

4. Строповочные устройства

4.1. Канаты

При подъеме груза пользуются пеньковыми и стальными канатами и различными механизмами. Канаты связывают друг с другом определенными узлами. Вязка узлов стальных и пеньковых канатов имеет несколько способов (рис.4.1).

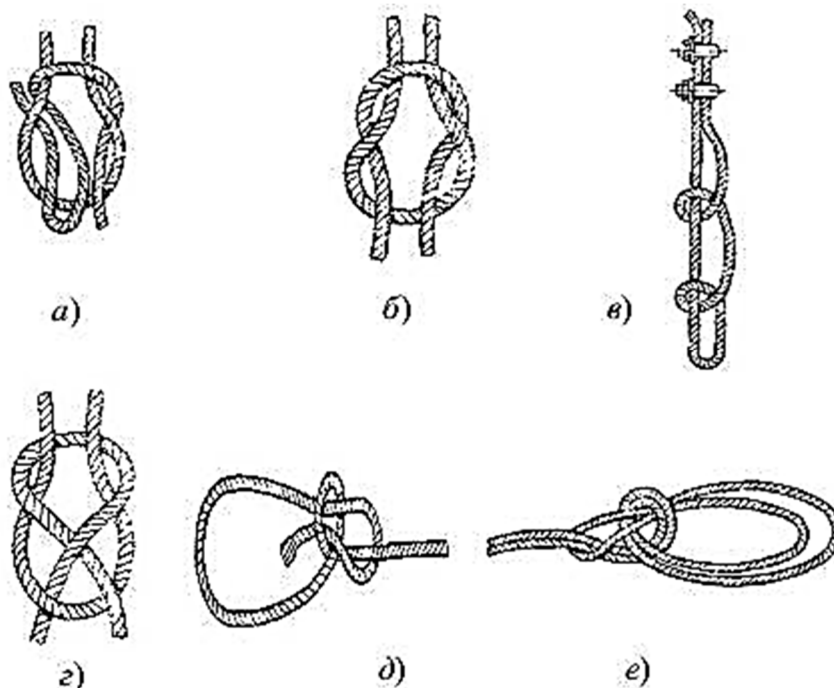


Рис.4.1. Способы вязки узлов:

а – прямой; б – рифовый; в – штыковой для толстых пеньковых канатов;
г – вязка в коуш или петлю; д – беседочный(морская петля); е – двойной беседочный

Во избежание развязывания узлов под тяжестью поднимаемого груза, при затяжке узла оставляют свободный конец каната, длиной не менее 20 диаметров каната. Пеньковые канаты применяют при подъеме грузов небольшой массы вручную через блоки, а также для оттяжек и расчалок.

На монтажно-такелажных работах пользуются смоляными канатами, обработанными горячей смолой. Пеньковые канаты смазывают мазью следующего состава, %: технического вазелина – 83; канифоли – 10; озокерита – 4; графита – 3.

Стальные канаты изготавливают из светлой или оцинкованной проволоки. Их свивают из шести круглых прядей, расположенных вокруг органического(пенькового, джутового) сердечника, который пропитан смазкой, предохраняющей канат от коррозии. Стальные канаты используют в полиспадах, стропах, расчалках, тягах и других приспособлениях.

Для предотвращения коррозии канаты необходимо тщательно очищать от грязи и регулярно смазывать (не реже 1 раза в 1,5 месяца при работе и не реже 1 раза в 6 месяцев при хранении на складе) специальной канатной мазью. При износе или коррозии, достигших 40 % и более от первоначального диаметра проволок, канат должен быть выбракован.

4.2 Стропы

Стропами (в буквальном переводе «петля») называют грузоподъемное устройство для подвешивания грузов к крюкам грузоподъемных машин и механизмов или к траверсам. Стропы представляют собой отрезок стального каната (троса) или цепи, замкнутый в кольцо или образующий петлю. Стропы грузовые канатные выпускают нескольких типов. Стропы должны легко надеваться на крюк, сниматься с него и свободно освобождаться от груза (рис.4.2).

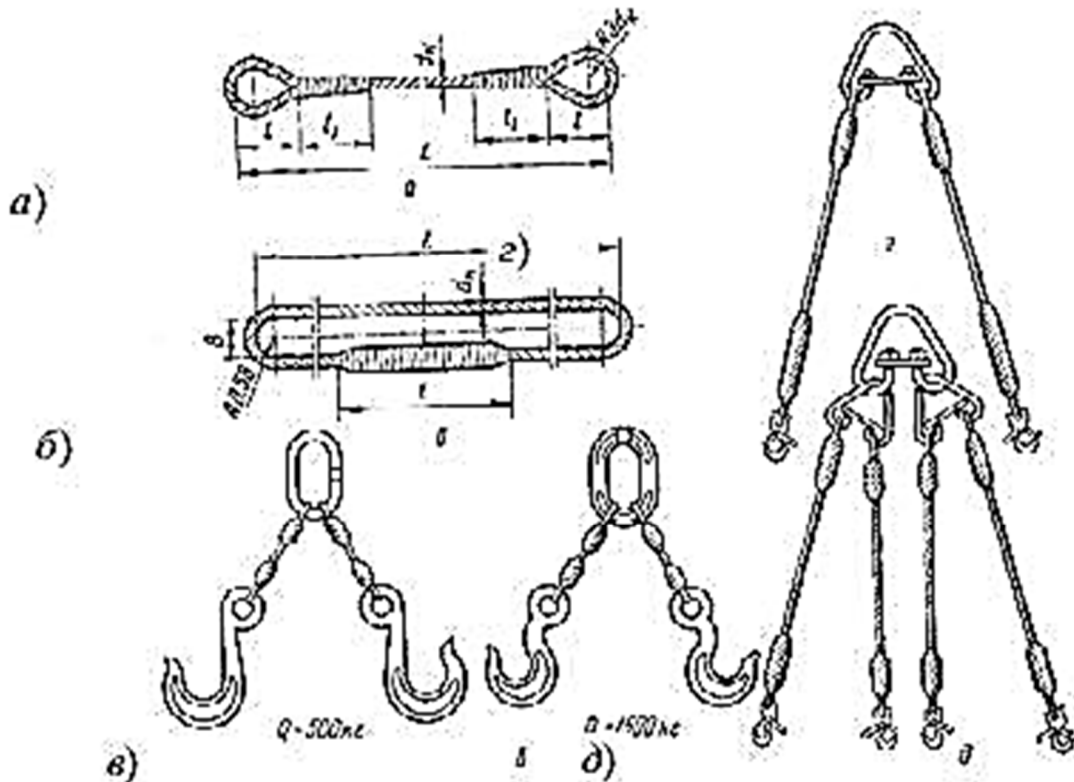


Рис.4.2. Схемы строп: а – универсальные исполнения 1; б – то же исполнения 2; в – двухветвевые с коренным кольцом; г – то же, с подъемной скобой; д – четырехветвевой с подъемной скобой

4.3 Приспособления для захвата оборудования

Захваты значительно сокращают время строповки и расстроповки грузов. К ним относятся: автоматические строповые замки, полуавтоматические строповые замки, универсальные и самозапирающиеся захваты.

Автоматический строповый замок служит для подъема технологического оборудования массой до 3 т разной конфигурации с несимметричным расположением центра тяжести. Полуавтоматические строповые замки изготавливают грузоподъемностью от 1 до 20 т (рис.4.3).

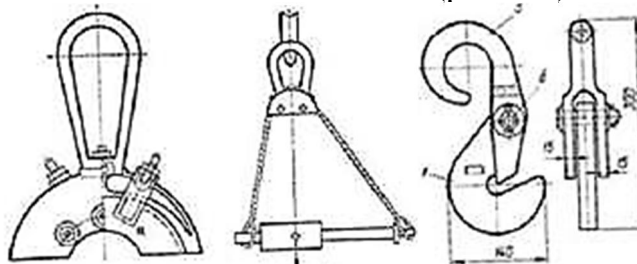


Рис.4.3. Схемы автоматического и полуавтоматического захвата груза

4.4 Сжимы

В тех случаях, когда требуется выполнить легко разъемное соединение тросов, их концы закрепляют стальными сжимами различных конструкций. Число сжимов и расстояние между ними определяют по специальным таблицам в зависимости от диаметра троса. Болты сжима затягивают равномерно до такой степени, чтобы поперечный размер сжатого троса составлял 0,6 его первоначального диаметра.

Сжимы располагают так, чтобы их гайки оказались со стороны рабочей ветви каната. Надежность закрепления проверяют с помощью сигнальной петли, которая при работе троса должна оставаться неизменной по длине и форме. Соединять концы тросов сжимами на прямых участках не рекомендуется (рис.4.4).

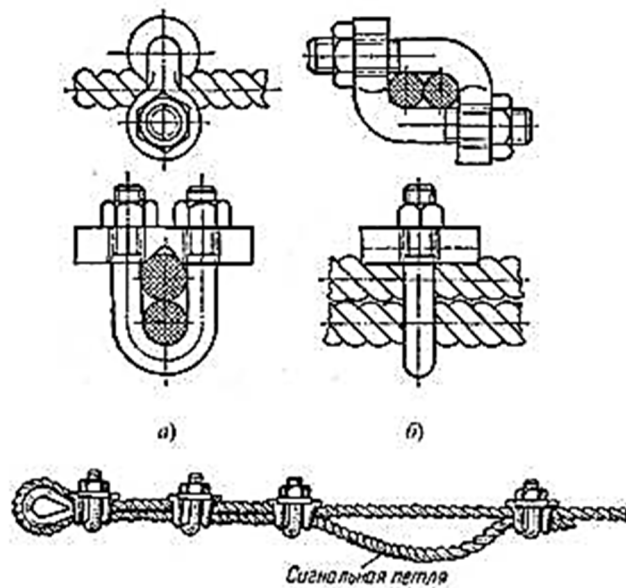


Рис.4.4. Схема сжимов:

а – скобы из одинаковых элементов; б – из скобы и планки;

в – устройство сигнальной петли

4.5 Коуши

Коуши устанавливают в петлю стропов с целью предохранить канаты от крутых перегибов и увеличить срок пользования ими. Обычно коуши огибают стальным канатом так, чтобы длина свободного конца последнего была достаточной для установки необходимого числа сжимов. Материал коушей – Ст3. Размеры коушей зависят от диаметра канатов, т.е. от 10,2 до 49,5 мм. Размеры коушей D от 40 до 130 мм, а длина L от 65 до 217 мм (рис.4.5).

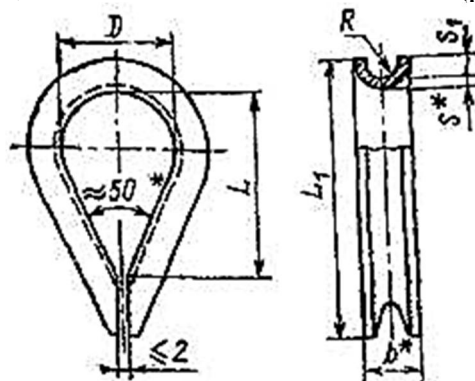


Рис.4.5. Коуш сердцевидный

4.6 Рым-болты

Рым-болты устанавливаются на оборудовании, на узлах оборудования для крепления за них стропов. Грузоподъемность рым-болтов должна соответствовать табличным данным. При подъеме груза направление стропы под углом от вертикальной оси рым-болта свыше 45° не допускается. Грузоподъемность рым-болта может быть при М8 – 45 кг; при М100×6 – 20 000 кг (рис.4.6).

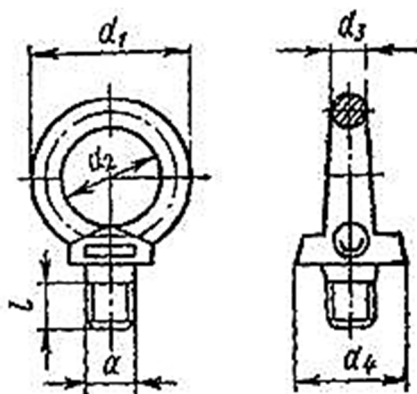


Рис.4.6. Схема рым-болта

4.7. Стрелы

Стрелы устанавливаются на строительных конструкциях здания и применяются в качестве основного грузоподъемного механизма для монтажа оборудования при отсутствии грузоподъемных кранов. Вертикальные и горизонтальные нагрузки от стрел передаются на основные узлы здания. Стрелы изготавливаются из бесшовных труб.

Стрелы находят широкое применение при небольших объемах работ, связанных с реконструкцией, техническим перевооружением и капитальным ремонтом оборудования, на монтажных предприятиях для подъема оборудования и конструкций используют переносные монтажные стрелы. Стрелу можно поворачивать вручную в горизонтальной плоскости на угол до 180° , в вертикальной плоскости – в пределах угла наклона стрелы к горизонту $30 - 80^\circ$.

Методика расчета стрелы (рис.4.7).

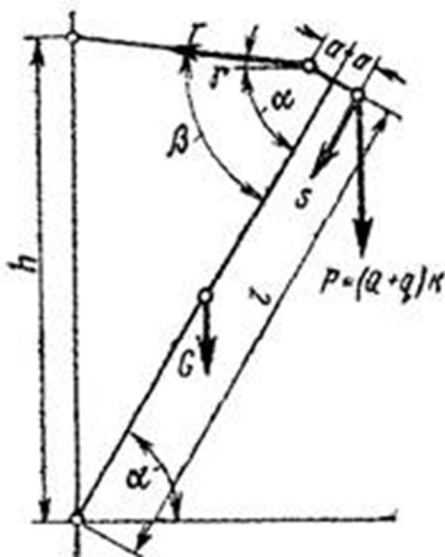


Рис.4.7. Схема расчета стрелы

Усилие на завязку верхнего блока грузового полиспаста без учета натяжения сбегающего каната, кгс

$$P = (Q + q)k, \quad (4.1)$$

где Q – масса поднимаемого груза; q – масса оснастки; k – коэффициент динамичности, равный 1,1.

Усилие на полиспаст наклона стрелы, кгс

$$T = \frac{G \frac{1}{2} \cos \alpha + P \left(l \cos \alpha + a \sin \alpha + \frac{a}{n\eta} \right)}{l \sin \beta + a \cos \beta}, \quad (4.2)$$

где G – масса стрелы, кг; l – длина стрелы, м; α – угол наклона стрелы к горизонту; a – плечо от точки крепления полиспаста до оси стрелы, м; n – число ниток грузового полиспаста; η – КПД грузового полиспаста, определяется по табличным данным (от 0,96 до 0,87);

$$\beta = \alpha + \gamma,$$

угол γ определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h - l \sin \alpha - a \cos \alpha}{l \cos \alpha - a \sin \alpha}. \quad (4.3)$$

Полное усилие вдоль оси стрелы, Н

$$S = P \sin \alpha + T \cos \beta + \frac{P}{m\eta}. \quad (4.4)$$

Изгибающий момент, действующий на среднее сечение стрелы, кгс·см

$$M = \frac{P}{n\eta} a + G \cos \alpha \frac{1}{8} + P \cos \alpha \frac{1}{2} + P \sin \alpha \cdot a - T \cos \beta \cdot a - T \sin \beta \frac{1}{2}. \quad (4.5)$$

Суммарное напряжение в среднем сечении стрелы

$$\sigma = \frac{S}{F\varphi} + \frac{G \sin \alpha}{F\varphi} + \frac{M}{w} \leq 1600 \text{ МПа}, \quad (4.6)$$

где F – площадь поперечного сечения трубы, см²; w – момент сопротивления трубы, см³; φ – коэффициент уменьшения допускаемого напряжения, определяемый по табличным данным.

Наибольшая допустимая гибкость $\lambda = 180$.

Проверка напряжения в стреле должна производиться для обоих крайних ее положений, т.е. при $\alpha = 30^\circ$ и $\alpha = 80^\circ$. При промежуточных положениях напряжения в стреле имеют меньшую величину.

4.8 Полиспасты

Полиспаст представляет собой пару многороликовых блоков, соединенных канатом. Канат последовательно огибает ролики обоих блоков. Один конец каната прикрепляется к одному из блоков полиспаста, а другой крепится на тяговом устройстве (лебедка, трактор). Неподвижный блок полиспаста укрепляется на какой-либо опоре (якоре, оголовке мачты или кране). К подвижному блоку крепится перемещаемый или поднимаемый груз. Один конец каната, называемый глухим, крепится к проушине верхнего или нижнего блока, а

другой конец, называемый сбегающим, крепится к барабану лебедки. Ветви каната, соединяющие блоки, называются рабочими нитками (ветвями) полиспаста. Полиспасты используются для получения выигрыша в усилии подъема за счет уменьшения скорости подъема (рис.4.8).

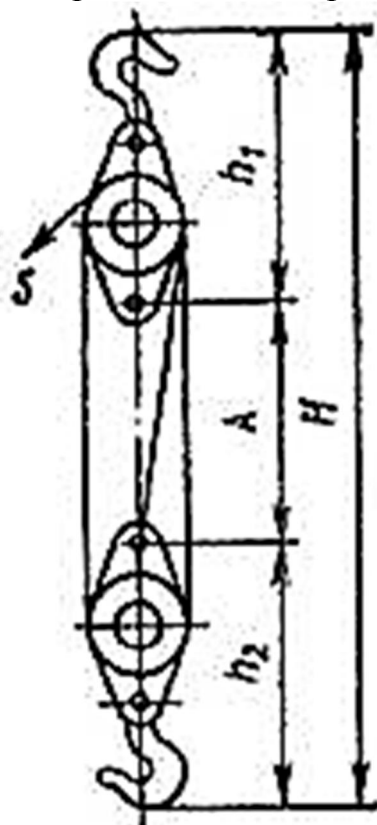


Рис.4.8. Схема полиспаста

Длина полиспаста в стянутом состоянии H определяется по формуле

$$H = h_1 + h_2 + A, \quad (4.7)$$

где h_1 – строительная высота верхнего блока, м; h_2 – строительная высота нижнего блока, м; A – минимальное расстояние между верхним и нижним блоками, принимаемое для полиспастов грузоподъемностью до 3 т – 0,5 м; 10 т – 0,7 м; 25 т – 0,8 м; 50 т – 1 м.

Усилие, действующее на канат, S , кгс от 1000 до 5000, а угол α между канатами от 0 до 90°.

Длину каната L , для оснастки полиспаста можно определить по формуле

$$L = n(h + 3d) + l + 20, \quad (4.8)$$

где n – число ниток полиспаста; h – максимальная высота груза, м; d – диаметр ролика блока, м; l – расстояние от точки подвешивания неподвижного блока до лебедки (при наличии отводных блоков по ломаной линии), м; 20 – запас длины каната, м.

Высота подвески верхнего блока полиспаста над землей от 5 до 35 м и длина каната, L , м при одной нитке каната от 40 до 100, при двух нитках каната – от 46 до 136, при трех нитках – от 52 до 172, при четырех нитках – от 57 до 207, при пяти нитках – от 62 до 242, при шести нитках – от 68 до 278.

Усилие в обегавшем конце каната с учетом отводных блоков, кгс, определяется по формуле

$$S = \frac{Q}{\eta n \eta_{\text{бл.}} n_1}, \quad (4.9)$$

где Q – масса поднимаемого груза, кг; η – КПД полиспаста; $\eta_{\text{бл.}}$ – КПД отводного блока, принимаемый равным 0,96; n – число ниток полиспаста; n_1 – число отводных блоков.

КПД полиспаста при одной нити равен 0,96 и $S = 1,04Q$; при двух нитях 0,94 и $S = 0,53Q$; при трех нитях 0,94 и $S = 0,36Q$; при четырех нитях 0,90 и $S = 0,82Q$; при пяти нитях 0,88 и $S = 0,23Q$; при шести нитях 0,87 и $S = 0,19Q$.

При необходимости оттягивания груза во время подъема усилие, H , в оттяжке определяется по формулам:

– при горизонтальном направлении (рис.4.9, а)

$$S = Q \operatorname{tg} \alpha, \quad (4.10)$$

где S – усилие на оттяжку, H ; Q – масса груза, кг.

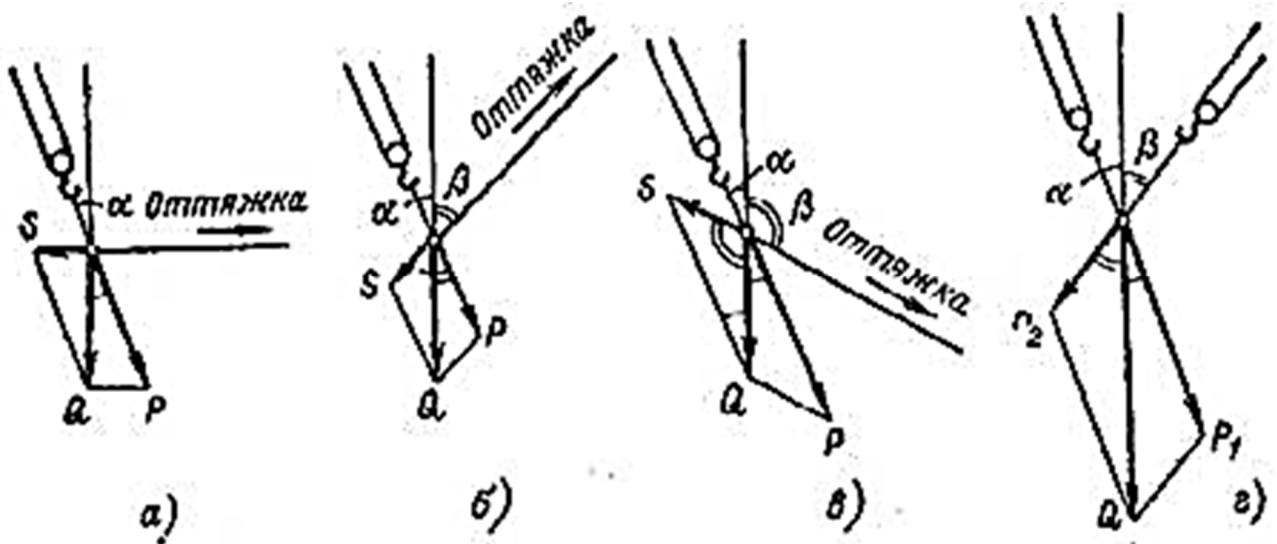


Рис.4.9. Расчетная схема усилий на полиспаст и оттяжки
– при наклонном направлении оттяжки (рис.4.9, б)

$$S = \frac{Q \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}. \quad (4.11)$$

Направление оттяжки по рис.4.9,в нежелательно, так как при этом возникает дополнительная нагрузка на полиспаст, H

$$P = \frac{Q \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}. \quad (4.12)$$

При подъеме груза за один строп двумя полиспастами, расположенными под углом друг к другу (рис.4.9, г), усилия определяются по формулам:

$$P_1 = \frac{Q \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad \text{и} \quad P_2 = \frac{Q \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad (4.13)$$

где P_1 и P_2 – усилия на полиспасты, H .

Подъем громоздких грузов можно производить двумя полиспастами за несколько стропов. Усилия на полиспасты определяются в каждом отдельном случае по расчету в зависимости от углов наклона полиспастов и расположения стропов по отношению к центру тяжести груза.

4.9 Якоря

Якоря применяются для крепления расчалок (вант), лебедок, полиспастов при невозможности использования для этих целей строительных конструкций. Они бывают нескольких видов: деревянные свайные, бревенчатые с заложением в грунт, наземные инвентарные якоря (рис.4.10).

Наземные инвентарные якоря выполнены в виде решетчатых металлических конструкций, заполненных оттарированными железобетонными блоками размером $0,9 \times 0,9 \times 4$ м и массой около 7,5 т.

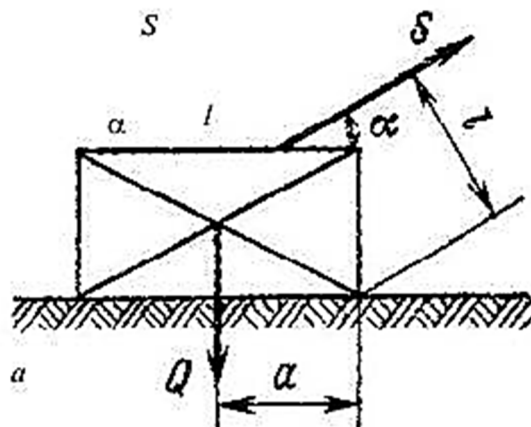


Рис.4.10. Схема сил, действующих на наземный якорь

Методика расчета наземных бетонных якорей сводится к следующему: масса груза, необходимого для загрузки рамы наземного якоря в зависимости от усилия, прикладываемого к якорю, и направления усилия определяется по формуле

$$Q = k \left(\frac{S \cos \alpha}{f} + S \sin \alpha \right), \quad (4.14)$$

где Q – масса якоря, кг; S – усилие, прикладываемое к якорю, кг; α – угол наклона тяги якоря к горизонту; k – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,5; f – коэффициент трения бетона о грунт, равный 0,45 – 0,7.

Проверку якоря на опрокидывание производят по формуле

$$Qa \geq k_1 Sl, \quad (4.15)$$

где a – расстояние от центра тяжести до точки опрокидывания, см; k_1 – коэффициент устойчивости, равный 1,4.

Для вертикальных сил, действующих на заглубленный якорь, должно соблюдаться условие (рис.4.11)

$$Q + T \geq kN_2, \quad (4.16)$$

при этом масса грунта, сопротивляющаяся вырыванию якоря, определяется по формуле

$$Q = \frac{b + b_1}{2} H l \rho, \quad (4.17)$$

где ρ – плотность утрамбованного грунта, т/м³ (для расчетов может приниматься равной 1,6 т/м³); b – принимается из расчета угла откоса задней стенки котлована не более 30°.

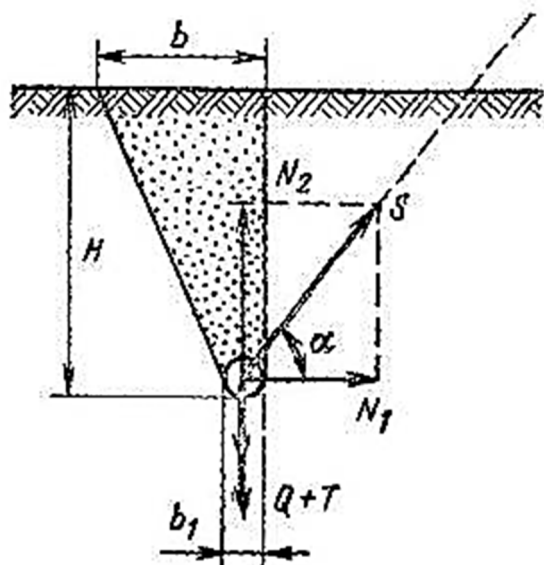


Рис.4.11. Схема сил, действующих на заглубленный якорь

Сила трения бревна о стенку котлована при вырывании, тс

$$T = fN_1, \quad (4.18)$$

где f – коэффициент трения дерева по грунту, принимаемый равным 0,5; $k \geq 3$ – коэффициент запаса для вертикальных сил; l – длина бревна, м; H – глубина заложения якоря, м.

Горизонтальная и вертикальная составляющие в тяге якоря S , тс

$$N_2 = S \sin \alpha ; N_1 = S \cos \alpha . \quad (4.19)$$

Для горизонтальных сил должно быть соблюдено условие

$$N_1 \leq ndl\sigma\eta, \quad (4.20)$$

где n – количество бревен, соприкасающихся со стенкой котлована, шт; d – диаметр бревна, см; $\eta = 0,25$ – коэффициент уменьшения допускаемого давления на грунт вследствие неравномерного смятия; σ – допускаемое давление на грунт, МПа.

Места установки и конструкции якорей для лебедок, мачтовых вант (расчалок) и отводных блоков предусматриваются проектом организации работ. Наиболее удобны в применении незаглубленные и полузаглубленные инвентарные якоря – железобетонные призмы массой 2 – 10 т, связанные прочным металлическим каркасом. При известном угле наклона тягового усилия к горизонту расчет якоря сводится к определению его веса и размеров опорной поверхности из условий его устойчивости, противоопрокидывания и смещения (табл. 2).

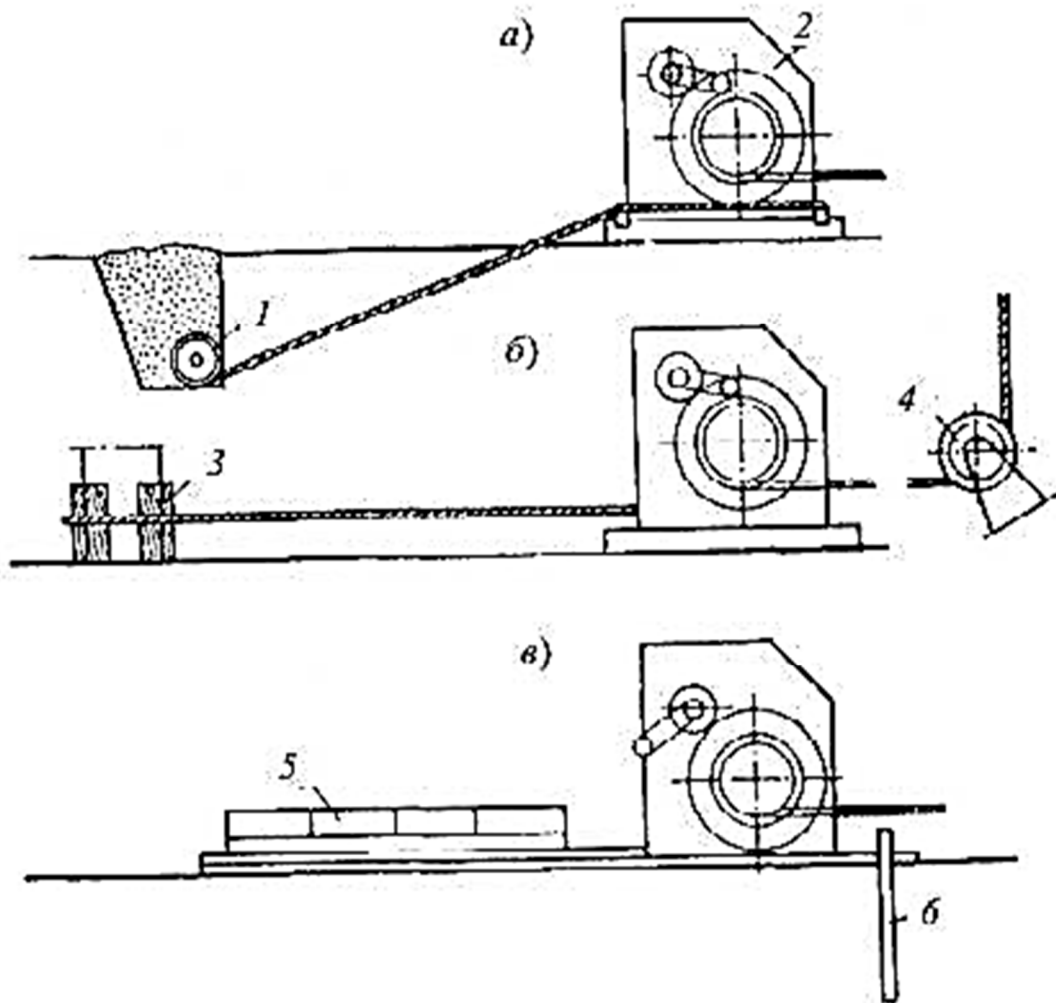


Рис.4.12. Схема закрепления лебедок:
 а – за якорь; б – за конструкцию здания; в – загрузкой балласта;
 1 – стационарный якорь; 2 – лебедка; 3 – колонна; 4 – отводной блок;
 5 – балласт; 6 – свайный якорь

Таблица 2

Вид грунта	Допускаемое давление на грунт σ , мПа
Песок мелкий сухой плотный	3,5
Песок мелкий влажный плотный	2-3
Супесок сухой средней плотности	2,0
Супесок влажный средней плотности	1,5
Глина в пластичном состоянии	1,0 - 2,5

Для сохранения равновесия необходимо выполнение следующих условий:

$$G > N = R \sin \alpha ; (G - N)a = Pb, \quad (4.21)$$

$$\text{откуда } G = \frac{R(b \cos \alpha + a \sin \alpha)}{a} \quad (\text{при } P = N \operatorname{ctg} \alpha) \quad (4.22)$$

$$(G - N)f = P, \quad (4.23)$$

$$G = R \left(\frac{\cos \alpha}{f} + \sin \alpha \right),$$

откуда

(4.24)

где R – тяговое усилие, приходящееся на якорь; a и b – плечи сил относительно ребра опрокидывания; f – коэффициент трения (обычно принимают $f = 0,2 \div 0,5$).

Определив из трех приведенных уравнений наибольшее значение веса якоря G , увеличивают его для заглубленных якорей в 2–3 раза, для незаглубленных в 5 раз.

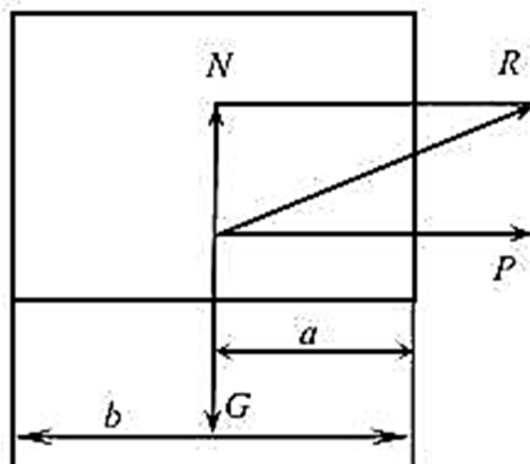


Рис.4.13. Схема расчета на устойчивость

При расчете закладных якорей к весу якоря прибавляют вес засыпки или бетонной заливки, а также несущую способность грунта, препятствующую вырыванию якоря. Размеры закладного элемента определяют из расчета его на прочность, а также с учетом допустимого удельного давления на грунт или бетон. Закладной элемент (бревно, балку) рассчитывают на изгиб в зависимости от типа крепления тяги (рис.4.12, 4.13).

Якоря располагают так, чтобы не повредить кабели электрических сетей, а также действующие подъемные коммуникации. Использование в качестве якорей действующих конструкций (зданий, оборудования, фундаментов) допустимо только после тщательной проверки их на надежность.

4.10 Лебедки

При монтажных работах применяют ручные, рычажные и приводные лебедки. Последние могут иметь привод от электродвигателя, от двигателя внутреннего сгорания или пневматического двигателя. Лебедки характеризуются величиной тягового усилия, испытываемого последним рядом намотки троса на барабан, скоростью движения троса и канатоемкостью барабана. Все лебедки должны быть снабжены надежными тормозными устройствами. Трос, наматываемый на барабан лебедки, должен быть параллелен основанию лебедки, наматываться на барабан снизу и составлять примерно прямой угол с осью барабана.

Все это способствует уменьшению сил и моментов сил, стремящихся сместить лебедку, оторвать ее от основания или опрокинуть. Ближайший к

лебедке отводной блок устанавливают на расстоянии, которое не менее чем в 20 раз превышает длину барабана лебедки. В этом случае при намотке на барабан направление троса меняется только на $1,5^\circ$, благодаря чему канат наматывается равномерно по всей длине барабана.

Для более рационального использования канатоемкости к началу подъема на барабане оставляют не более 5–6 витков. Через каждые 12 месяцев работы лебедки должны подвергаться ревизии и техническому освидетельствованию.

Лебедки с электрическим приводом реверсивные грузоподъемностью от 0,5 до 5 т и канатоемкостью от 80 до 150 м. Тяговое усилие электролебедок достигает 0,12 МН.

Для такелажных работ широко применяют тракторные лебедки, установленные на раме гусеничного трактора и имеющие привод от его мотора. Такие самоходные лебедки обладают достаточным тяговым усилием, а для их установки не требуется больших подготовительных работ. Устойчивость лебедок обеспечивается большой собственной массой (более 15 т) и наличием винтовых упоров, предотвращающих сдвиг трактора. Под винтовые упоры подкладывают деревянные брусья или устраивают основания из инвентарных железобетонных плит.

Ручные рычажные лебедки имеют грузоподъемность 1,5 и 3 т и предназначены для подъема грузов и перемещения их в горизонтальном или наклонном направлении. Лебедку приводят в действие рукояткой. При использовании полиспастов лебедками можно поднимать грузы весом, превышающим тяговое усилие лебедки.

Ручные однобарабанные лебедки выпускают грузоподъемностью от 1,25 до 8 т. Их назначение – подъем, опускание или перемещение грузов по наклонной или горизонтальной поверхности при выполнении монтажных и разгрузочно-погрузочных работ. Приводные рукоятки надеваются на квадратные головки ведущего вала.

Методика расчета лебедок на устойчивость

Лебедка (рис. 4.14) должна быть проверена расчетным путем на устойчивость, которую ей придает противовес (балласт), установленный на раме или якорь (инвентарный или заглубленный). Необходимую массу балласта или несущую способность якоря определяют из условий равновесия с учетом коэффициента устойчивости против опрокидывания $k_1 = 1,2 \div 1,3$ и коэффициента смещения $k_2 = 1,5 \div 2,2$.

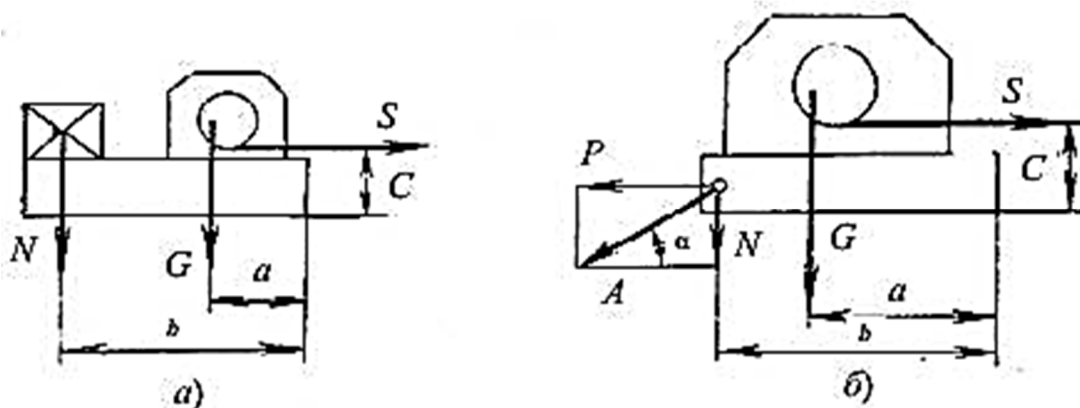


Рис.4.14. Схема расчета устойчивости лебедок с противовесом (а) и якорным креплением (б)

Для предотвращения опрокидывания лебедки вокруг переднего края рамы необходимо, чтобы

$$Nb + Ga = Sc, \quad (4.25)$$

$$\text{откуда } N = \frac{(Sc - Ga)}{b}. \quad (4.26)$$

С учетом надежности

$$N = k_1 \frac{(Sc - Ga)}{b} \quad (4.27)$$

где N – вес противовеса или вертикальная составляющая усилия на якорь; G – вес лебедки, сосредоточенный в центре тяжести; S – тяговое усилие троса; a , b , c – расстояния от ребра опрокидывания до точки приложения соответствующих сил.

Устойчивость против смещения будет обеспечена при следующих условиях:

$$\text{для случая противовеса } N = k_2 \left(\frac{S}{f} - G \right); \quad (4.28)$$

$$\text{для случая якорного закрепления } N = k_2 \left(\frac{S - Gf - P}{f} \right). \quad (4.29)$$

$$\text{Так как } P = N \operatorname{ctg} \alpha, \text{ то получаем } N = \frac{k_2(S - Gf)}{f + k_2 \operatorname{ctg} \alpha}, \quad (4.30)$$

где f – коэффициент трения рамы лебедки по основанию.

По величине наибольшей вертикальной составляющей N и при известном угле α нетрудно рассчитать размеры и расположение якоря при выбранной его конструкции.

4.11. Строповка оборудования

Важнейшая и трудоемкая операция по подготовке оборудования к установке его в проектное положение – строповка. На строповку и расстроповку отводится 10 – 15 % общего времени монтажа. При выборе способа строповки учитывают: массу, габарит, конфигурацию, материал и расположение центра масс поднимаемого аппарата или конструкции; метод подъема и установки на фундамент аппарата или конструкции; количество и характеристику грузоподъемных средств, а также конструкцию захватного устройства (крюк, серьга грузоподъемного полиспаста мачты); высоту и конфигурацию фундамента под аппарат или конструкцию.

К строповке технологического оборудования предъявляют следующие требования: возможно меньшая трудоемкость и продолжительность строповки и расстроповки, инвентарность строповых устройств и их надежность. Наиболее трудоемка строповка аппаратов колонного типа. При подъеме и установке оборудования большой массы монтажными полиспастами применяют стропы невитой и витой конструкции. Строп невитой конструкции выполняют непосредственно на месте монтажа путем однослойной укладки каната с возможно равномерным размещением витков строп на поверхности

грузозахватного устройства, обеспечивая максимальную равномерность их наложения.

При креплении стропов витой конструкции на цилиндрических захватных устройствах такелажных средств и монтажных штуцерах используют специальные коуши, обеспечивающие равномерную передачу рабочей нагрузки на поверхность захватного устройства и нормальные условия работы стропа.

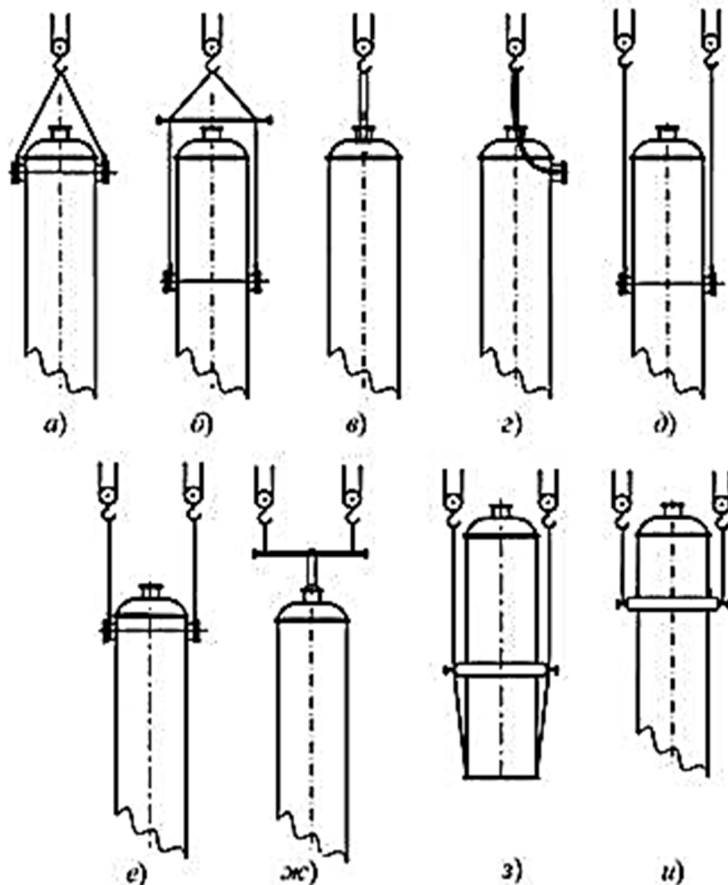


Рис. 4.15. Схемы строповки аппаратов колонного типа:

- а – за монтажные штуцера одним стропом;
- б – то же через универсальную (распорную) траверсу;
- в – за центральный штуцер с поперечиной;
- г – за боковой технологический штуцер с поперечиной;
- д, е – за два монтажных штуцера, приваренных соответственно за среднюю часть аппарата и за головку;
- ж – за балансирующую траверсу, закрепленную за центральный штуцер;
- з – за бандажное кольцо, соединенное с основанием аппарата канатом;
- и – за бандажное кольцо, удерживаемое ограничительными планками

При монтаже вертикальных аппаратов методом скольжения и поворота вокруг шарнира такелажными средствами, часто применяют бесконтактную строповку, обеспечивающую возможность вращения подвески как вокруг монтажного штуцера, так и вокруг оси, перпендикулярной оси монтажного штуцера (рис. 4.15). Стropовку горизонтальных аппаратов производят следующими способами (рис. 4.16).

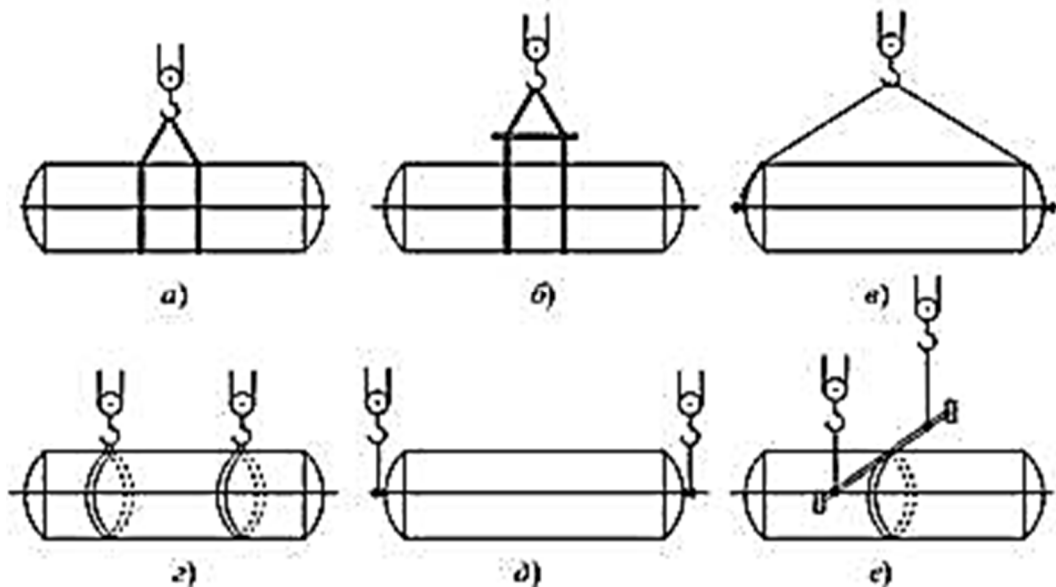


Рис.4.16. Схемы строповки горизонтальных аппаратов:

- а – канатом за среднюю часть аппарата; б – универсальной траверсой;
- в – за два монтажных штуцера; г – спаренными кранами с обвязкой канатом по краям аппарата; д – спаренными кранами за два или четыре штуцера;
- е – балансирной траверсой с креплением к аппарату за среднюю часть

При ограниченной высоте подъема крюка крана места строповки можно расположить на днище аппарата ниже его горизонтальной оси, но в этом случае на каждом днище (по обе стороны его вертикальной оси) следует приварить два монтажных (ложных) штуцера.

Технологическое оборудование (компрессоры, насосы, редукторы, крышки аппаратов и машин) заводы-изготовители снабжают грузовыми винтами (рым-болтами) различной грузоподъемности, за которое стропуют оборудование при его монтаже и ремонте. Насосы и редукторы, находящиеся на одной фундаментной плите или раме, можно обвязывать канатами в четыре нитки «накрест» или инвентарными стропами.