}} = N/10 \cdot F \cdot \varphi \leq [\sigma_{\text{сж}}]; \quad \varphi = f(\lambda); \quad \lambda = \mu \cdot l/r_{i \min},$$

где F – площадь сечения балки, см²; φ – коэффициент уменьшения допускаемых напряжений для сжатых стержней или продольного изгиба (определяется по таблицам в учебниках по сопротивлению материалов); λ – гибкость; μ – коэффициент заделки (в данной расчетной схеме $\mu = 1$); l – длина балки; $r_{i \min}$ – минимальный радиус инерции сечения балки.

В траверсах, работающих на изгиб, определяются максимальный изгибающий момент M (кН·см) и напряжение в балке $\sigma_{\text{и}}$ (МПа)

$$M = Qa/2; \quad \sigma_{\text{н}} = M/10 \cdot W \cdot \varphi_{\text{н}} \leq [\sigma_{\text{н}}],$$

где a – длина консоли, см; W – момент сопротивления балки, см³; $\varphi_{\text{н}}$ – коэффициент устойчивости при изгибе.

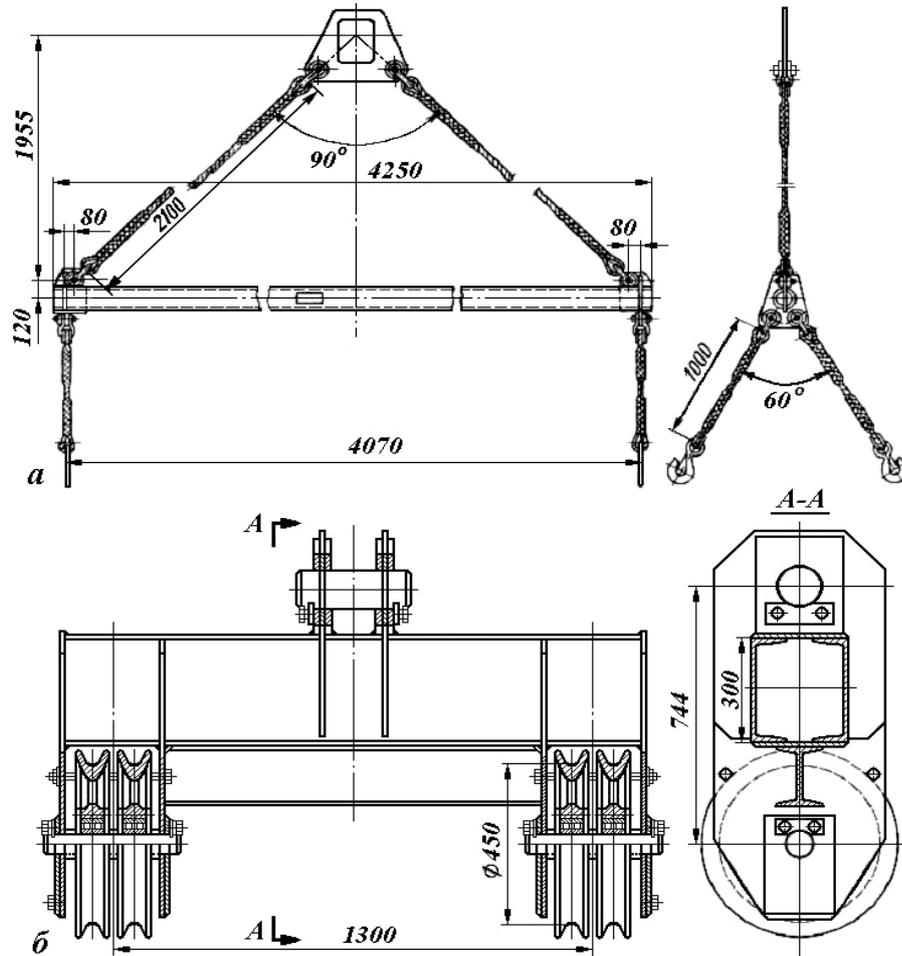


Рис. 4.6. Траверсы:

a – работающие на сжатие; b – работающие на изгиб

Монтажные узлы. При отсутствии коушей стальные канаты крепятся к грузу или друг к другу с помощью узлов. Наибольшее распространение в строительно-монтажных работах получили петли и узлы, приведенные на рис. 4.7.

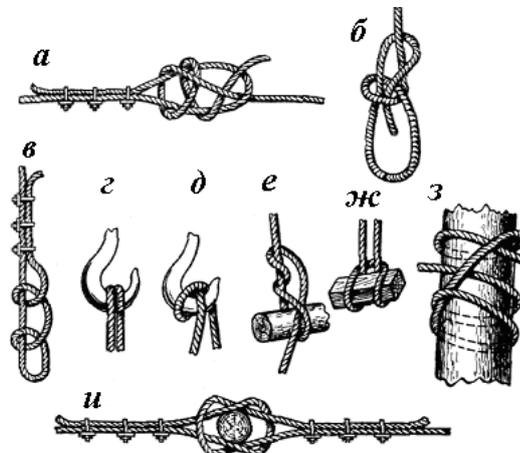


Рис. 4.7. Узлы и петля из канатов:

a – брамшкотовый узел; b – калмыцкий узел; $в$ – штыковой узел; $г$ – простая петля; $д$ – закидная петля; $е$ – двойная восьмерка; $ж$ – мертвая петля; $з$ – задвижной штык; $и$ – восьмерка

Для крепления расчалок (вант) различных грузоподъемных машин, лебедок и т.п. применяются якоря (рис. 4.8), изготовляемые из дерева или бетона.

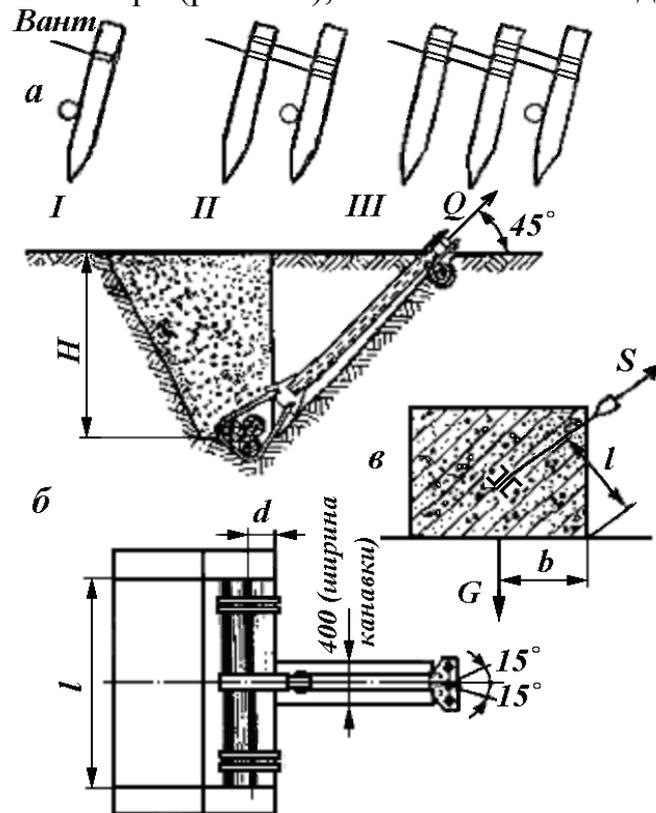


Рис. 4.8. Якоря:

a – деревянные свайные: *I* – односвайный; *II* – двухсвайный; *III* – трехсвайный;
б – деревянный горизонтальный; *в* – бетонный

Деревянные якоря подразделяют на свайные и горизонтальные. Свайные якоря изготовляют забивкой в грунт двух-трех рядов деревянных бревен. Эти сваи способны выдержать небольшое усилие (до 3 тс). Для больших усилий применяют деревянные якоря из горизонтальных бревен, зарытых в землю на глубину 1,5...2 м. Ряжевый якорь представляет собой сруб из бревен, опущенный в воду и засыпанный камнем. За нижнюю часть сруба крепится петля из стального каната, к которой присоединяются ванты. Бетонные якоря являются более надежными и долговечными, но на кратковременных монтажных работах применяются редко ввиду более высокой их стоимости.

Расчет горизонтальных якорей выполняется на устойчивость и прочность. Вес и нагрузка приняты в тс, что привычно для практиков.

1. Устойчивость якоря:

$$G + T > kN_2,$$

где G – вес грунта, расположенного над якорем, тс ($G = H \cdot d \cdot L \cdot \gamma$); T – сила трения, тс ($T = f \cdot N_1$); N_1 – горизонтальная составляющая усилия Q , тс; f – коэффициент трения дерева по грунту, $f = 0,5$; N_2 – вертикальная составляющая усилия Q , тс; k – коэффициент запаса, $k = 3$; d – диаметр бревна, м; L – длина бревна, м; H – глубина заложения якоря, м; γ – объемный вес грунта, т/м³.

2. Давление на грунт:

$$\sigma_{\text{гр}} = \frac{N_1}{\eta \cdot L \cdot d} \geq [\sigma_{\text{гр}}],$$

где $[\sigma_{гр}]$ – допускаемое давление на грунт на глубине H , МПа; η – коэффициент неравномерности смятия грунта, $\eta = 0,25$; d, L – размеры бревна, м.

3. Прочность якоря. Изгибающий момент на бревне составляет:

$$M = qL^2/8,$$

где q – равномерно распределенная нагрузка на бревно; $q = Q/L$.

По изгибающему моменту выбирается сечение бревна. При двух тягах сечение бревна определяется из условия изгиба и сжатия.

Бетонные якоря, выполненные в виде куба, рассчитываются на устойчивость:

$$G \cdot b > k \cdot S \cdot l,$$

где G – вес якоря, Н; S – усилие, действующее на якорь, Н; b, l в м (см. рис. 4.8); k – коэффициент запаса, $k = 1,5$.

Для работы на складе, например, железобетонных изделий, может быть использовано вакуумное захватное устройство (рис. 4.9). Перед началом работы вакуум-насос создает разрежение в ресивере, соединенном с вакуум-камерой шлангом с трехходовым краном. В нерабочем состоянии вакуум-камера отсоединена краном от ресивера и сообщается с атмосферой. Для захвата груза камера устанавливается на поверхности и переключается кран, обеспечивая связь вакуум-камеры с ресивером. Давление в камере понижается, и она присасывается к грузу. После завершения погрузо-разгрузочной операции кран переключается, и камера отключается от ресивера и начинает сообщаться с атмосферой, что заменяет расстроповку груза. При аварийной ситуации (отключение электроэнергии и т.п.) установка должна удерживать груз в течение 20 минут для завершения цикла погрузо-разгрузочной операции.

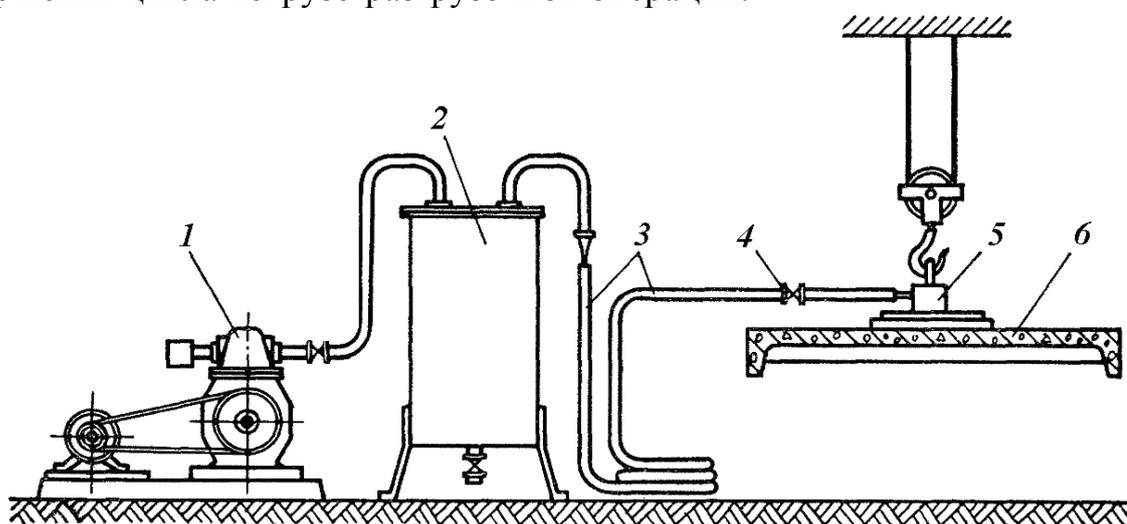


Рис. 4.9. Схема вакуум-захватной установки:

1 – вакуум-насос; 2 – ресивер; 3 – шланг; 4 – трехходовой кран; 5 – вакуум-камера; 6 – поднимаемое изделие

Электромагнитные захваты в строительстве практически не используются; их применяют в погрузо-разгрузочных работах, например, стального металлолома.

4.2. Лебедки, тали, домкраты

Строительные лебедки предназначены для подъема или перемещения грузов. Их подразделяют: по виду привода – на ручные (с ручным приводом) и

приводные (с механическим приводом); по назначению – на подъемные (для подъема груза) и тяговые (только для перемещения груза по горизонтальной или наклонной поверхности); по числу барабанов – на одно-, двухбарабанные (многобарабанные). Лебедки без барабана бывают с канатоведущим шкивом и рычажные.

Главным параметром лебедок является тяговое усилие каната (кН).

Ручные лебедки приводятся в действие мускульной силой рабочего и могут быть однобарабанными (рис. 2.54, *a*) или рычажными (без барабана).

В рабочем положении они крепятся на горизонтальной площадке и могут работать на открытом воздухе при температуре от -40° до $+40^{\circ}\text{C}$.

Все ручные лебедки имеют единую конструктивную схему. Они выполнены двухскоростными, оборудованы грузоупорными тормозами, действующими автоматически, и различаются между собой тяговым усилием, канатоемкостью барабана, числом валов, габаритами и т.п. Лебедки обеспечивают наибольшее тяговое усилие каната 12,5...50 кН, канатоемкость барабана 50...75 м. Крутящий момент M_p на валу рукоятки (Н·м)

$$M_p = P_p l_p,$$

где P_p – усилие на рукоятку, принимаемое для одного рабочего равным 100...120 Н в зависимости от продолжительности работы; $l_p = 0,4$ м – длина рукоятки.

Скорость навивки каната на барабан лебедки v_k , м/мин

$$v_k = v_p D_b / 2l_p i,$$

где $v_p \leq 40$ м/мин – средняя окружная скорость движения при вращении рукоятки рабочим; D_b – диаметр барабана, м; i – передаточное число зубчатых передач.

Лебедки с механическим приводом позволяют получать большие скорости навивки каната. Эти лебедки изготавливают однобарабанными с приводом от электродвигателя, подключенного к сети переменного тока напряжением 220/380, и многобарабанными с приводом от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания.

Однобарабанные реверсивные лебедки получили наибольшее распространение. Они устанавливаются на кранах и на других монтажных машинах и устройствах, но могут использоваться как самостоятельные подъемные механизмы. Грузы реверсивными лебедками опускаются принудительно, путем изменения направления вращения электродвигателя. Скорость спуска равна скорости подъема или несколько превышает ее.

Реверсивная лебедка (рис. 4.10) монтируется на сварной раме 1, на которой установлен барабан 2, двухступенчатый редуктор 3, тормоз 4 и электродвигатель 5, соединенный с редуктором упругой муфтой 6, внешняя цилиндрическая поверхность которой устанавливается со стороны редуктора и служит одновременно шкивом автоматического постоянно замкнутого двухколодочного тормоза 4. В лебедках этого типа может также применяться ленточный тормоз (рис. 2.51). Барабаны лебедок могут крепиться на валу редуктора консольно, а могут иметь выносную опору (рис. 4.10, *a, б*) с подшипником 7. Барабан лебедки соединяется с выходным валом редуктора с помощью зубчатой муфты 8.

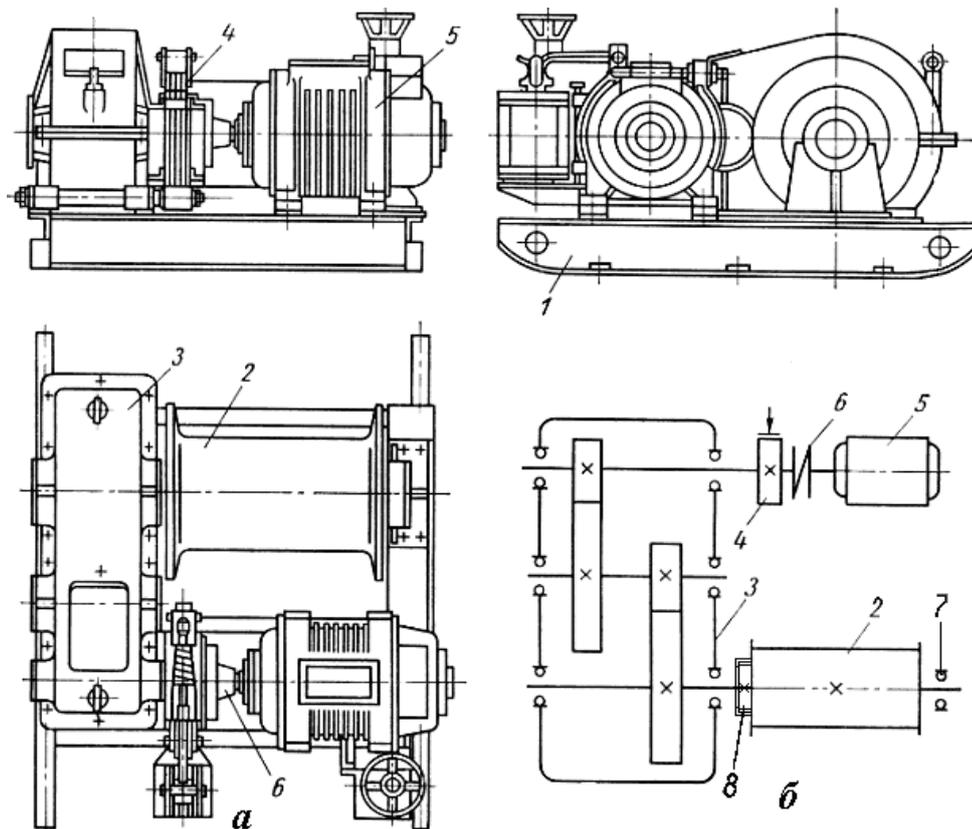


Рис. 4.10. Однобарабанная реверсивная лебедка:

a – общий вид; *б* – кинематическая схема; 1 – рама; 2 – барабан; 3 – редуктор; 4 – тормоз; 5 – электродвигатель; 6 – упругая муфта; 7 – выносная опора; 8 – зубчатая муфта

На лебедках обычно устанавливают крановые электродвигатели, допускающие большую перегрузку, а на тихоходных лебедках – короткозамкнутые электродвигатели общепромышленного назначения.

Пусковая аппаратура лебедок включает реверсивный магнитный пускатель и кнопочный пост управления, с помощью которого осуществляется отключение работающего двигателя, его полный останов и включение на обратное направление вращения.

Управляют лебедкой с помощью электромагнитных пускателей кулачкового контроллера и кнопок управления. Реверсивные лебедки обеспечивают тяговое усилие каната 4,5...50 кН, имеют диаметр барабана 200...250 мм, канатёмкость барабана 80...250 м.

Скорость навивки каната на барабан (м/с) при однослойной навивке

$$v_k = v_r i_{\Pi},$$

где v_r – скорость подъема груза, м/с; i_{Π} – кратность полиспаста.

При многослойной навивке

$$v_k = n_{\sigma} \pi [D_{\sigma} + (2m - 1) \cdot d_k],$$

где m – число слоев навивки каната; n_{σ} – необходимая частота вращения барабана по первому слою навивки, c^{-1} ; $n_{\sigma} = v_k / [\pi(D_{\sigma} + d_k)]$.

Необходимая мощность на барабане лебедки (кВт)

$$N_{\sigma} = P_{\sigma} v_k / \eta_{л},$$

где P_{σ} – сила каната, навиваемого на барабан; $\eta_{л} = \eta_{\Pi} \cdot \eta_{р} \cdot \eta_{\sigma}$ – к.п.д лебедки; η_{Π} – к.п.д полиспаста; $\eta_{р} = 0,94...0,96$ – к.п.д редуктора; $\eta_{\sigma} = 0,97...0,98$ – к.п.д барабана на подшипниках качения.

По расчетному значению N_6 подбирают электродвигатель с продолжительностью включения (ПВ%), соответствующей режиму работы лебедки. Для лебедок, работающих по легкому и среднему режимам, упрощенно ПВ = 25%, по тяжелому ПВ = 40%.

Необходимо, чтобы мощность электродвигателя $N_{дв} \geq N_{л}$.

Редуктор подбирают по передаточному числу, режиму работы, мощности электродвигателя и частоте его вращения. Передаточное число редуктора

$$i_p = n_{дв} / n_6,$$

где $n_{дв}$ – частота вращения ротора электродвигателя, c^{-1} .

Колодочный тормоз выбирают по тормозному моменту M_T (кН·м) на приводном валу

$$M_T = \beta P_6 (D_6 + md_k) \eta_l / 2 \cdot i_p,$$

где β – коэффициент запаса торможения, зависящий от режима работы лебедки; соответственно для легкого, среднего и тяжелого режимов работы $\beta = 1,5; 1,75$ и 2 .

Диаметр тормозного шкива $D_{ш}$ (мм) равен наружному диаметру соединительной упругой муфты. Выбранный тормоз проверяют на допустимое удельное давление тормозных колодок p .

Для увеличения производительности лебедок используются двигатели с регулируемым числом оборотов.

Применение больших скоростей необходимо на кранах с большой высотой подъема груза, а также возможно при подъеме легких грузов, при спуске крюков без груза и т.п. В некоторых конструкциях современных лебедок изменение скоростей каната достигается применением планетарных передач и двух двигателей. В лебедках с двумя двигателями и планетарным редуктором (рис. 4.11) возможно получение четырех скоростей в каждом направлении. Первая скорость получается при вращении обоих электродвигателей в одном направлении, вторая – при одном вращающемся двигателе, третья – при другом вращающемся двигателе и четвертая – при вращении двигателей в противоположных направлениях. Изменение скоростей и увеличение плавности включения достигается на лебедках, барабан которых, например, приводится в действие высокомоментным гидромотором. Такие лебедки уже применяются на башенных кранах.

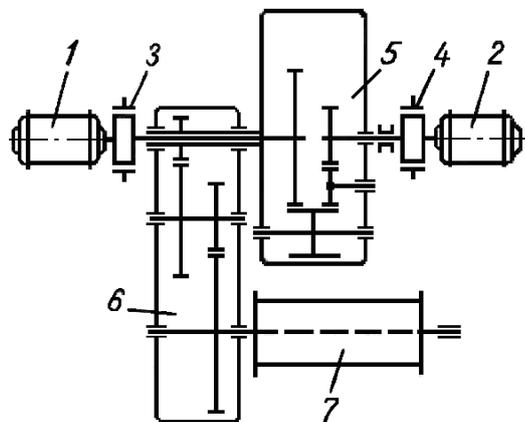


Рис. 4.11. Кинематическая схема многоскоростной электрореверсивной лебедки с планетарным редуктором: 1, 2 – электродвигатели; 3, 4 – тормоза; 5 – планетарный редуктор; 6 – двухступенчатый редуктор; 7 – барабан

В *зубчато-фрикционных лебедках* отсутствует жесткая кинематическая связь электродвигателя с барабаном, включаемым в работу при помощи фрикционной муфты. По конструкции фрикционной муфты различают лебедки с конусным и ленточным фрикционом. К достоинствам фрикционных лебедок относят высокую скорость опускания крюка (до 4...5 м/сек); возможность конструирования на базе одного двигателя многобарабанных лебедок с самостоятельным включением и отключением при работающем двигателе каждого барабана в отдельности. Вместе с тем фрикционные лебедки весьма громоздки и имеют относительно большой вес. Управление ими требует более высокой квалификации моториста (крановщика), поскольку им приходится совмещать управление муфтами с управлением тормозами. По сравнению с реверсивными лебедками на фрикционных сложнее обеспечивать требования техники безопасности. На рис. 4.12 показаны кинематическая схема однобарабанной лебедки с конусным фрикционом и конструкция конусного фрикциона.

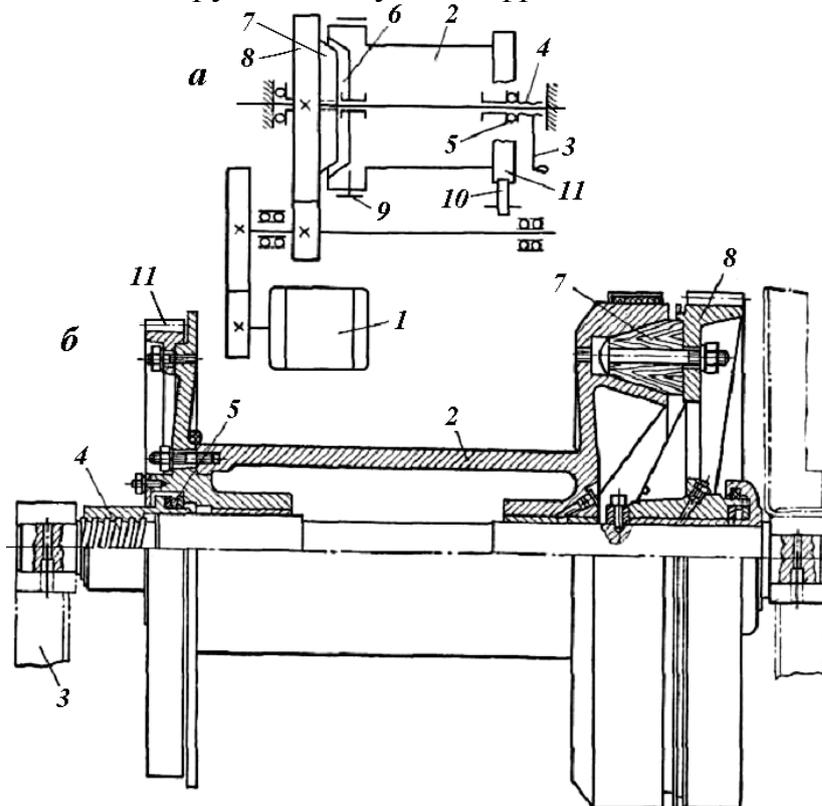


Рис. 4.12. Лебедка однобарабанная с конусным фрикционом:

а – кинематическая схема; *б* – конструкция барабана с конусной фрикционной муфтой

Управление такой лебедки заключается в следующем. Включается электродвигатель *1* при отключенном барабане *2*, при этом вместе с двигателем вращаются все передачи, а барабан неподвижен и груз не поднимается. Для подъема груза при помощи рукоятки *3* поворачивается нажимная гайка *4*, которая, передвигаясь по винтовой нарезке на конце оси, при помощи упорного подшипника *5* передвигает по направлению к большому зубчатому колесу свободно сидящий на оси барабан. Своей конической расточкой *б* барабан надвигается на конический выступ *7* (или конусные колодки) в торцевой плоскости свободно посаженного на оси зубчатого колеса *8* и происходит их зацепление. Одновременно с поворотом рукоятки поднимается связанный с ней гибкой тягой ры-

Ручные тали по конструкции делятся на шестеренные и червячные. Привод их осуществляется от рычажно-храпового механизма или от бесконечной цепи. Червячная таль (рис. 4.14, *a*) подвешивается к несущим элементам на крюке 7, шарнирно соединенном с корпусом 6. В корпусе расположен червяк 9, входящий в зацепление с червячным колесом 5, которое вместе с грузовой звездочкой 4 жестко закреплено на валу. Грузовая (обычно пластинчатая) цепь 2 огибает грузую звездочку 4, звездочку 10 подвижной крюковой обоймы 1 и крепится к корпусу тали, образуя двукратный полиспаст. При вращении тяговой звездочки 8 бесконечной цепью 11 движение через червячную передачу сообщается звездочке 4, которая, перемещая грузовую цепь, осуществляет подъем или опускание крюка. Поднятый груз удерживается на высоте дисковым грузоупорным тормозом 3 с храповым остановом, установленным на валу червяка. Усилие P (Н) в тяговой цепи 11 при подъеме груза весом Q , (Н):

$$P = Q \cdot r / (i_n i_{\text{ч}} R \cdot \eta),$$

где r – радиус грузовой звездочки, мм; i_n – кратность полиспаста; $i_{\text{ч}}$ – передаточное число червячной передачи; R – радиус тяговой звездочки, мм; $\eta = 0,55 \dots 0,75$ – к.п.д. тали.

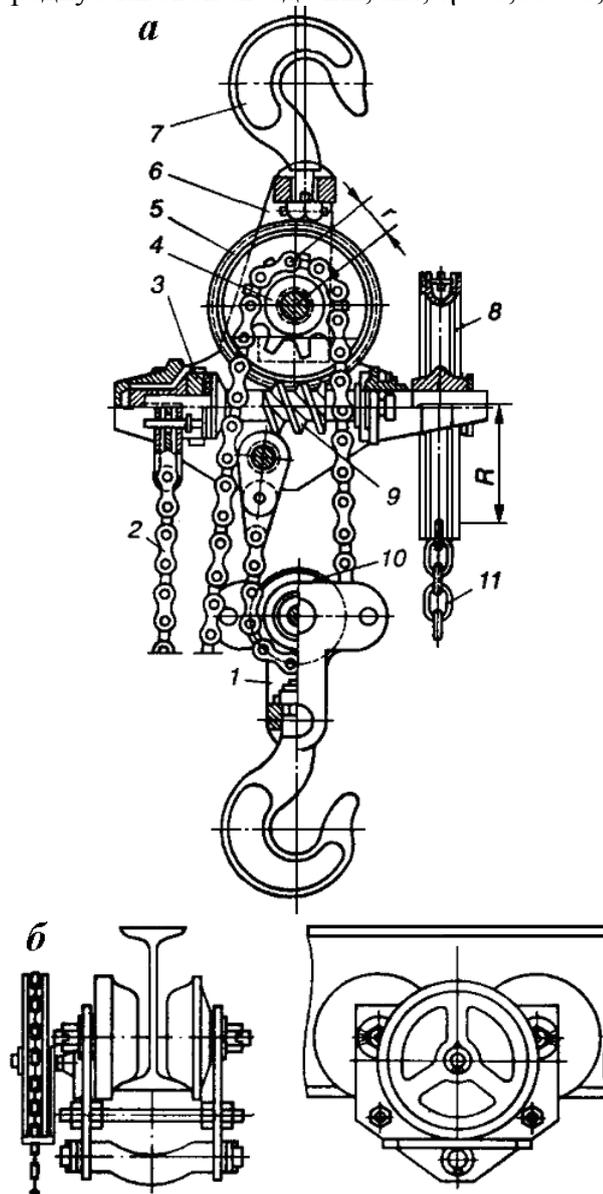


Рис. 4.14. Ручная червячная таль

При необходимости горизонтального перемещения поднятого груза тали подвешивают к ходовым тележкам, передвигающимся по двутавровой балке – монорельсу. Тележки талей грузоподъемностью 0,5...1 т обычно не имеют механизма передвижения и перемещаются за счет усилия рабочего, а у тележек талей грузоподъемностью 1...5 т устанавливается механизм передвижения с ручным приводом (рис. 4.14, б). Грузоподъемность ручных талей составляет от 0,5...10 т, а высота подъема груза – до 3 м.

Электрические тали применяют для перемещения груза самостоятельно или в качестве грузоподъемных механизмов кранов (поворотные и неповоротные на колонне краны, кран-балки, козловые краны и т.д.). Они могут быть неподвижными и передвижными с ручным и электроприводным механизмом передвижения. В последнем случае таль называется тельфером (рис. 4.15), который состоит из одной или двух ходовых тележек 1, электродвигателя 11, барабана 10, редуктора 7, электромагнитного дискового (или колодочного) тормоза 4, крюковой обоймы 8. Крутящий момент от двигателя через редуктор передается на грузовой нарезной барабан, на который навивается канат 9. При включении тельфера на подъем или опускании груза электромагниты 6, включенные в цепь электродвигателя, разъединяют диски тормоза и позволяют быстроходному валу 3 свободно вращаться. При отключении электродвигателя катушки электромагнитов обесточиваются, пружина 5 прижимает подвижные диски тормоза к неподвижным, в результате чего груз удерживается на высоте. Ограничитель высоты подъема груза автоматически отключает электродвигатель при достижении крюковой обоймой предельной высоты. Передвижение тельфера по монорельсу 2 осуществляется от индивидуального электродвигателя с редуктором. Управление электротальями ведется через гибкий кабель, снабженный пультом с пусковыми кнопками. Грузоподъемность электроталей – 0,2...10 т, высота подъема груза – до 35 м, скорость подъема – 0,13 м/с, передвижения тележки – 0,33...0,5 м/с.

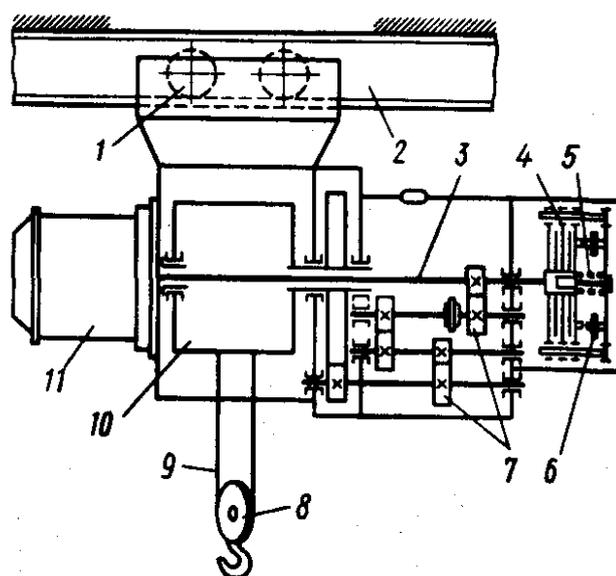


Рис. 4.15. Кинематическая схема электрической тали (тельфера)

Домкраты по конструктивному решению (рис. 4.16) подразделяют на реечные, винтовые и гидравлические. При этом реечные домкраты име-

ют только ручной привод, винтовые и гидравлические могут быть с ручным и механическим приводом.

При помощи *реечных домкратов* поднимают грузы до 120 кН на высоту 0,4...0,6 м (без перестановки домкрата).

Реечный домкрат (рис. 4.16, *a*) состоит из корпуса 1, выдвижной зубчатой рейки 2 с грузовой головкой 3 и лапой 4. Подъем или опускание рейки домкрата осуществляется вращением рукоятки 5. Через систему из одной или двух зубчатых передач это вращение передается специальной шестерне 6, работающей в паре с рейкой 2, которая выдвигается или опускается в зависимости от направления вращения рукоятки. Для удержания на весу поднятого груза применяют зубчатый останов. Храповое колесо 7 установлено на валу рукоятки, а собачка 8 закреплена шарнирно на корпусе.

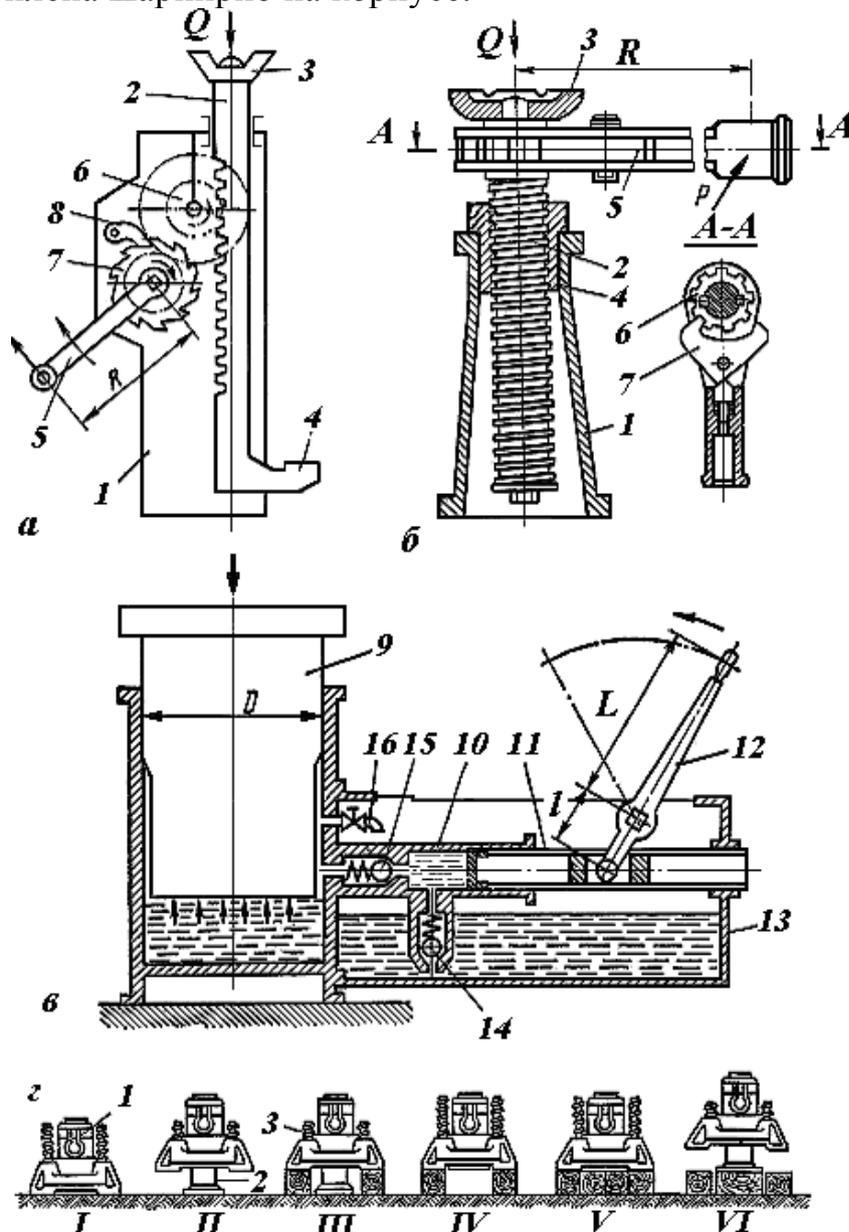


Рис. 4.16. Домкраты:

a – реечный; *б* – винтовой; *в* – гидравлический одинарного действия; *г* – гидравлический реверсивного (двойного) действия; *I* – цилиндр домкрата в нижнем положении; *II* – цилиндр поднимается с грузом в верхнее положение; *III* – возвратные пружины сжимаются и под лапы цилиндра подводятся опорные брусья; *IV* – открывается спускной клапан и поршень под действием возвратных пружин подтягивается в цилиндр; *V* – под основание поршня подкладываются опорные брусья; *VI* – включается насос и цилиндр поднимает груз еще на один ход домкрата

Для обеспечения компактности реечного домкрата, особенно при наличии передач, диаметры малых шестерен и число их зубьев принимают минимальными, число передач не более двух, а передаточные числа каждой пары не более 4...5.

Грузоподъемность реечного домкрата при подъеме низко расположенных грузов лапой в два раза меньше номинальной грузоподъемности, имеющей место при подъеме груза, опирающегося на грузовую головку.

Передаточное число системы передач реечного домкрата

$$i = \frac{Q \cdot r_{ш}}{P \cdot R \cdot \eta},$$

где Q – величина груза, опирающегося на головку домкрата, кН; $r_{ш}$ – радиус шестерни, находящейся в зацеплении с рейкой; P – усилие на рукоятки; R – радиус рукоятки; η – коэффициент полезного действия домкрата, учитывающий трение в передачах (при одной передаче к.п.д. равен 0,7...0,75, при двух – 0,65... 0,7; при отсутствии передач – 0,8...0,85).

При вращении рукоятки рабочим со скоростью n об/мин, скорость подъема груза v (м/с) составит $v = 2\pi \cdot n \cdot r_{ш} / 60i$, ($r_{ш}$ в м).

При работе с реечным домкратом необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности. Устанавливать домкрат под грузом вертикально на надежном основании. При подъеме груза собачка должна быть накинута на храповое колесо. Перед использованием домкрата следует проверить его исправность и надежность закрепления всех деталей (особенно валов и шестеренок).

Грузоподъемность *винтовых домкратов* составляет от 20 до 200 кН (2...20 т) при ручном приводе и до 500 кН (50 т) – при механическом приводе (электродвигатель с червячной передачей). Высота подъема груза винтовым домкратом с одной установки составляет 0,25...0,3 м.

Состоит винтовой домкрат (рис. 4.16, б) из корпуса чугунного или стального 1, винта с прямоугольной или трапецеидальной нарезкой 2, бронзовой гайки 4, закрепленной в верхней части корпуса, и приводной рукоятки 5. На верхнем конце винта шарнирно закреплена грузовая головка 3, что позволяет винту при подъеме груза свободно вращаться. Поскольку поворот рукоятки под грузом произвести трудно, ее снабжают храповым механизмом (трещоткой), состоящим из храпового колеса 6 и защелки 7, что дает возможность осуществлять подъем винта поворотом рукоятки на относительно небольшой угол; обратный поворот рукоятки является холостым и на винт не передается. Винтовые домкраты обладают способностью к самоторможению, так как при угле наклона винтовой линии $\alpha = 4...6^\circ$ он будет равен или меньше угла трения φ и, следовательно, к.п.д. будет меньше 0,5 ($\eta_v < 0,5$).

Зависимость между величиной усилия P , приложенного к рукоятке винтового домкрата, и весом поднимаемого груза Q может быть установлена, если приравнять работу силы P за один оборот винта с учетом потерь на трение (характеризуемых коэффициентом полезного действия η_v) полезной работе груза Q при подъеме его на высоту h , равную шагу винта $P2\pi R\eta_v = Qh$, откуда $Q = P2\pi R\eta_v / h$. При работе на подъем груза $\eta_v = \operatorname{tg}\alpha / \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$, откуда

$Q = P 2\pi R \cdot \operatorname{tg} \alpha / h \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$. Шаг винта h можно определить по радиусу винта r и углу α – подъема винтовой линии $h = 2\pi r \cdot \operatorname{tg} \alpha$, тогда $Q = PR/r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$.

При применении червячной передачи с передаточным числом i

$$Q = \frac{M_{\text{дв}} i_{\text{ч.п}} \eta_{\text{ч.п}}}{r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где $i_{\text{ч.п}}$ и $\eta_{\text{ч.п}}$ – передаточное отношение и коэффициент полезного действия червячной передачи.

По сравнению с реечными винтовые домкраты имеют следующие достоинства: возможность получения высокой грузоподъемности (в 4...5 раз больше грузоподъемности реечного); компактность и простота конструкции ввиду отсутствия грузоупорного тормоза; примерно в 2 раза меньшая величина удельного показателя массы на единицу грузоподъемности (винтовой – 3 кг/т, реечный – 6 кг/т). Недостатками винтовых домкратов являются низкий к.п.д. (примерно в 2 раза меньше, чем у реечного), меньшая высота подъема груза с одной установки домкрата. Винтовые домкраты необходимо устанавливать центрально под грузом и не увеличивать длину рукоятки домкрата с тем, чтобы крутящий момент, передаваемый на винт, не превышал того значения, на которое винт рассчитан. Эти особенности конструкций реечных и винтовых домкратов определили их применение. Они используются для разных целей.

Гидравлические домкраты по сравнению с реечными и винтовыми обладают меньшей массой на единицу грузоподъемности и более высоким к.п.д. На рис. 4.16, в показана принципиальная схема гидравлического домкрата с ручным приводом. Подъем груза осуществляется плунжерным насосом, состоящим из цилиндра 10 и плунжера 11 с уплотняющей манжетой. С помощью приводной рукоятки 12 сообщается возвратно-поступательное движение плунжеру насоса, который перекачивает жидкость из бака 13 в рабочий цилиндр через всасывающий 14 и нагнетательный 15 клапаны. Возникшее в нижней части цилиндра давление жидкости перемещает вверх поршень 9 вместе с грузом. Опускание поршня происходит за счет сливания жидкости из рабочего цилиндра в бак через сливной кран 16. Рабочей жидкостью служат промышленные масла и незамерзающие жидкости.

Усилие P (Н) на рукоятке с плечом длиной L (мм), необходимое для подъема груза весом Q , (Н):

$$P = Qd^2 l / D^2 L \eta,$$

где d – диаметр плунжера насоса, мм; D – диаметр поршня домкрата, мм; l и L – плечи рукоятки, мм; $\eta = 0,8 \div 0,9$ – к.п.д. домкрата.

Грузоподъемность гидравлических домкратов с ручным приводом достигает 200 т, высота подъема – до 0,2 м. Для подъема сборных этажей зданий, пролетов мостов применяют домкраты, соединенные в общую батарею и питаемые жидкостью от одного насоса с электроприводом. Применяемая при этом аппаратура позволяет регулировать скорость подъема и опускания любого домкрата в батарее. Грузоподъемность этих домкратов до $3 \cdot 10^3$ т. Для подъема грузов на высоту, превышающую ход домкрата, используют телескопические и реверсивные (двойного действия) домкраты.

В гидравлических домкратах двойного действия вначале выдвигается цилиндр, поднимая груз, затем после подстановки под цилиндр опорных подкладок поднимается поршень и т.д. (полная схема работы показана на рис. 4.16, з).

4.3. Строительные подъемники

Строительные подъемники предназначены для подъема (опускания) строительных грузов и людей на этажи и крыши зданий и сооружений при выполнении строительно-монтажных, отделочных и ремонтных работ. Грузонесущие органы строительных подъемников (клеть, кабина, платформа, ковш, крюк, бункер, бадня, захваты и т. д.) движутся, как правило, по вертикальным жестким направляющим.

Строительные подъемники классифицируют по назначению, способу установки, конструкции направляющих, типу грузонесущего органа и механизма подъема, способу монтажа и степени мобильности.

По назначению – грузовые предназначены для транспортирования только грузов, и грузопассажирские – грузов и людей.

По способу установки – стационарные, которые могут быть приставными, прикрепляемыми к зданию, и свободностоящими – без крепления к зданию, а также передвижными (самоходные и несамоходные), способными перемещаться относительно здания в процессе работы. Передвижные подъемники на рельсовом или пневмоколесном ходу используют сравнительно редко.

По конструкции направляющих грузонесущего органа – с подвесными (гибкими) и жесткими направляющими.

Подъемники с жесткими направляющими бывают мачтовыми, скиповыми и шахтными. Тип грузонесущего органа подъемника определяется его назначением. Грузопассажирские подъемники оборудуются кабинами, грузовые – выдвигаемыми и невыдвигаемыми, поворотными и неповоротными платформами, выдвигаемыми рамами, выкатными консолями, монорельсами и направляющими с подвесной клетью, а также саморазгружающимися ковшами. Механизмы подъема подъемников разделяют на канатные и бесканатные. В канатных механизмах подъема используются канатно-блочная система и лебедка, в бесканатных – зубчато-реечные или цепочно-реечные механизмы модульного типа.

По способу монтажа подъемники делят на мобильные, перевозимые с объекта на объект в собранном виде, и немобильные, разбираемые при демонтаже на секции и перевозимые в таком виде к месту монтажа.

Подъемники не имеют единой системы индексации.

Главным параметром подъемников является грузоподъемность. К основным параметрам относятся: наибольшая высота подъема груза (расстояние по вертикали от уровня земли до нижнего уровня груза, находящегося в крайнем верхнем положении); скорость подъема и опускания груза; величина перемещения груза по горизонтали (максимальное расстояние от оси мачты подъемника до конца платформы, введенной в оконный проем, или до оси крюка, на котором подвешен груз); величина вертикального перемещения груза, введенного в здание (максимальное расстояние по вертикали между крайними верхним и нижним положениями груза); скорость подачи груза (скорость горизон-

тального перемещения груза); для передвижных подъемников колея (расстояние между осями рельсов или между колесами, расположенными на одной оси) и база (расстояние между осями крайних ходовых колес, расположенных на одном рельсе или одной стороне подъемника); установленная мощность; конструктивная и общая масса подъемника; шаг настенных опор (расстояние, по вертикали между соседними креплениями подъемника к стене здания или сооружения); производительность и т.д.

Грузовые подъемники выпускают мачтовыми и шахтными. Последние применяются при возведении кирпичных труб высотой до 120 м.

Мачтовые подъемники наиболее распространены в городском строительстве и предназначены для подъема и поэтажной подачи через оконные и дверные проемы зданий различных строительных материалов и деталей для санитарно-технических, отделочных, ремонтных и других работ. Различают *грузовые* и *грузопассажирские* мачтовые подъемники. Последние применяют для подъема не только грузов, но и людей при строительстве многоэтажных зданий. Мачтовый подъемник состоит из опорной рамы, вертикальной направляющей мачты, подъемной грузовой платформы (у грузовых) или кабины (у грузопассажирских), механизма подъема платформы (кабины), органов управления и предохранительных устройств. В механизмах подъема используются реверсивные лебедки с электроприводом. По конструкции мачты различают подъемники с одной направляющей мачтой (одностоечные) и с двумя направляющими мачтами (двухстоечные). Одностоечные и двухстоечные подъемники оснащаются жесткими и выдвижными грузонесущими органами. Подъемники с жестким грузонесущим органом имеют одно рабочее движение – подъем груза, а с выдвижным два рабочих движения – подъем груза и горизонтальное его перемещение внутрь здания через проем.

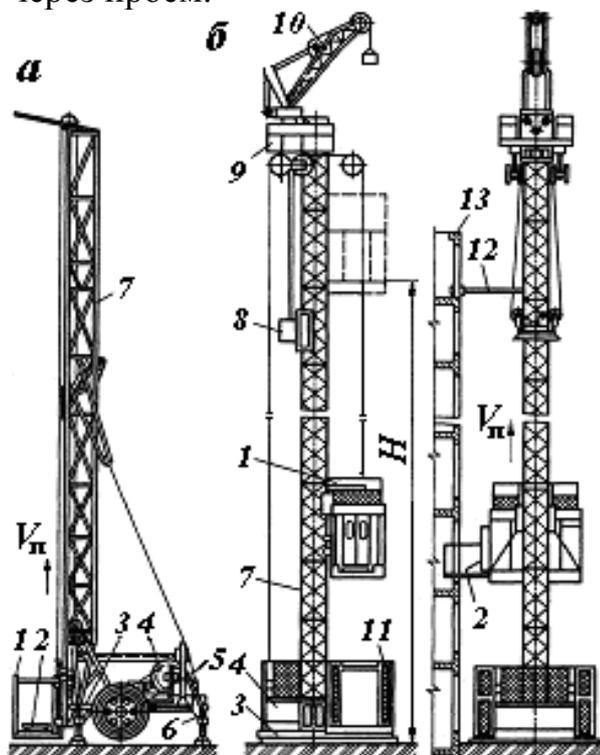


Рис. 4.17. Мачтовые строительные подъемники:
а – грузовой; б – грузопассажирский

Грузовой мачтовый подъемник (рис. 4.17, *a*) состоит из опорной рамы 3, реверсивной грузовой лебедки 4, канатно-блочной системы, вертикальной мачты 7, в направляющих которой перемещается грузонесущий орган (стрела, платформа, монорельс) 1, системы управления и предохранительных устройств. В мобильных подъемниках, перевозимых в прицепе к автомобилю, предусмотрены колеса на пневмошинах 5, которые во время работы подъемника вывешиваются винтовыми опорами (аутригерами) 6. Мобильные свободностоящие подъемники имеют неразборную на отдельные секции мачту высотой до 12 м, жесткую платформу и применяются на строительстве зданий малой этажности. Монтаж – демонтаж подъемника осуществляется с помощью грузовой лебедки в течение 10...15 мин. Грузоподъемность мобильных грузовых подъемников – 320 кг. Приставные грузовые подъемники имеют секционно-разборную мачту и выдвижной грузонесущий орган.

Подача груза внутрь здания после подъема осуществляется выдвижением платформы 1 с грузом вдоль жесткой подъемной рамы 2 (рис. 4.18, *a*), изменением угла наклона и перемещением шарнирно-сочлененной стрелы 3 с гуськом 4 (рис. 4.18, *б*) или перемещением монорельса 5 с грузом относительно мачты (рис. 4.18, *в*). Наличие таких органов обеспечивает высокую безопасность работы, так как отпадает необходимость выхода рабочего на грузовую платформу подъемника для ее разгрузки.

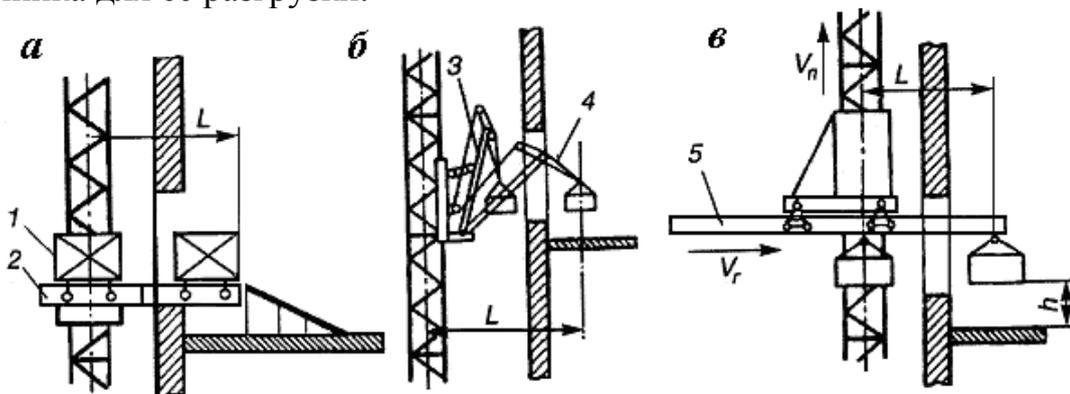


Рис. 4.18. Схемы устройств для выдвижения грузонесущих органов мачтовых подъемников

Металлоконструкция мачт подъемников выполняется решетчатой прямоугольного и треугольного сечения с одной или двумя направляющими для роликов грузонесущего органа. Мачты крепят к зданию настенными опорами. Мачты подъемников для многоэтажного строительства выпускают разборными, состоящими из взаимозаменяемых секций длиной 1,5...3 м. Вдоль мачты с помощью канатно-блочной системы или реечного зацепления перемещаются грузонесущие органы, выполняемыми с неизменяемой формой (4.17) или в виде механизма, обеспечивающего подачу груза в окна или проемы строящегося здания (4.18). К неизменяемым грузонесущим органам относят вертикально перемещаемые платформы.

В конструкциях подъемников с канатными механизмами подъема груза используют одно- или двухбарабанные реверсивные лебедки.

В последнее время все большее распространение получают грузовые мачтовые подъемники с бесканатным механизмом подъема. Бесканатный реечный

механизм подъема монтируется непосредственно на грузонесущем органе и включает электродвигатель, тормоз и редуктор, на выходном валу которого закреплена шестерня, входящая в зацепление с зубчатой или цевочной рейкой, установленной по всей длине мачты. При своем вращении шестерня перемещается поступательно вдоль рейки, увлекая за собой платформу. Реечные подъемные механизмы включают один или два подъемных модуля. По сравнению с подъемниками с канатным механизмом подъема, подъемники с реечным механизмом более надежны и безопасны в эксплуатации и имеют более высокие технико-эксплуатационные показатели. Управление подъемниками осуществляется машинистом с пульта управления (или переносного пульта на этаже адресования) или непосредственно из кабины с автоматическими остановками на этажах по адресованным вызовам.

Грузоподъемность приставных грузовых мачтовых подъемников с канатным механизмом подъема – 500 кг, с реечным механизмом – 600...800 кг, высота подъема груза подъемников с канатным подъемным механизмом до 75 м (скорость подъема груза 0,4...0,5 м/с) с реечным механизмом до 150 м (скорость подъема груза 0,55...0,6 м/с).

Грузопассажирские подъемники выполняются приставными немобильными (разбираемыми при демонтаже). Они разделяются на шахтные и мачтовые. Шахтные подъемники имеют ограниченное применение и используются для строительства кирпичных и монолитных железобетонных дымовых труб. Мачтовые грузопассажирские подъемники широко применяют в строительном производстве. На мачтовых грузопассажирских подъемниках используют подъемные механизмы двух типов – канатные и бесканатные (реечные). В канатных механизмах подъема используют реверсивные барабанные лебедки и лебедки с канатоведущим шкивом. При использовании лебедки с канатоведущим шкивом кабина подвешивается на трех канатах.

Грузопассажирский подъемник (рис. 4.17, б) грузоподъемностью 1000 кг с канатным механизмом подъема состоит из решетчатой мачты 7, установленной на опорной раме 3, кабины 1, противовеса 8, машинного отделения 4 с механизмом подъема и ограждением 11. Через отводные блоки головки 9 мачты запасованы три грузовых каната, на одних концах которых через балансирную подвеску подвешена кабина, а на других – противовес с тремя резервными барабанами для сматывания излишков каната при малой высоте мачты. Кабина по мачте перемещается на ходовых роликах и снабжена входной и выходной дверями и откидным трапом 2 для высадки пассажиров на этажах. Мачта крепится к зданию 13 настенными опорами 12.

Канатоведущий шкив с тремя кольцевыми ручьями на поверхности огибают три грузовых каната, располагаемые в ручьях. Канаты прижимаются к поверхности ручьев за счет натяжения, создаваемого весом кабины и противовеса. Тяговое усилие каждому канату сообщается за счет трения между контактирующими поверхностями каната и ручья шкива.

Монтаж подъемника осуществляют методом наращивания сверху секции с помощью монтажного барабана лебедки, монтажного каната и самоподъемной монтажной головки с наклоняющейся стрелой 10 (рис. 4.17, б) и собствен-

ным механизмом перемещения головки по мачте. Подъемник можно монтировать также с помощью башенного крана, монтажного блока, каната и вспомогательной лебедки. При наращивании мачты во время монтажа грузовые канаты, запасованные на максимальную высоту подъема кабины, постепенно сматываются с резервных барабанов.

Подъемником управляет один машинист. Безопасность работы подъемника обеспечивается ограничителем скорости, установленным на каретке, и ловителями, срабатывающими при ослаблении натяжения или обрыве подъемного каната.

Грузопассажирские подъемники с бесканатным механизмом подъема используют на строительстве зданий высотой 70...150 м. Их грузоподъемность составляет 580...1000 кг, скорость подъема – 0,7 м/с.

Возвратно-поступательное движение кабины обеспечивается реечным приводным устройством, состоящим из двух унифицированных моноблочных приводных модулей закрытого типа. Каждый модуль включает (рис. 4.19) электродвигатель 4 со встроенным дисковым тормозом 3 и червячный редуктор 5 на выходном валу которого закреплена ведущая шестерня 2, входящая в зацепление с рейкой 1 мачты. Модули смонтированы в кабине, роликовые башмаки которой охватывают направляющие стойки мачты с трех сторон. Кабина снабжена центробежным фрикционно-дисковым узлом безопасности с постоянным усилием торможения. Узел безопасности растормаживается при неработающем механизме подъема вручную за 20...30 с. с помощью ручного привода. Уравновешивание кабины обеспечивается противовесом, подвешенным на канатах, огибающих блоки оголовка мачты. Скорость подъема составляет 0,5...0,65 м/с.

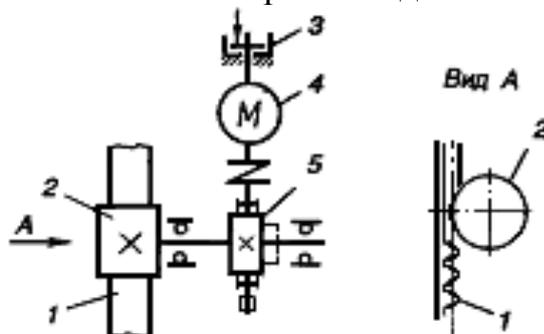


Рис. 4.19. Кинематическая схема реечного приводного устройства

Обеспечение безопасной эксплуатации мачтовых подъемников осуществляется автоматически действующими клиновыми и эксцентриковыми ловителями, останавливающими и удерживающими платформу или кабину в случае превышения номинальной скорости ее опускания (при обрыве, ослаблении грузового каната или при выходе из строя механизма подъема бесканатного типа – реечного зацепления), а также концевыми выключателями, звуковыми и световыми сигнализаторами, блокировочными выключателями замков на двери нижнего ограждения и входной двери кабины, блокировочными выключателями слабину канатов противовеса и перепуска, путевыми выключателями точной остановки и т.п.

Эксплуатационная производительность Π_3 (т/ч) строительных подъемников:

$$P_{\text{э}} = nQ \cdot \kappa_{\text{г}} \kappa_{\text{в}}; \quad n = 3600/t_{\text{ц}}; \quad t_{\text{ц}} = t_{\text{м}} + t_{\text{р}},$$

где n – число циклов в час; Q – номинальная грузоподъемность, т; $\kappa_{\text{г}} = 0,6 \dots 0,8$ – коэффициент использования подъемника по грузоподъемности; $\kappa_{\text{в}} = 0,5 \dots 0,9$ – коэффициент использования подъемника по времени; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла, с; $t_{\text{м}}$ – машинное время, затрачиваемое на вертикальное и горизонтальное перемещение грузонесущего органа, с; $t_{\text{р}}$ – время, затрачиваемое на ручные операции, включающие погрузку и разгрузку, с.

Для подъемников с жестким грузонесущим органом:

$$t_{\text{м}} = 2h/v,$$

с выдвигным:

$$t_{\text{м}} = (2h/v) + (2L/v_{\text{г}}),$$

где h и v – высота (м) и скорость (м/с) подъема и опускания груза; L и $v_{\text{г}}$ – длина пути (м) и скорость (м/с) перемещения груза в проем.

Ленточные фермоподъемники, широко применяемые при строительстве мостов, служат хорошим примером применения гидравлических домкратов, грузоподъемность которых определяет грузоподъемность подъемника и составляет 800...1000 т.

Фермоподъемник состоит из двух порталов 1 (рис. 4.20), каждый из которых имеет поддомкратную балку 2 с установленными на ней гидравлическими домкратами 7, на которые опирается наддомкратная балка 3. Сквозь поддомкратные и наддомкратные балки проходят стальные ленты 4; к лентам внизу крепится подъемная балка 5, на которой устанавливается поднимаемая ферма 6 или какая-либо другая конструкция. На ленте имеются отверстия, которые при подъеме поочередно совпадают с отверстиями в наддомкратных и поддомкратных балках. Подъем груза происходит следующим образом. При подъеме поршня домкратов поднимается наддомкратная балка вместе с закрепленными на ней лентами и грузом.

После подъема домкратов ленты соединяют с поддомкратными балками при помощи закладных валиков, затем освобождают крепление ленты с верхней наддомкратной балкой и опускают домкраты. После опускания домкратов вновь соединяют наддомкратную балку с лентой, освобождают крепление ленты с поддомкратной балкой и осуществляют подъем домкратов и т.д. Шаг отверстий в ленте выбирается таким образом, чтобы при подъеме отверстия в балках поочередно совпадали с отверстиями в лентах.

При эксплуатации гидравлических домкратов следует придерживаться следующих правил: домкраты устанавливать на плотное основание абсолютно горизонтально, чтобы при подъеме груза не возникли перекосы, приводящие к заеданию поршня; не поднимать поршень домкрата на высоту, превышающую паспортную, так как рабочая жидкость может порвать манжету и вывести домкрат из строя; не работать с домкратом без манометра или с неисправным манометром

Самоподъемные вышки, люльки и подмости широко применяют в городском строительстве на монтажных, отделочных и ремонтных работах с незначительными объемами. Они предназначены для подъема одного или нескольких рабочих с инструментом и небольшим количеством материалов.

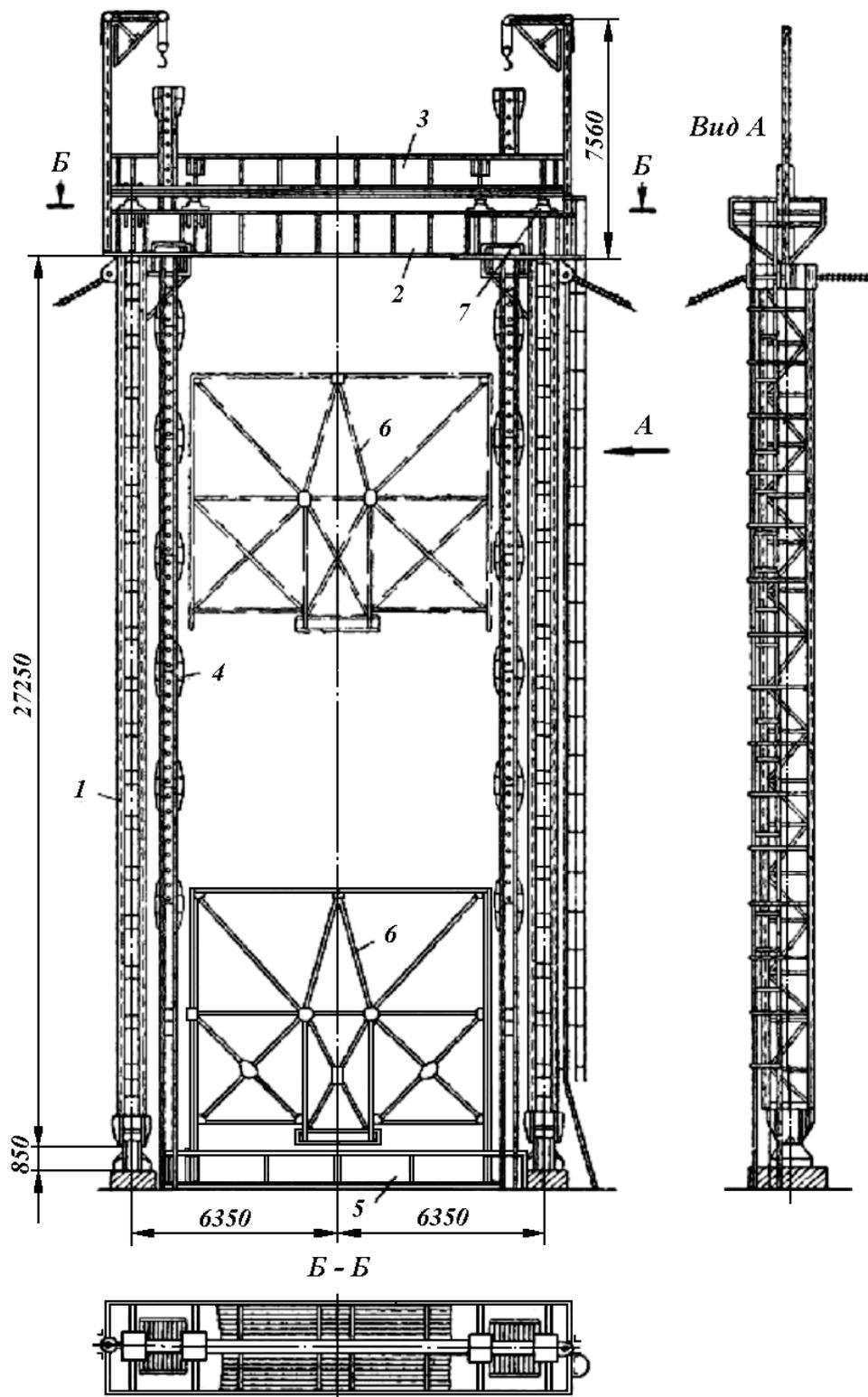


Рис. 4.20. Ленточный фермоподъемник

В вышках люлька или площадка, установленная в верхней части телескопических (рис. 4.21, а) или рычажных (рис. 4.21, б) подъемников, перемещается только по вертикали, а в рычажно-шарнирных (рис. 4.21, в), телескопических шарнирных (рис. 4.21, г) и телескопических рычажно-шарнирных (рис. 4.21, д) автогидроподъемниках они могут перемещаться в пространстве (и по вертикали и по горизонтали), а также ниже уровня стоянки машины, охватывая значительную зону обслуживания.

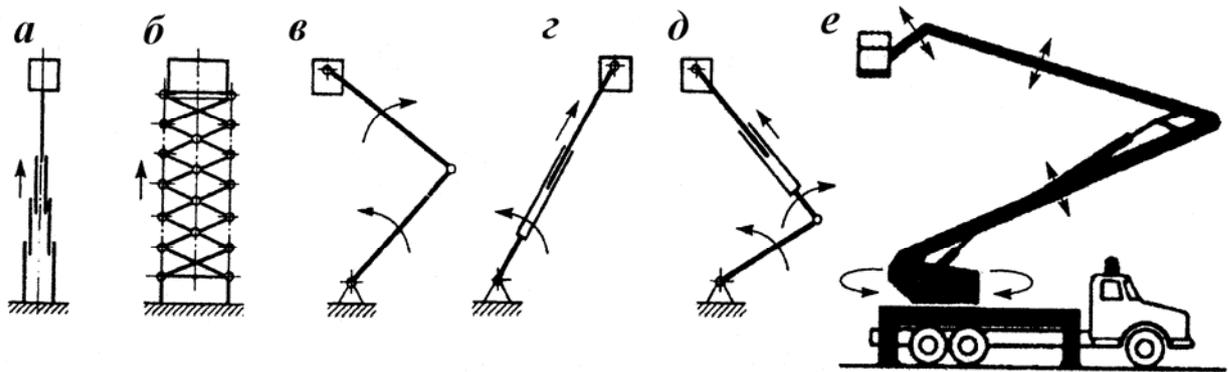


Рис. 4.21. Принципиальные схемы телескопических вышек и гидравлических подъемников

Автомобильный подъемник (рис. 4.22, а) состоит из базового автомобиля 1, коленчатой стрелы 3, шарнирно установленных одной или двух люлек 4, опорной стойки 2, поддерживающей стрелу при перебазировках, пульта управления 5, поворотной платформы 6, гидроцилиндра подъема стрелы 7 и выносных гидравлических опор 8, используемых при работе. Зона, обслуживаемая подъемником, показана на рис. 4.22, б.

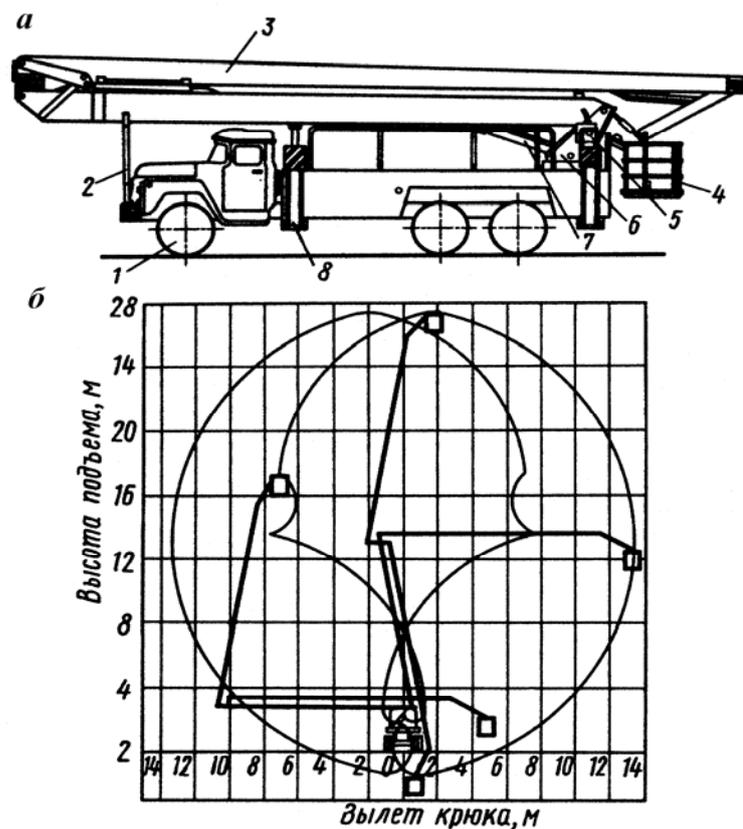


Рис. 4.22. Автомобильный гидравлический подъемник

Перемещение телескопических секций вышек и секций стрелы подъемников осуществляется с помощью гидроцилиндров, с использованием канатно-блочных систем (полиспастов) и комбинированным способом. Стрелы автогидроподъемников состоят из двух-трех шарнирно соединенных между собой управляемых секций, а телескопические вышки имеют до пяти секций в мачте. Известны комбинированные конструкции, состоящие из двухколенной стрелы с нижним трехсекционным телескопическим коленом и верхним, перемещаемым

в пространстве. Перемещение стрелы в пространстве осуществляется с помощью поворотного устройства, шарниров и телескопических устройств, а управление подъемниками – с пульта управления, расположенного на поворотной раме. Пульт дублируется в люльке подъемника. Для связи между рабочими, расположенными на высоте и на земле, устанавливается двустороннее переговорное устройство. Рабочие площадки имеют различную конструкцию и состоят из рифленого металлического пола, сплошного бокового ограждения по высоте не менее 100 мм для предотвращения падения инструмента и материалов, а также безопасного ограждения для рабочего. Горизонтальное ориентирование пола площадок осуществляется рычажными и канатно-блочными следящими системами.

Телескопические вышки имеют высоту подъема 12...26 м при грузоподъемности люльки 0,15...0,35 т, а автомобильные подъемники – высоту подъема до 37 м при грузоподъемности до 0,4 т. Некоторые подъемники можно использовать как стреловые краны, так как на оголовке нижнего колена стрелы предусмотрена установка крюка грузоподъемностью 1 т.

В период строительства многоэтажных зданий высотой более 16 этажей, а также при их эксплуатации возникает необходимость выполнения работ, включающих в себя уплотнение и заделку швов и трещин, очистку стекол и стен, окраску фасадов и т.д. Для выполнения этих работ применяют *самоподъемные подвесные на канатах люльки* (рис. 4.23), состоящие из огороженной площадки 4 с установленными на ней ручными или реверсивными электролебедками 2, ловителями 1 и электрооборудованием 3. Люльки обычно подвешивают на двух предохранительных и двух грузовых канатах. Грузовые канаты навиваются на один или два синхронно работающих барабана, поднимающих люльку с помощью блоков, установленных на рычагах, которые закреплены на крыше здания. Ловители надежно удерживают люльку от падения при возможном внезапном обрыве грузового каната. Эти люльки, имея длину платформы до 3,5 м, легко перемещаются на колесах вдоль фасада здания на новый участок работы. Грузоподъемность люлек до 300 кг при высоте подъема до 100 м и мощности электродвигателя до 1 кВт.

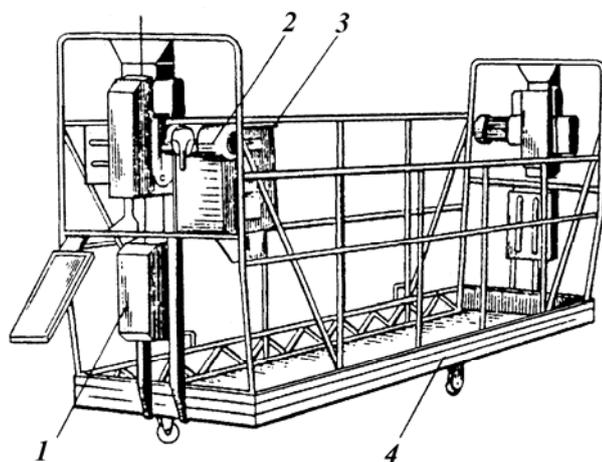


Рис. 4.23. Самоподъемная подвесная люлька

Однако рычаги и балласт противовеса приходится переносить вдоль крыши и с объекта на объект. Поэтому на зданиях большой высоты устанавли-

вают передвижные подъемники (рис. 4.24), на опорной раме которых монтируют стрелу 1, грузовую и стрелоподъемную лебедки. На стреле подвешена люлька 2, рассчитанная на подъем и работу в ней двух человек. Перемещение лебедки по плоской крыше осуществляется с помощью механизма передвижения по рельсам или на пневмоколесах. Изменение вылета позволяет регулировать расстояние от люльки до фасада при возможных углублениях и выступах на здании. Управление лебедками осуществляется из люльки через пульт управления. После окончания работы люлька поднимается на максимальную высоту и устанавливается на крышу здания.

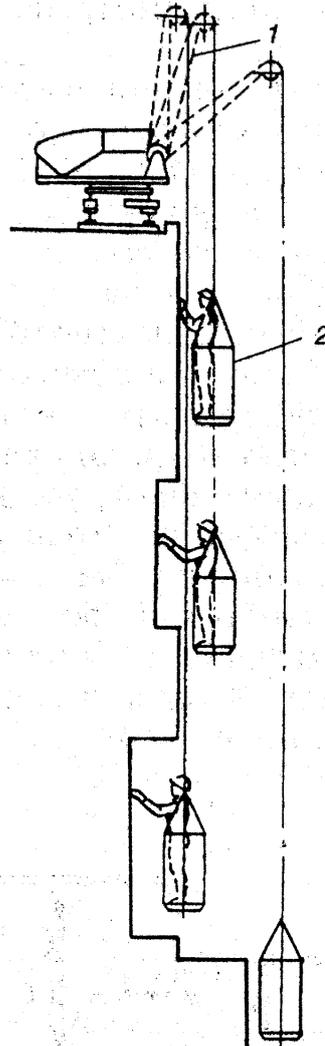


Рис. 4.24. Передвижной подъемник

Подмости представляют собой открытую, установленную на определенной высоте или вертикально перемещающуюся площадку для производства отделочных и монтажных работ в основном во внутренних помещениях общественных, производственных и других зданий. Их изготавливают в виде сборно-разборной или неразборной конструкции. Они могут быть неподвижными и выдвигаемыми, стационарными и передвижными (самоходными и несамостоятельными). Передвижные самоподъемные подмости (рис. 4.25) состоят из опорной рамы 1, на которой установлен гидропривод 2 (электродвигатель, гидронасос, масляный бак и т.п.), рычажного устройства 4 и рабочей площадки 6. Подъем на высоту до 8 м и опускание площадки осуществляются телескопическими

гидроцилиндрами 5. Устойчивость подмостей обеспечивается винтовыми опорами 3. Грузоподъемность – 300 кг.

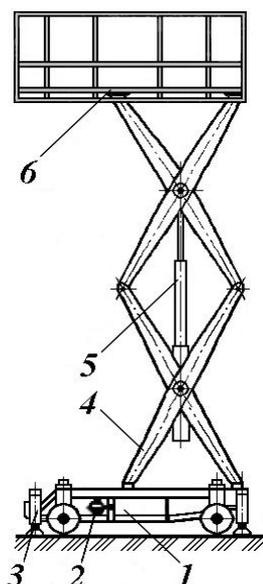


Рис. 4.25. Передвижные самоподъемные подмости

4.4. Строительные башенные краны

Башенные краны являются ведущими грузоподъемными машинами в жилищном и гражданском строительстве, так как они благодаря Г-образной форме могут быть установлены близко от строящегося объекта. Они обеспечивают вертикальное и горизонтальное транспортирование строительных конструкций, элементов зданий и строительных материалов непосредственно к рабочему месту в любой точке строящегося объекта. Темп строительства определяется производительностью башенного крана, существенно зависящей от скоростей рабочих движений.

Рабочими движениями башенных кранов являются подъем и опускание груза, изменение вылета крюка с грузом, поворот стрелы в плане на 360° , передвижение самоходного крана. Отдельные движения (операции) могут быть совмещены, например, подъем груза с изменением его вылета. В общем случае каждый башенный кран – это поворотный кран с подъемной (рис. 4.26, а) или балочной (рис. 4.26, б) стрелой, шарнирно закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни.

К основным параметрам башенных кранов относятся (рис. 4.26):

вылет L – расстояние по горизонтали от оси вращения поворотной части крана до вертикальной оси крюковой подвески;

грузоподъемность Q – наибольшая допустимая масса груза, поднимаемого на соответствующем вылете;

грузовой момент M – произведение грузоподъемности Q на соответствующий вылет L (часто используется в качестве главного обобщающего параметра крана);

высота подъема H и глубина опускания h – расстояния по вертикали от уровня стоянки крана (головки рельса для рельсовых кранов, нижней опоры самоподъемного крана, пути перемещения пневмоколесных и гусеничных кра-

нов) до центра зева крюка, находящегося в верхнем или нижнем крайних рабочих положениях; диапазон подъема D – сумма высоты подъема H и глубины опускания h ;

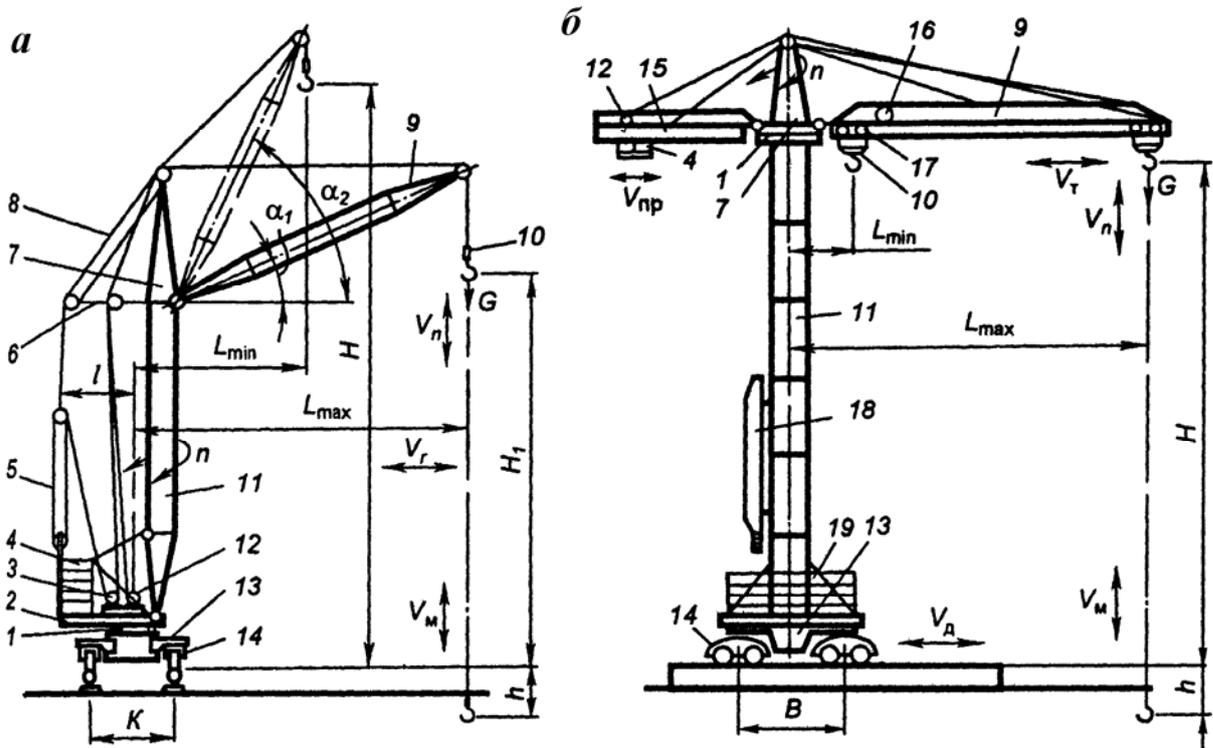


Рис. 4.26. Типы и параметры башенных кранов:

a – с поворотной башней; *б* – с поворотным оголовком

коля K – расстояние между продольными осями, проходящими через середину опорных поверхностей ходового устройства крана, измеряемое по осям рельсов у рельсовых кранов и по продольным осям пневмоколес или гусениц у автомобильных, пневмоколесных и гусеничных кранов; база B – расстояние между вертикальными осями передних и задних колес (у пневмоколесных и автомобильных кранов), ведущими и ведомыми звездочками гусениц (у гусеничных кранов) или ходовых тележек, установленных на одном рельсе (у рельсовых кранов);

наибольший радиус поворотной части (поворотной платформы крана с поворотной башней) со стороны противоположной стреле – l ;

скорость v_n подъема и опускания груза, равного максимальной грузоподъемности крана (при установке на кране многоскоростных лебедок указываются все скорости и массы грузов, соответствующие каждой скорости подъема и опускания);

v_m – наименьшая скорость плавной посадки груза при его наводке и монтаже;

частота вращения n поворотной части крана при максимальном вылете с грузом на крюке;

скорость передвижения крана v_d – рабочая скорость передвижения с грузом по горизонтальному пути;

скорость передвижения грузовой тележки v_t с наибольшим рабочим грузом по балочной стреле башенного крана;

скорость изменения вылета v_2 стрелы (у кранов с подъемной стрелой) от наибольшего до наименьшего;

установленная мощность N_y (суммарная мощность одновременно включаемых механизмов крана);

наименьший радиус закругления R оси внутреннего рельса на криволинейном участке подкранового пути;

радиус поворота R_{Π} – наименьший радиус окружности, описываемой внешним передним колесом автомобильных или пневмоколесных кранов при изменении направления движения;

конструктивная масса m_k – масса крана без балласта, противовеса и съемных устройств в незаправленном состоянии;

общая (полная) масса крана m_o в рабочем состоянии;

нагрузка на колесо P_k – наибольшая вертикальная нагрузка на ходовое колесо при работе крана в наиболее неблагоприятном его положении;

допустимая скорость ветра v_b на высоте 10 м от земли для рабочего и нерабочего состояний, при которой кран сохраняет прочность и устойчивость в процессе эксплуатации.

Основные параметры базовых моделей передвижных на рельсовом ходу и приставных кранов регламентируются ГОСТ 13556-85.

Система индексации строительных башенных кранов представлена на рис. 4.27.

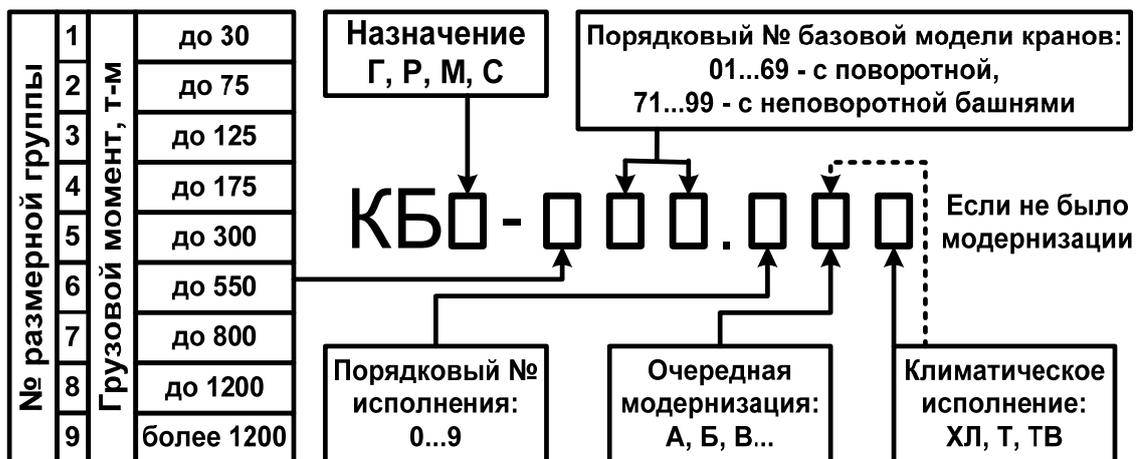


Рис. 4.27. Система индексации башенных кранов

В индекс крана входят буквенные и цифровые обозначения. Буквы перед цифрами обозначают: КБ – кран башенный для жилищного и промышленного строительства, складов и др., КБМ – кран башенный модульной системы, КБР – кран башенный для ремонта зданий, КБГ – кран башенный для гидротехнического строительства, КБС – самоподъемный. Цифры индекса последовательно обозначают: первая цифра – номер размерной группы, в том числе соответствующий номинальному грузовому моменту (тм), последующие две цифры – порядковый номер базовой модели. После точки указывается порядковый номер исполнения крана (0...9), который может отличаться от базовой модели длиной стрелы, высотой подъема, грузоподъемностью. В обозначении базовых моделей номер исполнения «0» обычно не ставится. Буквы (А, Б, В, Г...), стоящие в индексе после цифр, обозначают очередную модернизацию (изменение

конструкции без изменения основных параметров) и климатическое исполнение крана (ХЛ – для холодного, Т – тропического и ТВ – тропического влажного климата; для умеренного климата соответствующего буквенного обозначения нет).

Например, индекс крана КБ-405.1А расшифровывается – кран башенный, четвертой размерной группы, с поворотной башней, первое исполнение, первая модернизация, для умеренного климата.

Краны, выпущенные заводами Минстройдормаша до внедрения действующей индексации, а также краны, выпускаемые другими заводами, не имеют единой системы индексации. Например, индекс крана МСК-10-20 расшифровывается – мобильный складывающийся кран грузоподъемностью 10 т и вылетом 20 м.

Параметры основных моделей башенных кранов регламентированы ГОСТ 13556-89. Этим ГОСТом предусмотрена возможность наряду с изготовлением базовых моделей кранов серии КБ выпуска различных их исполнений, позволяющих существенно расширить область применения кранов. Исполнения кранов отличаются от базовой модели технической характеристикой (высотой подъема, длиной стрелы, максимальной грузоподъемностью, возможностью использования в различных ветровых районах и т.п.) и могут быть получены на основе базовой модели изменением количества секций башни, секций стрелы, оснащением различными крюковыми подвесками, грузовыми тележками и т.п.

Башенные краны классифицируют по назначению, конструкции башен, типу стрел, способу установки и типу ходового устройства.

По назначению различают краны для строительного-монтажных работ в жилищном, гражданском и промышленном строительстве, для обслуживания складов и полигонов заводов железобетонных изделий, для подачи бетона при возведении монолитных зданий и сооружений.

По конструкции башен различают краны с поворотной и неповоротной башнями. Башни кранов могут быть постоянной длины и наращиваемые.

У кранов с поворотной башней (рис. 4.26, а) опорно-поворотное устройство 1, на которое опирается поворотная часть крана, расположено внизу на ходовой раме крана или на портале. Поворотная часть кранов включает (за исключением кранов 8-й размерной группы) поворотную платформу 2, на которой размещены грузовая 12 и стреловая 3 лебедки, механизм поворота, противовес 4, башня 11 с оголовком 7, распоркой 6 и стрелой 9.

У кранов с неповоротной башней (рис. 4.26, б) опорно-поворотное устройство 1 расположено в верхней части башни. Поворотная часть таких кранов включает поворотный оголовок 7, механизм поворота, стрелу 9 и консоль (закреплена шарнирно) противовеса 15, на которой размещены лебедки и противовес 4, служащий для уменьшения изгибающего момента, действующего на башню крана. На ходовой раме 13 кранов с неповоротной башней уложены плиты балласта 19, а с боковой стороны башни расположены монтажная стойка 18 с лебедкой и полиспастом, предназначенная для поднятия и опускания верхней части крана при его монтаже и демонтаже. Ходовые рамы 13 опираются на

ходовые тележки 14, которые обеспечивают передвижение кранов по подкрановым путям.

Металлоконструкции башен и стрел кранов серии КБ выполняют сплошными трубчатыми или решетчатыми.

По типу стрел различают краны с подъемной, балочной и шарнирно сочлененной стрелами (рис. 4.28).

У кранов с подъемной стрелой (рис. 4.26, а, 4.28, а), к головным блокам которой подвешена крюковая подвеска 10 (грузозахватный орган крана), вылет изменяется поворотом стрелы в вертикальной плоскости относительно опорного шарнира с помощью стреловой лебедки 3, стрелового полиспаста 5 и стрелового расчала 8. У кранов с балочной стрелой (рис. 4.26, б, 4.28, б) вылет изменяется перемещением по нижним ездовым поясам стрелы грузовой тележки 17 с подвешенной крюковой подвеской. Перемещение грузовой тележки осуществляется с помощью тележечной лебедки 16 и каната.

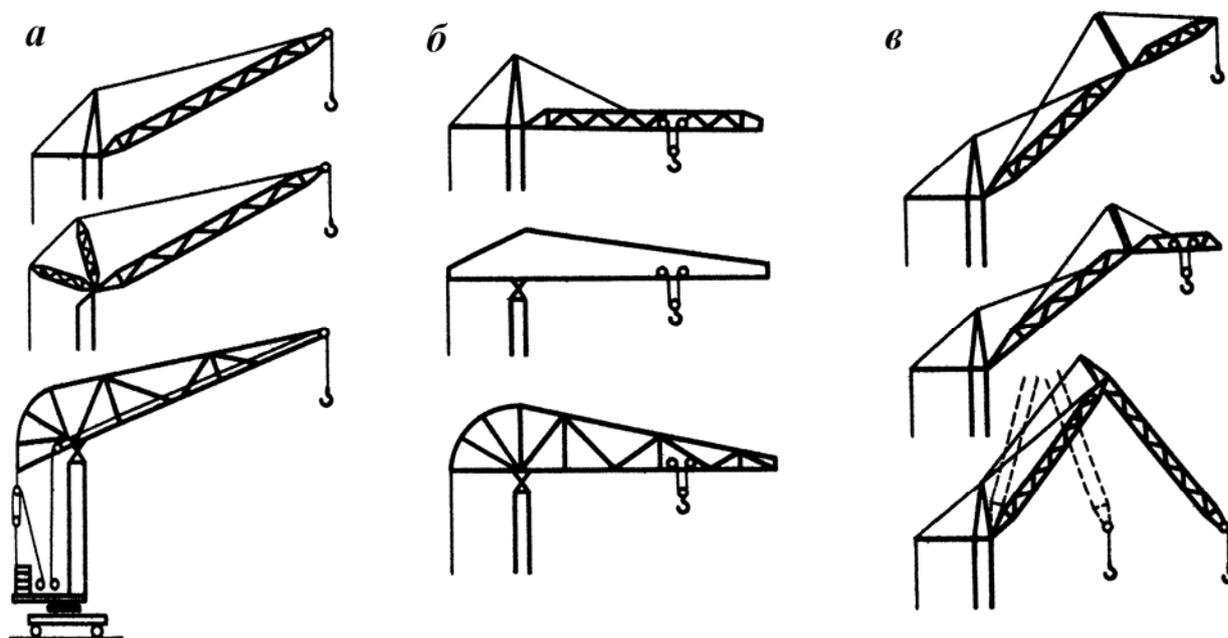


Рис. 4.28. Стрелы башенных кранов:
а – подъемные; б – балочные; в – шарнирно сочлененные

Краны с подъемной стрелой при одних и тех же параметрах (вылете, высоте подъема, грузоподъемности) на 15...20% легче кранов, оборудованных балочной стрелой, а также имеют более высокую грузоподъемность, возможность увеличения высоты подъема груза при уменьшении его вылета, хорошую маневренность в стесненных условиях строительной площадки, более технологичны в изготовлении, удобнее в монтаже и перевозке.

В отличие от кранов с балочными стрелами подъемные стрелы имеют и недостатки: отсутствие строго горизонтального перемещения груза при изменении вылета крюка (с применением при этом специальной запасовки канатов и дополнительных устройств); незначительная и неравномерная горизонтальная скорость перемещения груза при изменении вылета; незначительная зона обслуживания с одной стоянки, так как груз не может подводиться близко к башне крана (а грузовая тележка может перемещаться по всей длине балочной стрелы).

Для увеличения высоты подъема груза применяют различные виды комбинированных стрел (рис. 4.28, в) ломаной формы. На подъемных стрелах устанавливают дополнительные стрелы различной длины, так называемые «гуськи», которые могут быть выполнены в виде подъемной или балочной стрелы. В балочных стрелах головная секция по отношению к корневой может быть установлена во время работы горизонтально или наклонно под углом до 45° , а грузовая тележка может перемещаться по ним с грузом. Применение шарнирно сочлененных стрел позволяет крану работать в больших диапазонах по вылету и высоте подъема крюка.

По способу установки краны разделяют на передвижные (рис. 4.29, в), стационарные (рис. 4.29, а) и самоподъемные (рис. 4.29, б).

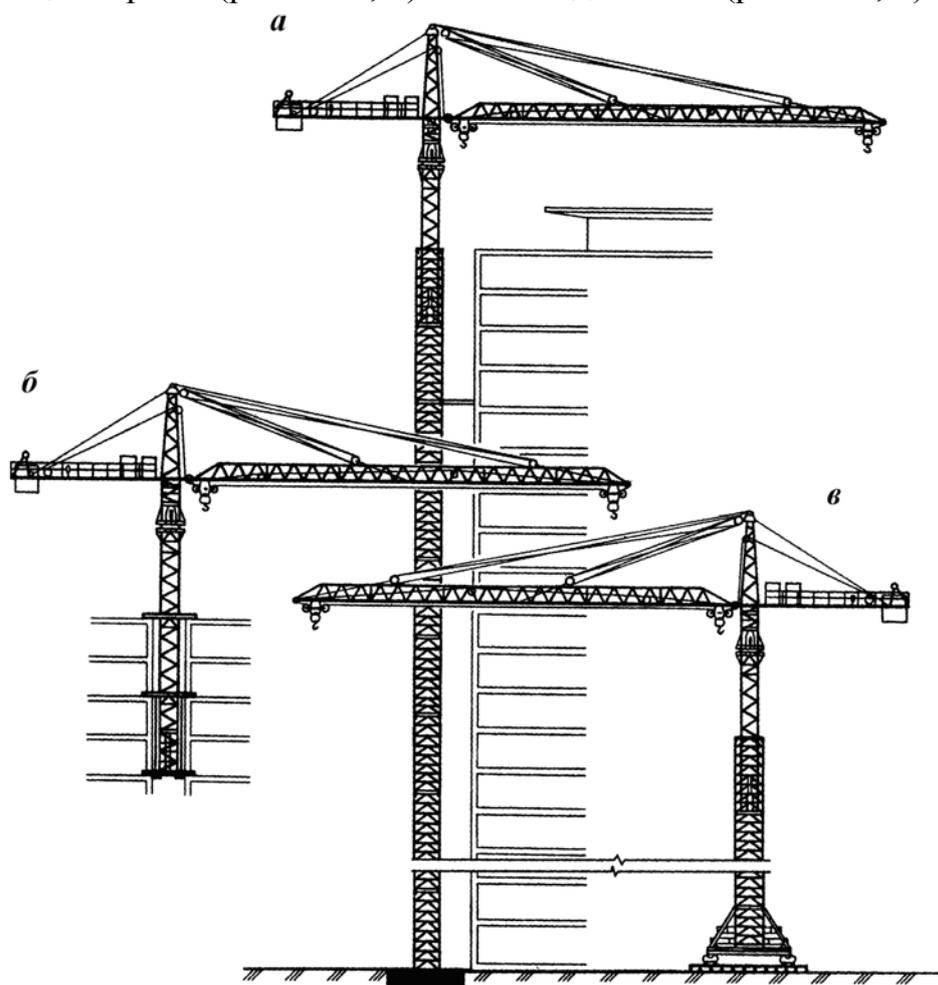


Рис. 4.29. Способы установки башенных кранов:

а – стационарные; *б* – самоподъемные; *в* – передвижные

Передвижные башенные краны по типу ходового устройства подразделяют на рельсовые, автомобильные, на специальном шасси автомобильного типа, пневмоколесные и гусеничные. Рельсоколесные краны наиболее распространены. Стационарные краны не имеют ходового устройства и устанавливаются вблизи строящегося здания или сооружения на фундаменте. При возведении зданий большой высоты передвижные и стационарные краны для повышения их прочности и устойчивости прикрепляют к возводимому зданию. Прикрепляемые к зданию стационарные краны называют приставными; прикрепляемые к зданию передвижные краны, работающие как приставные, называют универсальными. Самоподъемные краны применяют, в основном, на строительстве зданий и сооружений большой высоты, имеющих металлический или

железобетонный монолитный каркас, который служит их опорой. Перемещение самоподъемных кранов вверх осуществляется с помощью собственных механизмов по мере возведения здания.

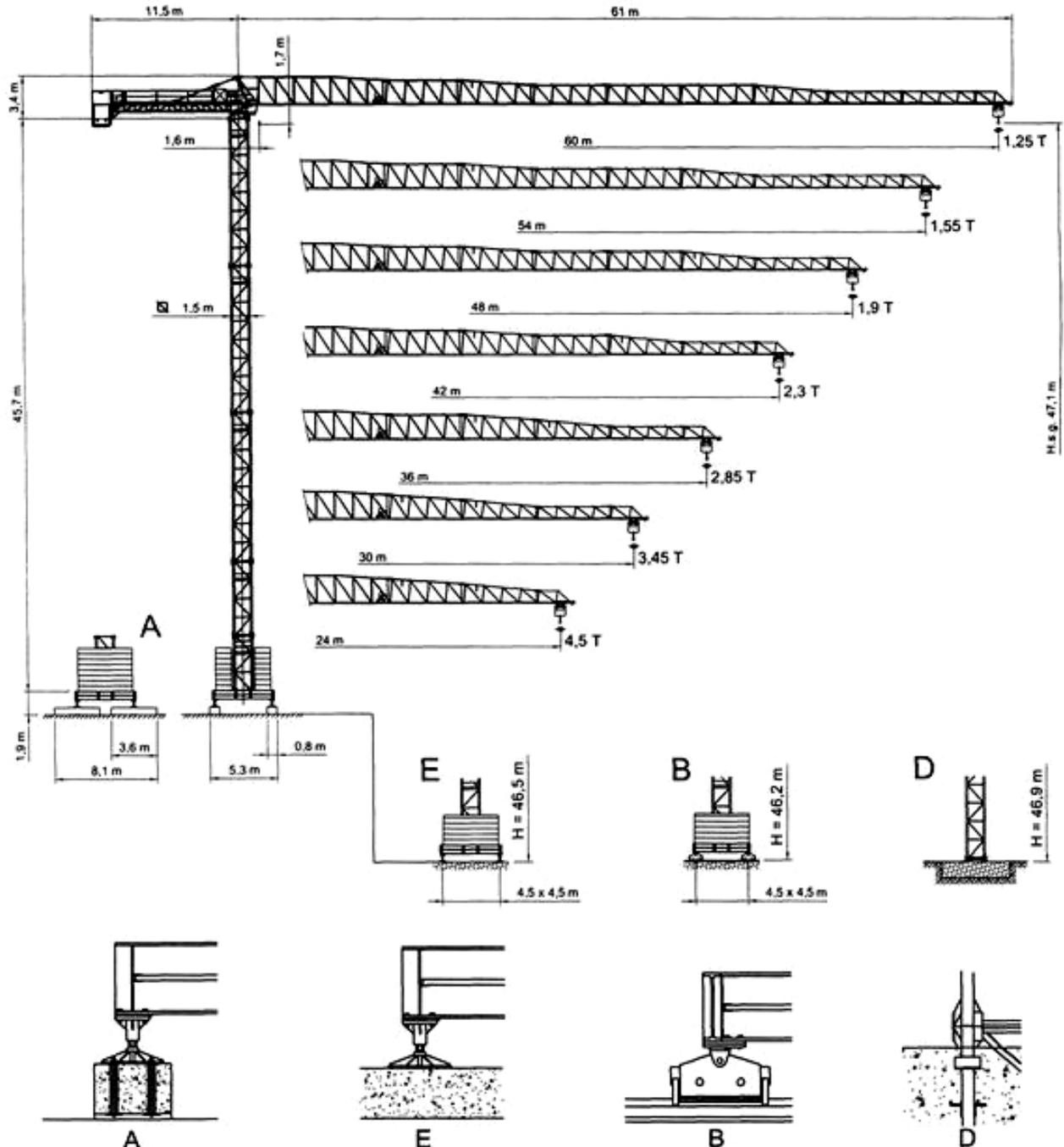


Рис. 4.30. Башенный кран фирмы Raimondi

В последнее время строительные организации приобретают зарубежные краны, стрелы и башни которых имеют самые разнообразные конструкции, повышающие маневренность кранов при их эксплуатации и облегчающие и ускоряющие их монтаж.

Эффективна конструкция крана, имеющего высоту оголовка равную высоте стрелы в корневой части. Первыми такие краны были созданы шведской фирмой Linden-Alimak еще в конце 70-х годов XX века. На этих кранах стрела и консоль противовеса крепились к башне шарнирно. В настоящее время краны с консольной стрелой выпускаются фирмами Liebherr, Raimondi, Potain,

Zarpelin. На этих кранах к поворотной части жестко монтируется консоль противовеса, на которой шарнирно подвешивается стрела и крепится тугами к оголовку (рис. 4.30). Как правило, консольная стрела выполняется треугольного сечения (углом вверх), которое уменьшается к концу стрелы. Пояса и раскосы выполняются из труб. На первых кранах высота стрелы сохранялась постоянной, но менялось сечение поясов, при этом в нижних поясах менялось только сечение труб.

Для ускорения монтажа краны небольшой грузоподъемности могут выполняться с телескопическими стрелой и башней, которые в собранном виде складываются (рис. 4.31). Такие краны удобны для транспортировки по любым дорогам.

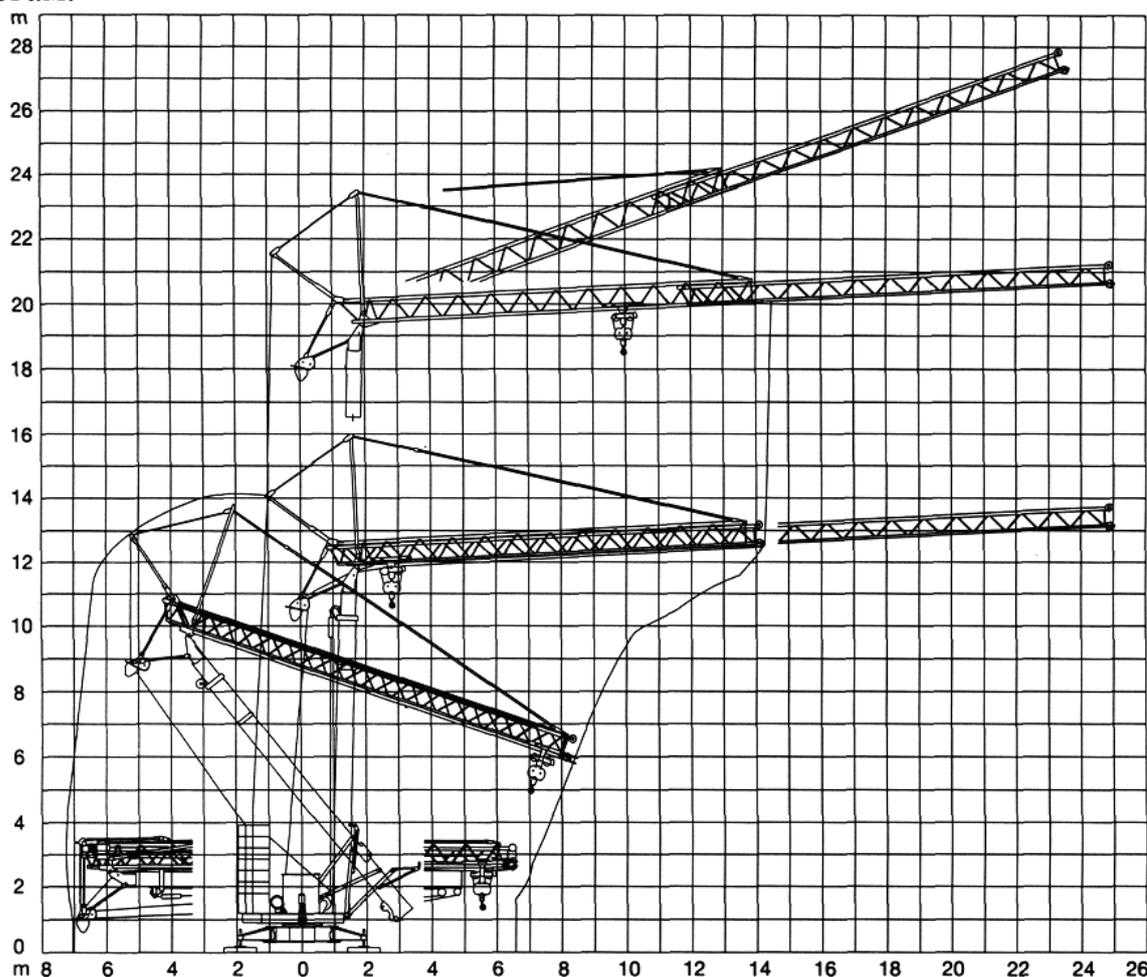


Рис. 4.31. Схема монтажа стационарно устанавливаемого башенного крана фирмы «Liebher» (максимальная грузоподъемность – 2,5 т, на максимальном вылете – 1 т)

Краны серии КБ имеют единую конструктивную схему. Они комплектуются унифицированными узлами и деталями, что облегчает их серийное производство, техническую эксплуатацию и ремонт. Краны серии КБ являются наиболее массовыми в нашей стране. Объем их производства превышает 80% всего выпуска башенных кранов. Характерными конструктивными достоинствами кранов типового ряда являются:

- высокая мобильность;
- использование электрического многомоторного привода переменного тока с питанием от электросети напряжением 220/380 В;

- максимальное использование унифицированных узлов и механизмов;
- применение устройств для плавной посадки грузов с малой скоростью, плавного пуска и торможения механизмов;
- схема запасовки канатов, обеспечивающая горизонтальное перемещение груза при изменении вылета подъемной стрелы;
- дистанционное управление из кабины изменением кратности полиспаста;
- возможность передвижения крана по криволинейным участкам подкрановых путей.

Все краны серии КБ (кроме приставных) выполнены передвижными преимущественно на рельсовом ходу.

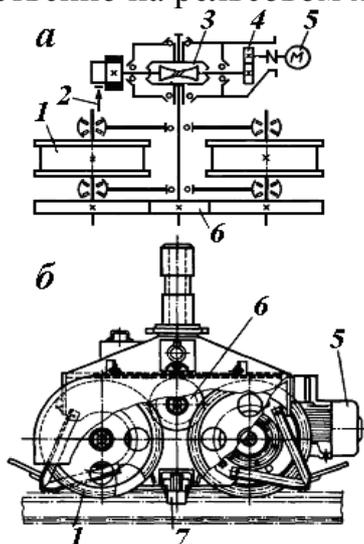


Рис. 4.32. Двухколесный механизм передвижения крана:

a – кинематическая схема; *б* – ходовая балансирная тележка; 1 – ходовое колесо; 2 – тормоз; 3 – червячный редуктор; 4 – косозубая передача; 5 – электродвигатель; 6 – ведущая шестерня; 7 – рельсовый захват

Механизмы передвижения башенных кранов имеют различные исполнения. Их тип зависит от конструкции ходового оборудования. Опирание кранов на рельсы осуществляется через ходовые колеса, число которых может быть от 4 до 32 в кранах с различными параметрами. Для того чтобы нагрузка воспринималась всеми колесами, в современных, особенно тяжелых, кранах ходовые колеса объединяют в балансирные тележки (по два, три, четыре колеса). При наличии в кране балансирных тележек две из них являются приводными (ведущими) и две – ведомыми. Для более плавного движения крана приводные тележки устанавливают на разных рельсах (одна напротив другой или по диагонали). При работе крана на путях с закруглениями обе ведущие тележки располагают на внешнем рельсе, обеспечивая тем самым плавность движения крана. Привод в тележках с разным числом колес может осуществляться как на одно, так и на два колеса. В кранах серии КБ привод имеет червячный редуктор со встроенным двигателем и открытой цилиндрической передачей (рис. 4.32).

Передвижные краны выпускают с поворотной и неповоротной башней, нижним и верхним расположением противовеса с подъемной и балочной стрелой. К унифицированным узлам и механизмам кранов относятся грузовые и стреловые лебедки, механизмы поворота и передвижения, опорно-поворотные устройства кабины, крюковые подвески и электрооборудование.

В механизмах поворота башенных кранов используют в основном двигатели с вертикальным расположением вала и цилиндрическими (рис. 4.33, *a*), червячными или планетарными (рис. 4.33, *б*) редукторами, на выходных валах

которых установлены шестерни, находящиеся в зацеплении с зубчатым венцом опорно-поворотного устройства. Торможение механизма поворота осуществляется с помощью одноступенчатого (автоматически при отключении электродвигателя), двухступенчатого (поочередное прижатие колодок к шкиву) или управляемого (педального) тормозов.

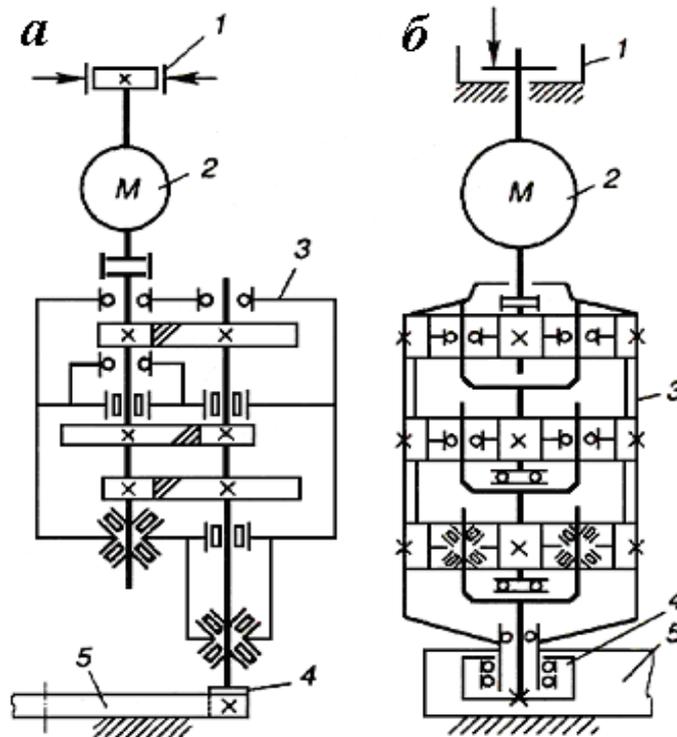


Рис. 4.33. Кинематические схемы механизмов поворота:

a – с цилиндрическим редуктором; *б* – с планетарным редуктором; 1 – тормоз; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – ведущая шестерня; 5 – венец

Кабины управления башенными кранами делят на встроенные (обычно внутри верхней части башни) и выносные (расположенные снаружи башни на портале или в верхней части крана). В кранах с поворотной башней их подвешивают ниже стрелы на правой боковой поверхности башни, а в кранах с поворотным оголовком устанавливают на поворотную раму или подвешивают к ней. Кабина может быть подвешена и к нижнему поясу балочной стрелы у места ее крепления, а также переставляться по высоте башни. Для кранов серии КБ выпускают унифицированные навесные кабины, разработанные с учетом максимальных удобств для машинистов во время работы. Управление работой крана может осуществляться по силовому или слаботочному кабелю, с выносного пульта или по радио. При работе самоподъемных, стационарных и приставных кранов на строительстве высоких зданий и сооружений используют лингафонную, телефонную и радиосвязь машиниста с такелажниками и монтажниками.

В настоящее время промышленностью серийно выпускаются башенные строительные краны серии КБ 3...6-й размерных групп с грузовым моментом от 100 до 400 тм.

Краны 3-й размерной группы максимальной грузоподъемностью 8 т снабжены подъемной или балочной с грузовой тележкой стрелами и применяются при возведении жилых, административных и промышленных зданий высотой до 9 этажей.

Краны 4-й размерной группы максимальной грузоподъемностью 8...10 т оборудованы подъемными стрелами (прямыми и с гуськом), балочными стрелами с грузовой тележкой и предназначены для выполнения строительно-монтажных работ на строительстве жилых, гражданских и промышленных зданий высотой до 12...16 этажей.

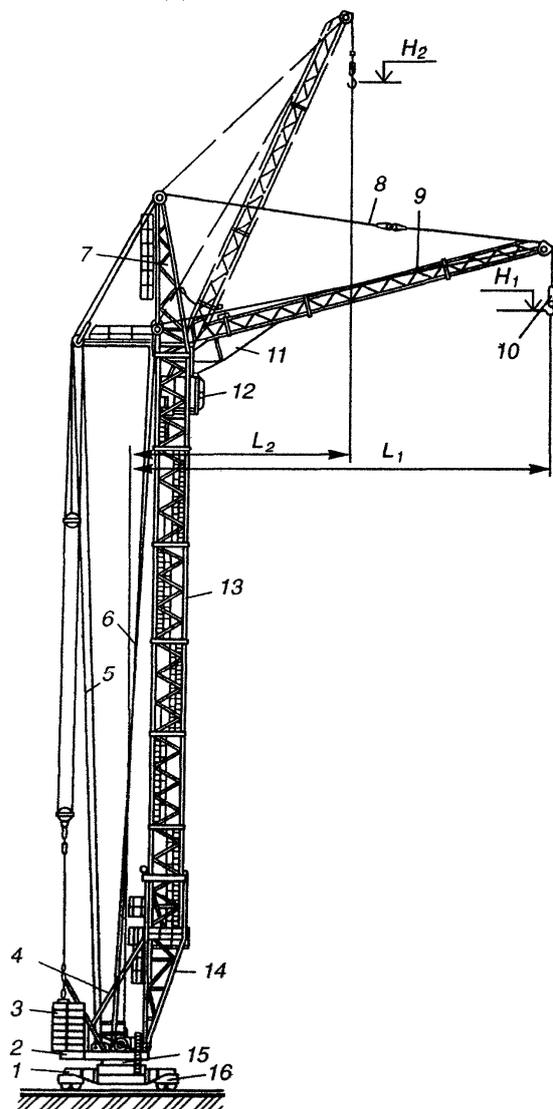


Рис. 4.34. Кран КБ 4-й размерной группы с поворотной башней и подъемной стрелой

Краны 5-й размерной группы грузоподъемностью 10 т предназначены для строительства крупнопанельных жилых зданий, уникальных зданий культурно-бытового назначения высотой до 75 м, а приставные краны КБ-581.04 (05) – до 170 м. Они оборудуются балочной стрелой, устанавливаемой горизонтально и под углом 30° .

Краны 6-й размерной группы оборудуются балочной стрелой с грузовой тележкой и предназначены для возведения жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений высотой от 12 до 40 м из объемных и тяжелых элементов массой от 2,5 до 25 т.

Монтаж современных кранов осуществляется собственными механизмами с участием одного и иногда двух стреловых самоходных кранов необходимой грузоподъемности.

На рис. 4.34 показан кран 4-й размерной группы с подъемной стрелой. Краны этой группы максимально унифицированы и оборудованы подъемными

и балочными стрелами. Они имеют однотипную конструкцию и представляют собой мобильные самоходные полноповоротные машины на рельсовом ходу с поворотной телескопической башней и нижним расположением противовеса.

Составными частями крана являются: ходовая кольцевая рама 1 коробчатого сечения, однорядное роликовое опорно-поворотное устройство 15 с внутренним зубчатым зацеплением, поворотная платформа 2, портал 14, башня 13, головка 7, стрела 9, грузовой 6 и стреловой 5 канаты, расчал 8, крюковая подвеска 10, монтажное устройство, унифицированная кабина машиниста 12 и рабочие механизмы, противовес 3, электрооборудование, приборы безопасности и кабельный барабан. Четыре поворотных флюгера соединены с ходовой рамой шарнирно и располагаются по диагоналям с помощью трубчатых подкосов. Каждый флюгер опирается на унифицированную балансирную двухколесную тележку 16 грузоподъемностью 60...72 т. В комплект тележек входят две ведущие и две ведомые ходовые тележки, причем ведущие тележки располагаются на одном рельсе. При закруглении пути радиусом внутреннего рельса 7...10 м ведущие ходовые тележки располагаются на наружном рельсе, при радиусе внутреннего рельса более 10 м – на любом рельсе. Тележки опираются на подкрановые рельсы типа Р50. Колея и база кранов 4-й размерной группы по 6 м каждая. На ходовую раму через опорно-поворотное устройство опирается поворотная платформа, на которой установлены грузовая и стреловая лебедки, механизм поворота, шкафы электрооборудования, плиты противовеса. В передней части поворотной платформы с помощью кронштейнов шарнирно крепится портал башни.

Решетчатые башни кранов состоят из оголовка, верхней секции, промежуточных секций, портала и подвижной обоймы. Башни подрачиваются снизу промежуточными секциями по мере возведения здания. Для подрачивания промежуточных секций башни служит рычажный механизм выдвигания обоймы (монтажный параллелограмм), смонтированный в передней части платформы. В вертикальном положении башни удерживаются двумя телескопическими подкосами 4. Портал представляет собой две трехгранные фермы, соединенные в двух ярусах коробчатыми балками. На поясах портала смонтированы направляющие ролики, удерживающие башню в вертикальном положении при ее выдвигании. В верхнем ярусе на балках установлены четыре замка, предназначенные для посадки на них башни после ее выдвигания. Неподвижные блоки верхнего яруса портала совместно с блоками подвижной обоймы и монтажным канатом образуют монтажный полиспаст выдвигания башни крана. При выдвигании башни один конец монтажного каната крепится к верхней обвязке портала, другой закрепляется на барабане грузовой лебедки, с которого снят грузовой канат. Оголовок башни состоит из металлоконструкции, распорки с канатной оттяжкой и монтажной стойки с оттяжкой для подъема стрелы в рабочее положение. Сверху на оголовке установлено два блока стрелового расчала и блоки грузового каната.

Подъемная стрела 9 крана решетчатая трехгранного сечения, выполненная из труб, подъем и опускание которой при изменении вылета осуществляется стреловой лебедкой через стрелоподъемный полиспаст 8. В корневой секции

стрелы подвешена снизу распорка с канатными 11 тягами, которая предохраняет стрелу от запрокидывания при обрыве каната на минимальных вылетах.

К унифицированным механизмам кранов относятся стреловая, грузовая и тележечная лебедки, опорно-поворотное устройство и механизм передвижения.

Краны оборудуют одно- и двухдвигательными грузовыми лебедками. Основной электродвигатель двухдвигательной лебедки предназначен для подъема (опускания) грузов наибольшей массы, вспомогательный электродвигатель – для подъема (опускания) грузов наименьшей массы, крюковой подвески и обеспечения посадочной скорости.

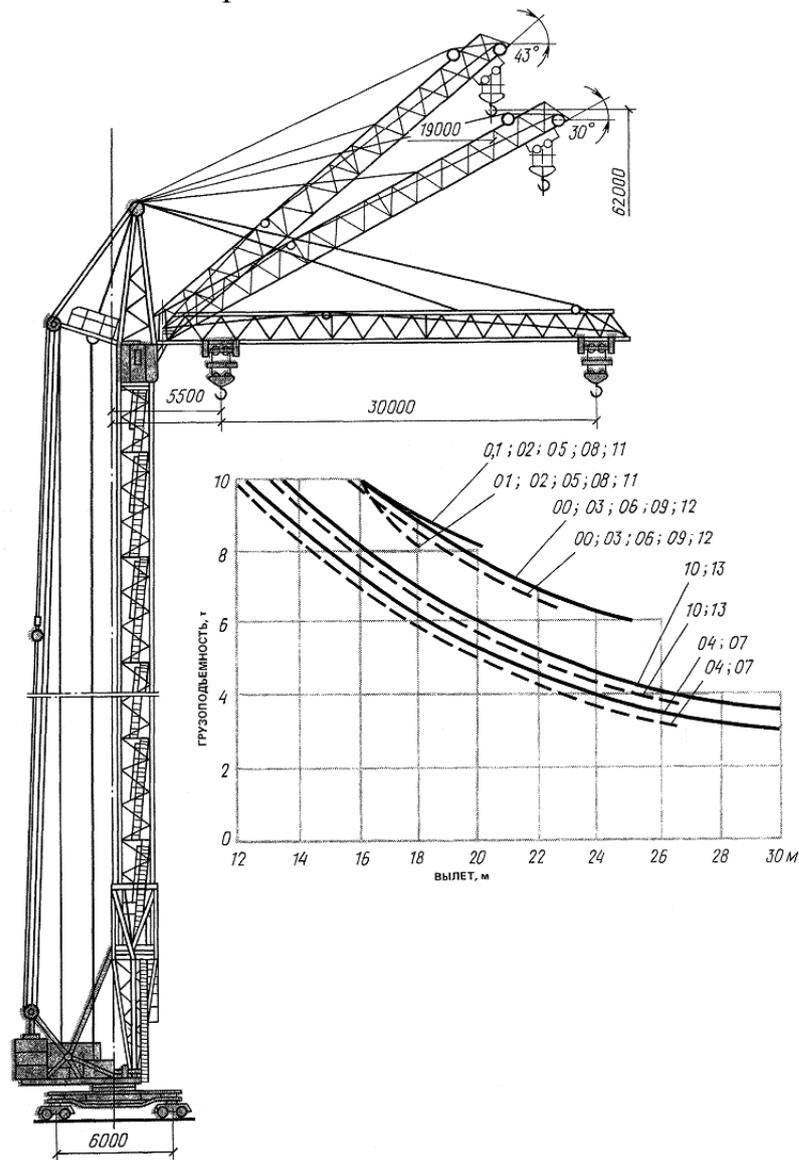


Рис. 4.35. Башенный передвижной кран КБ-408 и его грузовая характеристика:
00...13 – исполнения; пунктиром показаны характеристики при стреле под углом 30°

Стреловые лебедки отличаются от грузовых отсутствием вспомогательного двигателя. Лебедки для перемещения грузовой тележки включают электродвигатель, колодочный тормоз, редуктор и нарезной барабан. Отключение привода лебедки в крайних положениях тележки осуществляется конечными выключателями.

Механизм поворота состоит из вертикального трехступенчатого редуктора, фланцевого электродвигателя и специального колодочного тормоза. Тормо-

жение осуществляется в три этапа: в режиме свободного торможения; в режиме динамического торможения; окончательное затормаживание механизма поворота.

Кран КБ-408 (рис. 4.35) грузоподъемностью 10 т с балочной стрелой имеет 13 исполнений, различающихся вылетом (20, 25 и 30 м), высотой подъема и грузоподъемностью на наибольшем вылете. Балочная стрела может быть установлена под углом 30° (с перемещением грузовой каретки) и 43° (с закрепленной кареткой). Максимальная глубина опускания крюка 30 м.

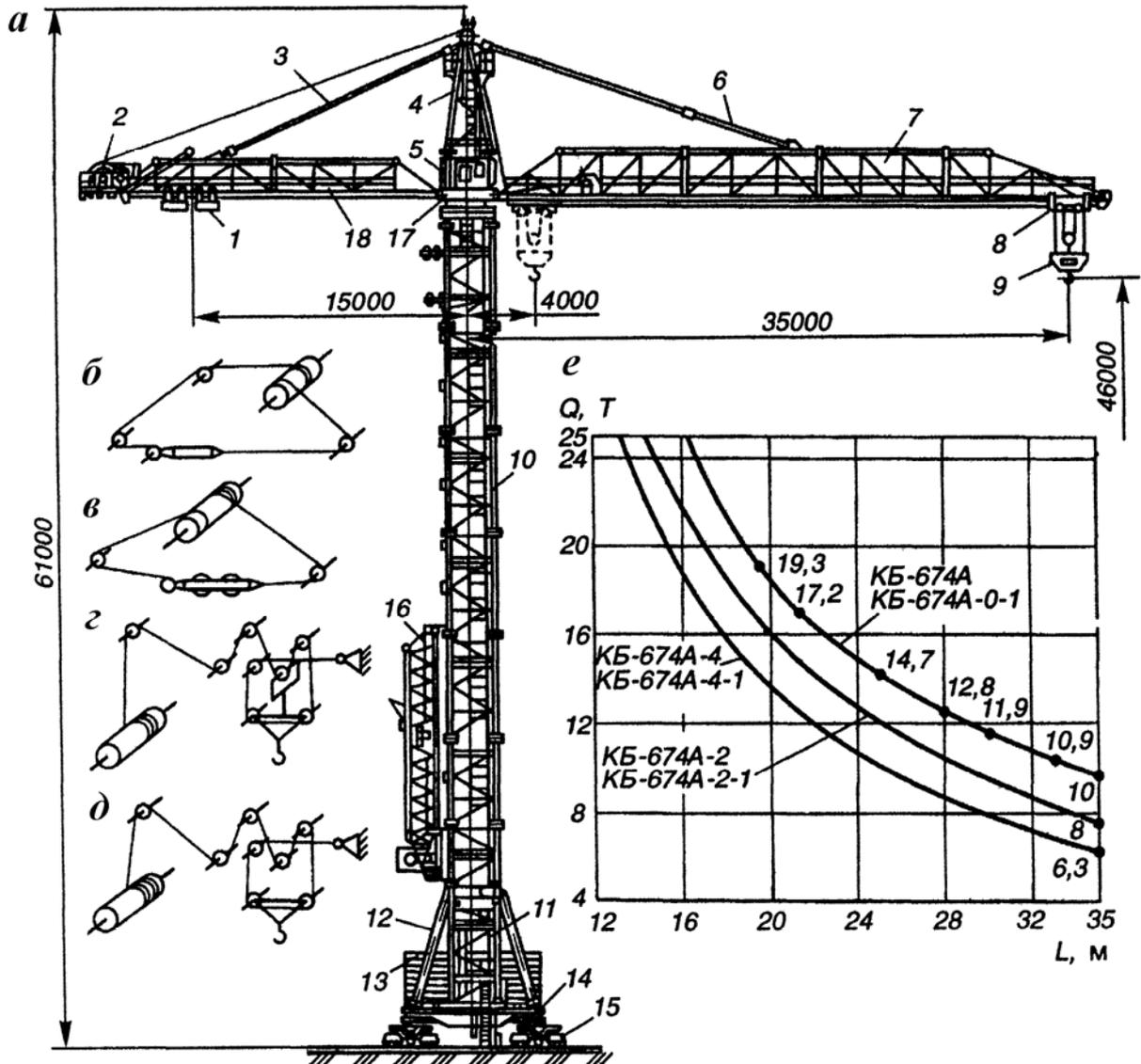


Рис. 4.36. Кран КБ 6-й размерной группы с неповоротной башней и горизонтальной балочной стрелой: а – схема крана; схемы запасовки канатов: б – перемещения противовеса; в – перемещение каретки; г – подъема груза при четырехкратном полиспасте; д – то же, при двукратном полиспасте; е – график грузоподъемности

На рис. 4.36. показана базовая модель кранов 6-й размерной группы. Эти краны имеют более десятка исполнений, отличающихся грузоподъемностью, высотой подъема крюка и вылетом. Базовый кран и его исполнения выполнены полноповоротными с неповоротной башней, поворотной головкой и горизонтальной балочной стрелой с грузовой тележкой. Эти краны состоят из ходовой рамы 14 с ходовыми тележками 15, башни 10 с подкосами 12, поворотного оголовка 4, опорно-поворотного устройства 17, стрелы 7, грузовой тележки 8 с

крюковой подвеской 9, противовесной консоли 2 с противовесом 7, оттяжек 3 и 6 консоли и стрелы, кабины управления 5, подъемника 11 для машиниста, монтажной стойки 16, приспособления для заводки секций, приспособления 18 для монтажа и демонтажа настенных опор, унифицированных механизмов, электрооборудования и кабельного барабана. Ходовая рама кранов опирается на четыре сдвоенные унифицированные ходовые приводные тележки. Две тележки, расположенные по диагонали, имеют по два привода, две другие – по одному. Тележки могут поворачиваться на 90° при переводе крана на перпендикулярные пути. На раму с одной стороны асимметрично укладываются плиты 13 балласта, с другой – крепится на четырех фланцах неповоротная башня. Количество плит балласта меняется в зависимости от исполнения крана. Башни кранов опираются непосредственно на ходовую раму и смещены на 2,5 м от оси крана в сторону здания. Башни имеют квадратное сечение, выполнены решетчатыми из труб и состоят из основания в виде пространственной фермы, шарнирной рамы, короткой нижней секции, промежуточных рядовых секций, верхней секции, неповоротной и поворотной кольцевых рам, шарикового опорно-поворотного круга, двух механизмов поворота и оголовка. Количество рядовых секций, имеющих длину 6 м, зависит от исполнения крана по высоте. Неповоротная рама крепится к верхней секции башни и через опорно-поворотный круг соединяется с поворотной рамой и оголовком башни с подвешенными на них стрелой и противовесной консолью. На поворотной раме установлены два одинаковых механизма поворота, выходные шестерни которых находятся в зацеплении с цевочным венцом опорно-поворотного круга, снабженного ограничителем поворота. Механизм поворота состоит из вертикального планетарного трехступенчатого редуктора и фланцевого электродвигателя со встроенным в его корпус дисковым тормозом.

Внутри башни смонтирован подъемник машиниста, включающий лебедку, размещенную в верхней секции, кабину, движущуюся по направляющим вдоль башни, устройство для укладки кабеля, верхнюю и нижнюю посадочные площадки с дверьми.

С боку башни расположена передвижная монтажная стойка трехгранного сечения, используемая при монтаже и демонтаже крана.

Стрелы кранов – балочные, треугольного сечения с основанием, опущенным вниз, состоят из корневой, головной и рядовых промежуточных секций, грузовой тележки, передвигающейся по нижним поясам стрелы, и тяговой тележечной лебедки, размещенной внутри стрелы. На основной секции стрелы смонтированы отводные блоки грузового и тягового канатов.

Исполнения стрелы отличаются применением тележек различной грузоподъемности и длиной за счет изменения количества рядовых секций. В зависимости от исполнения кранов применяются грузовые тележки различной грузоподъемности (12,5 и 25 т) и стрелы различной длины (35, 50 и 66 м). Грузовые тележки грузоподъемностью 12,5 т имеют два грузовых блока и четыре одиночных ходовых катка. Тележки грузоподъемностью 25 т опираются на восемь катков, соединенных попарно на балансирных подвесках, и имеют три грузовых блока. У тележки грузоподъемностью 25 т кратность полиспаста из-

меняют присоединением дополнительного блока либо к грузовой тележке, либо к крюковой подвеске. Для автоматического уменьшения скорости грузовых тележек при подходе к крайним положениям, а также ограничения передвижения тележек служат два концевых выключателя.

Противовесные консоли представляют собой фермы треугольного сечения и по конструкции аналогичны стрелам. По нижним поясам консоли размещаются тележки с плитами противовеса. Тележки соединяются между собой тягами. Количество тележек и плит устанавливается в зависимости от исполнения крана. На консоли размещаются грузовая лебедка и лебедка передвижения тележек противовеса и установлены три конечных выключателя, два из которых ограничивают в крайних положениях передвижение тележек противовеса, а третий фиксирует их рабочее положение.

К унифицированным механизмам кранов относятся механизмы поворота и передвижения крана, лебедки – грузовая, передвижения грузовой тележки, передвижения тележек противовеса, монтажная и специального подъемника. Приводы грузовой лебедки, механизма поворота и лебедки передвижения грузовой тележки обеспечивают регулирование скоростей этих механизмов в широком диапазоне.

Монтаж и демонтаж кранов осуществляются собственными механизмами и стреловым самоходным краном грузоподъемностью 25 т. Для подъема и опускания верхней части крана при монтаже и демонтаже секций башни служит монтажная стойка, состоящая из стойки, лебедки, площадок, обойм полиспаста, блока и катушки. При монтаже или демонтаже стойка крепится на секциях башни в специальных кронштейнах. Стойка состоит из трехгранной фермы, имеющей внизу портал, в котором располагается монтажная лебедка.

В настоящее время готовится выпуск башенных кранов нового поколения – кранов модульной системы КБМ с грузовым моментом от 100 до 400 тм и числом исполнений от 21 до 47.

Строительство зданий повышенной этажности привело к созданию кранов с увеличенной высотой подъема груза. Кран КБ-515 (рис. 4.37) при максимальном вылете имеет высоту подъема 72,1 м, а максимальная высота подъема, в зависимости от исполнения, составляет 90,2...95,2 м. На предприятии ЗАО «МАШСТРОЙИНДУСТРИЯ» изготовили кран КБ-585 для строительства зданий и сооружений высотой до 160 м, с вылетом стрелы 60 м и максимальной грузоподъемностью 10 т.

Краны модульной системы (рис. 4.38) имеют унифицированные узлы-модули (механизмы, кабину, опорно-поворотное устройство, секции башен и стрел). При этом механизмы, кабина, опорно-поворотное устройство унифицированы по всему типоразмерному ряду, а металлоконструкции кранов – по всем исполнениям внутри данного типоразмера. Варьируя число модулей секций башен и стрел, можно из одинаковых узлов-модулей получать различные исполнения крана, отличающиеся грузовыми, скоростными и высотными характеристиками, вылетом и типом стрелы. Внедрение кранов модульной системы позволило:

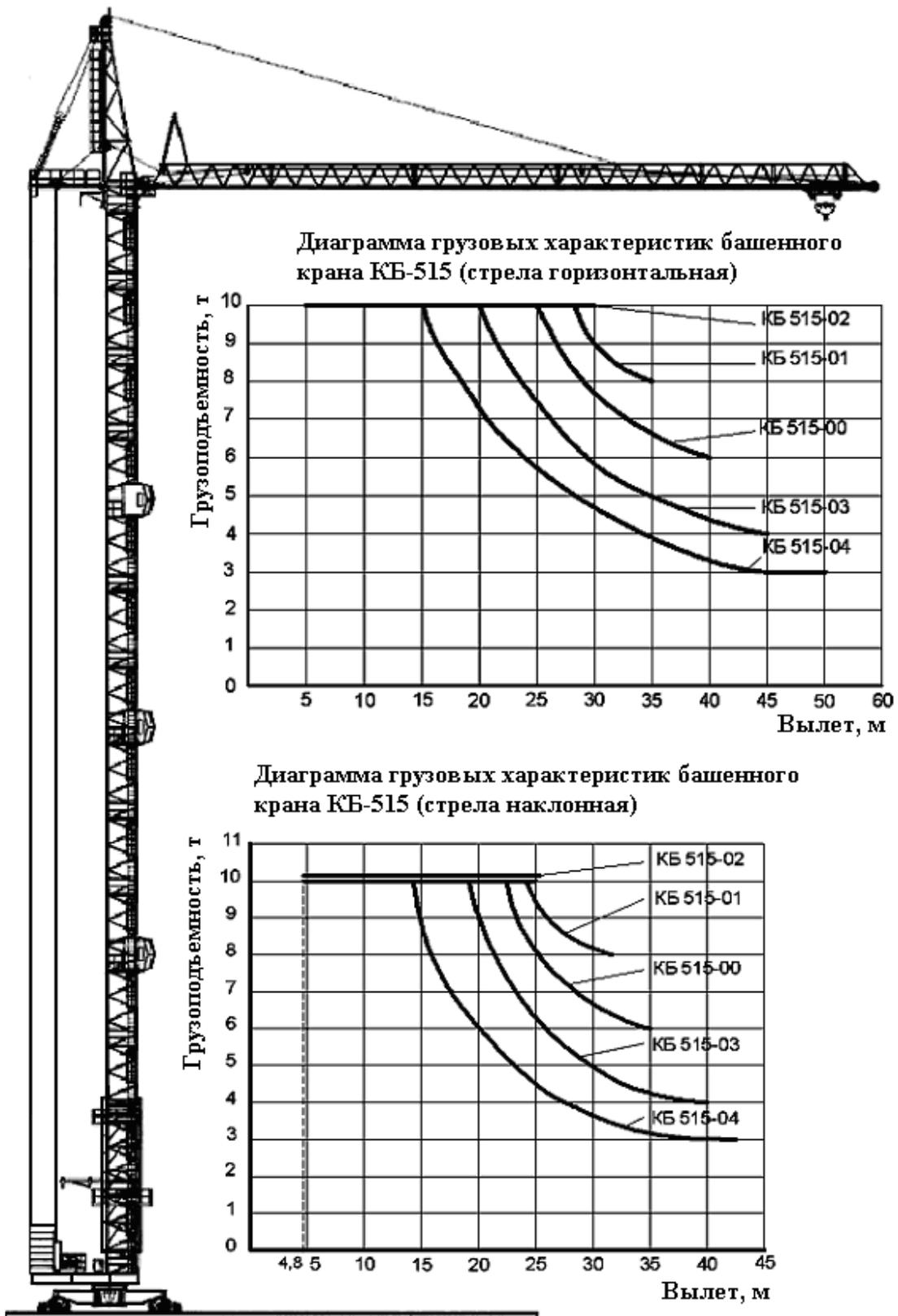


Рис. 4.37. Башенный кран KB 515 для строительства зданий повышенной этажности

1) снизить трудоемкость проектирования (в том числе ускорило проведение трудоемких расчетов за счет применения разработанных программ на ЭВМ);

2) снизило стоимость изготовления (за счет значительного увеличения выпуска изделий одного типоразмера при уменьшении потребности в производственных площадях и применяемом оборудовании) и эксплуатации (за счет

уменьшения числа типоразмеров кранов, более широкого использования агрегатного ремонта, сокращения поставок неиспользуемых секций башен и стрел и т.п.);

3) обеспечило высокопроизводительными кранами строительство любых объектов.

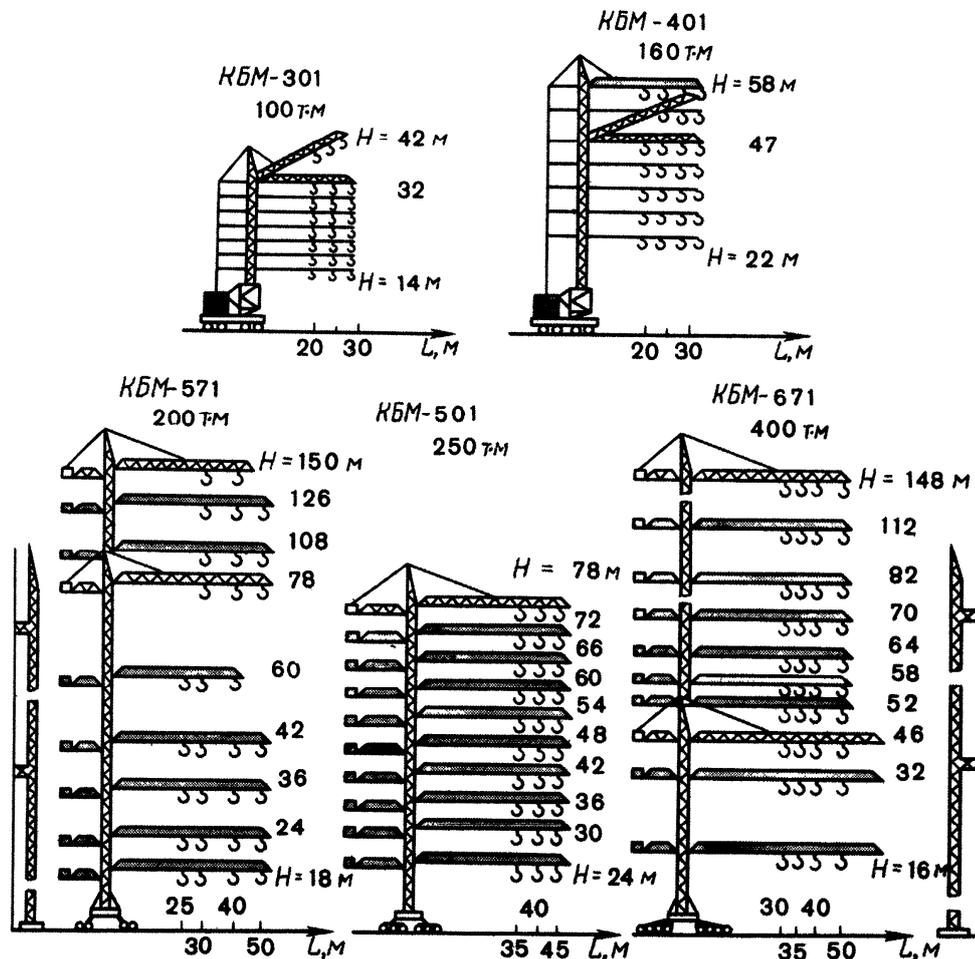


Рис.4.38. Краны модульной системы КБМ

Самоподъемные башенные краны. В последнее время все больше возводится зданий повышенной этажности с использованием самоподъемных башенных кранов, опирающихся на элементы возводимых зданий. Это позволяет значительно повысить эффективность строительно-монтажных работ, снизить стоимость строительства. При возведении монолитных зданий самоподъемные краны опираются на специально предусмотренные окна в стенах лифтовой шахты и по мере роста здания поднимаются по ней. В сборных зданиях с металлическим или железобетонным каркасами для опирания самоподъемного крана используют ячейки каркаса.

Применение самоподъемных кранов позволяет возводить здания в стесненных условиях и на косогорах, строительство зданий со сложной конфигурацией в плане. Самоподъемные краны изготавливают с использованием унифицированных узлов серийно выпускаемых башенных кранов.

На рис 4.39 показан самоподъемный башенный кран четвертой размерной группы с балочной стрелой и грузовым моментом 160 тм. Кран оборудован гидравлическим механизмом выдвижения башни.

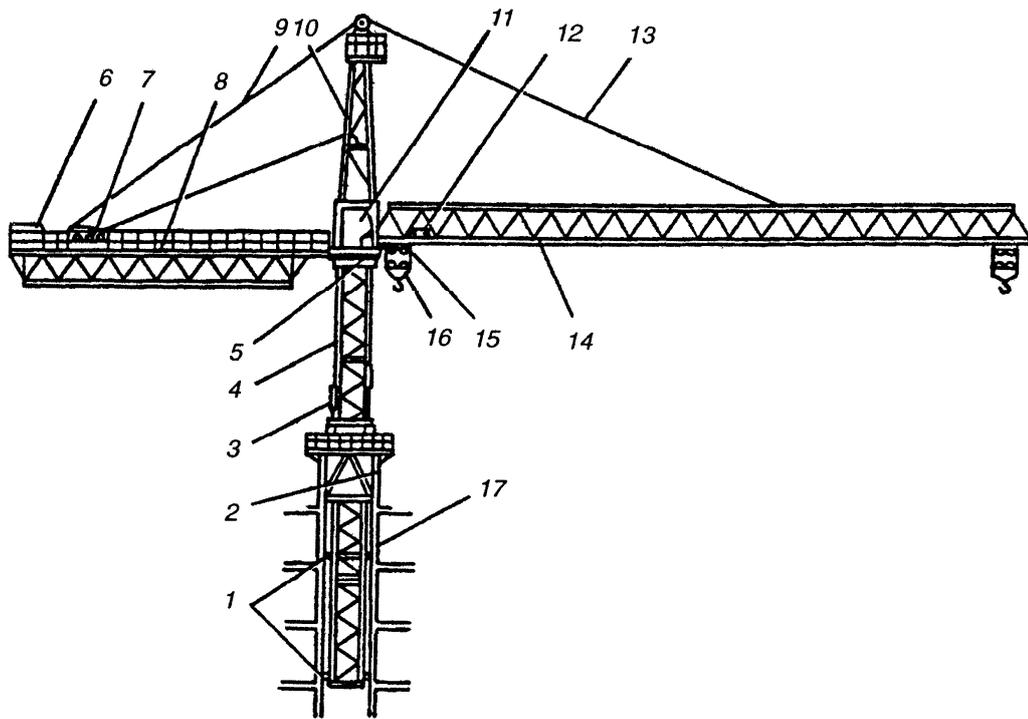


Рис. 4.39. Самоподъемный башенный кран

Башня 4 крана опирается на нижнюю секцию с элементами 1 опирания крана в окна лифтовой шахты 17. В верхней части башни смонтировано опорно-поворотное устройство 5, состоящее из неповоротной рамы, поворотной платформы, роликового опорно-поворотного круга и механизма поворота. К поворотной платформе шарнирно крепятся противовесная консоль 8 балочного типа и одноподвесная балочная стрела 14 трехгранной (в сечении) формы. Консоль и стрела подвешены соответственно на расчалах 9 и 13. На консоли 8 смонтированы грузовая лебедка 7 и плиты противовеса 6. В корневой части стрелы установлена лебедка 12 передвижения грузовой тележки 15 с крюковой подвеской 16. К верхней части поворотной платформы крепится оголовок 10 с проушинами для крепления расчалов стрелы и консоли противовеса. К поворотной платформе крепится кабина управления 11.

Выдвижная обойма 2 представляет собой решетчатую трубчатую металлоконструкцию квадратного сечения. К верхней части обоймы присоединены штоки четырех гидроцилиндров 3, служащих для выдвижения башни относительно обоймы, а также движения обоймы относительно башни. В нижней части обоймы установлены фланцы для опирания на торец лифтовой шахты. Кран опирается в окна лифтовой шахты на двух уровнях на расстоянии двух этажей. Башня крана свободно перемещается внутри лифтовой шахты. Две нижние секции башни имеют в основании направляющие для упоров, выдвигаемых в окна лифтовой шахты. На поясах башни по диагоналям приварены упоры для самоподъема и опускания (при демонтаже). Каждый упор представляет собой поршень, задвигаемый вручную в направляющую трубу. Поршень фиксируется в направляющей трубе башни специальным стержнем. Процесс подъема крана в шахте лифта состоит из следующих последовательно выполняемых операций: опирание обоймы на лифтовую шахту, подъем крана в рабочее положение, закрепление крана в шахте лифта.

Гидрооборудование крана обеспечивает вертикальное перемещение башни (подъем и опускание) внутри лифтовой шахты. Гидросистема включает насосную станцию с электроприводом, четыре гидроцилиндра и дистанционный (выносной) пульт управления. Гидроцилиндры установлены рядом с вертикальными поясами башни и соединены с ней попарно по диагонали. Для безопасности работы каждый гидроцилиндр снабжен гидрозамком и управляемым обратным клапаном.

Монтаж самоподъемного крана осуществляется стреловым самоходным краном грузоподъемностью не менее 25 т. Затем самоподъемный кран монтирует вокруг себя полутюбинги лифтовой шахты или сооружает монолитную лифтовую шахту, после чего возводит первый этаж. Далее самоподъемный кран возводит второй, третий и четвертый этажи.

После возведения четырех этажей здания и сооружения лифтовой шахты 5-го этажа выдвижная обойма с помощью гидроцилиндров опускается на торец лифтовой шахты 5-го этажа; включением двух диагонально расположенных гидроцилиндров нагрузка снимается с нижней секции башни и передается на торец лифтовой шахты. Затем отстыковывается башня от нижней секции, закрепленной на анкерных болтах, теми же двумя гидроцилиндрами кран приподнимается вдоль ствола лифтовой шахты до совпадения выдвижных опорных балок с окнами лифтовой шахты на 1-м и 3-м этажах. Опорные балки выдвигаются в окна лифтовой шахты и закрепляются в них. Таким образом кран устанавливается в шести окнах шахты на каждом этапе (в данном случае на 1-м и 3-м этажах). Затем выдвижная обойма с помощью гидроцилиндров поднимается вверх по башне до оголовка, и кран может продолжать сооружение 5-го этажа, стоя на опорных балках. После возведения 5-го этажа и лифтовой шахты 6-го этажа выдвижная обойма снова опускается на торец лифтовой шахты 6-го этажа. С помощью гидроцилиндра кран вывешивается, выдвижные опорные балки задвигаются в башню, и кран выдвигается на один этаж вверх до совпадения опорных балок с окнами в лифтовой шахте 2-го и 4-го этажей.

Кран опирается балками на окна, и далее операции повторяются до возведения последнего этажа здания.

Нижняя секция башни на дне шахты по окончании демонтажа крана разбирается, как и самоподъемный кран.

Самоподъемный кран демонтируется с помощью приставного крана, установленного на легком инвентарном фундаменте, или с помощью стрелового самоходного крана грузоподъемностью 25 т со стрелой длиной не менее 30 м, оборудованной гуськом.

Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы (32 м) составляет 5 т, максимальная грузоподъемность (при вылете 16 м) – 10 т, высота подъема максимальная – 100 м.

Предусмотрено производство самоподъемных башенных кранов с грузовой моментом 200, 250, 300 тм и вылетом стрелы до 60 м.

Краны КБР, благодаря особой конструкции стрелового узла и системе его сборки, предназначены для работы в стесненных условиях существующей застройки, в основном для капитального ремонта зданий. Они вписываются в

узкие проезды, проезжают под арками и могут монтироваться даже во дворах-колодцах.

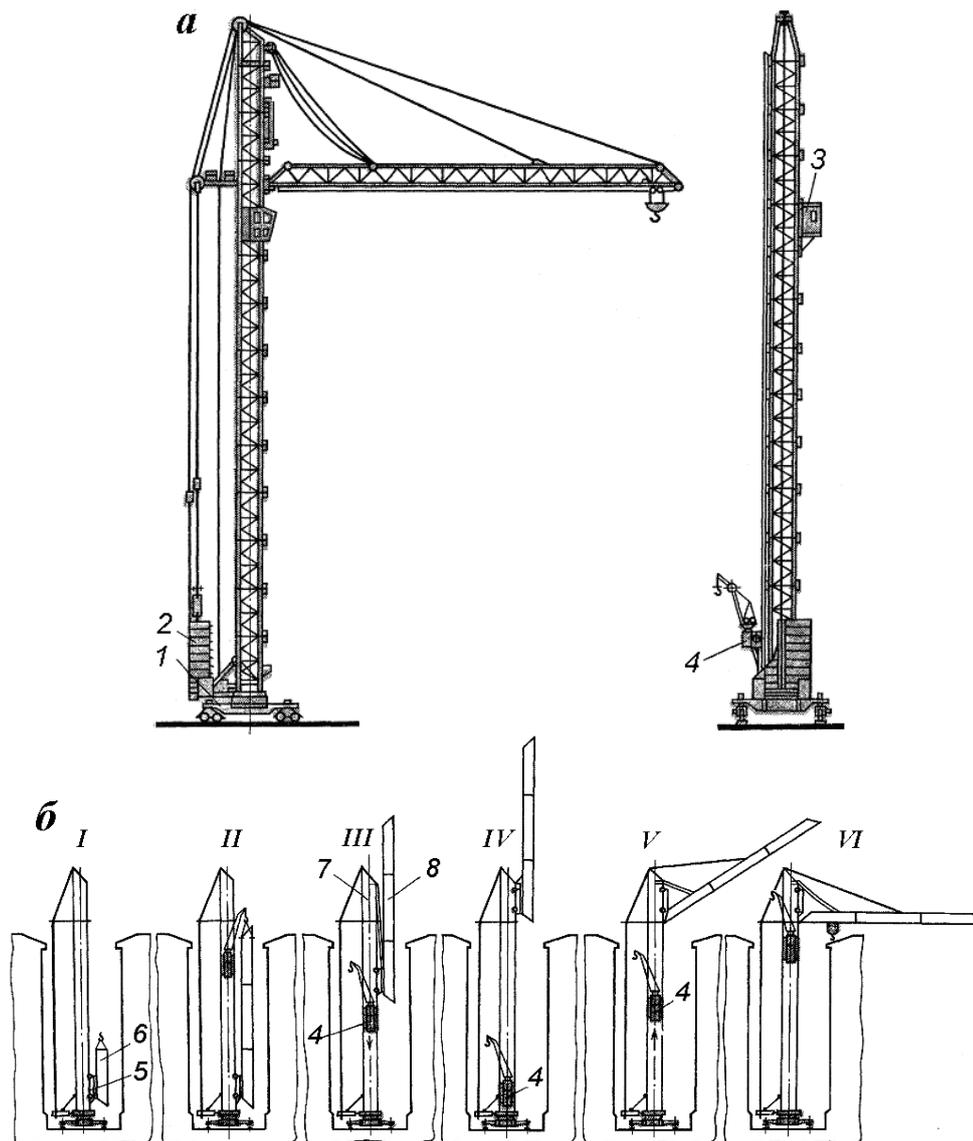


Рис.4.40. Башенный передвижной кран КБР-1:

a – общий вид; *б* – схема монтажа; 1 – балласт; 2 – противовес; 3 – кабина управления; 4 – монтажное устройство; 5 – каретка; 6 – опорная секция стрелы; 7 – монтажный полиспаст; 8 – стрела в сборе; I – закрепление секции стрелы на каретке; II – сборка секций стрелы с помощью монтажного устройства; III – выдвижение собранной стрелы вверх; IV – установка стрелы в крайнее верхнее положение; V – перевод стрелы в горизонтальное положение; VI – установка стрелы в рабочее положение

Кран КБР-1 (рис. 4.40, *a*) с балочной стрелой грузоподъемностью 5 т. Базовая модель имеет еще два исполнения, отличающиеся в основном вылетом 20 и 30 м. Ходовое устройство – рельсокошечное или безрельсовое (на опорах). Ходовая рама по конструкции аналогична раме крана КБ-308 и отличается от нее возможностью замены ходовых тележек на опоры. На раме подвешиваются плиты балласта. Поворотная платформа выполнена в виде отдельного блока, перевозимого на подкатной оси с колесами в прицепе к автотягачу КАЗ-608. При сборке крана (рис.4.40, *б*) основание стрелы закрепляется на стреловой каретке, перемещаемой по башне. Секции башни соединяют с ее основанием с помощью специального монтажного устройства (кран-укосина), которое может переставляться на башне. После сборки стрелы она с кареткой поднимается в крайнее верхнее положение и опускается в рабочее горизонтальное положение.

Кран КБР-2 – модернизированная модель крана КБР-1. Грузоподъемность увеличена до 8 т, а скорость подъема максимальной массы снижена до 16 м/мин, что позволило уменьшить установленную мощность машины.

Работа свободностоящих, передвижных и стационарных кранов возможна до определенной высоты. Для сохранения устойчивости крана при увеличении высоты подъема его башню крепят к конструкциям возводимого здания или сооружения одним, двумя, а иногда тремя креплениями, устанавливаемыми на различной высоте крана по мере его наращивания (рис. 4.29, а, 4.38). В современных высотных кранах серии КБ на расчетной высоте между промежуточными секциями башни закладывают вставки с проушинами, к которым крепятся подкосы, образующие рамы крепления.

Все башенные краны оборудуются приборами безопасности. К ним относятся ограничители крайних положений всех видов движения, расположенные перед упорами: передвижения крана, грузовой и контргрузовой тележек, угла наклона стрелы, поворота, высоты подъема, выдвигания башни и т.д. Для защиты кранов от перегрузки при подъеме груза на определенных вылетах применяют ограничители грузоподъемности. Краны также оснащают тормозами на всех механизмах рабочих движений, нулевой и концевой электрозащитой, аварийными кнопками и рубильниками, анемометрами с автоматическим определением опасных порывов ветра и подачей звуковых и световых сигналов для предупреждения машиниста об опасности, рельсовыми захватами на ходовых тележках, указателями вылета крюка и грузоподъемности на данном вылете при соответствующей высоте подъема груза и т.п. Для прохода машиниста в кабину и к удаленным узлам для проведения технического обслуживания и ремонта на кранах устанавливают лестницы, площадки и настилы, имеющие ограждение.

Эксплуатация башенных кранов в соответствии с правилами Госгортехнадзора разрешается только после регистрации в органах технадзора, а также после технического освидетельствования (включающего в себя осмотр крана, статическое и динамическое испытания) и разрешения на пуск в работу.

4.5. Стреловые самоходные краны

Стреловые самоходные краны представляют собой стреловое или башенно-стреловое крановое оборудование, смонтированное на самоходном гусеничном или пневмоколесном шасси. Стреловые самоходные краны общего назначения применяются для строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ.

Они широко используются на строительных площадках и являются основными грузоподъемными машинами на строительстве трасс различных коммуникаций. Широкое распространение стреловых самоходных кранов обеспечили: автономность привода, большая грузоподъемность (до 250 т), способность передвигаться вместе с грузом, высокие маневренность и мобильность, широкий диапазон параметров, легкость перебазировки с одного объекта на другой, возможность работы со сменным рабочим оборудованием различных видов, и т.п. Краны на пневмоходу грузоподъемностью до 800 т производит

фирма Clark (Англия), а грузоподъемностью до 1000 т – фирма Krupp (ФРГ). Самый мощный в мире гусеничный кран фирмы Demag CC 12600 с грузоподъемностью 1600 т при радиусе 22 м имеет решетчатую стрелу с максимальной длиной 234 м. Этот кран сам перевозит все свои компоненты и при транспортировке имеет максимальную ширину 4 м.

Стреловые самоходные краны общего назначения классифицируют:

по грузоподъемности – легкие (грузоподъемностью до 10 т), средние (грузоподъемностью 10...25 т) и тяжелые (грузоподъемностью от 25 т и более);

по типу ходового устройства – автомобильные (на стандартных шасси грузовых автомобилей), тракторные (навесные на серийные тракторы), специальное шасси автомобильного типа, пневмоколесные, гусеничные;

по количеству и расположению силовых установок – с одной силовой установкой на ходовом устройстве (шасси), с одной силовой установкой на поворотной части и с двумя силовыми установками;

по количеству приводных двигателей механизмов – с одно- и многомоторными приводами;

по типу привода – с механическим, электрическим и гидравлическим приводами;

по количеству и расположению кабин управления – с кабинами, только на шасси, только на поворотной платформе, на шасси и на поворотной платформе;

по конструкции стрелы – со стрелой неизменяемой длины, с выдвигной и телескопической стрелами;

по способу подвески стрелы – с гибкой (на канатных полиспастах) и жесткой (с помощью гидроцилиндров) подвеской.

Основные типоразмеры и параметры современных стреловых самоходных кранов, а также технические требования к ним регламентированы ГОСТ 22827-85 «Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия». В соответствии с этим стандартом предусмотрен выпуск десяти размерных групп стреловых самоходных кранов грузоподъемностью 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 и 250 т. Указанные грузоподъемности кранов – это максимально допустимая масса груза, которую может поднять кран данной размерной группы при минимальном вылете основной стрелы.

Индексация. Всем моделям стреловых самоходных кранов общего назначения, выпускаемым заводами, присваивается индекс, структурная схема которого показана на рис. 4.41. Первые две буквы индекса КС обозначают кран стреловой самоходный; четыре основные цифры индекса последовательно обозначают: размерную группу (грузоподъемность в т) крана, тип ходового устройства, способ подвески стрелового оборудования и порядковый номер данной модели.

Десять размерных групп кранов обозначаются соответственно цифрами с 1 по 10. Тип ходового устройства указывается цифрами с 1 по 9, причем цифра 1 обозначает гусеничное устройство (Г), 2 – гусеничное уширенное (ГУ), 3 – пневмоколесное (П), 4 – специальное шасси автомобильного типа (Ш), 5 – шасси стандартного грузового автомобиля (А), 6 – шасси серийного трактора (Тр), 7 – прицепное ходовое устройство (Пр), 8, 9 – резерв. Способ подвески стрелово-

вого оборудования указывается цифрами 6 или 7, обозначающими соответственно гибкую или жесткую подвеску. Последняя цифра индекса (цифра с 1 по 9) обозначает порядковый номер модели крана. Следующая после цифрового индекса дополнительная буква (А, Б, В и т.д.) обозначает порядковую модернизацию данного крана, последующие буквы (ХЛ, Т или ТВ) – вид специального климатического исполнения машины: ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ – для работы во влажных тропиках. Например, индекс КС-4561АХЛ обозначает: кран стреловой самоходный, 4-й размерной группы (грузоподъемностью 16 т), на стандартном шасси грузового автомобиля, с гибкой подвеской стрелового оборудования, первая модель, прошедшая первую модернизацию, в северном исполнении.

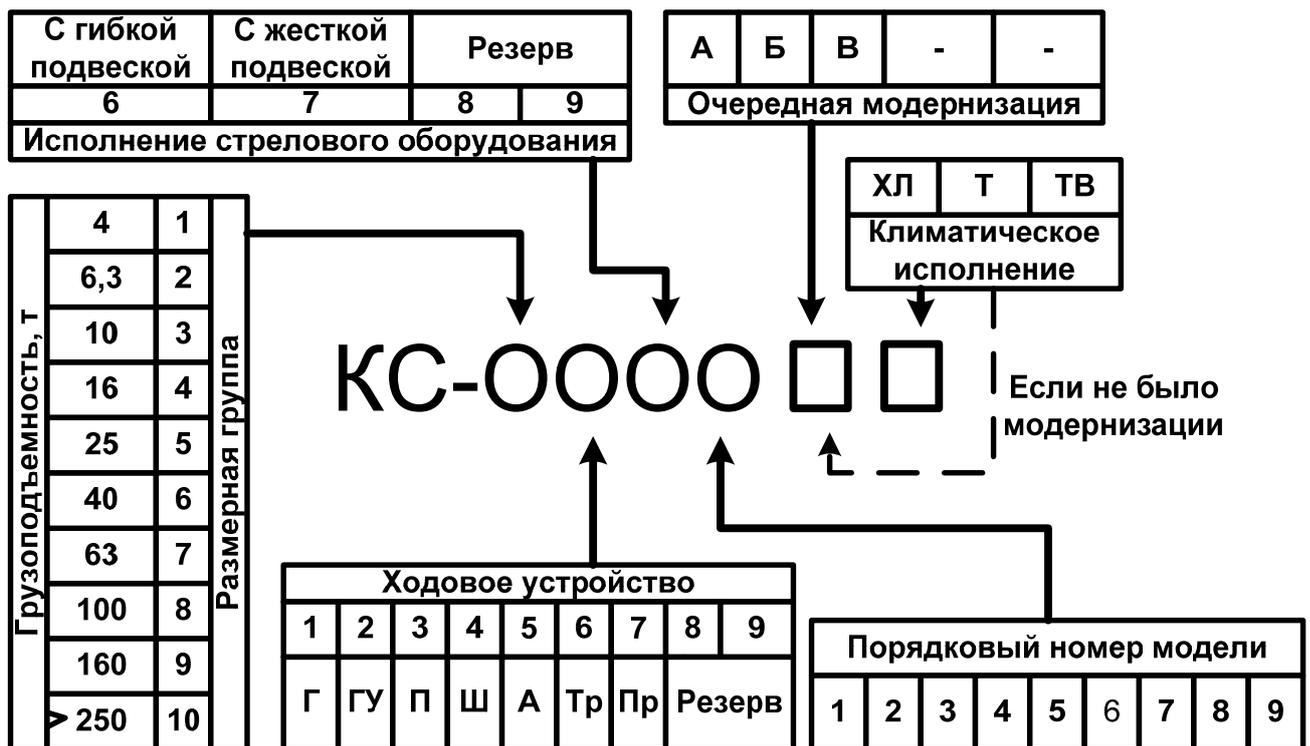


Рис. 4.41. Система индексации стреловых самоходных кранов

Каждый стреловой самоходный кран (рис. 4.42) состоит из следующих основных частей: ходового устройства 1, поворотной платформы 3 (с размещенными на ней силовой установкой, узлами привода, механизмами и кабиной машиниста с пультом управления), опорно-поворотного устройства 2 и сменного рабочего оборудования 5. Исполнительными механизмами кранов являются: механизм подъема груза, изменения вылета стрелы (крюка) 4, вращения поворотной платформы и передвижения крана.

Стреловые самоходные краны могут осуществлять следующие рабочие операции: подъем и опускание груза; изменение угла наклона стрелы при изменении вылета; поворот стрелы в плане на 360°; выдвигание телескопической стрелы с грузом; передвижение крана с грузом. Отдельные операции могут быть совмещены (например, подъем груза или стрелы с поворотом стрелы в плане).

Шасси кранов с пневмоколесным ходовым устройством оборудуют выносными опорами – аутригерами в виде поворотных (откидных) или выдвижных кронштейнов с опорными винтовыми или гидравлическими домкратами на концах. Аутригеры разгружают пневмоколеса, увеличивают опорную базу и устойчивость крана. При работе без выносных опор необходимо снижать грузоподъемность крана. Она составляет 20...30% от номинальной.

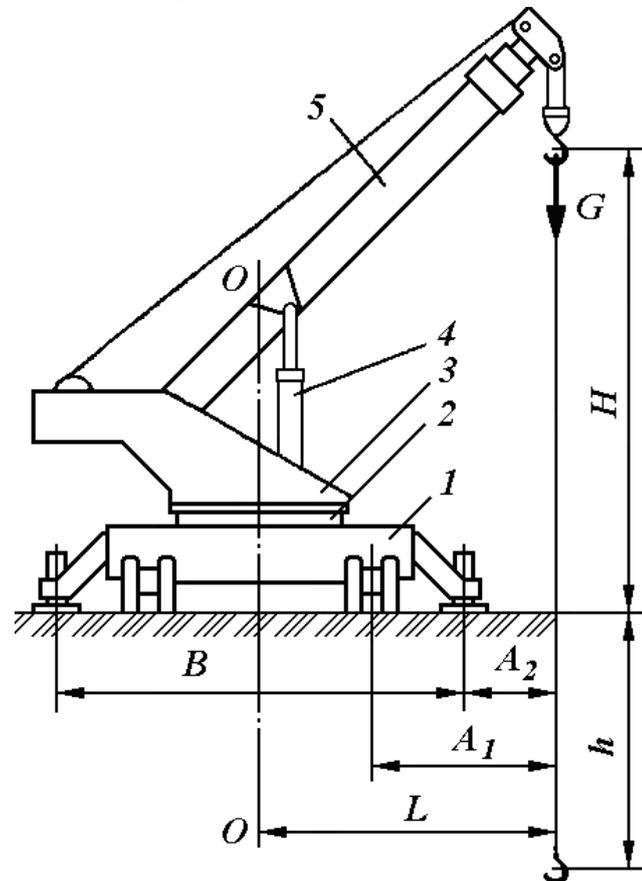


Рис. 4.42. Основные параметры стреловых самоходных кранов

На кранах устанавливают стреловое или башенно-стреловое оборудование. Основными видами стрелового оборудования являются невыдвижная (жесткая) и выдвижная решетчатые стрелы (рис. 4.43), телескопическая стрела с одной или несколькими выдвижными секциями для изменения их длины. Длину выдвижных стрел можно изменять только в нерабочем состоянии крана, телескопических – при действующей рабочей нагрузке. Основное стреловое оборудование обеспечивает наибольшую грузоподъемность крана при требуемых ГОСТом вылете от ребра опрокидывания и высоте подъема крюка. Наибольшая грузоподъемность соответствует наименьшему вылету стрелы. Для увеличения вылета стрела снабжается гуськом (рис. 4.44). Зависимость грузоподъемности и высоты подъема груза от вылета стрелы называется *грузовой характеристикой крана* и изображается графически в виде кривых, которые даются в паспортах кранов (рис. 4.44). Пользуясь графиками, можно определить грузоподъемность и высоту подъема крюка для любого вылета основной стрелы и сменного рабочего оборудования. К сменному рабочему оборудованию относят удлиненные дополнительными вставками (секциями) жесткие и выдвижные стрелы, с применением которых увеличивается зона, обслуживаемая краном.

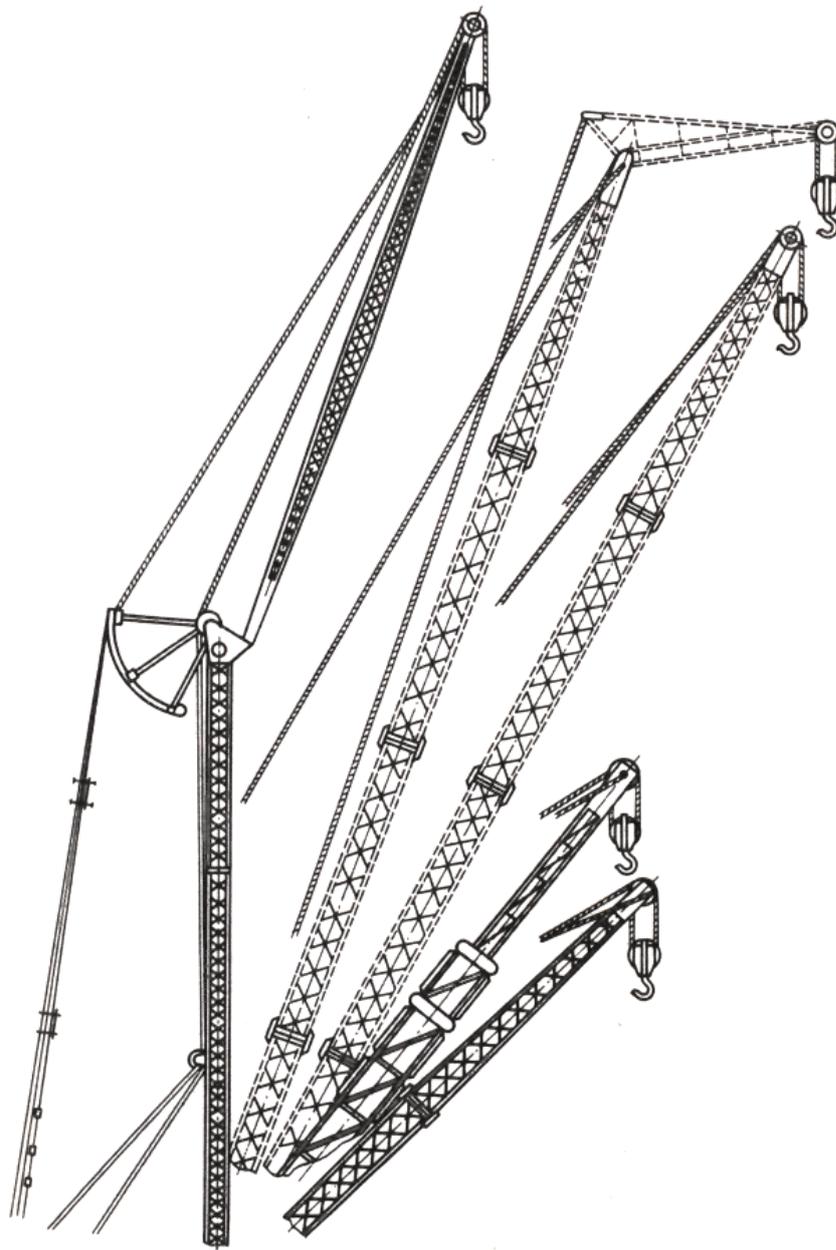


Рис. 4.43. Сменное рабочее оборудование стреловых самоходных кранов

В комплект стрелового оборудования входят стреловой полиспасть или гидроцилиндры для изменения угла наклона стрелы и крюковая подвеска с грузовым полиспастом для подъема и опускания груза. Для увеличения вылета и полезного подстрелового пространства основные и удлиненные сменные стрелы оснащают дополнительными устройствами – управляемыми и неуправляемыми гуськами, которые могут иметь второй (вспомогательный) крюк, подвешиваемый на полиспасте малой кратности и предназначенный для подъема с большей скоростью небольших по массе грузов.

У некоторых моделей кранов на основных жестких стрелах взамен крюка может навешиваться двухчелюстной грейферный ковш (грейфер) с канатным управлением для погрузки-разгрузки сыпучих и мелкокусковых материалов. Подъем основного груза или замыкание челюстей грейферного ковша производится главной грузовой лебедкой. Подъем и опускание крюковой подвески, гуська и грейфера осуществляется вспомогательной грузовой лебедкой.

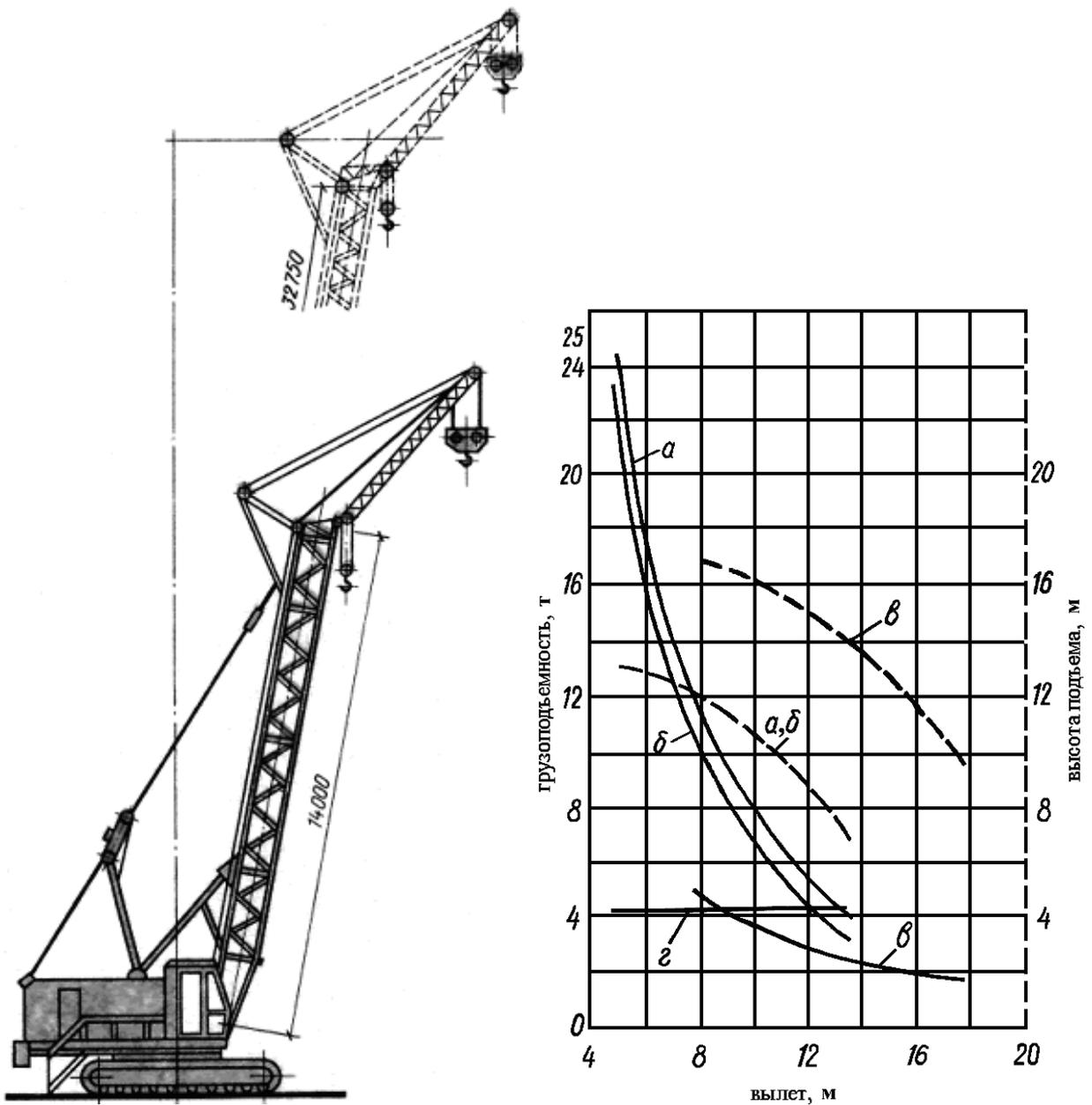


Рис. 4.44. Гусеничный кран ДЭК – 251 с неуправляемым гуськом и его грузовая характеристика

Башенно-стреловое оборудование кранов состоит из башни, управляемого гуська или маневровой стрелы, стрелового полиспаста и грузового полиспаста с крюковой подвеской. Такое оборудование по сравнению со стреловым обеспечивает увеличение обслуживаемой зоны в плане примерно в 2 раза (рис. 4.45, 4.46).

Стреловое и башенно-стреловое оборудование вместе с главной грузовой, вспомогательной и стреловой лебедками, механизмом вращения поворотной части крана, узлами их привода и управления монтируют на поворотной платформе. Для уравновешивания крана во время работы на поворотной платформе устанавливают противовес. У кранов с гибкой подвеской стрелового оборудования на поворотной платформе смонтирована двуногая опорная стойка, несущая стреловой полиспаст. Краны с жесткой подвеской стрелового оборудования не имеют двуногую стойку, стрелоподъемные – лебедку и полиспаст; подъем – опускание стрелы у таких машин осуществляется одним или двумя гидро-

цилиндрами. Поворотная платформа соединена с рамой ходового устройства унифицированным опорно-поворотным кругом, который обеспечивает возможность вращения платформы с рабочим оборудованием в плане.

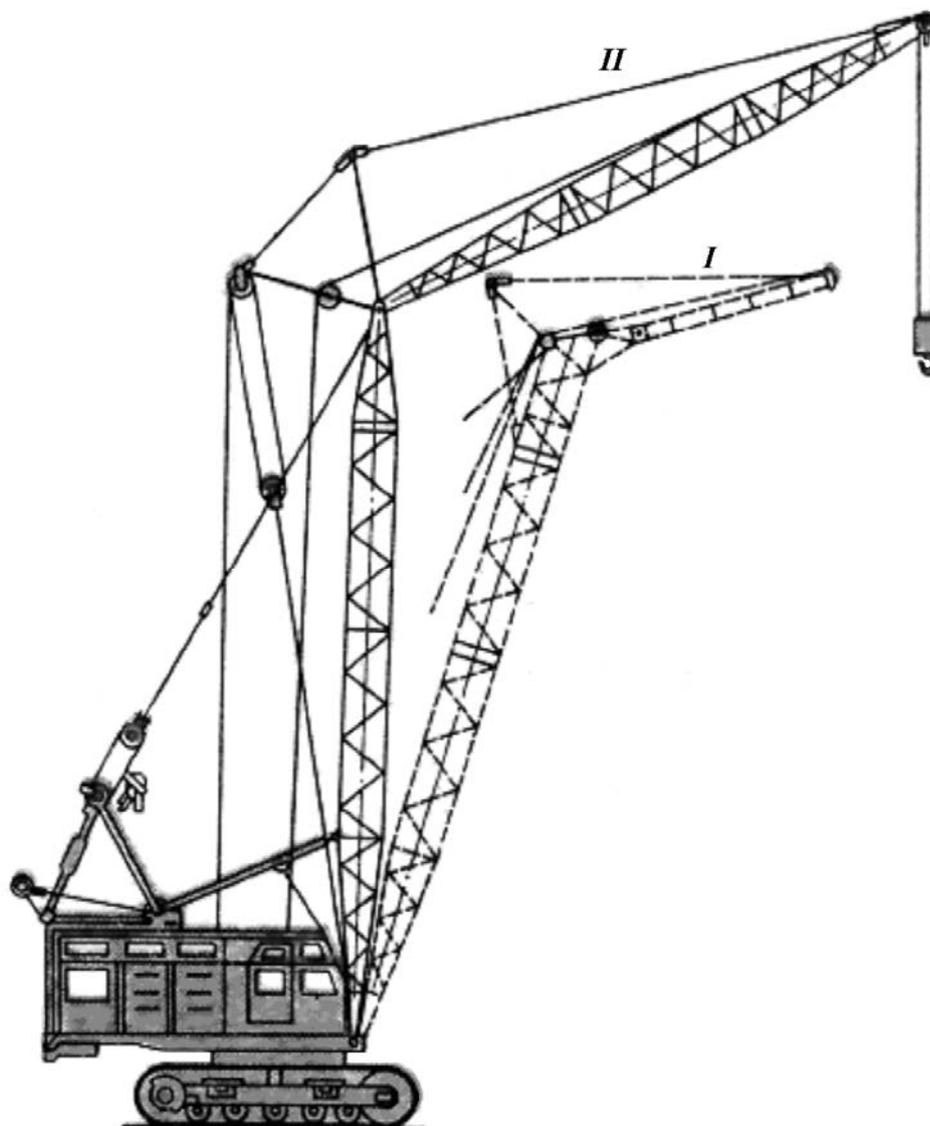


Рис.4.45. Гусеничный кран РДК–250-3:

I – стреловое исполнение; *II* – башенно-стреловое исполнение

Привод исполнительных механизмов кранов с одномоторным (механическим) приводом осуществляется от дизельного или электрического двигателя через механическую трансмиссию. Эти краны имеют сложную кинематическую схему с большим количеством зубчатых передач, муфт и тормозов. Для изменения направления рабочих движений в кинематическую цепь одномоторных кранов включен реверсивный механизм. Основными недостатками кранов с механическим приводом являются невозможность бесступенчатого и плавного регулирования скоростей исполнительных механизмов, отсутствие низких «посадочных» скоростей опускания груза, необходимых при ведении монтажных работ. Краны с одномоторным приводом заменяются машинами с многомоторным приводом.

Многомоторный привод обеспечивает независимую работу исполнительных механизмов, бесступенчатое регулирование их скоростей в широком диа-

пазоне, получение монтажных скоростей перемещения груза, упрощает кинематику кранов, улучшает технико-эксплуатационные показатели машин и т.п. У кранов с многомоторным приводом исполнительные механизмы приводятся индивидуальными электрическими или гидравлическими двигателями. Питание электродвигателей механизмов может осуществляться от внешней силовой сети переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц или от генераторной установки машины. Питание индивидуальных гидравлических двигателей механизмов обеспечивается гидронасосами через распределительную систему. Привод генератора и гидронасосов осуществляется обычно от основного двигателя машины – дизеля.

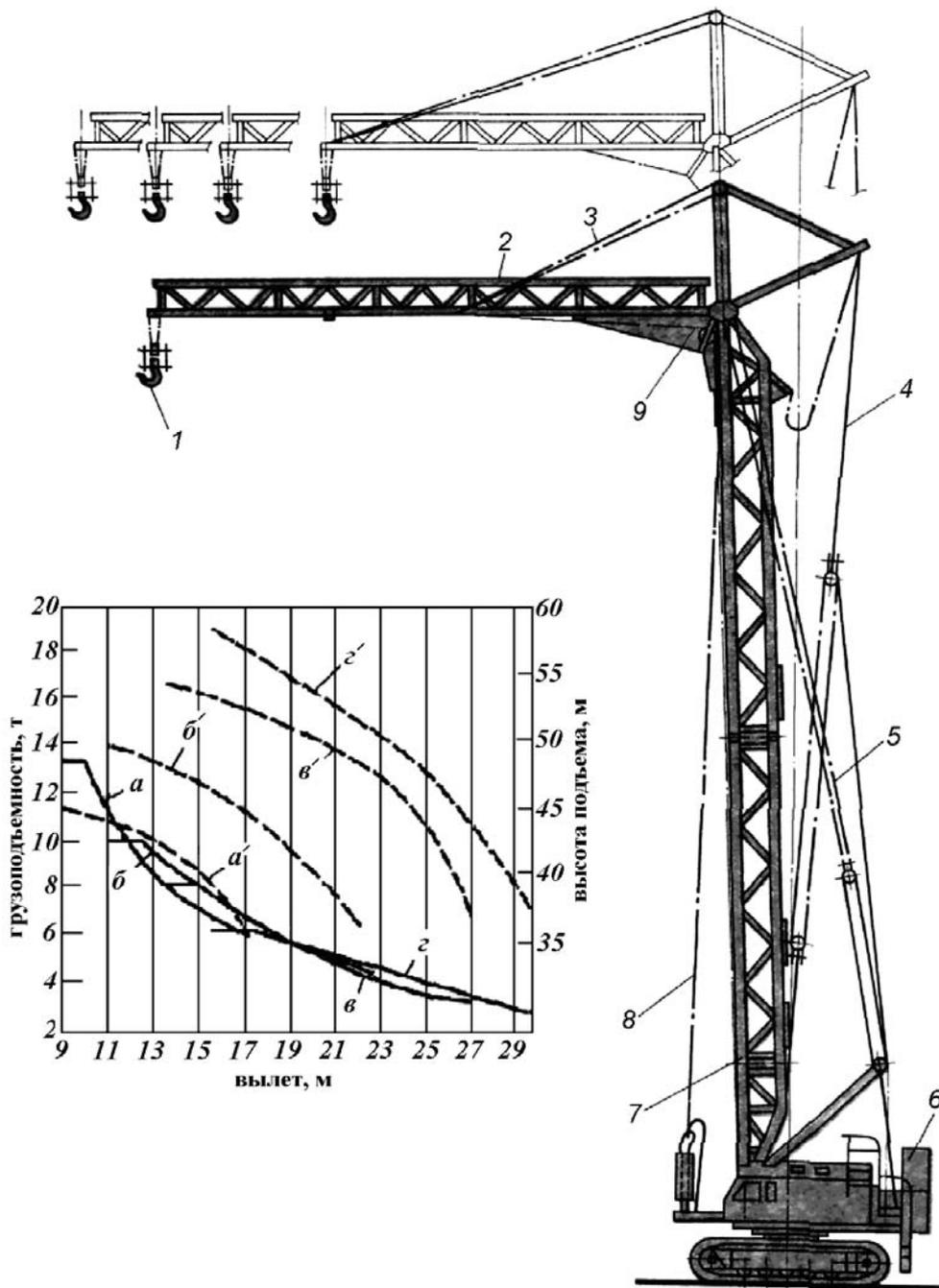


Рис. 4.46. Гусеничный кран СКГ-401 с башенно-стреловым оборудованием и его грузовая характеристика для башни 32 м: для управляемых гуськов 15,6 м (а), 20,5 м (б), 25,6 м (с)
 1 – крюк; 2 – управляемый гусек; 3 – тяга гуська; 4 – тяга изменения вылета гуська; 5 – тяги стрелового полиспаста; 6 – противовес; 7 – башня; 8, 9 – предохранительные тяги башни и гуська

Грузоподъемность – главный параметр стреловых самоходных кранов. К основным параметрам этих кранов относятся (рис. 4.42):

вылет L – расстояние от оси вращения поворотной части крана до центра зева крюка;

вылет от ребра опрокидывания – расстояние от ребра опрокидывания до центра зева крюка: A_1 – при работе без выносных опор, A_2 – на выносных опорах;

высота подъема крюка H – расстояние от уровня стоянки крана до центра зева крюка, находящегося в крайнем верхнем положении;

глубина опускания крюка h – расстояние от уровня стоянки крана до центра зева крюка, находящегося в нижнем рабочем положении;

скорость подъема и опускания груза $v_{гр}$;

скорость посадки груза $v_{п}$ – минимальная скорость опускания груза при монтаже и укладке конструкций, а также при работе с предельными по массе для данной модели крана грузами;

частота вращения поворотной части крана $n_{п}$;

скорость изменения вылета $v_{в}$ – скорость перемещения крюка по горизонтали при изменении его вылета;

время изменения вылета $t_{в}$ – продолжительность перемещения крюка от одного предельного положения стрелы до другого;

скорость телескопирования $v_{т}$ – скорость движения секций выдвижных или телескопических стрел относительно основной (невыдвижной) секции при изменении длины стрел;

рабочая скорость $v_{р}$ – скорость передвижения крана с грузом на крюке;

транспортная скорость крана $v_{тр}$ – скорость передвижения крана со стреловым оборудованием в транспортном положении;

колея крана K – расстояние между вертикальными осями, проходящими через середины опорных поверхностей ходового устройства;

база крана B – расстояние между вертикальными осями передних и задних ходовых тележек или колес;

минимальный радиус поворота крана $R_{к}$ – расстояние от центра поворота до наиболее удаленной точки крана при минимальном радиусе поворота шасси крана;

размеры опорного контура выносных опор (поперек и вдоль);

преодолеваемый уклон пути α – наибольший угол подъема преодолеваемый краном, движущимся с постоянной скоростью;

установленная мощность $P_y (N_y)$;

конструктивная $m_{к}$ и эксплуатационная $m_{э}$ массы крана.

Автомобильные краны (автокраны) – стреловые полноповоротные краны, смонтированные на стандартных шасси грузовых автомобилей нормальной и повышенной проходимости. Автокраны обладают довольно большой грузоподъемностью (до 40 т), высокими транспортными скоростями передвижения (до 70...80 км/ч), хорошей маневренностью и мобильностью, поэтому их применение наиболее целесообразно при значительных расстояниях между объектами с небольшими объемами строительно-монтажных и погрузочно-

разгрузочных работ. В настоящее время автомобильные краны составляют более 80% от общего парка стреловых самоходных кранов.

При использовании на строительно-монтажных работах автокраны обычно оборудуют сменными удлиненными решетчатыми стрелами различных модификаций, удлиненными стрелами с гуськами и башенно-стреловым оборудованием. При оснащении специальным оборудованием (грейфером) автокраны применяют для перегрузки сыпучих и мелкокусковых материалов, экскавации легких грунтов, копания ям, очистки траншей и котлованов от обрушившегося грунта и снега.

Автокраны могут производить следующие рабочие операции: подъем и опускание груза; изменение угла наклона стрелы; поворот стрелы на 360° в плане; изменение длины телескопической стрелы; передвижение с грузом.

Каждый автокран оборудуют четырьмя выносными опорами, устанавливаемыми вручную или с помощью гидропривода. Для повышения устойчивости кранов во время работы задние мосты автомашин оборудованы гидравлическими стабилизаторами для вывешивания заднего моста при работе на выносных опорах и для блокировки рессор при работе без опор. Автокраны могут перемещаться вместе с грузом со скоростью до 5 км/ч. При передвижении грузоподъемность автокранов снижается примерно в 3...5 раз. Основное силовое оборудование автокранов – двигатель автомобиля. При включении трансмиссии крановых механизмов трансмиссия автомобиля отключается. Привод крановых механизмов может быть одномоторным (механическим) и многомоторным (дизель-электрическим и гидравлическим), подвеска стрелового оборудования – гибкой (канатной) и жесткой. Управление крановыми механизмами осуществляется из кабины машиниста, расположенной на поворотной платформе, управление передвижением крана – из кабины автошасси.

Промышленность выпускает автомобильные краны 2...4-й размерных групп грузоподъемностью 6,3...20 т, с механическим, электрическим и гидравлическим приводами механизмов. Краны с механическим и электрическим приводами имеют гибкую подвеску стрелового оборудования, с гидравлическим приводом – жесткую. Каждый автокран состоит из базового автомобиля крановой модификации, на котором посредством роликового опорно-поворотного устройства смонтирована поворотная платформа, несущая стреловое оборудование и крановые механизмы.

Автокраны с *механическим приводом* имеют грузоподъемность 6,3 т. Неповоротная часть крана (рис. 4.47, а) включает ходовую раму, жестко прикрепленную к раме автошасси, коробку отбора мощности, промежуточный конический редуктор, зубчатый венец опорно-поворотного устройства, выносные опоры и стабилизирующее устройство. Поворотная часть крана состоит из поворотной платформы, на которой смонтированы решетчатая стрела, двуногая стойка, противовес, грузовая и стреловая лебедки, реверсивно-распределительный механизм, механизм поворота крана и кабина машиниста с рычагами и педалями управления. Краны оснащают жесткой решетчатой или выдвижной основной стрелой длиной 8 м в выдвинутом положении.

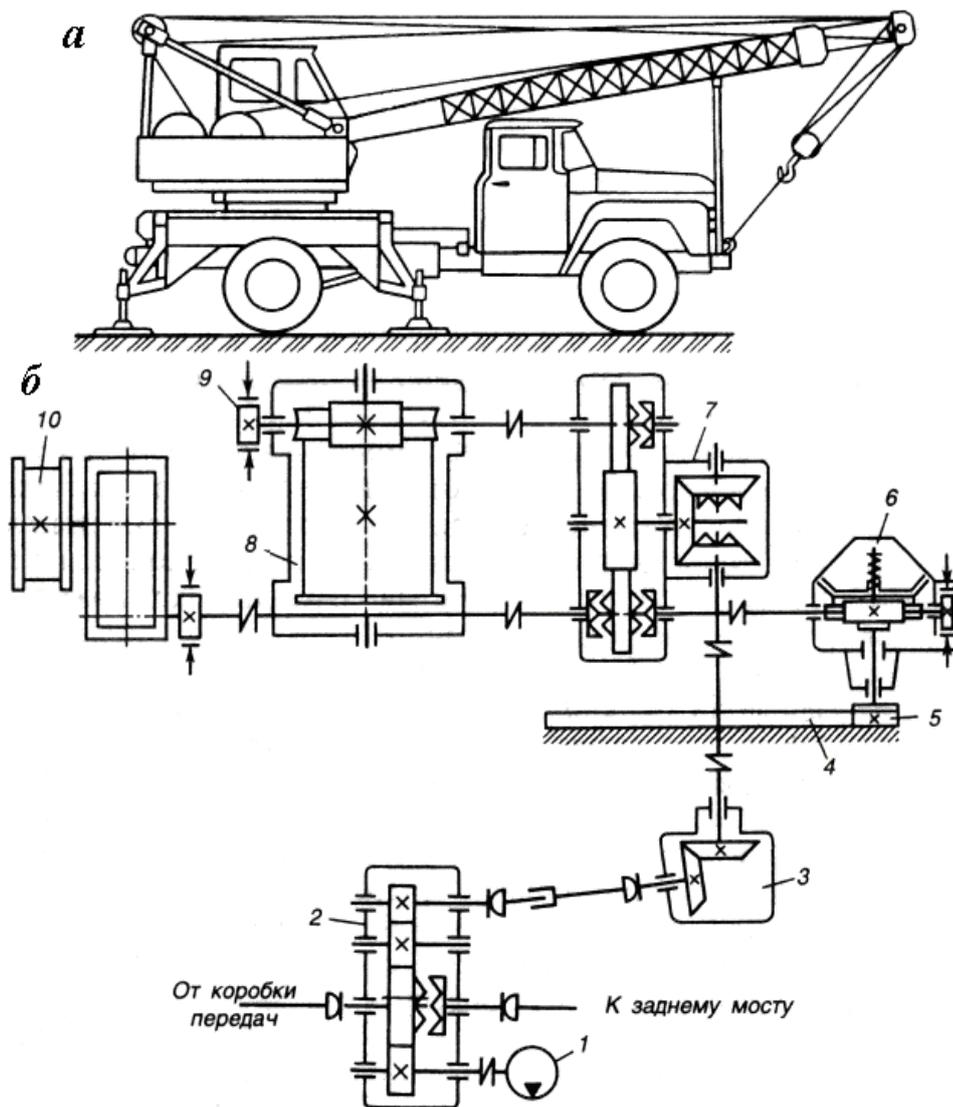


Рис. 4.47. Автокран с механическим приводом:
a – общий вид; *б* – кинематическая схема

В комплект сменного оборудования кранов входят: удлиненная выдвижная стрела (длиной 10,4 м в выдвинутом положении) и две решетчатые удлиненные (до 12 м) стрелы – прямая и с гуськом длиной 1,5 м. Изменение угла наклона стрелы осуществляется стреловой лебедкой через стреловой полиспаст, подъем – опускание крюковой подвески (груза) – грузовой лебедкой через грузовой полиспаст. Крановые механизмы приводятся в действие от двигателя (рис. 4.47, б) шасси автомобиля через коробку отбора мощности 2, промежуточный редуктор 3 и реверсивно-распределительный механизм 7, который обеспечивает распределение крутящего момента между стреловой 10 и грузовой 8 лебедками и поворотным механизмом 6, их независимый раздельный привод и реверсирование. На выходном валу поворотного механизма закреплена поворотная шестерня 5, находящаяся во внутреннем зацеплении с зубчатым венцом 4 опорно-поворотного круга.

Операции подъема-опускания груза и поворота стрелы в плане могут быть совмещены. Регулирование рабочих скоростей крановых механизмов производится за счет изменения частоты вращения вала двигателя автомобиля. Лебедки снабжены индивидуальными ленточными нормально замкнутыми тормо-

зами 9 с автоматическим электропневмоуправлением. Механизм поворота оснащен ленточным постоянно замкнутым тормозом. Питание гидродомкратов выносных опор и гидроцилиндров блокировки подвески осуществляется гидронасосом 1 с приводом от коробки отбора мощности 2.

Дизель-электрические краны имеют грузоподъемность 16 т. Они состоят из тех же частей (за исключением трансмиссии), что и краны с механическим приводом, и оборудованы гидруправляемыми выносными опорами. Дизель-электрический кран комплектуется основной жесткой решетчатой стрелой длиной 10 м, которая с помощью вставок может быть удлинена до 14, 18 и 22 м. Удлиненные стрелы могут быть оборудованы неуправляемым гуськом длиной 5 м со вспомогательной крюковой подвеской для работы с крупногабаритными грузами массой до 2 т и для монтажных работ. Для подъема-опускания крюковой подвески гуська в конструкцию крана включена грузовая лебедка вспомогательного подъема.

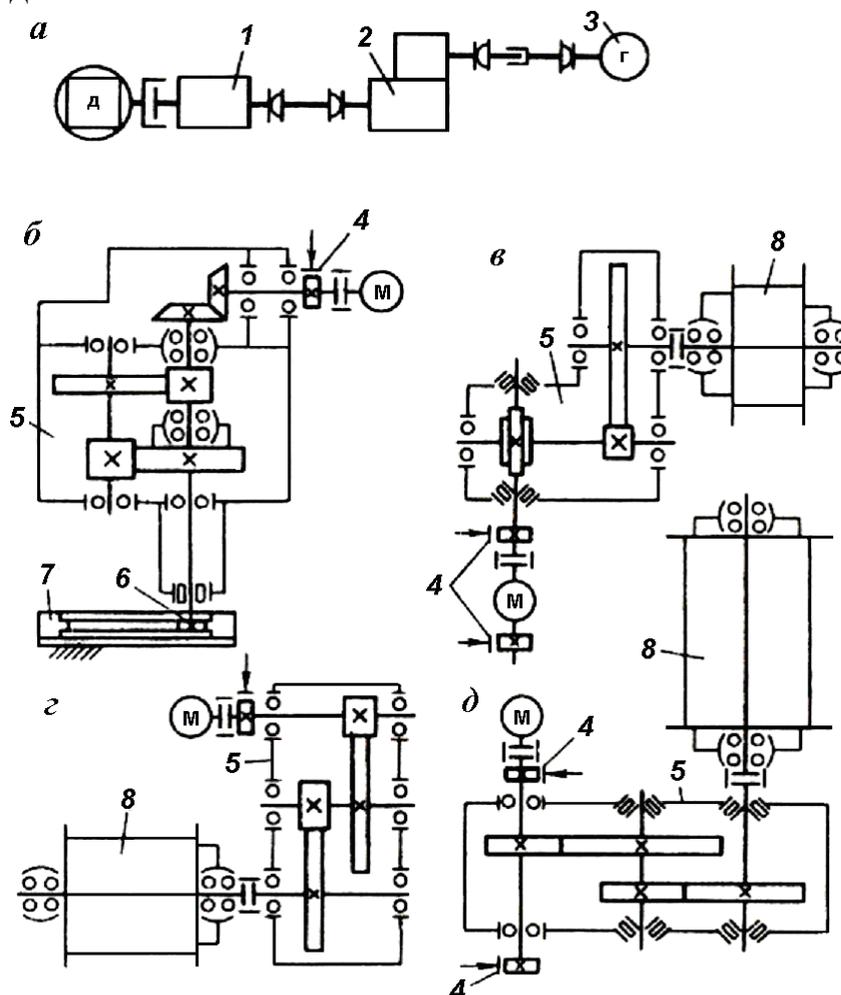


Рис. 4.48. Кинематические схемы автокрана с дизель-электрическим приводом:

а – системы «двигатель – генератор»; *б* – механизма поворота кранового оборудования; *в*, *г*, *д* – механизмов привода лебедок; 1 – коробка передач; 2 – коробка отбора мощности; 3 – генератор; 4 – колодочные тормоза; 5 – редукторы; 6 – поворотная шестерня; 7 – зубчатый венец опорно-поворотного устройства; 8 – барабаны лебедок

Питание индивидуальных трехфазных электродвигателей крановых механизмов электрическим током производится от синхронного генератора 3 (рис. 4.48) трехфазного тока мощностью 30 кВт, привод которого осуществляется от дизеля автомобиля через коробку передач 1, коробку отбора мощности

2 и карданные валы. Электродвигатели приводят в действие исполнительные органы крановых механизмов через редукторы. Возможно питание приводных электродвигателей также от внешней сети трехфазного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Электродвигатели грузовых лебедок главного и вспомогательного подъемов и поворотного механизма имеют фазный ротор, электродвигатель стреловой лебедки – короткозамкнутый. Частота вращения генератора регулируется двигателем базового автошасси и варьированием передаточных чисел коробки передач автомобиля. Ток на поворотную часть крана передается через кольцевые токосъемники. Управление двигателями (плавный пуск, регулирование скорости, реверс, останов) крановых механизмов, за исключением стреловой лебедки, осуществляется с помощью контроллеров, размещенных в кабине машиниста. Пуск и останов двигателя стреловой лебедки производятся реверсивными магнитными пускателями, управляемыми кнопками. Лебедки и механизм вращения поворотной платформы снабжены колодочными тормозами с электрогидравлическими толкателями.

Автомобильные краны с *гидравлическим приводом* выпускают 2 – 4-й размерных групп и оборудуют жестко подвешенными телескопическими стрелами (основное рабочее оборудование), длину которых можно изменять при рабочей нагрузке. В качестве сменного рабочего оборудования кранов применяют удлинители стрел, гуськи и башенно-стреловое оборудование, башней которого служит основная телескопическая стрела.

На кранах 3-й размерной группы устанавливают двухсекционные стрелы с одной подвижной секцией, на кранах 4-й размерной группы – трехсекционные с двумя выдвижными секциями. Перемещение выдвижных секций стрелы осуществляется с помощью длинноходовых гидроцилиндров двойного действия. Все автокраны с гидравлическим приводом однотипны по конструкции, максимально унифицированы и различаются между собой базовыми автошасси, грузоподъемностью, размерами узлов и агрегатов.

Рассмотрим в качестве примера конструкцию крана грузоподъемностью 16 т (рис. 4.49), смонтированного на шасси автомобиля КраЗ. Гидравлический привод рабочего оборудования машины обеспечивает изменение длины телескопической стрелы, подъем и опускание груза, изменение угла наклона стрелы, поворот стрелы (платформы) в плане на 360° . Причем операции подъема-опускания груза или стрелы могут быть совмещены с поворотом платформы или выдвижением – втягиванием телескопической стрелы. С помощью гидропривода производится также управление четырьмя гидродомкратами выносных опор, гидроцилиндрами выдвижения – втягивания выносных опор и двумя гидроцилиндрами механизма блокировки подвески. Кран может работать на опорах без выдвижения опорных балок, что позволяет эксплуатировать его в стесненных условиях.

Телескопическая стрела крана состоит из трех секций коробчатого сечения – неподвижной наружной (основания), шарнирно прикрепленной к стойкам поворотной платформы, и выдвижных средней и верхней секций. На переднем конце верхней секции установлены неподвижные блоки 3 грузового полиспада для подъема-опускания крюковой подвески 2. Выдвижение и втягивание сек-

ций стрелы производится двумя длинноходовыми гидроцилиндрами 4 двойного действия и осуществляется в такой последовательности: сначала выдвигается средняя секция, а затем после полного ее выдвижения выдвигается верхняя секция. Стрела может выдвигаться с грузом 4 т на длину до 14,7 м, с грузом 2 т – на полную длину (21,7 м). Изменение угла наклона стрелы производится гидроцилиндром 5. Стрела может быть оборудована 9-метровым удлинителем и гуськом со вспомогательной крюковой подвеской.

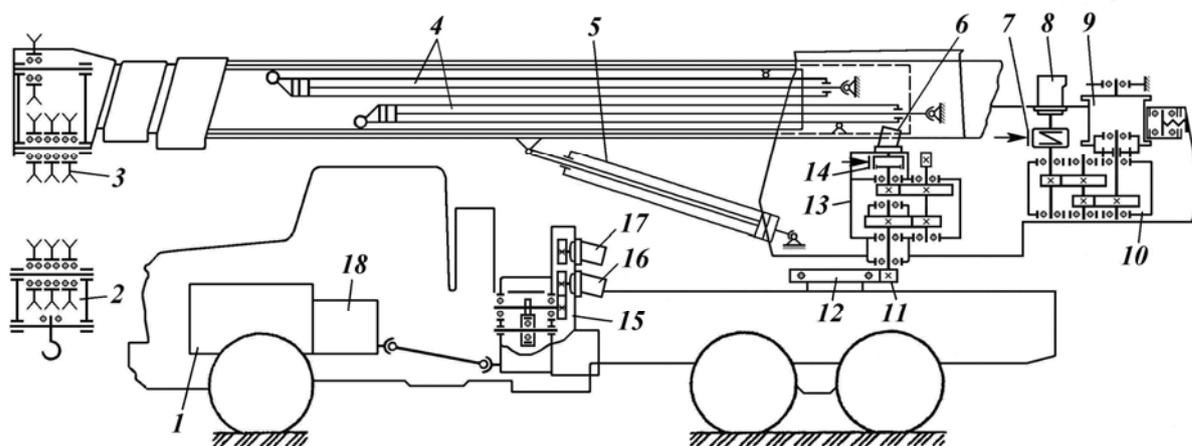


Рис.4.49.Схема автокрана с гидравлическим приводом:

Грузовая лебедка крана состоит из регулируемого аксиально-поршневого гидромотора 8, цилиндрического двухступенчатого редуктора 10, барабана 9, и нормально замкнутого ленточного тормоза 7 с гидроразмыкателем, включенным параллельно гидромотору. Регулируемый гидромотор грузовой лебедки позволяет осуществлять ускоренный подъем грузов массой до 6 т со скоростью 18,2 м/мин, вдвое превышающей номинальную. Кран оборудован вспомогательной лебедкой, по конструкции аналогичной грузовой, которая обслуживает крюковую подвеску гуська.

Рабочее оборудование крана смонтировано на поворотной платформе, которая опирается на ходовую раму шасси с помощью стандартного роликового опорно-поворотного устройства. Механизм поворота включает аксиально-поршневой гидромотор 6, двухступенчатый редуктор 13 и нормально замкнутый колодочный тормоз 14 с гидроразмыкателем. На выходном валу редуктора закреплена шестерня 11, входящая в зацепление с зубчатым венцом 12 опорно-поворотного устройства.

Гидравлические двигатели крановых механизмов, гидроцилиндры выносных опор и механизма блокировки рессор питаются от двух аксиально-поршневых насосов 16 и 17, привод которых осуществляется от дизеля 1 базовой машины через коробку передач 18 и раздаточную коробку 15. При выключенных насосах от раздаточной коробки приводится в действие механизм передвижения крана. Рабочая жидкость от насосов поступает по трубопроводам к гидроаппаратуре на поворотной платформе через вращающееся соединение. Управление крановыми механизмами осуществляется из кабины машиниста с помощью гидрораспределителей. Рабочие скорости крановых механизмов регулируются изменением частоты вращения вала двигателя автомобиля (и, следовательно, гидронасосов) и дросселированием потоков жидкости, подводимых

к гидравлическим двигателям. Рабочее давление жидкости в гидросистеме крана составляет 12...16 МПа.

В настоящее время у нас в стране начато производство гидравлических автомобильных кранов с телескопическими стрелами грузоподъемностью 25 и 40 т. Гидравлические крановые установки, поставляемые этими фирмами, монтируются на переоборудованных шасси серийных отечественных автомобилей КраЗ и КамАЗ с повышенной несущей способностью.

Кран грузоподъемностью 40 т выполнен на базе автомобиля КраЗ, шасси которого оснащено дополнительной осью. В состав каждой крановой установки входят: телескопическая стрела, гидроцилиндры подъема стрелы и ее телескопирования, механизм вращения поворотной части и две одинаковые лебедки – основная и вспомогательная. На стрелы могут устанавливаться удлинители и гуськи различной длины.

Все автомобильные краны оснащены системой устройств и приборов, обеспечивающей их безопасную эксплуатацию. В эту систему входят: ограничители грузоподъемности, подъема и опускания крюка, подъема стрелы, указатели вылета крюка и грузоподъемности, устройства, предотвращающие запрокидывание стрел, креномеры, сигнализаторы крена, границы рабочей зоны, опасного напряжения, нижнего рабочего положения стрелы, а также звуковой сигнал и приборы освещения.

Некоторые модели современных кранов оборудованы автоматическими ограничителями, управляемыми микропроцессорами.

Гидравлические стреловые краны на специальных шасси оснащены телескопическими, жестко подвешенными стрелами, имеют индивидуальный гидравлический привод каждого механизма и смонтированы на специальных шасси автомобильного типа и короткобазовых шасси, приспособленных для специфических крановых режимов работы. Выдвижение и втягивание телескопической стрелы могут выполняться с грузом на крюке. Сменное рабочее оборудование кранов – удлинители, неуправляемые гуськи, неуправляемые гуськи с удлинителями, управляемые гуськи (башенно-стреловое оборудование). Шасси автомобильного типа изготавливают многоосными (от 3 до 8 осей в зависимости от грузоподъемности) с использованием сборочных единиц серийных грузовых автомобилей. Краны на таких шасси обладают высокой мобильностью и скоростями передвижения (до 50...70 км/ч) и благодаря относительно небольшим нагрузкам на оси и колеса имеют высокую проходимость. Обычно они обслуживают удаленные друг от друга рассредоточенные строительные объекты с небольшими объемами крановых работ.

Краны на шасси автомобильного типа выпускают 5...10-й размерных групп, и они представляют собой однотипные по конструкции, максимально унифицированные машины. Краны могут работать на выносных опорах и без них и передвигаться по площадке с твердым покрытием с грузом на крюке при стреле, направленной вдоль оси крана назад.

Специальное шасси автомобильного типа (рис. 4.50) включает ходовую раму, двигатель, трансмиссию, ведущие управляемые и неуправляемые мосты и неведущие управляемые оси, кабину водителя, рулевое управление и тормоз-

ную систему. Составными частями трансмиссии являются: муфта сцепления, коробка передач, раздаточная коробка и карданные валы. На ходовой раме крепятся выносные гидроуправляемые опоры, зубчатый венец роликового опорно-поворотного устройства, соединяющего поворотную часть крана с неповоротной. На кранах грузоподъемностью 25 и 40 т двигатель шасси служит также для привода крановых механизмов. На кранах большей грузоподъемности крановое оборудование и шасси имеют самостоятельные силовые установки.

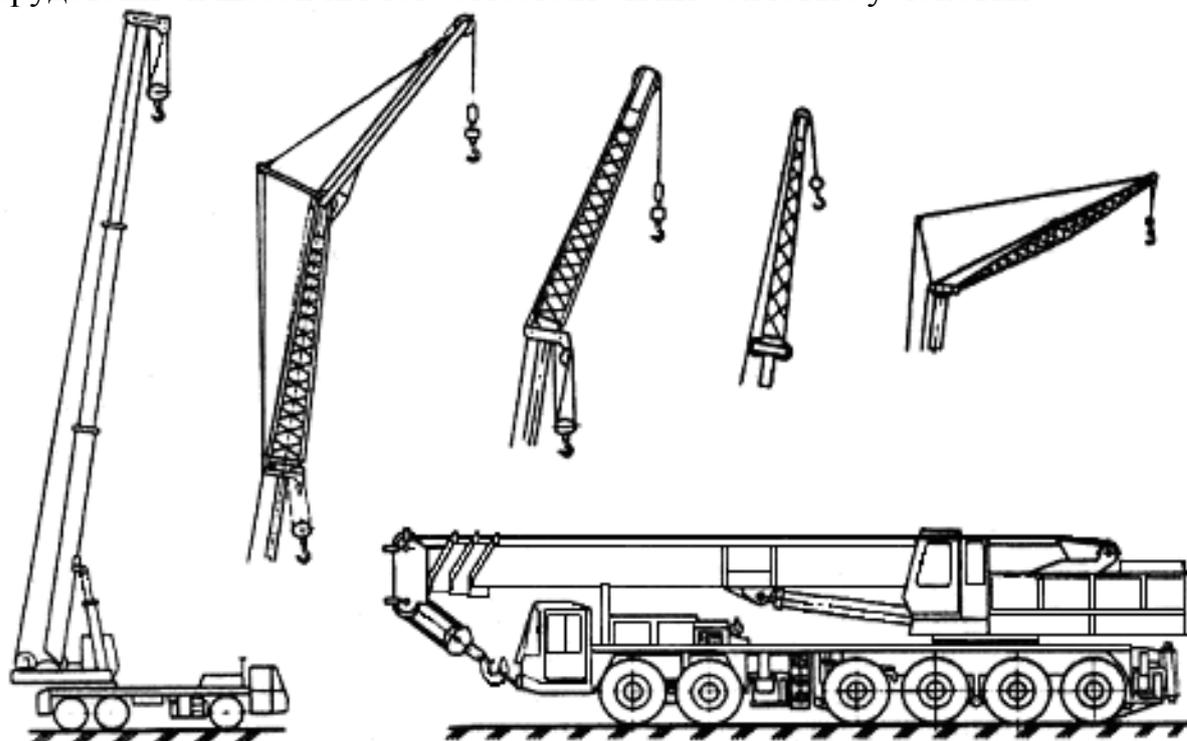


Рис. 4.50. Кран на шасси автомобильного типа

На поворотной платформе размещены: телескопическая стрела, механизм подъема груза, механизм подъема-опускания стрелы, механизм поворота, кабина машиниста с пультом управления и противовес. Механизм подъема груза имеет две конструктивно одинаковые грузовые лебедки – главную и вспомогательную. Главная лебедка осуществляет главный подъем, вспомогательная используется для работы с крюковыми подвесками неуправляемых гуськов, а при башенно-стреловом оборудовании приводит в движение управляемый гусек через полиспафт управления. Привод механизмов подъема груза и поворота осуществляется аксиально-поршневыми насосами; механизмы подъема-опускания стрелы и выдвижения-втягивания ее секций приводятся в действие гидроцилиндрами двойного действия. Гидродвигатели кранового оборудования получают питание от аксиально-поршневых насосов с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Насосы развивают давление в гидросистеме до 16 МПа.

Краны на специальном короткобазовом шасси выпускают 4...6-й размерных групп грузоподъемностью 16 т, 25 т и 40 т. Краны имеют аналогичную конструкцию и оборудованы телескопическими стрелами, выдвижение и втягивание которых можно осуществлять под нагрузкой. Крановое оборудование кранов на специальных автомобильных шасси и на короткобазовых шасси максимально унифицировано.

У короткобазовых шасси кранов отношение колеи K к базе машины B составляет примерно $0,8...0,9$. Краны имеют два ведущих, независимо работающих и управляемых моста, что обеспечивает кранам высокую мобильность и маневренность, повышенную проходимость и возможность работы в стесненных условиях. Оба моста всех шасси кранов взаимно унифицированы. Краны на короткобазовом шасси используют на строительных объектах со средними объемами работ. Сменное рабочее оборудование кранов – удлинители стрел и неуправляемые гуськи.

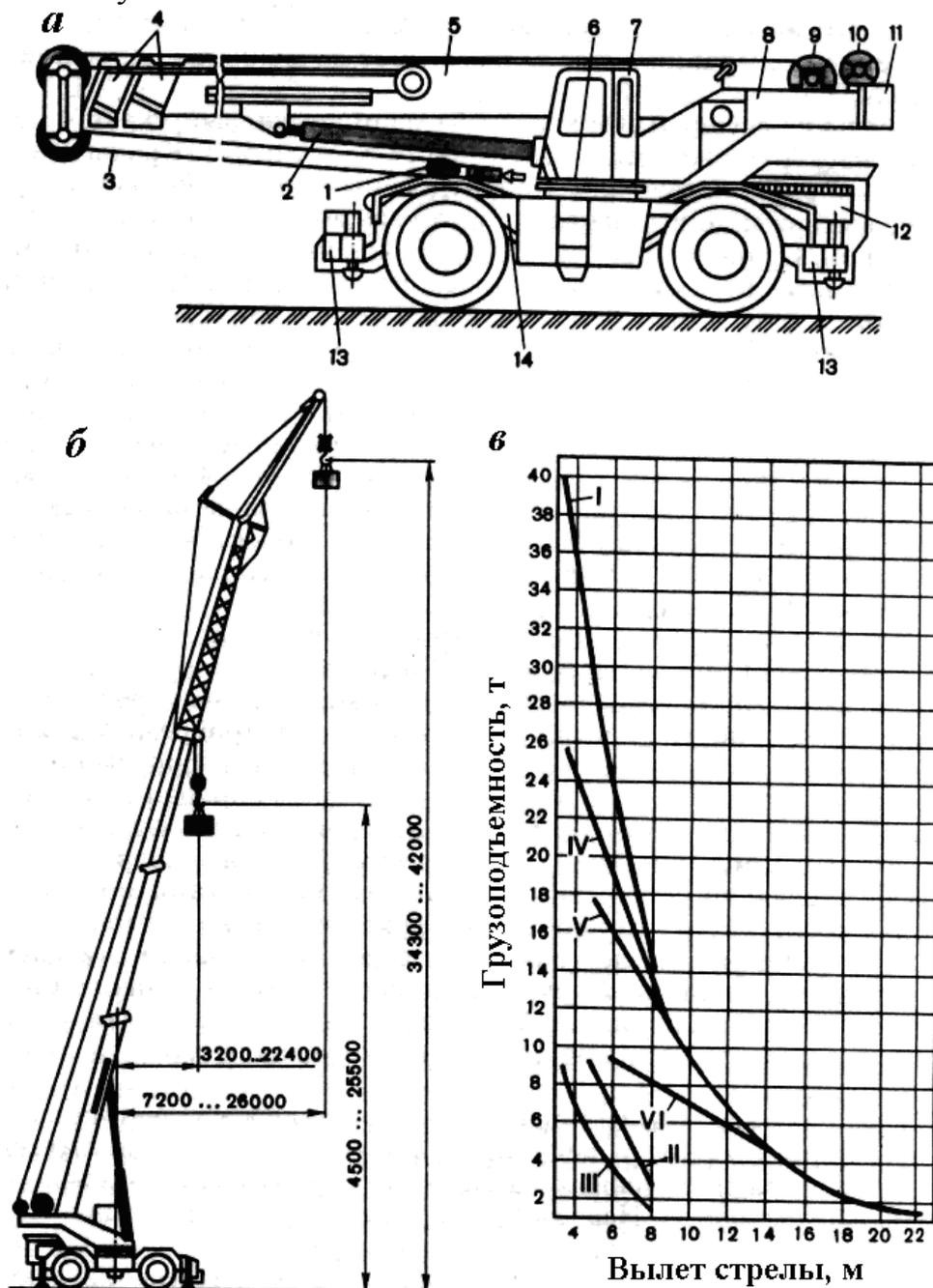


Рис. 4.51. Кран на короткобазовом шасси:

a – общий вид; b – кран в рабочем положении; c – графики грузоподъемности (главный подъем)

Короткобазовый кран 6-й размерной группы (рис. 4.51, a) состоит из шасси 14 , поворотной части 8 и рабочего оборудования. На раме шасси установлены дизельный двигатель 12 , выносные гидроуправляемые опоры 13 и опорно-поворотное устройство 6 для соединения поворотной части с рамой шасси. Ка-

ждая выносная опора состоит из балки с гидродомкратом для подъема крана на опорах и гидроцилиндра выдвижения опор. От дизеля шасси осуществляется привод гидромеханической трансмиссии ходового устройства и привод аксиально-поршневых насосов крановых механизмов. Поворотная часть состоит из поворотной рамы, на которой смонтированы: трехсекционная телескопическая стрела с основной 5 и двумя выдвижными секциями 4, грузовым полиспадом 3 и крюковой подвеской 1, кабина машиниста 7, главная 9 и вспомогательная 10 грузовые лебедки; гидроцилиндр 2 подъема-опускания стрелы и противовес 11.

Крановые механизмы приводятся в действие аксиально-поршневыми гидромоторами и гидроцилиндрами, получающими питание от насосов, расположенных на гидротрансформаторе трансмиссии ходового устройства. Насосы приводятся во вращение от двигателя через насосное колесо гидротрансформатора.

Рабочее оборудование крана включает в себя телескопическую стрелу длиной 10,6...25,2 м, удлинитель длиной 10 м и неуправляемый гусек длиной 7,5 м с укосиной и оттяжками. При работе с удлинителем и гуськом кран может осуществлять как основной, так и вспомогательный подъем.

На рис. 4.51, б показан кран в рабочем положении; а на рис. 4.51, в приведены его грузовые характеристики.

Краны на специальных шасси снабжены следующими приборами безопасности: выключателями подъема крюковых подвесок и сматывания канатов с барабанов, указателями вылета стрелы и грузоподъемности, ограничителями наибольшего давления и гидрозамками в гидросистеме.

Пневмоколесные краны на специальном шасси наиболее эффективно используют для выполнения монтажных погрузочно-разгрузочных работ средних объемов на рассредоточенных объектах, отстоящих друг от друга на небольших расстояниях, которые краны при перебазировках обычно преодолевают своим ходом. Промышленность серийно выпускает пневмоколесные краны 5...8-й размерных групп грузоподъемностью 25, 40, 63 и 100 т с дизель-электрическим приводом. Краны могут работать от внешней силовой сети напряжением 380 В. На кранах 5-й и 6-й размерных групп привод всех механизмов осуществляется от одной силовой установки, смонтированной на шасси машины. Краны 7-й и 8-й размерных групп имеют две силовые установки, одна из которых смонтирована на шасси и предназначена для его привода, а другая установлена на поворотной части и служит для привода крановых механизмов.

Ходовые устройства кранов имеют от двух до пяти (в зависимости от грузоподъемности) осей, каждая из которых оборудована двумя или четырьмя пневмоколесами. Разворот управляемых пневмоколес передних осей выполняется с помощью гидроцилиндров. Привод ведущих осей осуществляется от одного или двух индивидуальных электродвигателей, расположенных на раме ходового устройства. Движение к ведущим колесам передается через коробку передач и карданные валы. На раме смонтировано унифицированное роликное опорно-поворотное устройство. Ходовые рамы пневмо-колесных кранов снабжаются основными и дополнительными выносными гидроуправляемыми опорами. На ходовую раму через опорно-поворотное устройство опирается пово-

ротная часть, на которой расположены дизель-генераторная установка, главная и вспомогательная грузовые лебедки, стреловая лебедка, механизм поворота, кабина машиниста с пультом управления и противовес.

Пневмоколесные краны оборудуются жесткими решетчатыми стрелами длиной до 15 м (основное оборудование), удлиненными прямыми стрелами длиной до 55 м, удлиненными стрелами с гуськами, башенно-стреловым оборудованием, состоящим из башни и маневровых гуськов.

Краны со стрелами, а также неуправляемыми гуськами могут быть оборудованы системой горизонтального перемещения груза при изменении угла наклона стрелы. При работе кранов возможно совмещение следующих операций: подъема или опускания грузов главной или вспомогательной лебедкой с подъемом или опусканием стрелы; подъема или опускания стрелы с поворотом поворотной части.

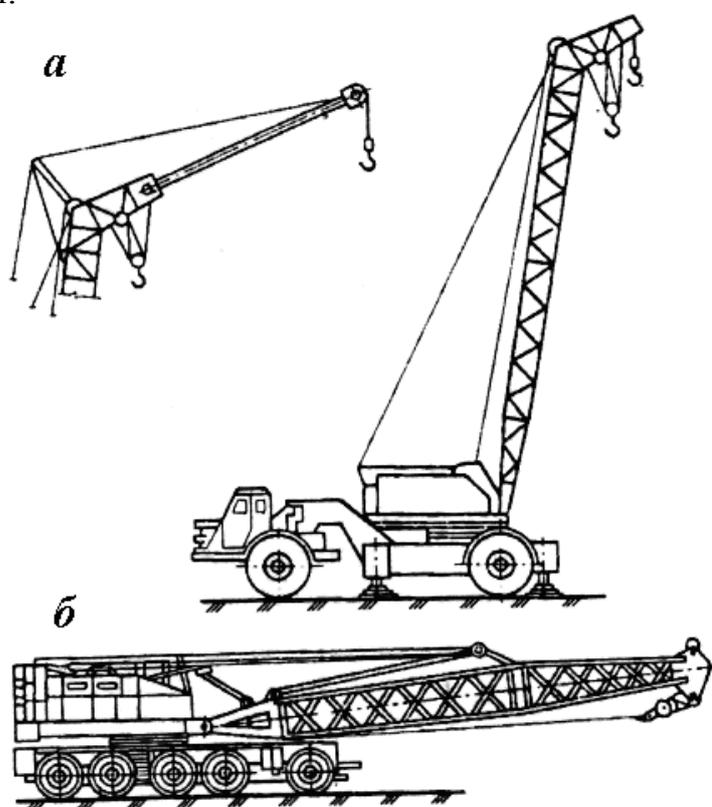


Рис. 4.52. Пневмоколесные краны

Крановое оборудование может быть смонтировано на полуприцепном ходовом устройстве с одним приводным мостом автомобильного типа, которое соединяется с седельным устройством одноосного тягача (рис. 4.52, а).

Шасси дизель-электрического крана грузоподъемностью 100 т (рис. 4.52, б) имеет пять мостов, из которых два приводных, а три являются управляемыми.

Кран оборудуют стрелами длиной 15...55 м без гуська и стрелами длиной 20...40 м с неуправляемым гуськом длиной 20 м; башенно-стреловым оборудованием, состоящим из башен-стрел длиной 25, 30, 35 и 40 м и управляемых гуськов длиной 15, 20, 25 и 30 м; мачтово-стреловым оборудованием, при котором управляемые гуськи длиной 30 м устанавливают на стрелы длиной 45, 50 и 55 м.

Пневмоколесные краны могут передвигаться вместе с грузом со скоростью до 2 км/ч, при этом грузоподъемность составляет не более 25...30% от номинальной. Транспортная скорость передвижения кранов не превышает 18 км/ч.

Гусеничные стреловые самоходные краны (рис. 4.44, 4.45) монтируют на базе специальных двухгусеничных шасси, обеспечивающих за счет большой опорной поверхности гусениц высокие проходимость и устойчивость машин. Такие краны имеют дизель-электрический привод и отличаются от пневмоколесных кранов конструкцией ходового устройства, способны работать без выносных опор, передвигаться с грузом и применяются на объектах с большими объемами строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. С их помощью ведут монтаж зданий и сооружений из крупноразмерных бетонных и железобетонных элементов, сборку строительных металлоконструкций, монтаж технологического оборудования и т.п. Гусеничные краны имеют небольшие транспортные скорости (до 1,0 км/ч), поэтому их перевозят с объекта на объект обычно на тяжеловозных прицепах – трейлерах. Гусеничные краны своим ходом перемещаются только в пределах строительной площадки. Они характеризуются удельным давлением на грунт не более 0,2 МПа.

Промышленность серийно выпускает гусеничные краны грузоподъемностью 16; 25; 40; 63; 100 и 160 т, которые оснащаются стреловым и башенно-стреловым оборудованием и могут работать как от собственного дизель-электрического агрегата, так и от внешней сети напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Ходовое устройство кранов состоит из двух гусеничных многоопорных тележек балансирного типа, соединенных между собой поперечными балками, несущими жесткую ходовую раму. На ходовой раме смонтированы узлы привода ходового оборудования и унифицированное роlikовое или шариковое опорно-поворотное устройство. Каждая гусеница ходового устройства имеет независимый электрический привод. Вращение ведущим звездочкам гусеничных тележек сообщается от индивидуальных электродвигателей через бортовые цилиндрические редукторы. Механизмы передвижения кранов имеют управляемые тормоза. Поворот всего крана производится за счет торможения одной из гусениц. К раме ходового оборудования крепится с помощью опорно-поворотного устройства рама поворотной части, на которой расположены дизель-электрический агрегат, портал, грузовые лебедки главного и вспомогательного подъемов, стреловая лебедка, механизм поворота, кабина машиниста с постом управления, электрооборудование и противовес. Ток к электродвигателям ходового устройства на неповоротной части крана подается через кольцевой токосъемник.

При работе кранов возможно совмещение операций: подъема (опускания) груза с подъемом (опусканием) стрелы или управляемого гуська, подъема (опускания) груза главной или вспомогательной лебедкой с поворотом платформы. Гусеничные и пневмоколесные краны оснащают ограничителями грузоподъемности, конечными выключателями подъема и опускания стрелы и управляемого гуська, опускания башни, ограничителями сматывания канатов с главной и вспомогательной грузовых лебедок и блокировки люка кольцевого

токоъемника, указателями наклона крана, грузоподъемности и крайних положений гуська, различными сигнализаторами и приборами освещения.

Краны-трубоукладчики представляют собой специальные самоходные гусеничные и колесные машины с боковой стрелой, которые являются основными грузоподъемными средствами на строительстве трубопроводов. Они предназначены для укладки в траншею трубопроводов, для сопровождения очистных и изоляционных машин, поддержания трубопроводов при сварке, погрузки-разгрузки труб и плетей, а также для выполнения различных строительного-монтажных работ.

Основные рабочие движения трубоукладчика: подъем и опускание груза, передвижение крана вместе с грузом, изменение вылета стрелы с грузом.

Кроме основного грузоподъемного оборудования краны-трубоукладчики могут быть оснащены бульдозерным, рыхлительным, бурильно-крановым и сваебойным оборудованием. С помощью трубоукладчика с соответствующим навесным оборудованием можно срезать, планировать и перемещать грунт, насыпать траншеи, рыхлить мерзлые грунты, бурить шпур и скважины, сооружать свайные основания трубопроводов, зданий и сооружений и т.д. Трубоукладчики используются также в качестве тягачей.

Кран-трубоукладчик состоит из базовой машины, навесного грузоподъемного оборудования, трансмиссии, системы управления и приборов безопасности. Основным силовым оборудованием кранов-трубоукладчиков служит дизельный двигатель базового тягача. Привод исполнительных механизмов кранов-трубоукладчиков может быть однодвигательным (механическим) и многодвигательным (гидравлическим), ходовое устройство – гусеничным и пневмоколесным, подвеска стрелы – гибкой или жесткой.

Основные параметры кранов-трубоукладчиков – момент устойчивости и грузоподъемность.

Индекс трубоукладчиков включает буквенную и цифровую части. Первые две буквы индекса ТГ обозначают трубоукладчик гусеничный, ТК – трубоукладчик колесный.

Первые цифры обозначают грузоподъемность трубоукладчика (в т), последняя – порядковый номер данной модели. После цифр в индексе могут стоять буквы, обозначающие очередную модернизацию (А, Б, В,...) и климатическое исполнение машины (ХЛ – северное, Т – тропическое). Например, индексом ТГ-124А обозначен трубоукладчик грузоподъемностью 12т, четвертой модели, прошедший первую модернизацию. Гусеничные краны-трубоукладчики базируются на серийно выпускаемых промышленных гусеничных тракторах трубоукладочных модификаций или на переоборудованных промышленных тракторах. Гусеничные ходовые тележки базовых тягачей имеют, как правило, жесткую подвеску, расширенную колею, удлиненную базу, дополнительные бортовые редукторы для повышения тягового усилия, гидромеханические ходоуменьшители для получения «ползучих» скоростей, передвижения в диапазоне 0,1...0,6 км/ч.

Грузоподъемное оборудование крана-трубоукладчика (рис. 4.53) монтируется на специальной раме (портале) 10 и включает грузовую неповоротную в

плане стрелу 6, механизмы изменения вылета стрелы и подъема груза, контргруз 2 со стрелой и устройством 3 для его откидывания, узлы трансмиссии и управления.

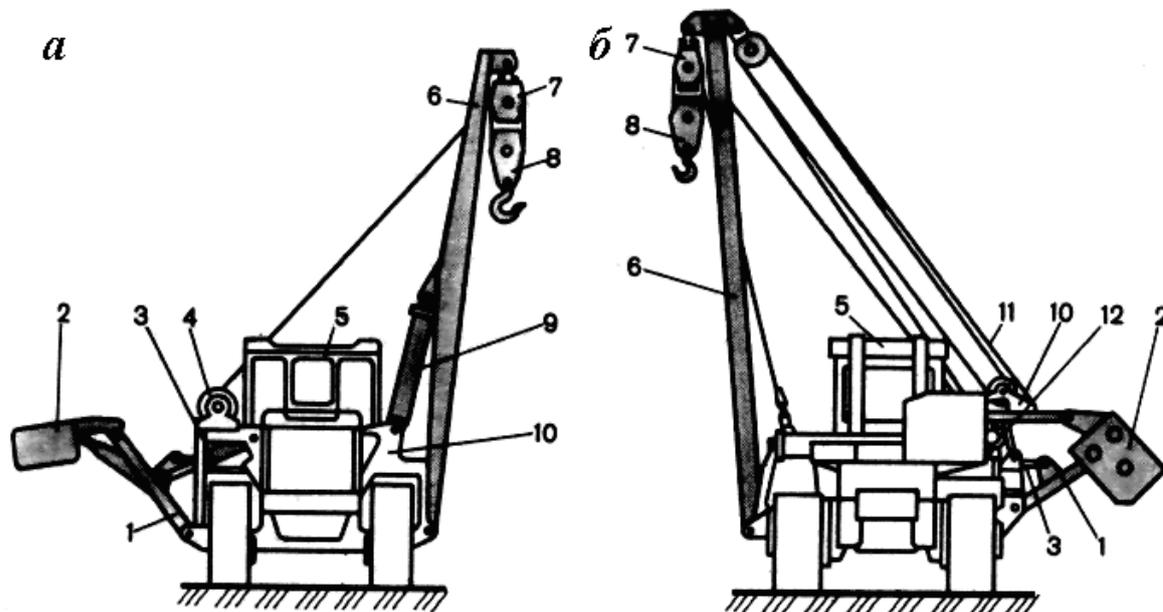


Рис. 4.53. Гусеничные краны-трубоукладчики

Стрела шарнирно крепится на двух кронштейнах гусеничной тележки или рамы с левой стороны по ходу движения базового трактора 5. Подъем и опускание (изменение вылета) стрелы с гибкой подвеской осуществляются стреловой лебедкой 12 через полиспаст 11, с жесткой подвеской – одним или двумя гидроцилиндрами двойного действия 9. К оголовку стрелы прикреплена подвесная обойма 7, которая совместно с крюковой подвеской 8 и грузовым канатом образует грузовой полиспаст. Способ подвески стрелы определяет конструкцию лебедки трубоукладчика. При гибкой подвеске стрелы лебедка имеет два барабана – стреловой и грузовой. Гидравлический привод механизма изменения вылета стрелы позволяет выполнять лебедки 4 однобарабанными, предназначенными только для подъема-опускания груза.

Лебедки трубоукладчиков с гидравлическим приводом имеют независимый индивидуальный привод грузового и стрелового барабанов, осуществляемый от аксиально-поршневых гидромоторов через цилиндрические редукторы. Барабаны оборудуются ленточными нормально замкнутыми тормозами, автоматически размыкаемыми гидравлическими толкателями при включении гидромоторов.

Для увеличения грузовой устойчивости крана-трубоукладчика при работе с правой стороны машины располагается контргруз с изменяемым вылетом. Откидывание и возврат (изменение вылета) контргруза производятся, как правило, гидроцилиндром двойного действия, что позволяет фиксировать контргруз в любом промежуточном положении. Механизм откидывания контргруза 2 включает стрелу 1 и гидроцилиндр 3.

Колесные трубоукладчики смонтированы на высокопроходимом и высокоманевренном четырехколесном шасси со всеми ведущими колесами и устройством поворота машины в виде бортовых фрикционов.

При повороте один борт тормозится, а радиус поворота имеет минимальное значение, что обеспечивает возможность работы в стесненных условиях.

Высокая маневренность колесных трубоукладчиков обеспечивает:

- выполнение строительно-монтажных работ в городе (без повреждения асфальтового покрытия);
- возможность работы в стесненных городских условиях (на проезжей части и во дворах);
- мобильность при перебазировании машины с объекта на объект;
- возможность использования трубоукладчика в качестве тягача для доставки на объекты сварочных агрегатов, прицепов с трубами, блоками и строительными материалами.

Грузоподъемное оборудование колесных трубоукладчиков – однобарабанная лебедка, телескопическая стрела, механизм привода насосов и гидравлическая система. Изменение угла наклона стрелы производится гидроцилиндром. Для изменения длины стрелы служит длинноходовой гидроцилиндр, установленный внутри стрелы.

Телескопическая стрела позволяет эффективно эксплуатировать машину в стесненных городских условиях, при этом длину стрелы можно изменять при наличии груза на крюке.

Безопасность эксплуатации трубоукладчиков обеспечивают автоматические ограничители высоты подъема крюка; указатели продольного и поперечного крена машины; автоматические сигнализаторы опасного напряжения; электрические указатели грузового момента; гидравлические указатели фактической нагрузки на стреле.

Гусеничные краны-трубоукладчики имеют грузоподъемность 6,3...80 т, колесные – 6,3 и 8 т.

Специальные стреловые краны на рельсовом ходу подразделяются на железнодорожные (установленные на железнодорожных платформах), стреловые и башенно-стреловые. В их конструкциях могут использоваться сборочные единицы гусеничных кранов.

Стреловые краны нулевого цикла предназначены для выполнения строительно-монтажных работ в жилищном, гражданском и промышленном строительстве. В конструкциях кранов нулевого цикла широко использованы унифицированные узлы и механизмы серийно выпускаемых башенных кранов. Составные части стреловых кранов на базе башенных кранов 4-й размерной группы (рис. 4.54, а): ходовая рама с тележками, опорно-поворотное устройство, поворотная платформа с установленными на ней крановыми механизмами, подъемной стрелой, кабиной машиниста, стойкой с подкосом и балластом. Стрелы кранов секционные прямоугольного сечения и состоят из корневой, головной и трех промежуточных секций. Стрела крепится непосредственно на поворотную платформу крана.

Краны могут быть собраны в нескольких исполнениях, отличающихся длиной стрелы, грузоподъемностью и грузовым моментом. Краны могут быть снабжены сменной опорной вставкой, выполняющей функции короткой башни (рис. 4.54, б), что позволяет использовать его также для строительства мало-

этажных зданий. С объекта на объект краны перевозят на подкатной тележке с помощью седельного тягача. Грузоподъемность кранов 5...32 т, вылет крюка 7...37 м, высота подъема крюка 4,8...32 м, скорость плавной посадки груза 1,3...2,5 м/мин.

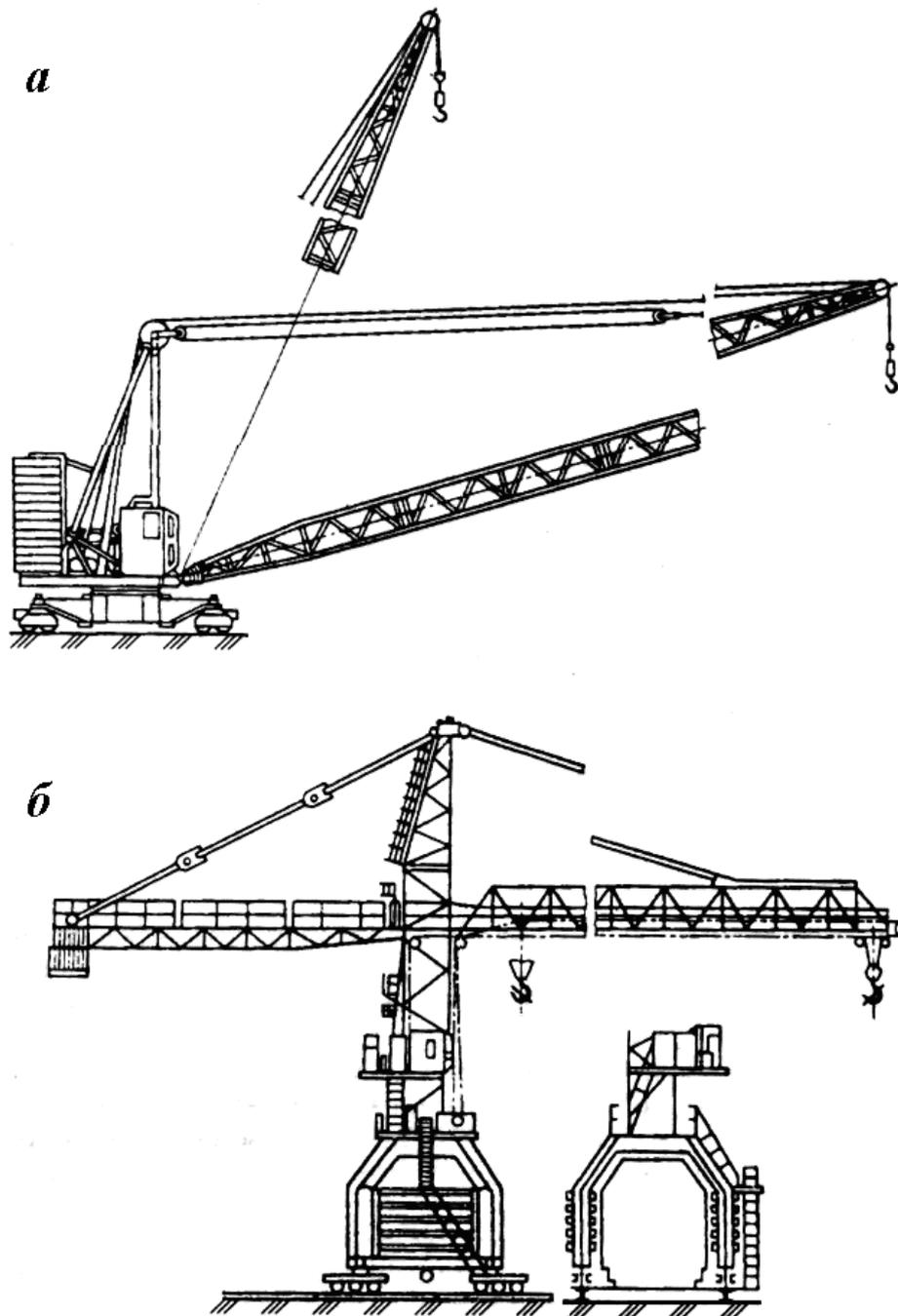


Рис. 4.54. Специальные рельсовые краны

Кран нулевого цикла с грузовым моментом 400 т·м на базе башенного крана 6-й размерной группы имеет укороченную башню и удлиненную (до 50 м) балочную стрелу. Высота подъема при максимальном вылете крюка 17 м. Глубина опускания не менее 5 м.

Краны с высоким порталом (рис. 4,54, б) предназначены для перегрузочных работ на складах, имеющих железнодорожные подъездные пути, так как портал рассчитан на пропуск между опорами крана железнодорожных вагонов нормальной колеи.

Легкие полноповоротные стреловые краны грузоподъемностью 1...2 т (рис. 4,55) применяют для подъема различных строительных материалов и санитарно-технического оборудования на строящееся здание, при монтаже мощных вентиляционных устройств, при производстве монтажных и обмуровочных работ в котельных, а также для подъема грунта в бадьях при разработке небольших котлованов и траншей. Рабочие движения крана – подъем (опускание) груза и поворот стрелы с поднятым грузом в плане на 360°. Эти краны установлены на катках и перемещаются на объекте с помощью автомобиля или вручную. Поворот платформы со стрелой кранов также осуществляется вручную или механическим приводом. Вылет стрелы у многих кранов постоянный, но есть конструкции, у которых вылет можно изменять с помощью канатных полиспастов или вручную винтовыми стяжками. Механизм подъема груза состоит из реверсивной лебедки с приборами управления, грузового каната и крюковой подвески.

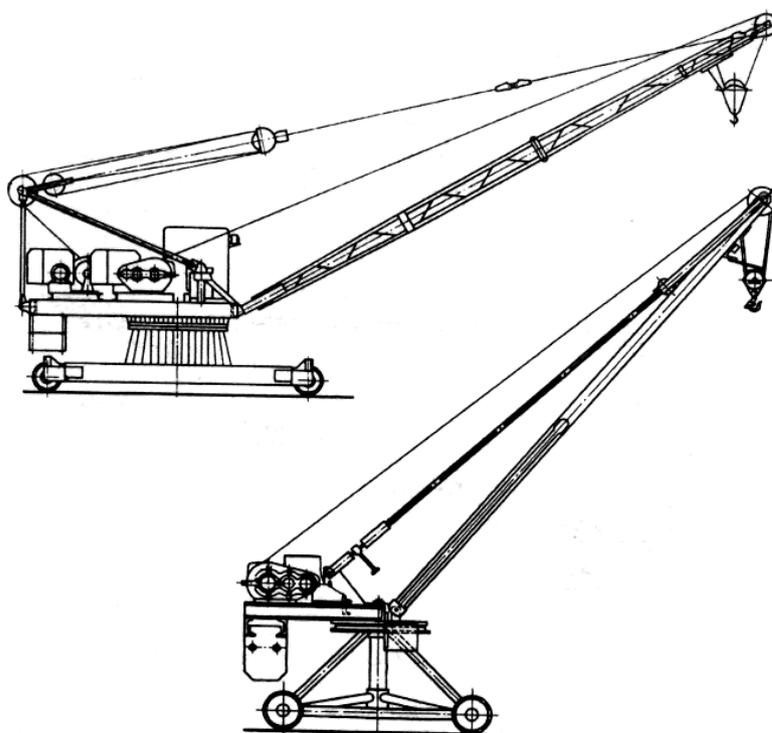


Рис. 4.55. Стреловые полноповоротные переносные краны

Рычажный ограничитель высоты подъема крюка отключает двигатель лебедки при подходе крюковой обоймы к крайнему верхнему положению.

Наибольший вылет стрелы кранов 3...4 м, наименьший – 2,0 м. Высота подъема крюка 4,5...8 м (при установке на земле) и 30...50 м при установке на здании. Управление кранами осуществляется с выносного пульта. Транспортировка кранов производится без разборки в кузове бортового автомобиля.

4.6. Мостовые, козловые и специальные краны

Мостовые краны являются основным грузоподъемным оборудованием закрытых и открытых складов, производственных цехов. В строительстве применяют мостовые краны общего назначения для погрузочно-разгрузочных работ в условиях заводов или полигонов железобетонных конструкций. Краны, используемые в строительных организациях, имеют грузоподъемность до 50 т,

высоту подъема не более 16 м, скорость подъема груза 8...10 м/мин, скорость передвижения тележки до 40 м/мин, а передвижения моста 80...100 м/мин.

К мостовым кранам общего назначения относятся крюковые краны с гибким подвесом груза, а также магнитные и грейферные краны, снабженные съемным электромагнитом или грейфером. Крюковые опорные *двухбалочные краны* грузоподъемностью 5...50 т регламентированы ГОСТ 25711-83, грузоподъемностью 80...500 т – ГОСТ 6711-86, а технические условия – ГОСТ 24378-80.

Мосты кранов с грузовой тележкой выполняют двухбалочными (коробчатыми и ферменными) или однобалочными, а с талью ручной или электрической – однобалочными (кран-балки).

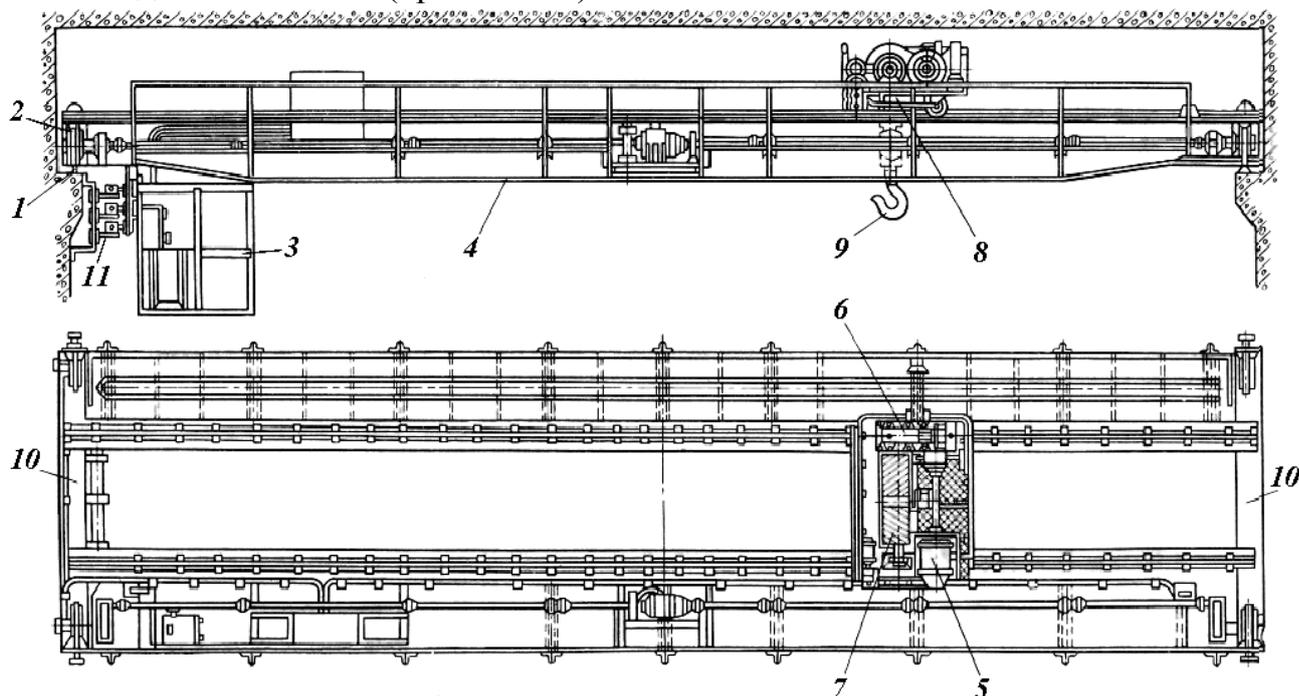


Рис. 4.56. Мостовой кран

Например, в мостовом кране, приведенном на рис. 4.56, двухбалочный мост 4 коробчатого сечения, составляет единую раму с концевыми балками 10, колеса 2 которых передвигаются по рельсам 1 эстакады. Подвод энергии осуществляется с помощью токоподводящих шин или троллейных проводов и токосъемных контактов 11 или же с помощью гибкого кабеля, длина которого несколько превышает длину пути перемещения мостового крана. Витки гибкого кабеля собираются или растягиваются на натянутой проволоке или тонком стальном канате.

Механизм подъема груза располагается на раме грузовой тележки 8 и представляет собой однобарабанную лебедку со сдвоенным полиспастом и расположением барабана, обычно, поперек моста, чем независимо от высоты подъема достигается перемещение груза по осевой линии крана при передвижении грузовой тележки. Механизм подъема включает в себя электродвигатель 5, редуктор 6, канатный барабан 7, крюк 9. Для вспомогательных операций (ускорения подъема легких грузов) возможна установка второго механизма подъема.

Кабина управления 3 располагается на мосту крана в месте, обеспечивающем наилучший обзор и безопасность работы крановщика. При редком использовании и малой грузоподъемности применяют краны с ручным пультом управления. Грузовые тележки, а иногда и мосты могут иметь токоподвод в виде гибкого подвесного кабеля на передвижных supports.

Механизмы передвижения мостов с относительно малыми пролетами выполняют с центральным приводом от электродвигателя, передающего вращение через быстроходные валы и редукторы к ходовым колесам крана. *Механизм передвижения грузовой тележки* располагается на ней и имеет привод от электродвигателя, передающего через редуктор вращение ходовым колесам тележки. Ходовые колеса кранов выполняют двухребордными. В четырехколесных механизмах приводными являются два колеса. Ходовые колеса грузовых тележек выполняют двух- и одноредордными. В качестве подкрановых рельсов применяют железнодорожный рельс Р24 по ГОСТ 6368-82 или квадрат 50 по ГОСТ 2591-71. Рельсы на эстакаде и на мосту крана имеют концевые упоры, а кран и грузовая тележка снабжены буферами для смягчения удара об упоры в крайних положениях. Крановая эстакада состоит из фундамента, колонн и подкрановых балок, по которым уложены рельсы. Механизмы крана оборудованы электромагнитными тормозами и концевыми выключателями, ограничивающими перемещение моста, тележки и подъем крюка.

Пролеты (расстояние между осями подкрановых рельсов) опорных мостовых кранов всех типов и грузоподъемностей, предназначенных для работы в зданиях с пролетами до 36 м включительно и на подкрановых эстакадах, выбирают по ГОСТ 534-78. При установке на одном подкрановом пути двух и более мостовых кранов разной грузоподъемности пролет их выбирают по крану наибольшей грузоподъемности.

Мостовые краны с ручным приводом регламентированы ГОСТ 7075-80 (3,2...20 т). В качестве грузовой тележки они имеют ручную передвижную таль и могут быть однобалочными или двухбалочными. Подвесные ручные кран-балки (0,5...5 т) при пролете до 10 м регламентированы ГОСТ 7413-80. Крюковые однобалочные краны, имеющие в качестве грузовой тележки самоходную электрическую таль (кран-балки), могут быть опорными или подвесными. Требования к *однобалочным опорным кранам* (кран-балкам) грузоподъемностью 1...5 т с пролетами 4,5...28,5 м регламентированы ГОСТ 22045-82.

Козловые краны разделяют на монтажные и общего назначения. Краны общего назначения имеют грузоподъемность до 5 т, монтажные – до 500 т. Размеры пролета и высоты подъема груза устанавливаются в зависимости от технологического назначения. Козловые краны применяются в строительстве для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Например, на строительстве мостов они используются не только для основных монтажных работ, но и для предварительной сборки конструкций на приобъектных складах.

Принцип действия козловых кранов такой же, как и у мостовых. Несущей конструкцией козлового крана (рис. 4.57) является мост 2 с двумя опорами 7. По мосту крана перемещается грузовая тележка 3 с грузозахватным устройством. Опоры крана устанавливаются на ходовые тележки 8, каждая из которых

перемещается по двурельсовому пути. Мосты кранов малой (до 5 т) грузоподъемности изготавливают в виде пространственной трехпоясной фермы и ездовой балки двутаврового профиля, по которой передвигается электроталь. Мосты кранов средней и большой грузоподъемности выполняются в виде четырехпоясной решетчатой фермы прямоугольного или трапецеидального сечения. Грузовая тележка этих кранов может перемещаться по нижнему или верхнему поясу моста. Распространены комбинированные конструкции кранов, у которых по верхнему поясу перемещается грузовая тележка основного, а по нижнему – вспомогательного механизма 9 меньшей грузоподъемности. Мосты кранов выполняются с консолями и без них. Длина консолей достигает 25...30% от длины пролета. В этом случае тележка вспомогательного подъема перемещается по всей длине пролетного строения. При больших пролетах одна из опор крана обычно жестко соединяется с мостом, а другая – шарнирно. Шарнирная опора устраняет опасность заклинивания ходовых тележек при температурных изменениях или изменении положения подкрановых путей. При небольших пролетах обе опоры могут быть жесткими.

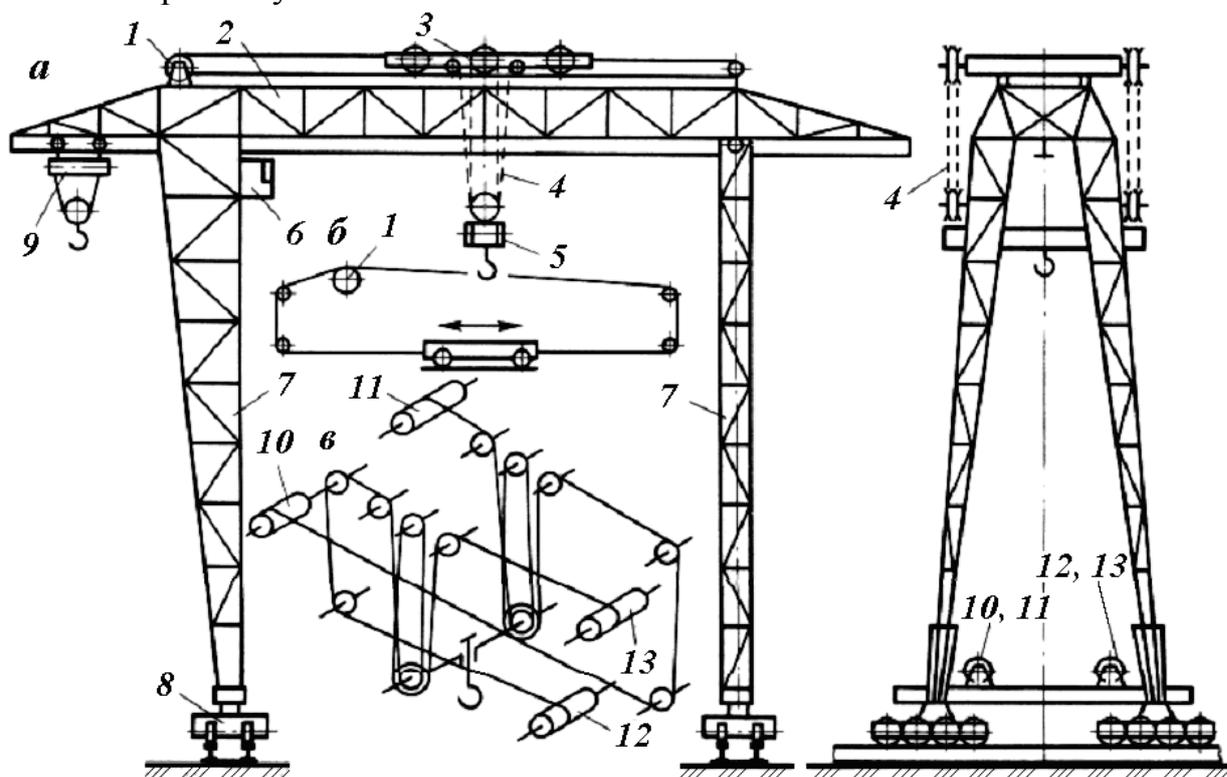


Рис. 4.57. Козловой кран грузоподъемностью 100 т:

а – схема крана; *б* – схема запасовки канатов механизма передвижения тележки; *в* – то же, механизма подъема груза

Передвижение грузовой тележки вдоль моста осуществляется с помощью канатов и электрореверсивной лебедки 1 (рис. 4.57, б). Механизм подъема имеет два полиспаста 4, расположенных симметрично с обеих сторон моста и работающих на общую траверсу 5. Верхние блоки полиспастов установлены в подшипниках тележки, а нижние – на траверсе. У тяжелых монтажных кранов для достижения малых скоростей посадки груза для механизма подъема применяют четыре лебедки (рис. 4.57, в). При такой подвеске скорости подъема (опускания) можно изменять в широких пределах путем включения всех лебедок, либо

лебедок 10 и 11 или 12 и 13, либо лебедок 10 и 11 в одну сторону, а лебедок 12 и 13 – в другую. Для уменьшения нагрузки на мост грузовые и тяговые лебедки располагают на опорах или на жестких поперечных балках, соединяющих стойки опоры. Управление краном осуществляется из кабины б. На ходовых тележках устанавливают противоугонные захваты с отдельным приводом. Анемометр при ураганном ветре автоматически включает в работу двигатель захвата.

Представленный на схеме козловой монтажный кран может использоваться при монтаже котлов тепловых электростанций при открытой установке оборудования и имеет грузоподъемность главного подъема 100 т, вспомогательного 10 т, высоту подъема 37,5 м, пролет 31 м, массу 225 т.

Электроэнергия к крану подводится гибким кабелем или троллейными проводами. Так как обычно краны передвигаются по путям значительной длины, то для сохранения кабеля на многих кранах применяются кабельные барабаны. Электрооборудование козловых кранов работает в основном на переменном токе напряжением 380 В.

С объекта на объект козловые краны перебазированы в разобранном виде. Монтаж козловых кранов может производиться различными методами.

Монтаж козловых кранов осуществляется с помощью одного или двух мобильных кранов (гусеничного, автомобильного, пневмоколесного) или с помощью одной, двух или четырех подъемных мачт. Мост крана собирают на земле и укладывают поперек подкранового пути на шпальные клетки, а затем путем поочередного подъема то одной, то другой его стороны монтируется сначала жесткая, а потом шарнирная опора крана.

Большинство козловых кранов – самомонтирующиеся. Мост крана стреловым краном укладывают на шпальные клетки. Ходовые тележки устанавливают на рельсы, стойки опор соединяют шарнирно с поясом моста и тележками, затем левые и правые стойки стягивают лебедкой и устанавливают кран в рабочее положение. Стойки опор внизу соединяют жесткими поперечинами (затяжками опор крана).

Кабельные краны применяются на строительстве плотин, мостов при монтаже сборных конструкций и сооружений опор мостов, при разгрузке и погрузке барж и т.д.

Кабельный кран (рис. 4.58) имеет две трубчатые или решетчатые стальные башни, между которыми натянут несущий стальной канат закрытой конструкции (рис. 2.40, а, б, в). По этому канату на колесах движется грузовая тележка с закрепленным на ней грузовым полиспастом и крюковой обоймой. Тележка перемещается тяговым канатом при помощи одной или двух лебедок.

Кабельные краны делятся на следующие типы (рис.4.58, б): *I* – стационарные, у которых обе башни закреплены неподвижно (обслуживают только одну линию); *II* – качающиеся, у которых обе башни могут быть наклонены в каждую сторону до 8° благодаря изменению длины боковых вант при помощи ручных лебедок (обслуживают узкий участок прямоугольной формы); *III* – передвижные, у которых обе башни располагаются на ходовых тележках, передвигающихся по рельсовым путям (обслуживают прямоугольный участок, размер сторон которого определяется расстоянием между башнями и длиной рель-

сового пути); *IV* – радиальные, у которых одна из башен неподвижная, а вторая передвигается по дуге окружности (обслуживают участок, имеющий форму сектора круга).

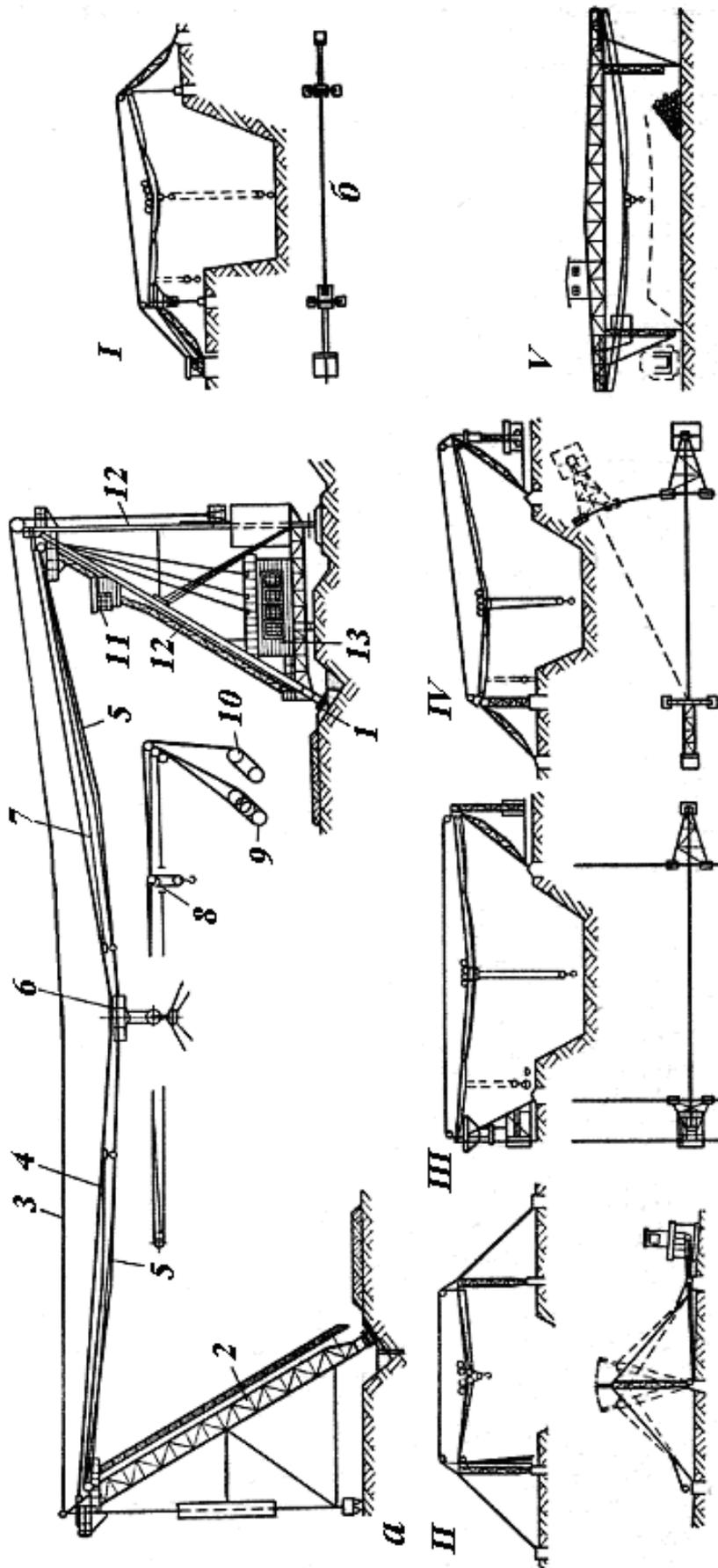


Рис. 4.58. Кабельные краны:

a – принципиальная схема крана; *б* – типы кабельных кранов:

I – стационарные; *II* – качающиеся; *III* – продольно-подвижные; *IV* – радиально-подвижные; *V* – мостовые; *1* – ходовая тележка; *2* – хвостовая башня; *3* – канат для подвески соединительных электропроводов; *4* – несущий канат; *5* – тяговый канат; *6* – грузовой канат; *7* – подъемный канат; *8* – подъемный полыста; *9* – барабан тягового лебедки; *10* – барабан подъемной лебедки; *11* – кабина крановщика; *12* – машинная башня; *13* – машинное помещение

На строительстве мостов применяются, в основном, стационарные кабельные краны и реже – качающиеся. Грузоподъемность кабельных кранов 5...25 т. Длина пролета 250...500 м (в отдельных случаях пролет достигает 1000 м). Высота башен крана определяется рельефом местности и величиной пролета исходя из максимального провисания каната. Скорость передвижения тележки по канату составляет 3,5...8 м/сек, скорость подъема груза – 1...2 м/сек. Работой крана управляют из машинного помещения, которое располагается возле одной из опор. В машинном помещении устанавливаются электролебедки, снабженные индикатором, который позволяет машинисту точно знать местоположение грузовой тележки. Грузовая тележка кабельного крана состоит из ходовых колес (от двух до восьми), соединенных балансирами, благодаря чему достигается равномерное распределение нагрузки на несущий канат.

Основными канатами кабельных кранов являются несущий, подъемный и тяговый; несущий канат, как правило, – закрытой конструкции; подъемный и тяговый – многопрядевые, крестовой свивки.

Для сохранения постоянного расстояния между канатами (во избежание их перепутывания) применяются специальные поддержки различных конструкций. По типу крепления различают подвижные и неподвижные поддержки. Подвижные поддержки (рис. 4.59) передвигаются при помощи тягового каната или при помощи грузовой тележки. Неподвижные поддержки крепятся к несущему канату на определенном расстоянии друг от друга. Некоторые конструкции неподвижных поддержек раскрываются для пропуска грузовой тележки, другие отклоняются в сторону и таким образом пропускают тележку.

Несущий канат кабельного крана воспринимает растягивающие усилия, возникающие от веса тележки с грузом и от собственного веса каната. Приблизительно усилие в канате можно рассчитывать по следующей формуле:

$$T = 1,1 \cdot \left[\frac{(Q + P)L}{4h} + \frac{gL}{8h} \right],$$

где Q – вес тележки с полиспастом в кГ; P – вес груза в кГ; L – пролет крана в м; h – стрела провеса каната под грузом в м (приблизительно принимается $h = 0,05L$); g – вес 1 м каната в кГ.

Длина пролета крана определяется по формуле:

$$L = l_1 + l_2 + 2 \cdot l_3,$$

где l_1 – длина моста в м; l_2 – длина площадки для подготовительных работ; l_3 – длина участков возле опор, на которые тележка заходить не может.

Высота опор кабельного крана определяется по формуле:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h,$$

где h_1 – высота верхней точки строящегося моста по отношению к нулевым отметкам устанавливаемых опор в м; h_2 – габарит монтируемого элемента моста, включая размеры стропов, в м; h_3 – запас высоты в м, необходимый при монтаже, ($h_3 = 1...2$ м); h – стрела провеса при подъеме расчетного груза в м.

При монтаже кабельного крана несущему канату необходимо задать первоначальный провес h_0 . Первоначальный провес можно принять: $h_0 < 0,5 h$.

Строительство мостов и других транспортных сооружений имеет ряд специфических условий (значительные вес и размеры монтируемых мостовых конструкций, установка кранов в сложных условиях, иногда на самих монти-

руемых конструкциях, и т.п.). Поэтому при монтаже мостов и путепроводов наряду с кранами общего назначения применяется специальное крановое оборудование: мачтово-стреловые краны с большим вылетом, краны-шевры, шлюзовые, консольные, а также плавучие краны и др.

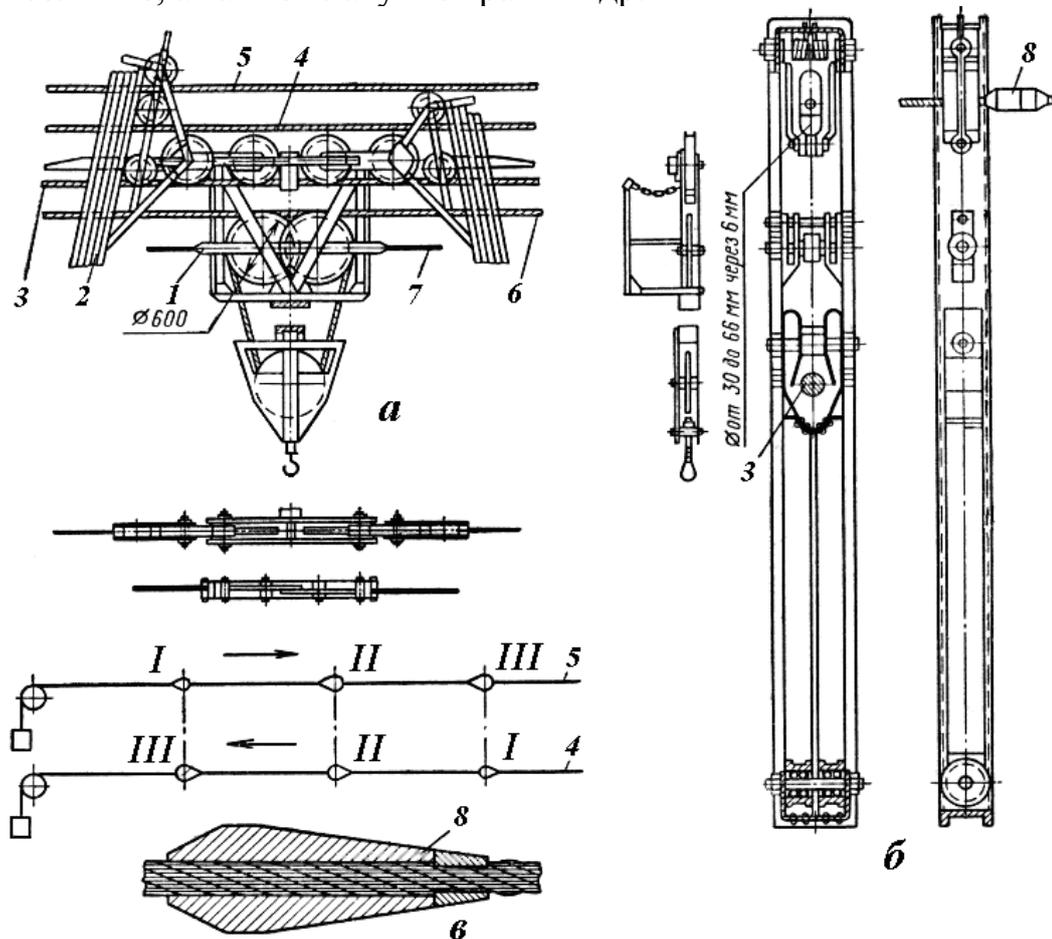


Рис.4.59. Грузовая тележка и кулачковая поддержка кабельного крана:

a – схема тележки; *б* – схема расположения кулачков на кулачковых канатах; *в* – поддержка; 1 – тележка; 2 – под-держки; 3 – несущий канат; 4, 5 – нижний и верхний кулачковые канаты; 6 – подъемный канат; 7 – тяговый канат; 8 – кулачок

Мачтово-стреловые краны или деррик-краны имеют стационарную мачту, удерживаемую канатными растяжками (вантовые) или подкосами (жестконогие). Стрела крана крепится к мачте и поворачивается вместе с мачтой специальной лебедкой. При креплении стрелы в средней или нижней части мачты она выполняется подъемной. Механизмы устанавливаются вне радиуса действия крана. Разновидностью мачтовых кранов является кран с неподвижной мачтой, на верхнюю часть которого надет поворотный оголовок со стрелой и противовесом. Ванты такого крана крепятся ниже поворотного оголовка и поэтому не мешают вращению стрелы.

Конструктивным недостатком мачтовых кранов, у которых стрела подвешена в средней или верхней части мачты, являются значительные изгибающий и крутящий моменты, возникающие в мачте. Недостатком мачтово-стреловых кранов, особенно вантовых, является малая маневренность. Поэтому вантовые краны находят ограниченное применение непосредственно на строительных площадках (они чаще применяются на складах строительных материалов): однако простота их устройства и большая грузоподъемность делают их

иногда незаменимыми при монтаже других кранов (козловых, консольных, башенных и т.п.).

Преимуществом жестконогих мачтово-стреловых кранов перед стреловыми самоходными кранами (пневмоколесными, гусеничными и др.) является большая величина вылета, т.е. при равной грузоподъемности они имеют больший грузовой момент. Поэтому при монтаже мостов и путепроводов жестконогие краны, позволяющие работать на больших вылетах, получили значительное распространение.

Мачта закреплена в опорной плите и может вращаться при помощи лебедки, причем на барабане лебедки навито несколько витков каната, оба конца которого закреплены на поворотном круге. Угол поворота мачты составляет $240 \dots 250^\circ$. Иногда в механизме поворота применяются зубчатые или цевочные передачи.

Жестконогие краны могут быть стационарными и передвижными. Стационарные устанавливают на подмостях монтируемых конструкций, фундаментах и т.п. Для увеличения грузового момента жестконогих кранов при монтажных работах дополнительно закрепляют задние опоры. Передвижные краны для этой цели снабжены специальными якорями. Иногда для повышения устойчивости применяют противовесы. По назначению жестконогие краны делятся на монтажные и универсальные. К монтажным кранам относятся краны УМК-1 и УМК-2, к универсальным – ГМК-12/20 и ДК-45/60.

Монтажные краны УМК-1 и УМК-2 (рис. 4.60), унифицированные между собой, предназначены для монтажа типовых пролетных строений железнодорожных мостов. При монтаже пролетных строений автодорожных мостов необходима переделка ходовой части крана применительно к существующим расстояниям между фермами и конструкциями балок проезжей части.

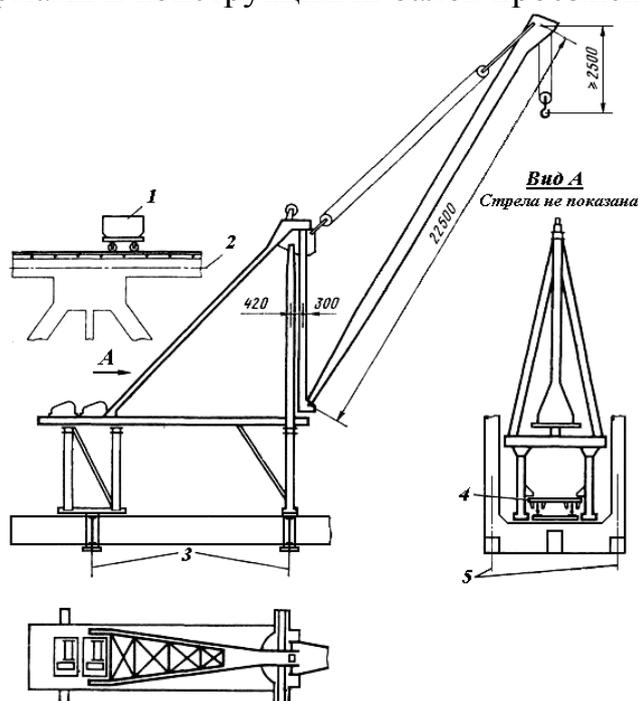


Рис. 4.60. Деррик-кран УМК-2, установленный на проезжей части собираемого пролетного строения моста: 1 – кран-балка для монтажа верхних связей; 2 – ось верхнего пояса главной фермы; 3 – оси поперечных балок проезжей части; 4 – тележка для перемещения крана; 5 – оси главных ферм

В зависимости от типа пролетных строений и способа монтажа сборка кранов типа УМК возможна в двух вариантах. Первый вариант сборки используется при монтаже пролетных строений с ездой понизу при установке крана на верхних поясах ферм. Второй применяется при установке крана на проезжей части внутри габарита пролетного строения, а также при монтаже пролетного строения с ездой поверху. Опоры крана закрепляются на балках с помощью винтовых анкеров.

При установке на проезжей части краны типа УМК (второй вариант сборки) ходовыми частями не оснащают. В этом случае при перемещении крана используется специальная тележка, передвигающаяся по временному рельсовому пути. Вывешивание крана для передвижения осуществляется домкратами.

Краны типа УМК оснащены двумя лебедками для подъема стрелы и груза. Мачта поворачивается с помощью цевочной передачи. Грузоподъемность кранов УМК-1 и УМК-2 соответственно 10 и 20 т.

Универсальные жестконогие краны типа ГМК-12/20 и ДК-45/60 (рис. 4.61) применяются при общестроительных работах и монтаже пролетных строений. В качестве сменного рабочего органа применяется грейфер. Грузоподъемность кранов соответственно 20 и 60 т.

Краны имеют раму, на которой монтируются лебедки и другие механизмы крана, а также кабина управления и аппаратура. Ширина колеи крана изменяется при монтаже пролетных строений путем изменения угла между подкосами в плане. Стрела поворачивается с помощью лебедки.

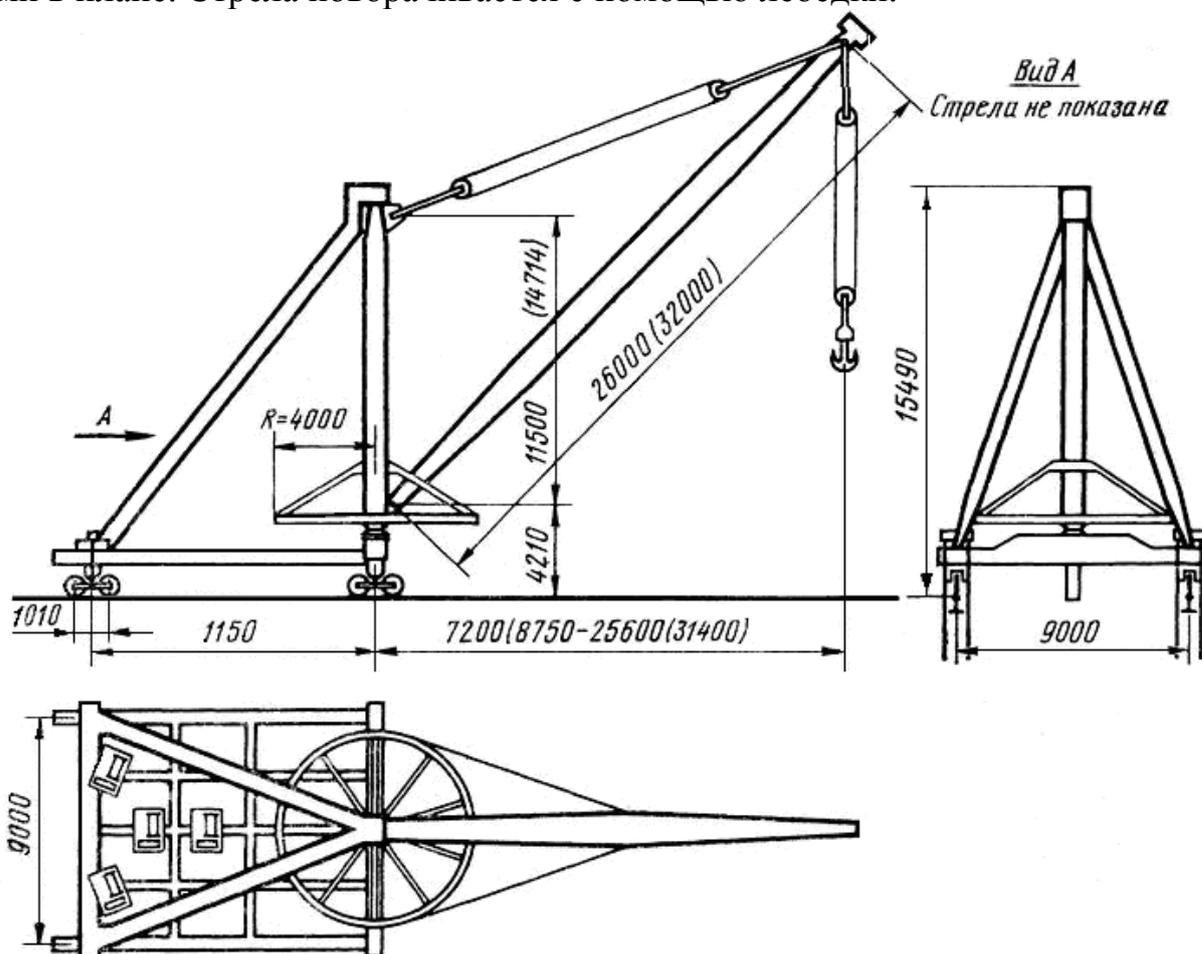


Рис. 4.61. Деррик-кран ДК-45/60

Создан унифицированный ряд жестконогих самоходных поворотных кранов с электрическим приводом грузоподъемностью 10, 25 и 63 т. Каждый из механизмов крана имеет индивидуальный электропривод. Механизмы подъема груза и поворота стрелы обеспечивают минимально необходимые монтажные скорости. В качестве сменного рабочего оборудования применяется грейфер. Мачта свободно опирается в шарнире опорно-поворотного устройства; стрела закреплена на раме машинного помещения, которая, в свою очередь, установлена на поворотной части опорно-поворотного устройства. При этом мачта воспринимает только вертикальные нагрузки, без изгибающих моментов, поэтому элементы мачты изготавливаются облегченной конструкции по сравнению с мачтой, работающей на изгиб. Наличие опорно-поворотного устройства значительно облегчает и улучшает работу механизма вращения крана.

Консольные краны предназначаются для установки цельноперевозимых пролетных строений, а также сборных конструкций мостовых опор. Простейший тип консольного крана представляет собой тяжелую железнодорожную платформу, на передней части которой установлена рама и стрела. К головке рамы прикреплены стреловой полиспаст и задние тяги. На заднем конце платформы расположена лебедка. В более совершенных типах консольных кранов в качестве базы крана используется специально сконструированная рама в виде стальной двухстенчатой балки, установленной на железнодорожных тележках. К переднему концу этой балки крепится вертикальная рама и стрела. Кран такого типа называется консольно-стреловым.

В двухконсольных кранах по сравнению с одноконсольными уменьшено давление на оси передних тележек. К передней консоли подвешивается поднимаемое пролетное строение, а к задней – противовес. Такие консольные краны являются неповоротными и могут поднимать и опускать грузы только по оси пути. С помощью неповоротных кранов невозможно устанавливать пролетные строения на соседний путь. Точно так же невозможна погрузка и выгрузка пролетных строений с соседнего пути. Краны ГЭК-80 и ГЗК-120 – неповоротные, габаритные, двухконсольные, грузоподъемностью соответственно 80 и 120 т. Главная балка кранов опирается на две башни, установленные на железнодорожные тележки. Подъем и опускание пролетного строения производится полиспастами. При подъеме груза одной консолью крана другой консолью с платформы поднимается противовес. Кран управляется с централизованного пульта управления.

Устойчивость консольных кранов определяется по правилам Госгортехнадзора. При определении коэффициента собственной устойчивости равнодействующая всех сил, действующих на кран, должна находиться внутри опорного контура на расстоянии L_0 от линии опрокидывания $L_0 \geq 0,15L$, где L – база платформы. Консольные краны часто работают на свежесыпанных насыпях при весьма значительных давлениях на оси опорных платформ, поэтому коэффициент их грузовой устойчивости рекомендуется принимать не менее 1,15.

Более удобными для монтажа пролетных строений являются поворотные консольные краны, допускающие не только продольное, но и поперечное пере-

мещение устанавливаемых элементов. В транспортном строительстве применяются краны типа ГЭК-50, ГЭК-80, ГЭК-120, ГЭПК-130-17,5 и др.

Кран ГЭПК-130-17,5 (рис. 4.62) – поворотный двусторонний консольный кран грузоподъемностью 130 т. При повороте крана в плане пролетное строение выносится в сторону от оси пути на 5,3 м. Сварная коробчатого сечения главная балка состоит из центральной базовой части и двух консолей. Главная балка опирается на две восьмиосные платформы. На каждой из них установлены пятистоечные рамы для подъема главной балки из транспортного в рабочее положение. К верху центральной стойки приварена верхняя обойма полиспаста подъема главной балки. Нижняя обойма приварена к нижней части главной балки. Подъем главной балки производится электролебедками. Максимальная высота подъема по сравнению с транспортным положением 1600 мм. Кран оснащен грузоподъемными полиспастами (по два на каждой консоли), двумя полиспастами для подъема главной балки крана и полиспастом, осуществляющим передвижение крана собственным ходом. Конец троса полиспаста при этом крепится за рельс. Поворот главной балки и вынос устанавливаемого пролетного строения в сторону от оси пути достигается горизонтальными полиспастами. Сила тяги каждого полиспаста 50 т.

Система блокировок поперечного равновесия крана обеспечивает возможность поворота главной балки крана без аутригеров. При нарушении поперечного равновесия крана срабатывает система блокировки, отключающая привод электролебедок. Кроме того, кран снабжен рядом конечных выключателей, ограничивающих другие операции крана (подъем груза, передвижение крана и др.).

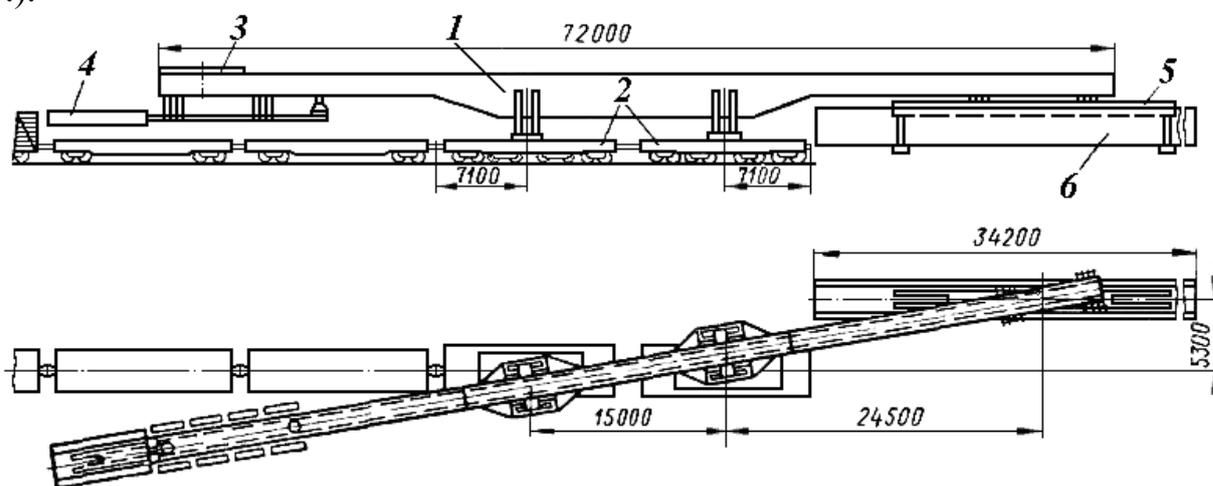


Рис. 4.62. Консольный кран ГЭПК-130-17,5:

1 – главная балка крана; 2 – опорные платформы; 3 – откатной противовес;
4 – подвесной противовес; 5 – траверса; 6 – пролетное строение

Краны-шевры получили ограниченное распространение в мостовом строительстве по сравнению с кранами других типов. Грузоподъемность шевров обычно до 50 т.

Шевр представляет собой А-образную раму (рис. 4.63), нижний конец которой шарнирно закреплен, а верхний удерживается при помощи канатной стяжки с полиспастом. Канатная стяжка позволяет менять угол наклона рамы, изменяя таким образом величину вылета. Шевры могут быть стационарными

или передвижными. Передвижные шевры имеют горизонтальную раму, на один край которой опирается наклонная рама шевра, а к другому краю крепятся стяжки. На раме устанавливаются также лебедки привода механизма подъема груза и изменения вылета наклонной рамы. К оголовку шевра крепится полиспаст с крюковой обоймой. На горизонтальной раме шевра устанавливается контргруз, вес которого выбирается с учетом коэффициента устойчивости ($k = 1,4$) при повороте вокруг ребра опрокидывания по следующей формуле:

$$M_{уд} \geq 1,4M_{оп}; \quad M_{оп} = PL,$$

где $M_{оп}$ – опрокидывающий момент; $M_{уд}$ – удерживающий момент.

$$M_{уд} = \sum G_i \cdot L_i,$$

где G_i – вес различных элементов крана в т; L_i – расстояние от центров тяжести элементов крана до ребра опрокидывания в м.

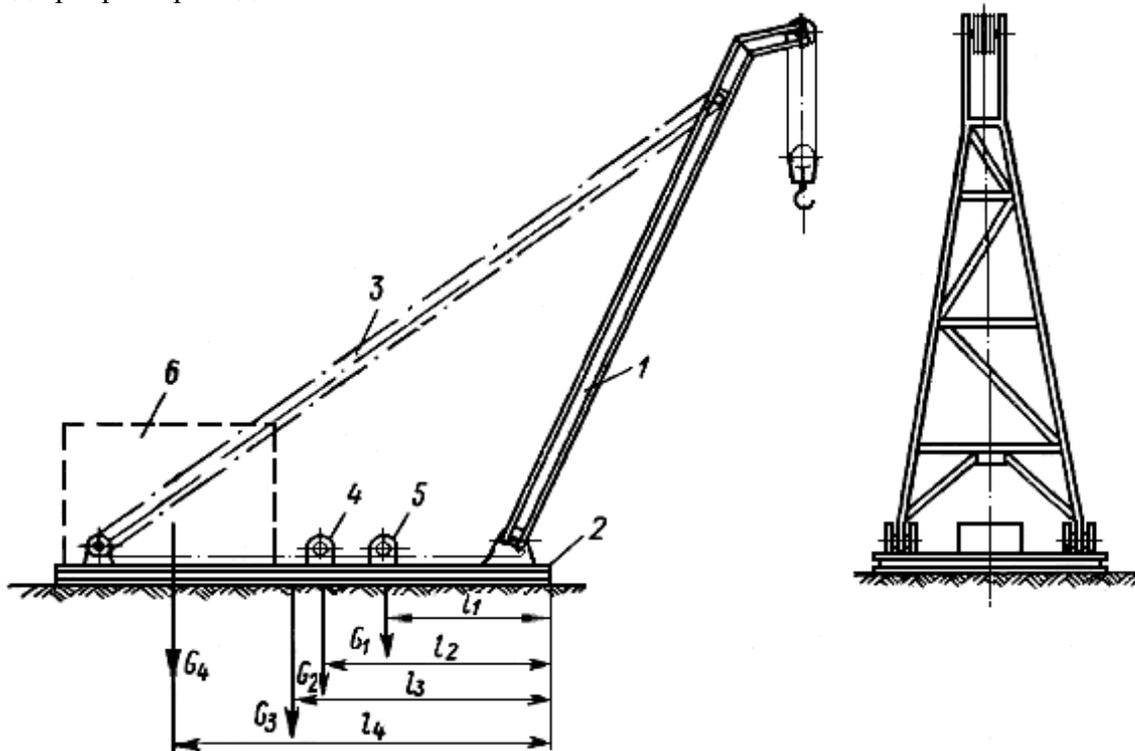


Рис. 4.63. Кран-шевр:

1 – А-образная рама; 2 – горизонтальная рама; 3 – полиспаст; 4 и 5 – лебедки; 6 – контргруз

Краны-шевры в основном применяются при монтаже других грузоподъемных средств, но иногда краны-шевры применяются непосредственно при монтаже элементов мостов. Например, плавучий кран-шевр конструкции ЦПКБ Мостотреста грузоподъемностью 100 т установлен на двух плашкоутах (рис. 4.64).

Этот кран установлен на двух плашкоутах. Передний плашкоут 7 состоит из 15 понтонов типа КС-3Л, задний 4 – из шести понтонов этого же типа. Плашкоуты соединены между собой горизонтальной рамой (фермой) 2. Наклонная рама (стрела) 1 шевра шарнирно закреплена на передней части горизонтальной рамы. Боковые растяжки 6 стрелы закреплены на переднем плашкоуте, а главные оттяжки 3 – на заднем. Кран снабжен двумя крюковыми подвесками: основной и вспомогательной (грузоподъемностью, соответственно, – 100 и 35 т). Вылет стрелы крана 17,5 м. Механизм подъема состоит из грузовых

полиспастов и лебедки 5. Лебедки 7 с тяговым усилием 5 тс служат для маневрирования крана.

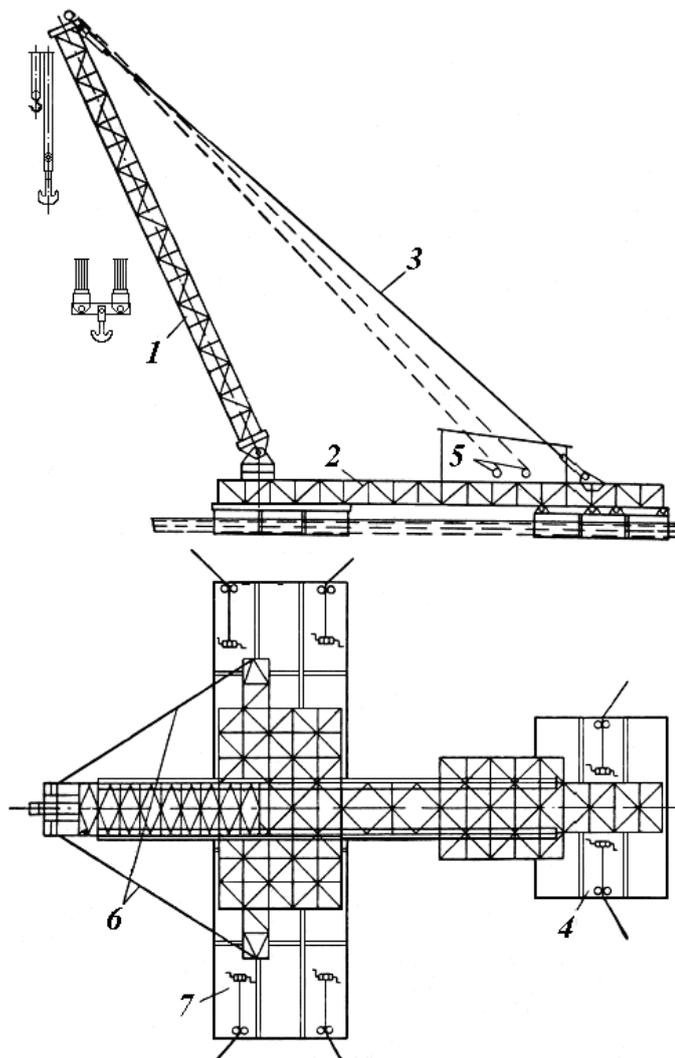


Рис. 4.64. Плавающий кран-шевр

Шлюзовые краны применяются при монтаже пролетных строений сборных железобетонных автодорожных мостов в том случае, когда невозможно применение самоходных стреловых кранов (т.е. когда по условиям местности необходимо вести монтаж сверху, устанавливая кран на уже собранных конструкциях). В этом случае применяют шлюзовые краны, обеспечивающие монтаж балок длиной до 40 м и массой до 100 т.

Серийно изготавливается несколько типов шлюзовых кранов. Наибольшее распространение из них получили монтажные агрегаты АМК-20-Г7, АМК-50 и шлюзовой кран грузоподъемностью 2×30 т.

Монтажные агрегаты АМК-20 и АМК-50 грузоподъемностью 20 и 50 т включают два козловых крана. В АМК-50 краны перемещаются по специальному монтажному мосту и осуществляют продольное и поперечное передвижение монтируемых балок. Монтажный мост передвигается с помощью лебедок. С одного края монтажный мост опирается ходовыми колесами на уже уложенные пролетные строения, а с другого с помощью выдвижных винтовых ног на опоры моста.

В монтажном агрегате АМК-50 козловые краны используются только для продольного перемещения балок. В поперечном направлении балки устанавливаются путем поперечного перемещения всего агрегата с помощью двух двухколесных тележек. Тележки к монтажному мосту крепятся шарнирно, что дает возможность их поворота в плане относительно оси монтажного моста в соответствии с углом косины строящегося моста. Каждая тележка оснащена двумя винтовыми домкратами, служащими для установки крана на пути поперечного перемещения. В поперечном направлении агрегат перемещается двумя ручными лебедками. Козловые краны агрегата оборудованы двумя верхними и двумя нижними ходовыми тележками. Верхние тележки предназначены для перемещения крана по монтажному мосту, а нижние для подхода к мосту.

Шлюзовой кран грузоподъемностью 2×30 т (рис. 4.65) предназначен для монтажа пролетных строений длиной до 30 м и массой до 60 т. Он состоит из продольной фермы и трех опор. Средняя и задняя опоры имеют колесные тележки, благодаря которым кран перемещается в продольном направлении по уже уложенным пролетным строениям. Тележки средней опоры являются самоходными с приводом от электродвигателя. Передняя винтовая опора крана предназначена для установки фермы крана на опоре моста. Для продольного перемещения балок в пределах монтируемого пролета кран оснащен двумя тележками, перемещающимися по рельсам, уложенным на нижних поясах фермы. Тележки имеют канатный привод от стационарно установленных лебедок. На тележках размещены грузовые лебедки. Поперечное перемещение балок выполняется вспомогательными грузовыми полиспастами после перестроповки балок. В комплект крана входят две транспортные вагонетки для подачи монтируемых балок под кран по рельсовому пути, подъемник для монтажа крана и захватные приспособления для строповки балок. Для повышения продольной устойчивости в хвостовой части фермы крана размещен противовес.

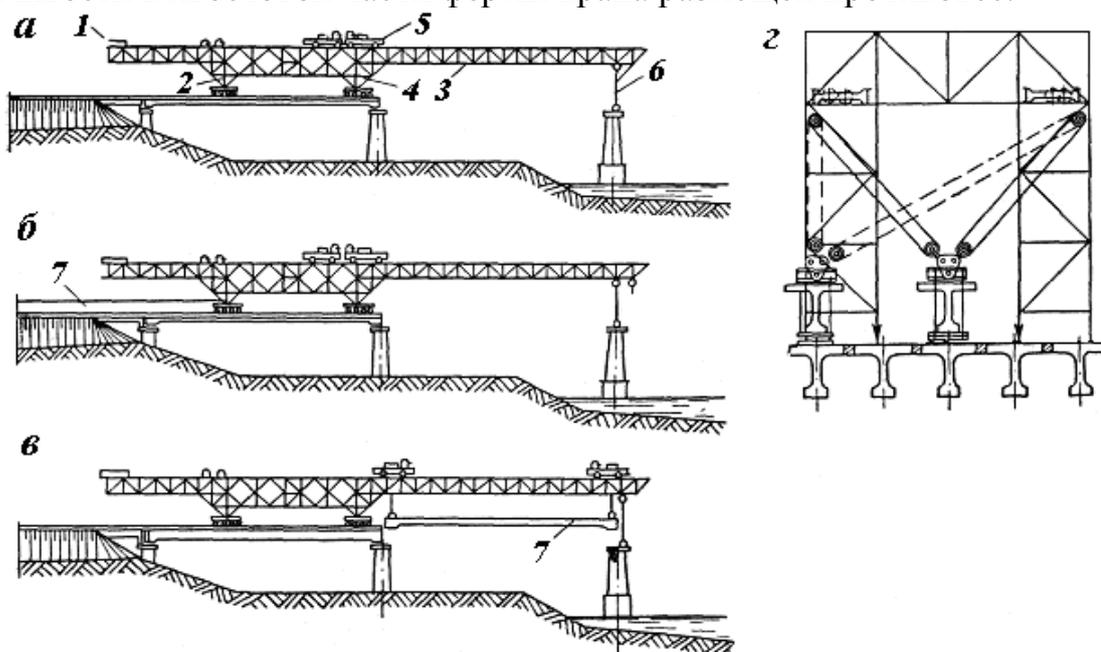


Рис. 4.65. Шлюзовой кран ГП2×30:

a...в – этапы установки пролетного строения; *z* – поперечный разрез крана; 1 – противовес; 2 – задняя опора; 3 – ферма крана; 4 – средняя опора; 5 – ходовая тележка; 6 – передняя опора; 7 – пролетное строение

Порядок работы шлюзового крана следующий. Кран надвигается в пролет, перемещаясь по тележкам (грузовые тележки находятся в крайнем левом положении) до тех пор, пока передняя шарнирная опора не установится над опорой моста, затем шарнирную опору крана закрепляют на опоре моста и блоки пролетных строений подаются под базу шлюзового крана. После этого блок пролетного строения устанавливается в пролет и затем после перестроповки к вспомогательным полиспадам перемещается в поперечном направлении до места установки. Кроме серийно выпускаемых кранов на строительстве мостов применяют шлюзовые краны индивидуального изготовления, которые имеют упрощенную конструкцию.

Краны для навесного монтажа мостов из сборных элементов имеют грузоподъемность 50...60 т при незначительном вылете – 3...6 м. Сборные элементы пролетных строений доставляются по воде или грунту. Монтируемые элементы устанавливаются под краном в проектное положение (в плане). Таким образом, после подъема элементов для их окончательной установки требуется лишь незначительное, преимущественно продольное перемещение. Продольное перемещение пролетного строения достигается передвижением самого крана или транспортной тележки. Перестановка монтируемого элемента в поперечном направлении крана осуществляется грузовой тележкой. Обычно краны для навесного монтажа проектируются применительно к определенным типам пролетных строений и не являются универсальными.

Исключением служит кран СПК-65 (грузоподъемность – 65 т) с поворотным устройством, который можно считать универсальным. Горизонтальная стрела устанавливается на поворотной части или непосредственно на ходовой части.

При навесном методе монтажа мостов применяются также неповоротные одноконсольные и двухконсольные краны. При уравновешенной сборке моста применяют два одноконсольных крана, которые в начальный момент сборки соединяют между собой, увеличивая их устойчивость. Конструктивно кран состоит из двух консолей, изготовленных из двутавров; траверсы с полиспадами; опоры, установленной на салазках, и подвесных подмостей. После установки блоков пролетного строения, примыкающих к опоре моста, под консоли кранов подводятся передние опоры и краны разъединяют. В дальнейшем краны перемещаются в разные стороны, и каждый собирает свою консоль пролетного строения моста. Устойчивость кранов при передвижке обеспечивается применением противовесов, а при подъеме блока – заанкериванием хвостовой части крана за уже собранное пролетное строение.

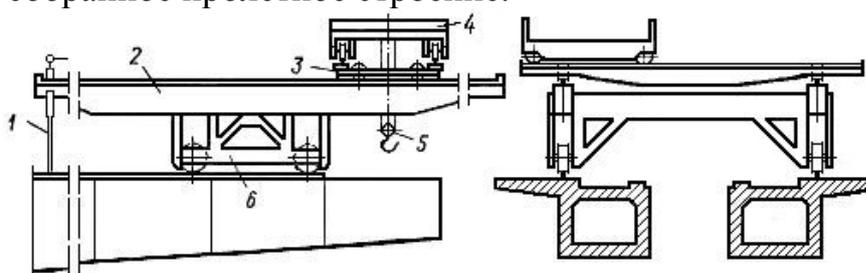


Рис. 4.66. Двухконсольный кран: 1 – анкер; 2 – двухконсольная балка; 3 – транспортная тележка; 4 – грузовая тележка; 5 – грузовой полиспаст; 6 – ходовая тележка

При применении двухконсольных кранов (рис. 4.66) монтаж каждого элемента ведут поочередно одной или другой консолью крана, совершающего челночные движения. Кран устанавливается на путях, уложенных на пролетном строении моста. Особенностью крана является наличие грузовой тележки, обеспечивающей перемещение сборных элементов в поперечном направлении.

Плавучие краны широко применяются в гидротехническом строительстве и используются при сооружении мостов через реки и другие водные преграды. Плавучие краны делятся на речные и мореходные. Плавучие краны состоят из судовой и крановой части. Судовой частью являются понтоны, которые могут быть однокорпусными или – двухкорпусными (катамараны). По способу передвижения плавучие краны можно подразделять на самоходные и несамоходные. По конструкции они делятся на поворотные и неповоротные. Конструкции плавучих кранов весьма разнообразны. Грузоподъемность плавучих кранов колеблется в больших пределах, а у кранов, применяемых в мостостроении, от 10 до 60 т (рис. 4.67). В отдельных случаях их грузоподъемность может достигать до 100 т. Краны большой грузоподъемности изготавливаются по специальным проектам (рис. 4.68).

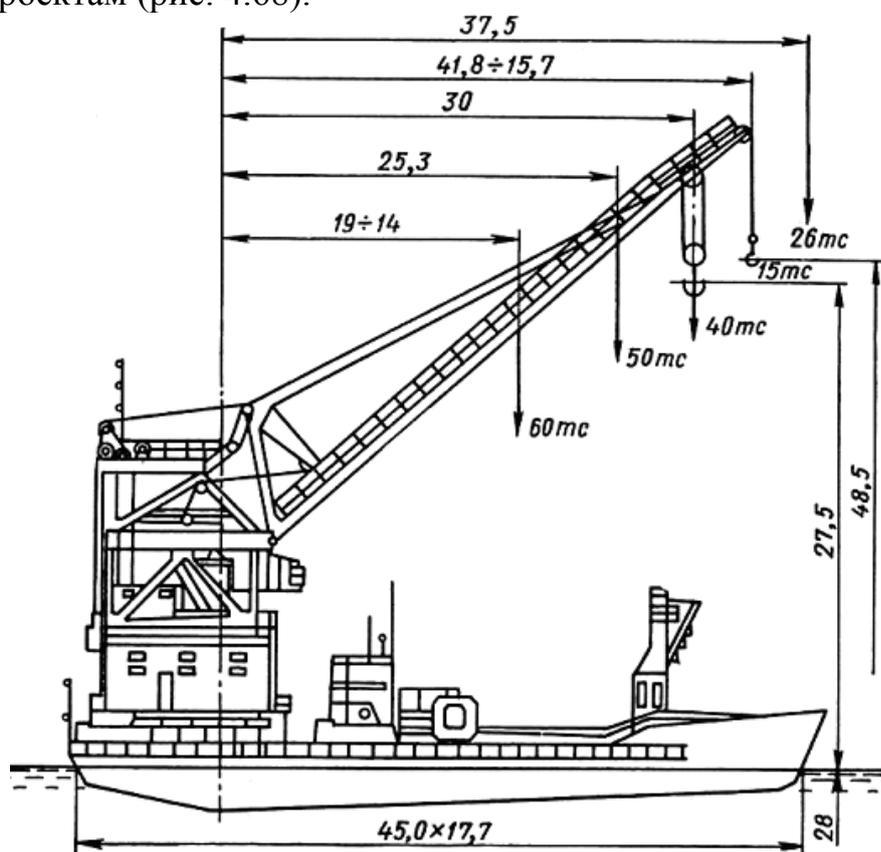


Рис. 4.67. Поворотный самоходный кран 60 т (з-д ПТО им. Кирова, Ленинград) на катковой поворотной платформе

Наряду со специально сконструированными это могут быть обычные железнодорожные, гусеничные или порталные краны, установленные на плавучие средства. В мостостроении иногда применяются плавучие краны-шевы непосредственно при монтаже элементов мостов. Примером может служить плавучий кран-шевр конструкции ЦПКБ Мостотреста грузоподъемностью 100 т (рис. 4.64).

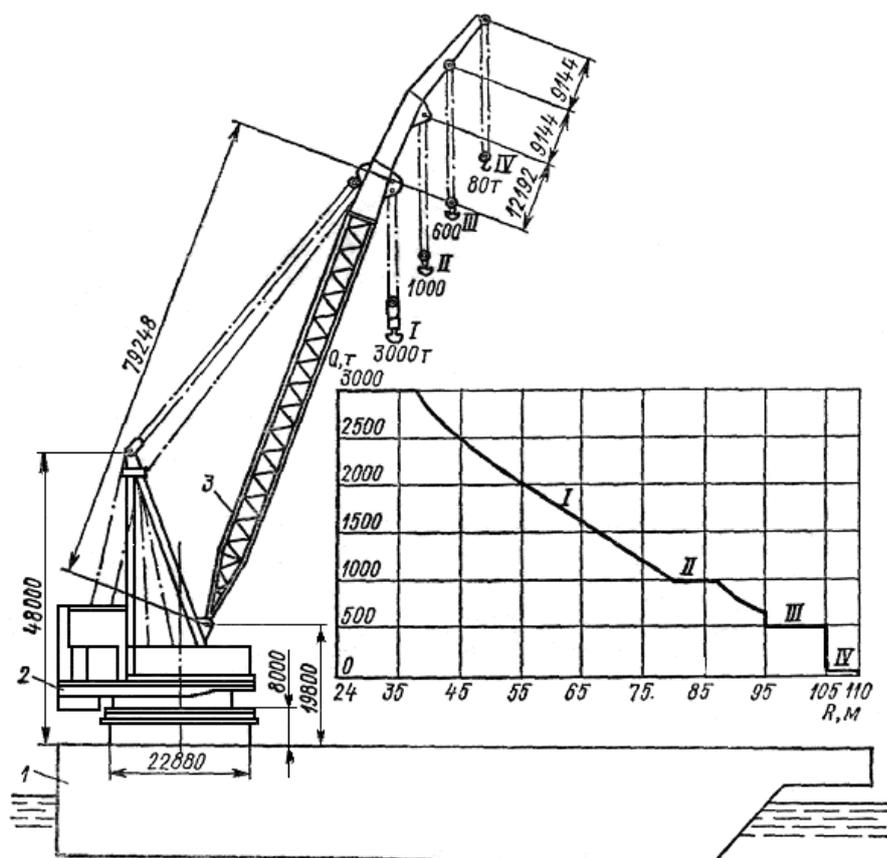


Рис. 4.68. Плавающий кран грузоподъемностью 3000 т и график изменения допустимой грузоподъемности Q в зависимости от вылета R :

1 – понтон; 2 – поворотная платформа; 3 – стрела; I...IV – крюковые подвески

4.7. Устойчивость и остойчивость кранов, их безопасная эксплуатация

Грузоподъемные машины относятся к категории машин, которые при нарушении правил их эксплуатации могут представлять опасность для людей. Поэтому изготовление и эксплуатация грузоподъемных машин регламентируются «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», а контроль выполнения этих Правил возлагается на органы Госгортехнадзора. По правилам Госгортехнадзора все *передвижные стреловые краны* (башенные, гусеничные, автомобильные и пр.) должны быть построены с *устойчивостью*, гарантирующей их от опрокидывания как во время работы, так и в нерабочем состоянии. Различают два вида устойчивости кранов: грузовую – от действия полезных нагрузок (груза) при возможном опрокидывании вперед, в сторону стрелы и груза; собственную – при отсутствии полезных нагрузок и при возможном опрокидывании назад, в сторону, противоположную стреле.

Грузовую устойчивость крана (рис. 4.69, а) определяют исходя из сочетания следующих нагрузок: Q^P – расчетный вес поднимаемого груза; $P_{и}$ – сила инерции массы груза, возникающая в периоды пуска и торможения механизма подъема; $P_{ц}$ – центробежные силы груза, возникающие при вращении крана; $P_{и.к}$ – сила инерции массы крана, возникающая в период пуска или торможения механизма передвижения крана; $P_{и.с}$ – сила инерции массы стрелы, возникающая в период пуска или торможения механизма изменения вылета стрелы; $P_{и.г}$ – сила инерции массы груза, возникающая в период пуска или торможения меха-

низма передвижения крана; $P_{в.г}$ – давление ветра на подветренную площадь груза; $P_{в}$ – давление ветра на подветренную площадь крана; Q_G – полный собственный вес крана (металлоконструкция, балласт, противовес, механизмы), приложенный в центре тяжести всей системы.

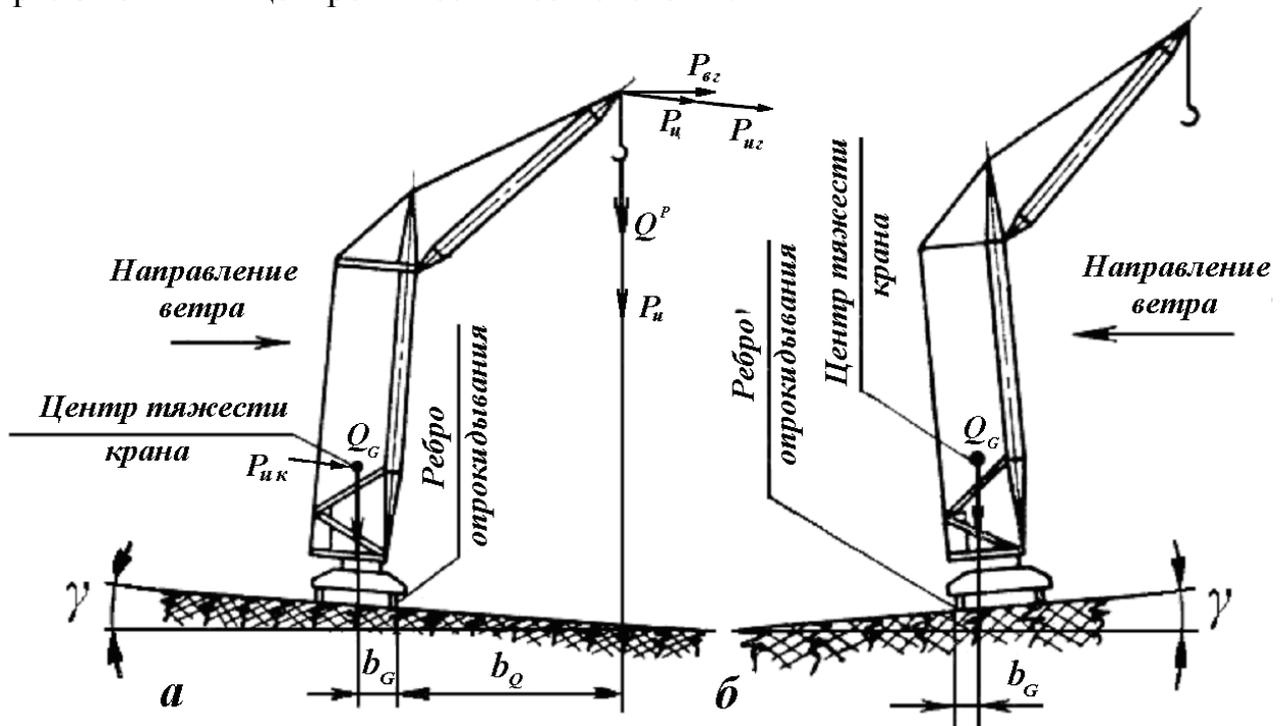


Рис. 4.69. Схемы действующих нагрузок для расчета устойчивости кранов:

а – грузовой; б – собственной

Помимо неблагоприятного совпадения действующих на кран нагрузок (совмещать можно только два движения крана, например, поворот и перемещение) принимается, что кран установлен на участке с углом наклона γ в сторону опрокидывания. Все нагрузки, действующие на кран (за исключением собственного веса), приложены за пределами его опорного контура и создают относительно ребра опрокидывания опрокидывающий момент. Центр тяжести находится внутри опорного контура крана. Устойчивость крана обеспечивается только его собственным весом, создающим восстанавливающий момент. Соотношение между восстанавливающим и опрокидывающим моментами определяет коэффициент грузовой устойчивости, который по Правилам Госгортехнадзора должен быть не менее 1,15, т.е., если к крюку прикрепить груз на 15% больше расчетного, то кран может опрокинуться:

$$K_{\Gamma} = \frac{M_G - M_{P_{и}} - M_{P_{ц}} - M_{P_{и.к}} - M_{P_{и.с}} - M_{P_{и.г}} - M_{P_{в.г}} - M_{P_{в}}}{M_Q} \geq 1,15,$$

где M_G , $M_{P_{и}}$, $M_{P_{ц}}$ и т.д. – моменты, создаваемые силами G , $P_{и}$, $P_{ц}$ и т.д. относительно ребра опрокидывания.

Коэффициент грузовой устойчивости при действии лишь одной предельной рабочей нагрузки на горизонтальном пути (без учета всех дополнительных нагрузок) должен быть не менее 1,4, т.е.

$$K'_{\Gamma} = \frac{M'_G}{M_Q} \geq 1,4.$$

Устойчивость крана в нерабочем состоянии (рис. 4.69, б), т.е. собственная устойчивость, определяется исходя из того, что кран имеет уклон в сторону возможного опрокидывания; стрела крана поднята, и на него действует давление ураганного ветра $70 \dots 100 \text{ кГ/м}^2$ ($\sim 700 \dots 1000 \text{ Н/м}^2$). По Правилам Госгортехнадзора коэффициент собственной устойчивости должен быть также не менее 1,15, т.е.

$$K_c = \frac{M_G''}{M_{P'_B}} \geq 1,15,$$

где M_G'' – момент, создаваемый весом G всех частей крана при максимально поднятой стреле; $M_{P'_B}$ – момент, создаваемый ураганым ветром.

Уклон пути или разница в уровне рельсов отрицательно влияет на устойчивость крана, так как при этом уменьшается восстанавливающий момент и увеличивается опрокидывающий момент. Поэтому при эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы стреловые передвижные краны не работали на поверхности, имеющей уклон больше предельного для данного крана. Для башенных строительных кранов угол наклона γ принимается $\sim 1,5^\circ$. Для пневмоколесных, гусеничных, автомобильных и других аналогичных кранов, работающих без выносных опор, $\sim 3^\circ$, а на выносных опорах $\sim 1,5^\circ$. Столь же отрицательно влияет на устойчивость крана и отсутствие должного количества балласта, загружаемого на кран, так как его восстанавливающий момент становится меньше расчетного.

Ветровые нагрузки могут быть значительными, в особенности для башенных кранов, имеющих большую подветренную площадь. Поэтому краны могут работать только при ветре, сила которого указывается в паспорте крана. При ветре, большем расчетного, работа крана должна быть прекращена и приняты дополнительные меры против его опрокидывания (опускание стрелы в горизонтальное положение, установка на захваты и т.п.).

Остойчивость плавучих кранов. Остойчивость – способность судна возвращаться в исходное положение по прекращении действия сил, вызвавших его наклон. Остойчивость кранов регламентируется государственными нормами, так называемыми правилами Регистра. Наклон крана вдоль продольной оси понтона называется дифферентом, а наклон вдоль поперечной оси – креном. Условие равновесия плавучего крана определяется из уравнения плавучести:

$$\sum P = P_v; \quad P_v = \gamma \cdot V$$

где $\sum P$ – вес крана (с понтоном); V – объем подводной части понтона (объем вытесненной воды); γ – удельный вес воды.

При подъеме краном груза (рис. 4.70) во время действия ветровой нагрузки кран наклонится на угол θ_c (Ψ_c), называемый статическим углом крена (дифферента). Эти углы определяются по формулам:

$$\sin \theta_c = M_k / (\sum P \cdot h_\theta), \quad \sin \psi_c = M_d / (\sum P \cdot h_\psi),$$

где M_k (M_d) – момент крена (дифферента), равный моменту восстановления; h_θ (h_ψ) – метацентрическая высота при крене (дифференте).

Метацентрическая высота может быть определена по формулам:

$$h_{\theta} = \frac{I_{\theta}}{V} - a; \quad h_{\psi} = \frac{I_{\psi}}{V} - a,$$

где I_{θ} (I_{ψ}) – момент инерции площади ватерлинии относительно поперечной (продольной) оси плашкоута в м^4 ; a – расстояние между центром тяжести крана и центром водоизмещения в м.

Для прямоугольного понтона длиной L , шириной B , имеющего осадку T (с грузом),

$$h_{\theta} = \frac{B^2}{12T} - a; \quad h_{\psi} = \frac{L^2}{12T} - a.$$

Величины $I_{\theta}/V = \rho$, $I_{\psi}/V = \rho$ называются метacentрическими радиусами. Условие остойчивости можно записать следующим образом:

$$\rho - a = h_{\theta} > 0 \text{ – кран остойчив;}$$

$$\rho - a = h_{\theta} < 0 \text{ – кран опрокидывается.}$$

Для увеличения остойчивости плавучих кранов они снабжены противовесом, установленным таким образом, чтобы без груза кран имел наклон в сторону противовеса. Благодаря этому при подъеме груза сначала происходит выравнивание крана, а затем уже наклон в сторону груза. Если углы крена незатянутого крана $\theta_{\text{пор}}$, а нагруженного $\theta_{\text{гр}}$, то при резком приложении внешних сил – обрыве груза, подъеме груза рывком (с подхватом), резком торможении, шквале возникают динамические углы крена и дифферента $\theta_{\text{д}}$, $\Psi_{\text{д}}$:

$$\theta_{\text{д}} = \theta_{\text{пор}} + \xi \Delta \theta, \quad \Psi_{\text{д}} = \Psi_{\text{пор}} + \xi \Delta \Psi,$$

где $\theta_{\text{пор}}$ и $\Psi_{\text{пор}}$ – статические углы начального крена и дифферента крана без груза; $\Delta \theta$ и $\Delta \Psi$ – амплитуды качания; $\xi = 0,6 \dots 0,7$ – коэффициент затухания.

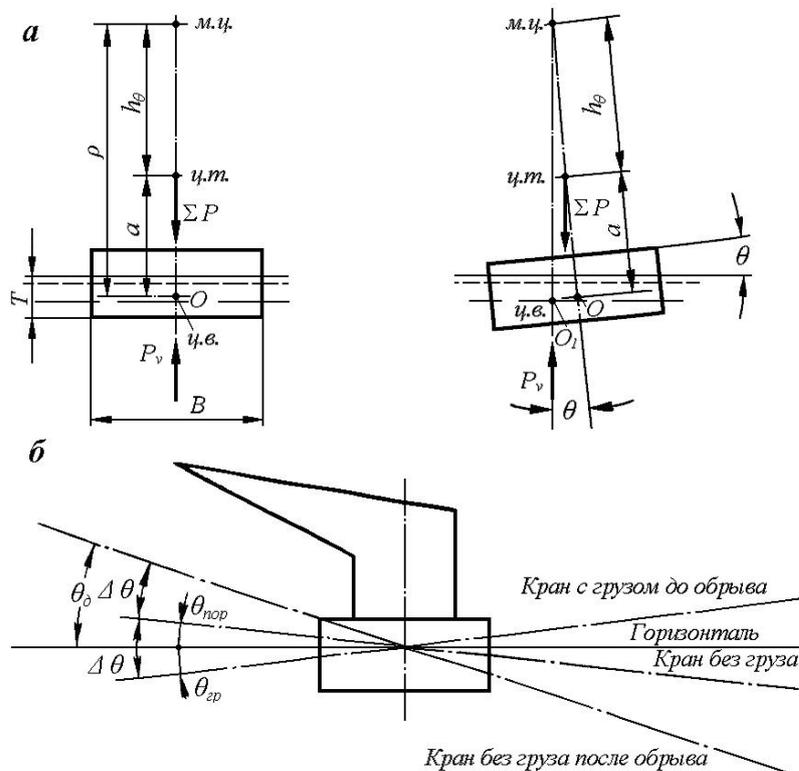


Рис. 4.70. Расчетные схемы статической (а) и динамической (б) устойчивости плавучего крана: *ц.т.* – центр тяжести крана с понтоном; *ц.в.* – центр водоизмещения (центр тяжести вытесненного объема воды, O – без крана, O_1 – при крене); *м.ц.* – метacentр

Остойчивость в рабочем состоянии по правилам Регистра РФ считается достаточной, если угол крена θ при поднятом грузе, и при динамическом действии ветра не превышает допускаемого значения $\theta_{\text{доп}}$, т.е. если $\theta \leq \theta_{\text{доп}}$. Угол крена θ определяется из выражения

$$\theta = \theta_c + 2\theta_v,$$

где θ_c – статический угол начального крена, вызванного кренящим моментом от веса груза и поворотной части при положении стрелы на борт; θ_v – статический угол крена, вызванного моментом $M_{\text{вп}}$ от ветра.

Кренящий момент от ветра рабочего состояния

$$M_{\text{вп}} = q_0 \sum c_i F_{\text{ни}} z_i,$$

где q_0 – скоростной напор ветра ($q_0 = 300 \text{ Н/м}^2$); c_i , $F_{\text{ни}}$, z_i – аэродинамический коэффициент, наветренная площадь и возвышение центра тяжести наветренной площади над ватерлинией для i -го элемента.

Допустимый угол крена $\theta_{\text{доп}}$ определяется из условия, чтобы надводный борт с учетом начального дифферента был равен 300 мм и чтобы середина скулы мидельшпангоута не выходила из воды. Допустимый угол не должен превышать 6° . Для кранов с фиксированным положением стрелы в продольной плоскости допустимый угол крена от динамического действия ветра равен 3° . Остойчивость кранов с поворотной стрелой проверяется при максимальном грузовом моменте и при положении стрелы с максимальным вылетом на борт, а также при самом высоком положении стрелы с грузом.

Общие положения безопасности эксплуатации кранов. Грузоподъемные машины могут изготавливаться только на предприятиях, имеющих на это разрешение соответствующего окружного отделения Госгортехнадзора РФ. Машины должны быть зарегистрированы в соответствующих органах Госгортехнадзора, и их эксплуатация должна вестись только с разрешения этих органов.

Для получения разрешения на эксплуатацию необходимо иметь соответствующую техническую документацию, персонал специальной квалификации и провести техническое освидетельствование и испытание машины. Техническая документация, состоящая из паспорта машины и инструкции по ее монтажу и эксплуатации, предоставляется заводом-изготовителем. Управление и обслуживание грузоподъемных машин разрешается лицам не моложе 18 лет, которые прошли медицинское освидетельствование и обучены по соответствующей программе. Аттестует этих лиц и допускает к работе на грузоподъемной машине специальная квалификационная комиссия, в которой участвует представитель органов Госгортехнадзора. Ответственность за исправное состояние и безопасную работу грузоподъемных машин возлагают специальным приказом на представителя технической администрации соответствующей квалификации.

Техническое освидетельствование и испытание грузоподъемных машин должны проводиться ежегодно с целью установления соответствия состояния машины правилам Госгортехнадзора. Оно заключается в наружном освидетельствовании всех ответственных деталей и узлов, статическом и динамическом испытании машины. При наружном осмотре проверяют состояние металлоконструкций и ее сварных соединений, а также лестниц, площадок и ограждений,

состояние крюка и деталей, его крепления в обойме, канатов, блоков, осей и деталей их крепления, состояние защитного заземления (в кранах с электрическим приводом), подкранового пути и т.п.

Статическое испытание машины имеет целью проверку ее прочности и грузовой устойчивости (для стреловых кранов). Это испытание при первичном техническом освидетельствовании, а также после монтажа, капитального ремонта или изменения конструкции проводится нагрузкой, на 25% превышающей грузоподъемность машины. При периодических технических освидетельствованиях в процессе работы машины статическое испытание проводится нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 10%. В стреловых кранах это испытание должно проводиться соответственно каждой грузовой характеристике при наибольшем и наименьшем вылетах стрелы.

Во время статического испытания контрольный груз поднимают на высоту 200...300 мм и выдерживают в таком положении в течение 10 мин. По истечении этого времени груз опускают и проверяют отсутствие остаточной деформации в металлоконструкциях крана.

Динамическое испытание грузоподъемной машины проводится с нагрузкой, соответствующей максимальной грузоподъемности или с грузом, на 10% превышающим грузоподъемность машины, и имеет целью проверку действия ее механизмов и их тормозов. При динамическом испытании все рабочие движения машины с грузом на крюке выполняются не менее двух раз.

Результаты технического освидетельствования и испытания записываются в паспорт грузоподъемной машины. При удовлетворительных результатах технического освидетельствования и испытания лицо, их производившее, записывает в паспорт разрешение на работу грузоподъемной машины и дату следующего освидетельствования. Внеочередные освидетельствования и испытания грузоподъемной машины проводят после каждого монтажа, капитального ремонта и модернизации, вызвавшей изменение основных параметров машины.

Безопасность работы грузоподъемных машин определяется соблюдением порядка ввода их в эксплуатацию, наблюдением за их техническим состоянием во время работы, способами производства работ, квалификацией специалистов, обслуживающих машину.

Общие правила безопасной эксплуатации грузоподъемных машин исключают подъем груза, превышающего грузоподъемность крана на данном вылете стрелы. Работа по перемещению грузов, требующих обвязки и зацепки, должна проводиться способами, разработанными техническими службами предприятия. Строповщики должны работать канатами, цепями и другими вспомогательными грузозахватными приспособлениями надлежащей грузоподъемности, аттестованными Госгортехнадзором и имеющими соответствующие клейма. Тара для мелких или насыпных грузов должна быть аттестована.

Звук сигнальных приборов, установленных на кране для обмена условными сигналами между строповщиком и машинистом, должен быть слышен во время работы.

Груз, близкий по весу к разрешенной грузоподъемности, при подъеме должен быть предварительно поднят на высоту не более 200...300 мм для про-

верки надежности действия тормоза. При горизонтальном перемещении поворотом стрелы груз должен быть поднят не менее чем на 0,5 м выше встречающихся предметов. Опускать груз разрешается лишь на предназначенное для этого место, где исключается возможность падения, опрокидывания или сползания устанавливаемого груза.

Начало подъема груза и его торможение должны быть плавными во избежание увеличения инерционных нагрузок на кран. По окончании или в перерывах работы груз не должен оставаться в подвешенном состоянии.

Воспрещается перемещать краном грузы над людьми, пребывание на кране, а также в зоне его действия людей, не имеющих отношения к работе крана, отрывать краном примерзшие или заваленные грузы, так как это может привести к перегрузке крана и потере им устойчивости.

Груз должен подниматься только при вертикальном положении крюка и грузового полиспаста. Воспрещается подтаскивать грузы по земле крюком крана при косом положении канатов, так как это увеличивает плечо действия опрокидывающего момента и может привести к потере устойчивости. Не допускается устанавливать краны на площадках с уклоном, превышающим указанный в паспорте.

Кроме общих правил безопасности, должны соблюдаться дополнительные правила, отвечающие специфическим особенностям эксплуатации некоторых грузоподъемных машин.

Ванты мачтово-стреловых и кабельных кранов должны всегда быть натянуты. До начала и во время работы должно систематически контролироваться и регулироваться натяжение вант, а также контролироваться крепление концов вант к якорям и состояние самих якорей. Работа кранов допускается при ветре не более пяти баллов. Совмещение рабочих движений в процессе работы крана не разрешается. Подъем груза разрешается только основной или вспомогательной стрелой или гуськом.

Стреловые краны на пневмоколесном ходу не разрешается устанавливать на свеженасыпном неутрамбованном грунте, а также на краю откоса или канавы. Под выносные опоры должны быть подложены прочные и устойчивые подкладки или выложены шпальные, брусчатые или дощатые клетки; краны должны быть установлены на все опоры.

При работе поворотных кранов нельзя допускать пребывания людей рядом с платформой крана, а также их выход на неповоротную его часть. Перед перемещением кранов стрела должна быть установлена вдоль пути; одновременное перемещение крана и поворот стрелы не разрешаются.

Для башенных кранов рельсовые пути должны быть уложены по проекту. На время больших перерывов в работе кран переводят на специальный участок рельсового пути, уложенный строго горизонтально; захваты ходовой части крана должны быть закреплены за рельсы.

Производительность кранов, может повышаться за счет увеличения количества груза, поднимаемого за один раз, или за счет уменьшения времени цикла. Количество груза, поднимаемого за один раз, ограничивается грузоподъемностью крана на данном вылете стрелы. Однако при эксплуатации кранов сле-

дует стремиться использовать эту грузоподъемность, максимально подбирая соответствующую тару для сыпучих и вязущих материалов и создавая специальные стропы, позволяющие поднимать одновременно несколько штучных грузов. Наиболее целесообразными следует считать те конструкции кранов, которые при том же собственном весе обладают большей грузоподъемностью. Время цикла может уменьшаться за счет уменьшения машинного и ручного времени. Величина машинного времени цикла зависит от конструкции машины, степени мастерства рабочих, управляющих машиной, и производственных условий, в которых машина работает.

Конструктивные свойства машины, влияющие на время ее цикла, определяются величиной скоростей выполнения рабочих операций, системой управления и кинематической схемой машины, возможностью совмещения отдельных операций. Регулирование скорости опускания и подъема крюка позволяет в два-три раза увеличивать скорость подъема и опускания порожнего крюка и скорость при подъеме небольших грузов.

Система управления не должна вызывать утомления машиниста. При рычажной системе управления утомление машиниста к концу смены увеличивает продолжительность цикла на 25...30%. На грузоподъемных машинах с двигателями внутреннего сгорания наименьшая продолжительность машинного времени цикла достигается при гидравлической системе управления. Наиболее целесообразным следует считать многодвигательный привод с электрической системой управления, который обеспечивает возможность совмещения и независимого управления всеми движениями крана. Уменьшения машинного времени цикла можно достигнуть автоматизацией управления кранами, автоматическим регулированием скорости подъема и опускания груза в зависимости от его веса, автоматическим контролем выполненной работы и т.п.

Степень мастерства рабочего, управляющего машиной, определяется его умением полностью использовать ее конструктивные свойства и добиться (в пределах, допускаемых кинематической схемой машины и производственными условиями) максимального совмещения рабочих операций. В результате совмещения операций, т.е. одновременного выполнения движений подъема и поворота, поворота и передвижения и т.д., сокращается машинное время цикла. Это сокращение для башенных кранов составляет от 20 до 40%.

Большое влияние на продолжительность машинного времени цикла оказывают производственные условия, в которых работает кран, т.е. организация его рабочей зоны. Для уменьшения машинного времени цикла материалы и детали, подлежащие подъему, должны быть расположены так, чтобы средний угол поворота крана и средний путь его перемещения были наименьшими. Время ручных операций в основном зависит от двух факторов – конструктивных возможностей крана и конструкции захватных приспособлений. Конструкция крана должна предусматривать наилучшую видимость машинистом места установки груза, так как в этом случае достигается лучшая согласованность действий такелажников или монтажников и машиниста. Наиболее целесообразно применять комбинированное управление из кабины и через переносный пульт управления (дистанционно). Конструкция кранов должна также преду-

смагивать малые посадочные скорости и плавность торможения, устраняющие излишние раскачивания груза при его посадке. Краны, обладающие малыми посадочными скоростями, сокращают время ручных операций цикла.

Для уменьшения времени ручных операций цикла следует применять рациональные конструкции хватных приспособлений, которые отличаются простотой устройства, имеют небольшой вес, обеспечивают надежность захвата, быстроту строповки и расстроповки и дают возможность поднимать всевозможные грузы. Большое значение для повышения производительности и безопасности работы грузоподъемных машин имеет автоматизация ряда операций: пуска и остановки электродвигателей, регулирования скорости в зависимости от веса поднимаемого груза, защиты механизмов от аварий, перегрузок и т.п.