

III Изд. «ФФК»

МОНТАЖНЫЕ ПОДЪЕМНО- ТРАНСПОРТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ



Т. ИИЗД. 1

6С6.08
И 76
УДК 69.057.7 + 621.86/.87(075.3)

Ипатов П. П. и Финкель А. Ф.

И 76 Монтажные подъемно-транспортные механизмы и такелажные работы. Учеб. пособие для техникумов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1975. 343 с. с ил.

В учебном пособии описываются такелажное оборудование и основные подъемно-транспортные машины, применяемые для монтажа технологического оборудования, металлоконструкций и трубопроводов, производство такелажных работ и правила эксплуатации грузоподъемных машин, механизмов и такелажных приспособлений. Приведены примеры расчета, способы подбора такелажных механизмов и приспособлений, а также конкретные примеры производства такелажных работ.

Учебное пособие предназначено для учащихся техникумов по специальности «Монтаж промышленного оборудования».

Табл. 47, ил. 155, список лит.: 17 названий

И $\frac{30207-282}{047(01)-75}$ 153-75

6С6.08

© Стройиздат, 1975

ВВЕДЕНИЕ

Грандиозные задачи, поставленные Директивами XXIV съезда Коммунистической партии Советского Союза перед строительно-монтажными организациями, успешно выполняются.

Реализация этих предназначений обеспечивает создание и дальнейшее развитие материально-технической базы коммунизма.

Объем выполняемых работ по государственным капитальным вложениям в текущей пятилетке превысит примерно на 40% объем, выполненный за соответствующий период в предыдущем пятилетии.

Строительство и реконструкция предприятий различных отраслей промышленности, а также ремонтные работы связаны с такелажем оборудования, стальных конструкций и трубопроводов, причем доля такелажных работ нередко достигает 40—50% общего объема монтажных работ.

Методы и сроки производства монтажных работ зависят главным образом от совершенства применяемых грузоподъемных средств.

Сложные и весьма трудоемкие работы по подъему и перемещению грузов люди выполняли еще в глубокой древности, однако производительность труда при этом была весьма низкой в связи с применением таких примитивных средств, как катки, рычаги и наклонные плоскости.

С течением времени грузоподъемные средства совершенствовались, соответственно рос и уровень строительной техники. Так, при строительстве крупных сооружений для подъема тяжестей на значительную высоту и их транспортирования начали применять монтажные блоки в форме колеса с желобом (ручьём) по окружности, через который перекидывали канат или другую гибкую тягу. Монтажный блок позволял изменять направление движения тяги и получать выигрыш в силе или скорости. Его изобретение привело к созданию первых простейших подъемных механизмов.

В истории развития различных приспособлений и машин значительное место принадлежит машинам и установкам, объединяемым под общим названием — подъемно-транспортное оборудование.

Эта группа средств транспортирования, возникшая много тысяч лет назад и постоянно сопутствующая трудовой деятельности человека, очень разнообразна по принципам действия, конструктивным решениям и области применения. Особое место в этой группе занимают грузоподъемные краны.

Древние греки впервые ввели в грузоподъемные устройства системы полиспастов. Конструкция этих подъемных, довольно сложных установок состояла из наклонных столбов, раскрепленных канатами с постоянными или изменяющимися углами наклона к горизонту, и блоков с канатами.

Позднее, на рубеже двух летоисчислений, в строительной практике Древнего Рима появились и получили распространение прототипы стационарных подъемных кранов с деревянными наклонными стрелами и ручными воротами или приводными колесами, на валы которых навивались канаты грузовых полиспастных подвесок.

К XIV—XV вв. н. э. в странах Западной Европы на тяжелых перегрузочных работах использовались поворотные подъемные краны, послужившие образцами для многих последующих конструкций грузоподъемных устройств, применявшихся до первой трети XIX столетия.

Термин «подъемный кран» вошел в русскую техническую терминологию в начале XVIII в. Эту дату часто ошибочно считают началом применения грузоподъемных средств в русском государстве. Археологические исследования и анализ древнерусской технической терминологии свидетельствуют о том, что инженеры и мастера, участвовавшие в строительстве каменных зданий в городах Киевского государства, пользовались различными устройствами и механизмами для вертикального транспорта строительных материалов и конструкций значительно раньше.

Русские мастера сделали большой вклад в создание и развитие грузоподъемных машин, а также в совершенствование строительной техники. Так, в XVII в. в Московском Кремле был осуществлен подъем большого колокола Успенского собора массой 8 тыс. пудов деревянными рычагами, воротами и полиспастами. Поднимаемый колокол опирался на сруб. Венцы сруба наращивали последовательным укладыванием бревен под края колокола попеременно с разных сторон.

Первые грузоподъемные машины приводились в действие усилиями людей или животных. С развитием техники был создан механический привод, облегчивший труд человека и позволивший применять машины при подъеме и перемещении грузов с повышенной скоростью.

В условиях царской России краностроение, как и многие другие отрасли промышленности, широкого развития не получило. Машиностроительный завод в г. Костроме, основанный в 40-х гг. XIX в., оставался долгое время единственным в России заводом, изготавливавшим крановое оборудование. Лишь в 1868—1900 гг. краны стали изготавливать такие заводы, как Путиловский, Брянский, Краматорский и некоторые другие.

После Великой Октябрьской социалистической революции в нашей стране наряду с другими отраслями промышленности усиленно стало развиваться краностроение.

Развитие шло как по пути увеличения числа кранов, разнообразия их типов, так и совершенствования их конструкции.

Парк подъемно-транспортного оборудования стал увеличиваться за счет отечественного производства. В 1934 г. наша промышленность освоила производство автомобильных кранов грузоподъемностью 1,5 т, стреловых кранов грузоподъемностью 2,5 т на базе трактора, стреловых, паровых и электрических кранов на гусеничном ходу грузоподъемностью 6 т и паровых гусеничных кранов грузоподъемностью 15 т. Верхне-Салдинский завод и Ленинградский машиностроительный завод имени С. М. Кирова начали изготавливать мачтово-стреловые краны грузоподъемностью 15 т, в Киеве стали выпускать мачтово-стреловые краны грузоподъемностью 1,3 и 5 т.

В 1937 г. начался выпуск башенных кранов. В 1938—1940 гг. одесский завод имени Январского восстания начал производство автомобильных кранов грузоподъемностью 3 т, паровых гусеничных кранов грузоподъемностью 20 т и железнодорожных кранов грузоподъемностью до 45 т.

В настоящее время в нашей стране выпускается ежегодно несколько тысяч передвижных кранов различной грузоподъемности. Грузоподъемность стреловых кранов достигает 160 т, а электрических мостовых и порталных кранов соответственно 630 и 200 т.

В СССР за последние годы выпущено более 500 типовых самоходных кранов различных марок.

Парк строительно-монтажных организаций нашей страны насчитывает более 100 тыс. передвижных кранов различных типов. Около 70% из них составляют стреловые самоходные краны, среди которых более 80% — автомобильные. Объем выполняемых монтажных работ с использованием кранов достигает 90% и более.

Дальнейшее совершенствование конструкций монтажных грузоподъемных средств достигается за счет улучшения грузовых характеристик, повышения мобильности, маневренности, а также универсализации и снижения их стоимости.

При производстве строительно-монтажных и такелажных работ применяют специальные грузоподъемные механизмы и средства гражданской авиации (вертолеты).

Наряду с крановым оборудованием на монтаже используют домкраты, полиспасты, подъемные мачты, лебедки, стропы, захваты.

Дальнейшее развитие такелажной оснастки и монтажной техники связано с ростом объемов капиталовложений и строительством сложных, в ряде случаев уникальных сооружений с учетом тенденции к увеличению единичной мощности монтируемых агрегатов.

Постоянно растущие задачи, стоящие перед монтажниками, обязывают их искать и находить новые, прогрессивные решения. Так, за последние годы резко изменился характер строительно-монтажного производства, при котором широко применяется метод крупноблочного монтажа оборудования, конструкций и трубопроводов, позволивший резко повысить уровень индустриализации монтажных работ. Это в свою очередь вызвало необходимость создания более тяжелых и маневренных специальных грузоподъемных средств, применение которых позволило значительно сократить сроки и снизить стоимость строительства.

Для успешного выполнения Директив XXIV съезда КПСС по наращиванию мощностей различных отраслей промышленности страны необходимо систематически развивать монтажную технику. Это обязывает кадры инженерно-технических работников, связанных со строительно-монтажным производством, неуклонно повышать свои знания.

ГЛАВА I КАНАТЫ И ЦЕПИ

§ 1. КАНАТЫ

При монтаже технологического оборудования, трубопроводов и металлических конструкций, а также при выполнении такелажных работ широко применяют стальные и пеньковые канаты.

Стальными канатами пользуются при подъеме и перемещении тяжелых грузов, для оснастки грузоподъемных мачт, шевров, полиспастов, приспособлений, а также для изготовления стропов, вант, оттяжек и т. д. Значительное количество канатов расходуется на оснащение кранов, работающих в промышленности и на строительстве.

Проволоки для канатов изготавливают из стали с расчетным пределом прочности на растяжение 1200—2600 Н/мм².

На монтажных и такелажных работах применяют преимущественно канаты с пределом прочности на растяжение 1400—1800 Н/мм².

Пределом прочности на растяжение называется наибольшая величина растягивающей силы, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения, при котором происходит разрушение испытываемого образца. Предел прочности измеряется в Ньютонах на см² (Н/см²) или в Ньютонах на мм² (Н/мм²). Для углеродистых сталей обыкновенного качества, например для стали марки Ст3, предел прочности на растяжение равен 380—470 Н/мм². Сталь, идущая на изготовление проволоки, из которой свивают канаты, в 4—5 раз прочнее стали марки Ст3.

Для изготовления канатов применяют проволоку марки В (высший сорт), I и II сортов.

Конструктивно стальные канаты различают по числу проволок в прядях, числу самих прядей, направлению свивки прядей в канате и проволок в прядях, а также по типу сердечника.

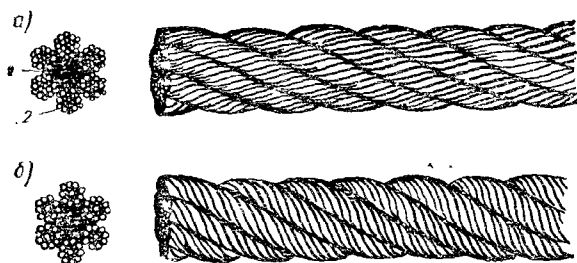


Рис. 1. Конструкция стальных канатов

a — крестовой свивки; *б* — односторонней свивки; 1 — сердечник; 2 — прядь каната

В зависимости от способа свивки различают спиральные стальные канаты, свиваемые из отдельных проволок, из прядей и кабели.

Проволоки в прядях и пряди в канате могут быть свиты в одном направлении — односторонняя свивка каната (рис. 1, б).

Противоположное направление свивки проволок в прядях и прядей в канате называется крестовой свивкой (рис. 1, а).

Существуют также канаты комбинированной свивки, в которых часть прядей имеет левое, а часть — правое направление свивки проволок.

Канаты односторонней свивки более гибки, чем канаты крестовой свивки, но подвержены раскручиванию и сплющиванию, поэтому в грузоподъемных механизмах и для такелажных работ применяют канаты комбинированной и крестовой свивки. Последние получили наибольшее применение.

По виду свивки различают канаты обыкновенные (О) и нераскручивающиеся (Н), т. е. такие, которые не раскручиваются после снятия концевых перевязок (марок).

По направлению свивки канаты бывают правой и левой свивки. Канаты левой свивки обозначаются буквой Л. Если требуется нераскручивающийся канат Н, то это оговаривается при его заказе.

При выполнении такелажных работ широко применяют канаты многократного скручивания (рис. 2) из прядей.

Канат, свитый из нескольких канатов, называется кабелем и применяется при больших растягивающих усилиях.

Стальные канаты выпускаются отечественной промышленностью в соответствии с ГОСТами из проволоки с различными покрытиями, увеличивающими срок службы канатов, с органическим пеньковым или стальным сердечником.

По роду свивки проволок в прядях выпускаются канаты с точечным касанием (ТК) и линейным касанием (ЛК) проволок между слоями прядей (рис. 3).

Наряду с канатами типов ТК и ЛК существуют также канаты типа ТЛК с точечным и линейным касанием проволок в прядях. В процессе эксплуатации каната типа ТК соприкасающиеся между собой проволоки сдвигаются одна относительно другой, что увеличивает их износ и повышает жесткость каната. В канатах типа ЛК

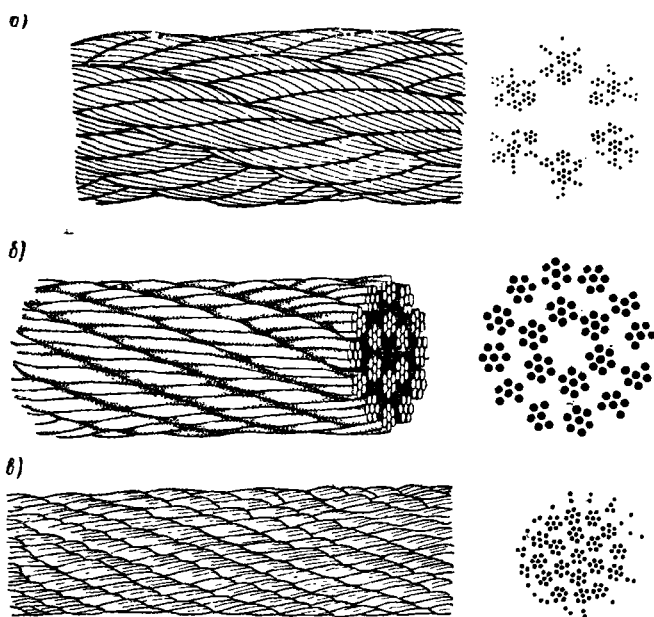


Рис. 2. Стальные канаты многократного скручивания

а — кабельной конструкции; б — многопрядный (двухслойный); в — многопрядный (трехслойный)

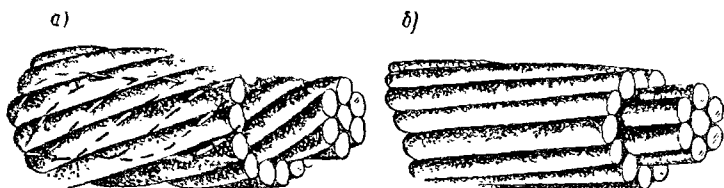


Рис. 3. Касание проволок в пряди по слоям точечное *a* и линейное *б*

исключено точечное касание проволок между слоями в прядях, что снижает степень износа и значительно повышает гибкость канатов.

Для лучшего заполнения поперечного сечения прядей и обеспечения линейного касания проволок канаты типа ЛК свивают из проволок разного диаметра.

Из опыта эксплуатации установлено, что срок службы стальных канатов с линейным касанием проволок в большинстве случаев продолжительней, чем канатов с

точечным касанием. Испытания, проведенные на специальных машинах, показали, что при равной степени износа стальные канаты с линейным касанием проволок выдерживают значительно большее число переменных изгибов, чем канаты с точечным касанием. Результаты таких испытаний показаны на рис. 4.

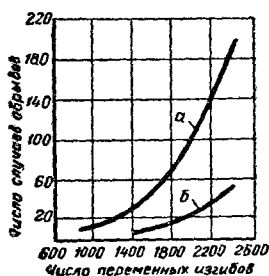


Рис. 4. Обрывы проволок в стальных канатах с точечным *a* и линейным *б* касанием

Канаты типов ЛК и ТЛК, являясь наиболее прочными и износостойкими, находят все более широкое применение в промышленности.

Для такелажных работ и грузоподъемных механизмов применяют обычно стальные канаты типов ТК, ЛК и ТЛК, состоящие из шести прядей, изготовленные из канатной проволоки I сорта с числом проволок, равным 19, 37 и 61.

Канаты с числом проволок в пряди 19 жесткие, их применяют в основном для вант и оттяжек, т. е. когда они не подвергаются или мало подвергаются изгибу.

Канаты с числом проволок в пряди 37 и более используют для запасовки полиспастов, изготовления стропов, а также для других чалочных приспособлений.

Канаты типа ТК по назначению изготавливают грузовые Г и грузо-людские ГЛ. Характеристики канатов, наиболее часто применяемых при монтаже, приведены в табл. 1. Технические характеристики канатов и их обозначения нормируются ГОСТами.

Так, например, канат типа ТК, состоящий из пенькового сердечника и шести прядей, имеющих по 19 проволок, обозначается ТК 6×19 (1+6+12)+1 о. с.

Канат диаметром 29 мм обыкновенный, крестовой свивки, из проволоки с расчетным пределом прочности на разрыв 1700 Н/мм², марки I, изготовленный в соответствии с ГОСТ 3079—69, обозначается условно: канат 29-1700-1, ГОСТ 3079—69. Для нераскручивающегося каната после диаметра каната ставится буква Н, т. е. канат 29-Н-1700-1, ГОСТ 3079—69.

Для предупреждения образования коррозии светлую проволоку каната покрывают специальными смазками, а канаты, работающие в особо тяжелых и неблагоприятных условиях, оцинковывают и затем смазывают при эксплуатации.

Для покрытия наружного слоя стальных прядей или канатов в целом применяют тонкую полиамидную пленку (капрон, перлон, нейлон и др.), что предохраняет поверхность проволок от механического износа и коррозии.

Пеньковые сердечники в канате придают ему большую гибкость, ослабляют толчки в начале и конце подъема и обеспечивают больший срок службы каната.

Хорошо пропитанный смазкой пеньковый сердечник является как бы резервуаром для смазки проволоки и прядей каната в процессе его использования и предохраняет таким образом канат от коррозии. Пеньковые сердечники, как правило, изготавливают из растительных волокон. Применяют также сердечники из нейлона, капрона и перлона.

От правильного определения диаметра каната и допустимой на него нагрузки зависят безопасность работы и срок службы каната.

Завод-изготовитель снабжает выпускаемые канаты паспортом-сертификатом, в котором указывает конструкцию каната и результаты испытания. Кроме того, к канату прикрепляют бирку с обозначением на ней всех

Технические характеристики стальных канатов

Диаметр, мм		Расчетная площадь про- волоки, мм ²	Масса 100 пог. м смазанного ка- ната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, Н/мм ²			
каната	проволоки в слоях			1400	1600	1700	1800
Канат типа ТК 6×19 (1+6+12)+1 о.с (ГОСТ 3070-66)							
11	0,7	44,21	43,3	52 550	60 050	63 850	65 800
14,5	0,9	72,96	71,5	86 700	99 000	105 000	108 000
17,5	1,1	108,86	107	129 000	147 500	157 000	161 500
19,5	1,2	130,11	127,5	154 500	176 500	187 500	193 500
21	1,3	152,58	149,5	181 000	207 000	220 000	227 000
22,5	1,4	176,86	173,5	210 000	240 000	255 000	263 000
24	1,5	202,92	199	241 000	275 500	292 500	302 000
27	1,7	260,41	255,5	309 500	354 000	376 000	387 500
29	1,8	291,84	286	347 000	396 500	421 500	434 000
32	2	360,06	353	428 000	489 500	520 000	536 000
35	2,2	435,47	427	518 000	592 000	614 500	648 000
38,5	2,4	518,03	508	616 000	704 000	748 000	771 000
Канат типа ТК 6×37 (1+6+12+18)+1 о.с (ГОСТ 3071-66)							
9	0,4	28,1	27,35	—	36 850	39 150	41 450
11,5	0,5	43,85	42,7	—	57 500	61 050	62 550
13,5	0,6	63,05	61,35	—	82 400	87 700	89 600
15	0,7	85,77	83,45	98 400	112 000	119 000	122 000

18	0,8	111,99	109	128 000	146 500	155 500	159 500
20	0,9	141,67	138	162 000	185 500	197 000	202 000
22,5	1	174,84	170,5	200 000	229 000	243 500	249 000
24,5	1,1	211,5	206	242 500	277 000	294 500	301 500
27	1,2	252,26	245,5	289 000	330 500	351 000	360 000
29	1,3	295,93	288	339 000	387 500	412 000	422 000
31,5	1,4	343,11	334	393 500	449 500	478 000	489 500
33,5	1,5	393,78	383,5	451 500	516 500	548 500	561 500
36,5	1,6	447,91	436	514 000	587 500	624 000	639 500
38	1,7	505,44	492	580 000	662 500	704 000	721 500
39,5	1,8	566,67	551,5	650 000	743 000	789 500	808 500

Канат типа ЛКР 6X19=114 (ГОСТ 2688-69)

9,1	0,6; 0,65; 0,5; 0,65	31,18	305	—	42 350	45 050	46 400
11	0,8; 0,75; 0,6; 0,8	47,19	461,6	—	64 150	68 150	70 250
13	0,9; 0,85; 0,7; 0,9	61	596	72 550	82 950	88 100	90 850
15	1,1; 1; 0,8; 1,1	86,28	844,5	102 500	117 000	124 500	128 500
18	1,3; 1,2; 1; 1,3	124,73	1220	148 000	169 500	180 000	185 500
19,5	1,4; 1,3; 1,05; 1,4	143,61	1405	170 500	195 000	207 500	213 500
21	1,5; 1,4; 1,15; 1,5	167,03	1635	198 500	227 000	241 000	248 500
22,5	1,6; 1,5; 1,2; 1,6	188,78	1850	224 500	256 500	272 500	281 000
24	1,7; 1,6; 1,3; 1,7	215,49	2110	256 000	293 000	311 000	320 500
28	2; 1,9; 1,5; 2	297,63	2911	354 000	404 500	430 000	443 000
30,5	2,2; 2,1; 1,6; 2,2	356,72	3490	424 000	485 000	515 000	531 000
32	2,3; 2,2; 1,7; 2,3	393,06	3845	467 500	534 500	567 500	585 000
37	2,6; 2,5; 2; 2,6	512,79	5016	610 000	697 000	740 500	763 500
39,5	2,8; 2,6; 2,2; 2,8	586,59	5740	698 000	797 500	847 500	873 500

Диаметр, мм		Расчетная площадь про- волоки, мм ²	Масса 100 пог. м смазанного кана- та, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, Н/мм ²			
каната	проволоки в слоях			1400	1600	1700	1800
Канат типа ЛК-О 6×19=114 (ГОСТ 3077-69)							
11,5	1; 0,5; 0,9	49,67	487	—	67 500	71 750	73 950
13	1,1; 0,55; 1	60,94	597,5	—	82 850	88 050	90 750
15	1,3; 0,65; 1,2	86,95	852,5	—	118 000	125 500	129 500
17,5	1,5; 0,75; 1,4	117,58	1155	139 500	159 500	169 500	175 000
19,5	1,7; 0,85; 1,5	139,69	1370	166 000	189 500	201 500	208 000
22	1,9; 0,95; 1,7	177,85	1745	211 500	241 500	256 500	264 500
25,5	2,2; 1,1; 2	243,76	2390	290 000	331 500	352 000	363 000
28	2,4; 1,2; 2,2	293,48	2880	349 000	399 000	424 000	437 000
32,5	2,8; 1,4; 2,6	406,76	3990	484 000	553 000	587 500	605 500
Канат типа ТЛК-О 6×37=222 (ГОСТ 3079-69)							
15,5	0,8; 0,75; 0,55; 0,8	85,54	851,5	—	116 000	123 500	127 000
17	0,9; 0,85; 0,6; 0,9	106,94	1065,0	—	145 000	154 500	159 000
19,5	1; 0,95; 0,7; 1	135,54	1350	161 000	184 000	195 500	201 500
21,5	1,1; 1,05; 0,8; 1,1	167,64	1670	199 000	227 500	242 000	249 500
25	1,3; 1,2; 0,9; 1,3	225,39	2245	268 000	306 500	325 500	335 500
29	1,5; 1,4; 1,05; 1,5	303	3015	360 500	412 000	437 500	451 000
30,5	1,6; 1,5; 1,1; 1,6	342,16	3405	407 000	465 000	494 000	509 500
33	1,7; 1,6; 1,2; 1,7	392,07	3905	466 500	533 000	566 500	583 500
35	1,8; 1,7; 1,3; 1,8	445,46	4435	530 000	605 500	643 500	663 500
39	2; 1,9; 1,4; 2	542,2	5395	645 000	737 000	783 000	807 500

Примечание. Канаты, разрывное усилие которых указано ниже жирной линии, изготавливают только из светлой проволоки.

заводских данных. Если паспорт и бирка отсутствуют, необходимо провести испытания образца каната в лаборатории и на их основании присвоить ему новый паспорт и бирку.

При подборе каната особое значение имеет его разрывное усилие, т. е. предельная нагрузка, при которой наступает разрыв каната. Разрывное усилие каната зависит от прочности проволок, составляющих его. Чем выше прочность отдельных проволок, тем прочнее канат в целом.

Таким образом, два каната одинаковой конструкции и одинакового диаметра могут иметь различную прочность. Так, из двух канатов конструкции ТК 6×37 одинакового диаметра, но состоящих из проволок один с пределом прочности 1400 Н/мм², а другой — 1700 Н/мм², более прочным будет последний канат.

Разрывное усилие каната можно определить двумя способами: разрывом каната или разрывом каждой проволоки в канате и суммированием разрывных усилий всех проволок. Суммарное разрывное усилие всех проволок каната всегда больше разрывного усилия целого каната того же диаметра из-за неравномерности работы проволок в канате. Для расчета берется разрывное усилие каната в целом. Это усилие называется *предельным (расчетным) разрывным усилием*.

Если известно разрывное усилие каната, полученное при разрыве отдельных проволок, то расчет следует вести по суммарному разрывному усилию всех проволок, уменьшенному на 17%. Таким образом, R (расчетное разрывное усилие каната) равно $0,83R_1$ (суммарного разрывного усилия всех проволок каната).

При выборе каната должен учитываться также определенный запас прочности или, как его называют, коэффициент запаса прочности (k) каната.

Коэффициент запаса прочности учитывает возможность работы каната в различных условиях. Например, при обвязке перемещаемого груза канатом последний получает дополнительные напряжения вследствие перегиба; применение каната в полиспастах и монтажных блоках также создает неблагоприятные условия для работы каната из-за частых его перегибов.

Коэффициент запаса прочности, как и коэффициент 0,83, устанавливается Государственной инспекцией Гос-

Таблица 2

Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности канатов

Назначение канатов	Привод грузоподъемной машины и режим работы механизма	Коэффициент запаса прочности k
Подъемный канат для кранов, лебедок, мачт, полиспастов и других подъемных и тяговых механизмов	Ручной	4
	Машинный:	5
	легкий	5,5
	средний тяжелый и весьма тяжелый	6
Канат для вант, оттяжек мачт и опор	—	3,5
Тяговый канат, применяемый на кранах	—	4
Канат для стропов и полиспастов для заякоривания несущих канатов	—	6
Канаты лебедок, предназначенных для подъема людей	—	9

гортехнадзора¹ в зависимости от назначения канатов и является обязательным при расчете канатов.

Коэффициентом запаса прочности называется число, показывающее, во сколько раз следует уменьшить нагрузку на канат по сравнению с предельной нагрузкой (разрывным усилием), чтобы перемещение груза было полностью безопасным.

Для канатов различного назначения коэффициент запаса прочности устанавливается различный. Так, например, для каната, предназначенного для работы механизма с машинным приводом, запас прочности должен быть больше, чем для каната при работе с ручным приводом. Объясняется это тем, что условия работы для каната во втором случае более спокойные и благоприятные, чем в первом.

¹ Государственный комитет при Совете Министров РСФСР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору.

Значение коэффициента запаса прочности k каната выбираюг по табл. 2.

Расчет стального каната на растяжение производится по формуле $S = \frac{R}{k}$,

где S — наибольшее допускаемое усилие в канате Н;
 R — разрывное усилие каната в целом, Н;
 k — коэффициент запаса прочности.

Пример 1. Подобрать канат для ванты, если известно, что усилие в ней $S = 40\,000\text{ Н} = 40\text{ кН}$.

Решение. Разрывное усилие в канате составит

$$R = Sk = 40\,000 \cdot 3,5 = 140\,000\text{ Н.}$$

Для вант рекомендуется жесткий канат конструкции ТК 6×19

По табл. 1 принимаем канат диаметром 19,5 мм с пределом прочности проволок на разрыв 1400 Н/мм^2 , имеющий разрывное усилие 154 500 Н. Для данного примера можно принять также канат диаметром 17,5 мм с пределом прочности проволок 1700 Н/мм^2 .

Коэффициент запаса прочности для расчалок $k = 3,5$ принят по табл. 2.

Пример 2. Определить максимальное усилие в канате полиспа-ста, если известно, что суммарное разрывное усилие проволок в канате типа ТК 6×37 равно 200 000 Н и что канат намотан на барабана электрической лебедки, работающей при легком режиме.

Решение. Наибольшее допустимое усилие в канате

$$S = \frac{R}{k}.$$

Учитывая, что разрывное усилие каната в целом в данном примере оставляет $R = 0,83 \cdot 200\,000 = 166\,000\text{ Н}$,

$$S = \frac{166\,000}{5,5} = 30\,180\text{ Н.}$$

$k = 5,5$ (принято по табл. 2).

Пример 3. Имеется канат диаметром 20 мм. Из паспорта-сертификата известно, что пряди каната свиты из проволоки с пределом прочности 1700 Н/мм^2 , а конструкция каната ТК 6×37.

Требуется определить допустимую нагрузку на этот канат, если его использовать в качестве подъемного при работе ручной лебедкой.

Решение. По табл. 1 в графе «Диаметр каната» находим размер 20, соответствующий диаметру имеющегося каната, в этой же строке в графе с пределом прочности проволоки 1700 Н/мм^2 находим разрывное усилие 197 000 Н. Допустимая нагрузка на канат составит:

$$S = \frac{R}{k} = \frac{197\,000}{4} = 49\,250\text{ Н.}$$

Величина коэффициента запаса прочности для подъемного каната ручной лебедки ($k = 4$) взята из табл. 2.

В зависимости от принятого значения разрывного усилия проволок допускаемая нагрузка на канат может меняться.

Так, в последнем примере мы определили, что на канат диаметром 20 мм при разрывном усилии проволоки $\sigma = 1700 \text{ Н/мм}^2$ допускается нагрузка $S = 49\,250 \text{ Н}$.

Определим, какую нагрузку можно допустить на канат такого же диаметра, если принять, что он изготовлен из проволоки с различной величиной разрывного усилия ($\sigma_1 = 1800 \text{ Н/мм}^2$ и $\sigma_2 = 1400 \text{ Н/мм}^2$):

$$S_1 = S \frac{\sigma_1}{\sigma} = 49\,250 \frac{1800}{1700} = 52\,147 \text{ Н};$$

$$S_2 = S \frac{\sigma_2}{\sigma} = 49\,250 \frac{1400}{1700} = 40\,56 \text{ Н}.$$

Из приведенных примеров видно, что величина разрывного усилия проволок имеет большое значение для определения допускаемой нагрузки на канат.

Диаметр каната можно определить путем замера длины его окружности в миллиметрах с делением полученного результата на 3,14 либо умножением на 0,32. Диаметр каната можно также измерить штангенциркулем.

На рис. 5 показаны правильный и неправильный способы измерения каната по диаметру, а также способ замера шага свивки каната. При замере шага свивки каната на поверхности одной из прядей каната наносится метка (точка 1 на рис. 5, б), от которой отсчитывается вдоль каната столько прядей, сколько их имеется в сечении данного каната (например, шесть), и на следующей пряди после отсчета, в нашем случае на седьмой, наносится вторая метка (точка 1А). Расстояние между точками 1 и 1А называется *шагом свивки* каната.

Заводы-изготовители выпускают стальные канаты длиной 250, 500 и 1000 м. По специальному заказу завод изготавливает канаты большей длины. Монтажники используют канаты целиком либо рубят их на отрезки требуемой длины. Для того чтобы обрубленные пряди не раскручивались, канат предварительно обматывают мягкой проволокой на длину 1—2 диаметра каната от намеченного места рубки.

На рис. 6 показана подготовка каната к рубке. Один конец обмоточной проволоки загибают и вводят в пряди каната, а другой пропускают под витки и обрезают. Только после этого можно рубить канат. Рубят канаты острым кузнечным зубилом на стальной плите.

Срок службы каната во многом зависит от диаметров блоков и барабана лебедки, которые он огибает

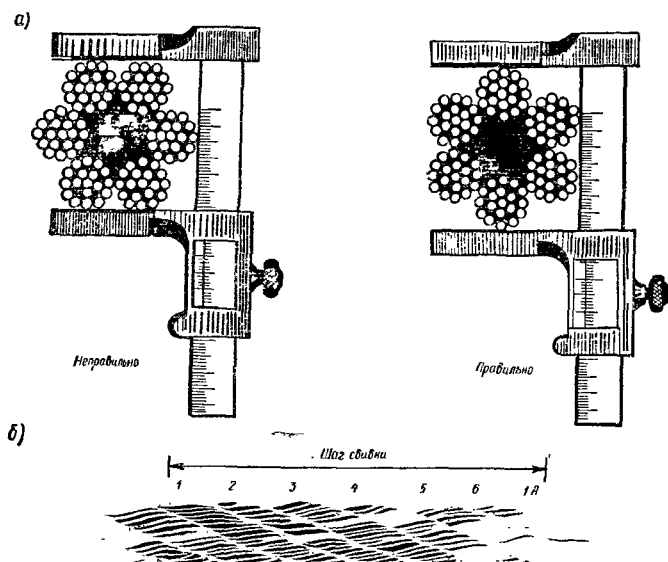


Рис. 5. Измерение диаметра *a* и шага свивки *б* — стальных канатов

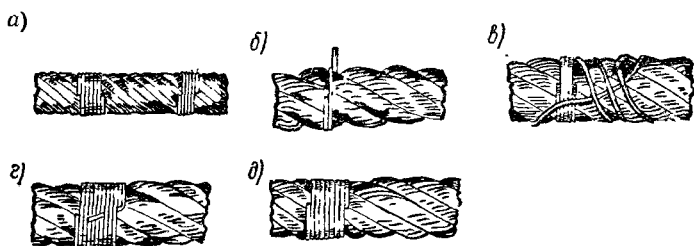


Рис. 6. Подготовка стального каната к рубке
a — общий вид каната перед рубкой; *б, в, г, д* — порядок перевязки

при работе. Уменьшение диаметров блоков и барабана вызывает увеличение напряжения в проволоках каната и снижает его долговечность.

Канаты работают обычно на растяжение, а при огибании барабана или ролика — на изгиб. При соблюде-

Наименьшие допускаемые значения коэффициента e

Грузоподъемная машина	Привод механизма	Режим работы механизма	Значение коэффициента e
Грузоподъемные машины всех типов, за исключением стреловых кранов, электрогалеи и лебедок	Ручной Машинный	—	18
		Легкий	20
		Средний	25
		Тяжелый	30
		Весьма тяжелый	35
Краны стреловые: механизмы подъема груза и стрелы	Ручной	—	16
	Машинный	Легкий	16
		Средний	18
		Тяжелый	20
		Весьма тяжелый	25
	»	—	16
механизмы для монтажа крана	—	—	20
Электрические тали	—	—	20
Грейферные лебедки стреловых кранов	—	—	20
Электролебедки: для подъема груза для подъема людей	Машинный	—	20
	»	—	25

нии допускаемых отношений диаметра барабана лебедки или ролика блока к диаметру каната влияние изгиба можно не учитывать.

Наименьший допускаемый диаметр D барабана или блока, огибаемого канатом, определяется по формуле

$$D \geq d_k (e - 1),$$

где D — диаметр блока по дну канавки, мм;

d_k — диаметр каната, мм;

e — коэффициент, зависящий от типа машины и режима ее работы (определяется по табл. 3).

Режимы работы канатов определяются условиями, в которых они эксплуатируются, и указываются в пра-

вилах Госгортехнадзора. В процессе работы нагрузка на стальные канаты может изменяться. Так, канат, поднимающий груз по схеме, указанной на рис. 7, испытывает не одинаковые усилия на различных участках. На участке *A* канат испытывает усилие, равное массе груза 6000 Н. На участке *B* канат испытывает усилие, не-

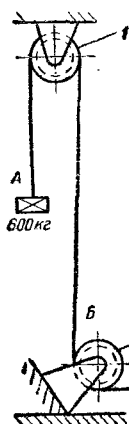
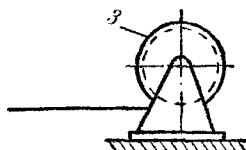


Рис. 7. Схема подъема груза через неподвижный и отводной блоки лебедкой

1 — неподвижный блок; 2 — отводной блок; 3 — лебедка



сколько большее массы груза, так как между ним и поверхностью ручья неподвижного блока, а также в его подшипнике возникает трение. Чем больше величина трения в подшипнике блока, тем меньше его коэффициент полезного действия (к. п. д.). Следовательно, в различных блоках к. п. д. могут быть различными.

Коэффициент полезного действия блока, имеющего шарикоподшипники, равен 0,98, при бронзовой втулке — 0,96 (к. п. д. отводного блока принимается обычно равным 0,96).

На участке *B* канат при подъеме груза испытывает еще большее усилие в связи с прохождением его через отводной блок. Следовательно, при подъеме лебедкой груза с использованием блоков усилие в канате со стороны подъемной лебедки будет всегда больше массы поднимаемого груза. С увеличением количества блоков, барабанов, а также с увеличением трения каната по другим причинам повышается нагрузка на рабочий канат. Последний необходимо подбирать по наибольшему усилию, в нашем случае — по усилию в канате на участке *B*.

Чтобы определить влияние трения на грузовой канат, рассмотрим пример с канатом, работающим по схеме, изображенной на рис. 7.

Пример 4. Канатом типа ТК 6×37 поднимается с помощью ручной лебедки груз 60 000 Н (см. рис. 7). Известно, что предел прочности проволоки каната 1700 Н/мм², к. п. д. каждого блока 0,96. Требуется определить диаметр грузового каната.

Решение. Расчетное усилие S для выбора каната находим по формуле

$$S = \frac{Q}{\eta \eta_{\text{д}}},$$

где Q — масса поднимаемого груза, равная 6000 кг;

η — к. п. д. неподвижного блока с бронзовой втулкой, равный 0,96;

$\eta_{\text{д}}$ — к. п. д. отводного блока, равный 0,96.

Подставляя числовые значения, получаем

$$S = \frac{60\,000}{0,96 \cdot 0,96} = 65\,100 \text{ Н.}$$

При работе на лебедке с ручным приводом коэффициент запаса прочности подъемного каната равен 4 (табл. 2). Таким образом, разрывное усилие, по которому подбирают канат, равно:

$$R = Sk = 65\,100 \cdot 4 = 260\,400 \text{ Н.}$$

Пользуясь табл. 1, находим в графе с пределом прочности проволоки 1700 Н/мм² значение разрывного усилия, ближайшее к 260 400 Н, — 294 500 Н. В первой графе таблицы в одной строке с разрывным усилием находим искомый диаметр каната 24,5 мм.

Если бы такой же груз поднимали электрической лебедкой при легком режиме работы, коэффициент запаса прочности следовало бы принять равным 5 (табл. 2), а разрывное усилие для подбора каната было бы равно $R = Sk = 65\,100 \cdot 5 = 325\,500 \text{ Н}$.

Ближайшим большим значением разрывного усилия в табл. 1 является 35 100 Н/мм², что соответствует диаметру каната 27 мм.

Пеньковые канаты применяют при монтаже технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций только для вспомогательных целей, например, для подъема вручную через блоки мелких деталей и элементов конструкций, досок при устройстве подмоостей, блоков и талей небольшой грузоподъемности, для оттяжек при подъеме груза.

Канаты выпускаются смольными и несмольными (бельные канаты). Несмольные канаты гибки и удобны в работе, но подвержены загниванию; прочность их при размокании резко снижается. Смольные канаты (пропи-

Основные данные о стандартных обыкновенных трехрядных пеньковых канатах (нормальных)

Диаметр каната d , мм	Канаты бельные		Канаты смольные	
	масса 1 м каната, кг	разрывное усилие, Н	масса 1 м каната, кг	разрывное усилие, Н
12,7	0,11	9 070	0,13	8 620
14,3	0,14	11 210	0,17	10 650
15,9	0,17	13 230	0,2	12 570
19,1	0,25	18 420	0,3	17 500
20,7	0,3	21 170	0,35	20 110
23,9	0,4	28 220	0,47	26 810
28,7	0,59	38 800	0,7	36 860
31,8	0,73	47 250	0,86	44 890
36,6	0,95	59 270	1,1	56 300
39,8	1,1	69 180	1,3	65 720
47,8	1,6	97 610	1,9	92 720
55,7	2,2	127 190	2,6	120 830

Примечание. Кроме нормальных ГОСТом предусмотрены канаты специальные и повышенного качества (высокой прочности).

танные горячей смолой) хорошо сопротивляются разрушительному действию влаги.

Пеньковые канаты выпускаются в соответствии с ГОСТ 483—55, которым нормируются диаметр каната, число прядей, масса и разрывное усилие в канате (табл. 4).

Расчет пеньковых канатов на растяжение производится аналогично расчету стальных канатов по формуле

$$\frac{R}{S} \geq k,$$

где k — коэффициент запаса прочности, равный для чалочных канатов 8;

R — разрывное усилие каната, принимаемое в условиях монтажа по паспорту, а при проектировании по ГОСТ, Н;

S — наибольшее натяжение ветви каната, Н.

Пример 5. Определить допустимое усилие S в смольном канате диаметром $d=31,8$ мм.

Решение. По табл. 4 находим величину разрывного усилия для каната данного диаметра R , равную 44 890 Н, тогда

$$S = \frac{R}{k} = \frac{44\ 890}{8} = 5610 \text{ Н.}$$

Пеньковые канаты вследствие малой их прочности на монтажных работах имеют ограниченное применение.

В последнее время все большее применение получают канаты из капрона и перлона. Они имеют большую прочность на разрыв, водоустойчивы и не подвержены гниению.

Капроновые канаты выпускаются по ГОСТ 12293—67. Основной материал для капроновых канатов — капроновый шелк, свитый в каболки, а затем в пряди. Капроновые канаты изготовляют трехпрядными. Методом правой свивки получают канаты двух групп — повышенной и нормальной прочности.

§ 2. ЦЕПИ

Для стропов и грузоподъемных машин кроме канатов применяют сварные и пластинчатые цепи.

Сварные цепи (ГОСТ 2319—70) изготовляют из мягкой легированной стали мелкозернистой структуры с пределом прочности на разрыв 370—450 Н/мм². Звенья цепи имеет овальную форму.

Условные обозначения цепей: СК — сварные калиброванные, СН — сварные некалиброванные. Цифры перед тире обозначают диаметр цепной стали, мм, после тире — шаг цепи, мм. Например, СН 6-19 обозначает: цепь сварная некалиброванная из круглой стали диаметром 6 мм, шаг цепи 19 мм.

Для стропов рекомендуется применять как более дешевые некалиброванные цепи, отличающиеся большими отклонениями от номинальных размеров по длине, ширине и диаметру сечения звена. В грузоподъемных механизмах применяют только калиброванные цепи, у которых все размеры строго выдержаны по принятым допускам.

Из цепей кузнечно-горновой сварки наибольшее применение на такелажных работах имеют цепи, изображенные на рис. 8, а. Характеристики и основные размеры этих цепей приведены в табл. 5.

Цепи круглозвенные грузовые и тяговые (ГОСТ 2319—70)

Размеры звена, мм			Разрушающая нагрузка, Н	Масса 1 пог. м цепи, кг
калибр цепи d	шаг t	ширина B		
6	19	21	14 000	0,75
7	22	23	18 000	1
8	23	27	26 000	1,35
9	27	32	32 000	1,8
11	31	36	46 000	2,7
13	36	43	66 000	3,8
16	44	53	102 000	5,8

Коэффициент запаса прочности сварных и штампованных грузовых цепей и цепей стропов по отношению к разрушающей нагрузке не должен быть меньше величины, указанной в табл. 6. Расчет цепей производится аналогично расчету стальных канатов по формуле

$$S = \frac{R}{k},$$

где k — коэффициент запаса прочности цепи. Значение этого коэффициента устанавливается Госгортехнадзором.

Для подъема грузов применяют короткозвенные цепи и цепи с распорками, называемые якорными. В грузоподъемных механизмах не применяются цепи с длинными звеньями, так как при огибании барабанов в них возникают дополнительные напряжения от изгиба.

При изготовлении звеньев цепи из круглой стали небольших диаметров стык выполняют в прямолинейной

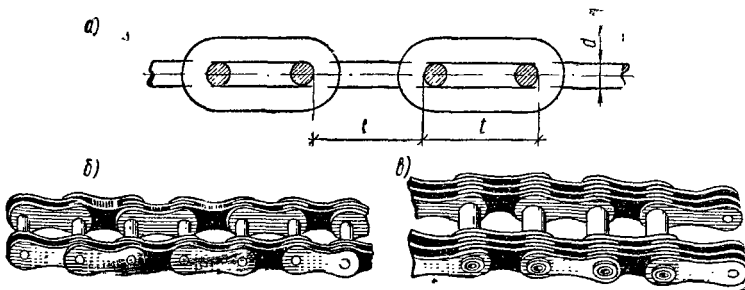


Рис. 8. Сварные *а* и пластинчатые *б, в* цепи

Коэффициент запаса прочности сварных и штампованных цепей

Цепь	Коэффициент запаса прочности	
	ручной привод	машинный привод
Грузовая, работающая на гладком барабане . .	3	6
Грузовая, работающая на звездочке (калиброванная)	3	8
Для стропов	5	5

части звена, при больших диаметрах — в полукруглой. Для устранения внутренних напряжений после сварки сварные цепи должны быть отожжены.

Сращивать цепи допускается путем электро- или кузнечно-горновой сварки новых вставленных звеньев или с помощью специальных соединительных звеньев (с последующим испытанием цепи).

Диаметр барабана или ролика блока, огибаемого сварной цепью, должен быть: у грузоподъемных механизмов с машинным приводом — не менее 30-кратного калибра цепи, у грузоподъемных машин с ручным приводом — не менее 20-кратного калибра цепи.

При работе цепей на звездочке последняя должна иметь не менее пяти зубцов, причем шаг звездочки должен обязательно соответствовать шагу цепи.

Допускается износ звена сварной или штампованной цепи не более 10% диаметра.

В грузоподъемных механизмах кроме сварных круглых цепей применяют пластинчатые или шарнирные цепи, состоящие из параллельных стальных валиков, расположенных на равных расстояниях (шагах) и попарно соединенных стальными пластинами. Последние крепятся расклепкой на шейках валиков при нагрузках до 100 кН и шплинтами — при больших нагрузках. Размеры всех пластин и расстояния между валиками должны быть строго одинаковы.

Пластинчатые цепи (рис. 8, б, в), применяемые на грузоподъемных машинах, должны соответствовать ГОСТ 191—63 «Цепи грузовые пластинчатые». Исполь-

зубые на грузоподъемных машинах и для изготовления стропов цепи должны иметь свидетельство завода-изготовителя об испытании в соответствии с государственным стандартом, по которому они изготовлены.

При отсутствии указанного свидетельства испытывают образец цепи для определения разрушающей нагрузки и проверяют соответствие размеров государственному стандарту.

§ 3. ВЯЗКА УЗЛОВ И СРАЩИВАНИЕ КАНАТОВ

Стальные канаты к поднимаемому грузу и между собой крепятся узлами. Узлы и петли при монтаже должны обеспечивать надежное и быстрое крепление груза, а также легкое и быстрое высвобождение его. Наибольшее распространение получили на монтаже петли и узлы, показанные на рис. 9.

Для закрепления каната на предметах малого диаметра и значительной массы, для закрепления крюков и серег, а также для наращивания применяют петлю с коушем, выполненную на сжимах или на заплатке (рис. 9, а и б). Наращивание толстого каната более тонким, оттяжку канатом и др. осуществляют с помощью *брашкотового узла* (рис. 9, в). Концы каната к предметам большого диаметра прикрепляют незатягивающейся петлей — *беседочным* или *калмыцким узлом* (рис. 9, г). *Штыковой узел* (рис. 9, д) применяют для закрепления конца каната на предметах небольшого диаметра при неполной нагрузке на канат.

Строп закрепляют следующими узлами: *простая петля* (рис. 9 е) — для строповки легких грузов универсальным стропом; *закидная петля на крюке* (рис. 9, ж) — для строповки любых грузов универсальным стропом.

Строповка поднимаемого груза осуществляется узлами: *удав* или *восьмерка*, а также *двойная восьмерка* (рис. 9, з) — для строповки одиночным канатом мелких деталей (прогонов, балок, валов); *мертвая петля* (рис. 9, и) — для строповки универсальным стропом любых деталей.

Задвижной штык (рис. 9, к) применяют для закрепления каната на мачтах и бревнах (ванты, якоря). Прямое сращивание, т. е. стыковка концов каната на сжимах внахлестку, запрещается. Канат должен сращи-

ваться прямым узлом или *восьмеркой* через короткое бревно (рис. 9, л); мягкий канат можно сращивать без закладки бревна.

При такелажных работах применяют также и другие типы узлов и петель.

Стальной канат во избежание быстрого износа и перелома нельзя подвергать резким перегибам, так как при этом в узлах снижается его расчетная прочность

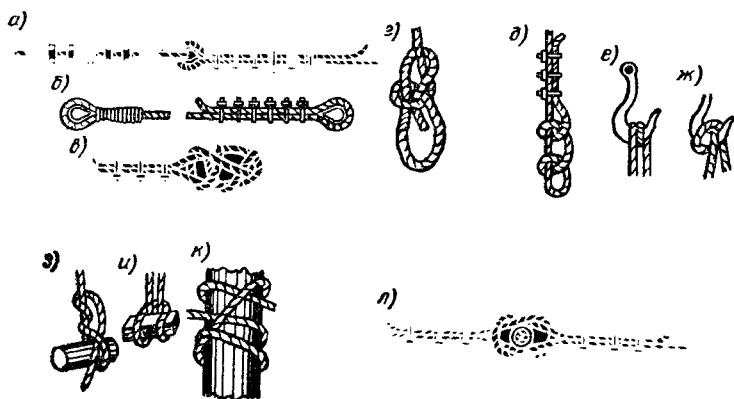


Рис. 9. Узлы и петли из канатов

а, б — петли с коушем; в — брашштовый узел; г — беседочный или калмыцкий узел; д — штыковой узел; е — простая петля; ж — закидная петля на крюке; з — двойная восьмерка; и — мертвая петля; к — задвижной штык; л — восьмерка через короткое бревно

от 40 до 70%. Этим объясняется то обстоятельство, что разрыв перегруженного каната происходит, как правило, в узле или в непосредственной близости от него.

При такелажных работах необходимо учитывать уменьшение несущей способности канатов в его узлах. Величина понижающих коэффициентов несущей способности канатов для различных узлов приведена в табл. 7.

Счалка (сплетение) концов канатов между собой — надежное соединение, часто применяемое при такелажных работах. Существует несколько способов сплетения канатов, однако все они должны обеспечивать равнопрочность по сравнению с целым канатом. Счаливать концы канатов допускается только при условии одинаковой их конструкции и диаметра.

Для выполнения чалочных работ применяют следующие инструменты (рис. 10): свайку 1 для раздвигания

Величины понижающих коэффициентов несущей способности канатов для различных узлов

Узел	Обозначения на рис. 9	Коэффициент
Брамшкотовый	<i>в</i>	0,4
Беседочный, одинарный или двойной	<i>г</i>	0,4
Штыковой	<i>д</i>	0,7
Крюковой	<i>е, ж</i>	0,6
Удавка	<i>з</i>	0,7
Мертвая петля	<i>и</i>	0,6
Задвижной штык	<i>к</i>	0,5
Восьмерка через ко- роткое бревно	<i>л</i>	0,6

прядей, разводку 2, Т-образную подбойку 3 (большую и малую), круглое шило 4, клещи-кусачки 5 для откусывания проволок и прядей, палку деревянную 6 диаметром 30 и длиной 1000 мм, пеньковый канат 7, деревянные молотки 8 различных размеров, нож 9 для удаления органического сердечника, слесарный молоток 10. Кроме того, необходимо иметь переносные тиски для зажима каната и закрепления коушей, катушки с мягкой проволокой для обмотки и закрепления канатов, круглые клинья из твердого дерева, переносные зажимы для канатов.

Счаливанием (заплеткой) соединяют прямые концы канатов и изготовляют петли. Длина сплетки (рис. 11, а) зависит от числа проколов каната пряжами и должна быть не менее длины, установленной правилами Госгортехнадзора.

Счаливание (сплетка) канатов производится в такой последовательности. На расстоянии 500—700 мм от концов счаливаемых канатов (рис. 11, б) накладывают перевязки 1 (марки), т. е. обматывают канат мягкой проволокой, а затем конец каната до перевязки распускают на пряди. Для предотвращения роспуска прядей на проволоки концы каждой пряди также обматывают мягкой проволокой. Органический сердечник на всю длину распущенного каната вырезают.

Стыкуемые канаты соединяют между собой так, чтобы пряди располагались в шахматном порядке вплот-

ную до перевязок (рис. 11, в). Для этого пряди левого каната привязывают двумя перевязками 3 к правому канату и накладывают дополнительно перевязки 4, расположенные на расстоянии 40 *d* наката одна от другой и препятствующие роспуску каната. Затем перевязку 1 с левого каната снимают, любую из свободных прядей накладывают на смежную встречную прядь и с

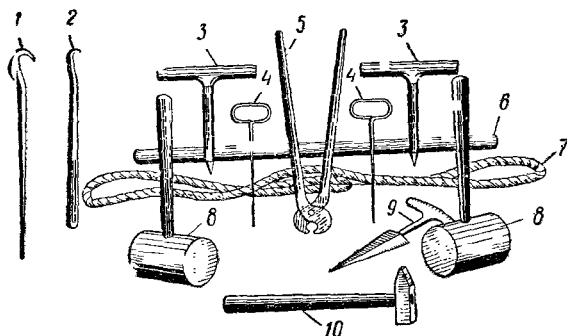


Рис. 10. Инструменты для чалочных работ

1 — свайка; 2 — разводка; 3 — подбойка; 4 — шило; 5 — кусачки; 6 — палка деревянная; 7 — пеньковый канат; 8 — деревянный молоток; 9 — нож; 10 — слесарный молоток

помощью свайки пробивают (пропускают) ее под следующие две пряди (рис. 11, г). Пробитую прядь обтягивают, и молотком обколачивают две пряди, под которые пробита ходовая прядь¹.

После этого так же пробивают следующую свободную ходовую прядь под следующие две пряди. Аналогично пробивают все остальные пряди, производят еще одну пробивку тех же прядей, а затем срезают перевязки 3 правого каната, снимают перевязки 1 и дважды пробивают пряди левого каната. Затем поочередно вторично выполняют по две пробивки всех прядей с каждой стороны стыка. В таком же порядке сплетают канат на всю длину стыка до перевязок 4.

Сплетка заканчивается пробивкой еще по одному разу половины ходовых прядей с каждой стороны через одну прядь (одну прядь пробивают, вторую оставляют,

¹ Ходовыми прядями называют пряди расплетенного конца каната, которыми пробивают второй канат.

Схема последовательности сплетки канатов на прямом участке

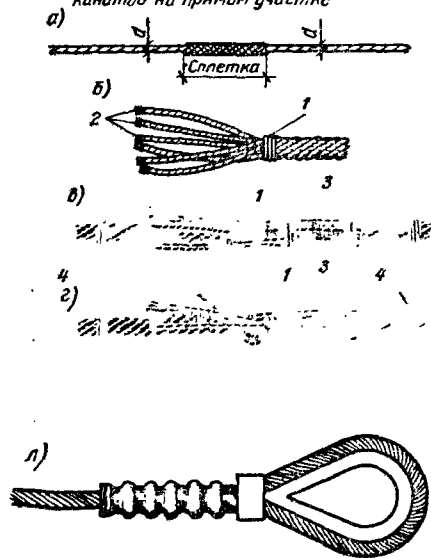


Схема сплетки стальных канатов у петли через одну под две пряди

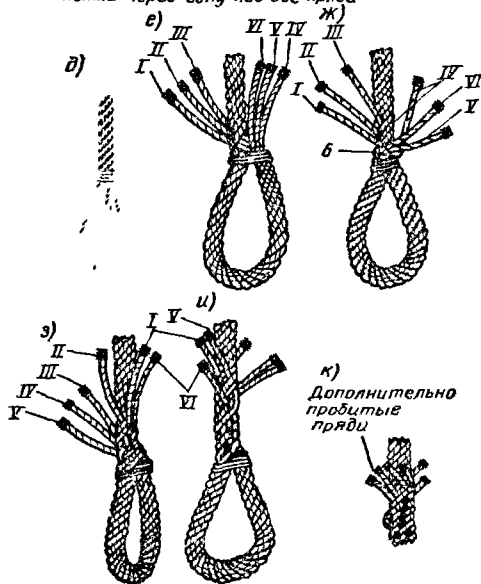


Рис. 11. Последовательность сплетки стальных канатов и изготовления петель

а — сплетенный канат; б — канат, подготовленный к сплетке; в — соединение двух концов каната; г — пробивка первой пряди; д — выпуск конца каната на пряди; е — образование петли и пробивка первых трех прядей; ж — пробивка IV пряди; з — вторичная пробивка всех ходовых прядей; и — последующая пробивка прядей; к — последние дополнительно пробитые пряди; л — петля с опрессованной гильзой; 1-4 — перевязки; I-VI — номера ходовых прядей

следующую снова пробивают и т. д.). В зависимости от длины стыка число пробивок бывает $4\frac{1}{2}$; $5\frac{1}{2}$; $6\frac{1}{2}$ и т. д.

Канаты у петли сплетают следующим образом. На расстоянии 500—700 мм от конца каната накладывают перевязку и канат распускают на пряди (рис. 11, д). Концы прядей так же, как и при сплетке прямых канатов, обвязывают мягкой проволокой. Органический сердечник по всей длине распущенного конца вырезают.

Конец распущенного каната загибают в петлю и привязывают место перевязки к коренному канату. Первую проводку пряди выполняют в положении, когда петля обращена к работающему своей изогнутой частью, а ходовые пряди расположены справа. Первую ходовую прядь проводят в канат справа налево против спуска каната¹. Первую прядь для пробивки выбирают так, чтобы после снятия перевязки не происходило закручивания или раскручивания ходового конца.

Ходовую прядь *I* (рис. 11, е) пробивают под одну коренную, *II* — под две, *III* — под три пряди. Все три пряди пробивают в одном и том же месте. Ходовую прядь *IV* пробивают через то же место, что и первые три, но в обратном направлении, под две коренные пряди (рис. 11, ж); *V* — под ту же прядь в обратном направлении; *VI* — так же, как и в первом случае, но в обратном направлении.

Вторую пробивку каждой ходовой пряди производят через одну смежную под две следующие коренные пряди (рис. 11, з). Дальнейшие пробивки выполняют аналогично второй (рис. 11, и). Последнюю пробивку делают половинным числом прядей (рис. 11, к). Пробитые пряди обрубают у самого каната, и весь счаленный участок по всей длине сплетения плотно обматывают мягкой отоженной проволокой диаметром 1—2 мм.

Число пробивок каната каждой прядью при заплетке зависит от его диаметра:

Диаметр каната, мм	до 15	15—28	28—60
Число пробивок (не менее)	4	5	6

Сращивать канаты, применяемые в грузоподъемных машинах, не допускается. Концы на сжимах разрешается сращивать только для стропов.

¹ Спуском каната называется направление от заплетаемой петли к коренной части каната.

Наряду с изготовлением петель способом сплетения их прядей монтажки изготавливают петли способом опрессовки (рис. 11, л), который заключается в следующем В цилиндрическую или овальную пустотелую втулку (гильзу), состоящую из алюминиевого сплава либо оцинкованной стальной трубки, вставляют два конца каната, образующие петлю под коуш. Канат с трубкой вставляют в опрессовочную головку (приспособление) и, передвигая трубку, периодически сдавливают ее в нескольких местах с определенным усилием. Этим способом соединяют канаты диаметром до 35 мм. Размеры заготовки гильзы принимаются в зависимости от диаметра стального каната.

Заготовки бывают цилиндрической и овальной формы.

Размеры некоторых цилиндрических заготовок гильз в зависимости от диаметра стального каната приведены в табл. 8.

Таблица 8

Размеры цилиндрических заготовок гильз

Диаметр каната, мм	Наружный диаметр гильзы, мм	Внутренний диаметр гильзы, мм	Длина гильзы, мм
15	42	27	60
18	49	31	70
20	54	34	70
22,5	62	38	85
24,5	70	43	95
27	78	47	100

§ 4. КРЕПЛЕНИЕ КАНАТОВ, СЖИМЫ, КОУШИ И СТЯЖКИ

Для надежной и безаварийной работы канатов необходимо правильно прикреплять их к барабанам лебедок, крюкам грузоподъемных механизмов и поднимаемым грузам. Место крепления концов каната должно быть свободно для осмотра.

Для закрепления каната на барабане лебедки его конец необходимо пропустить в специально сделанное на барабане наклонное отверстие. Наклон должен совпадать с направлением витков каната на барабане во из-

бежание перелома каната, его прядей и проволок. После намотки 4—5 витков конец каната закрепляют специальными зажимами. Концы каната на барабане лебедки можно закреплять также клиновыми зажимами.

Наиболее простым и распространенным при монтаже является закрепление каната сжимами (рис. 12).

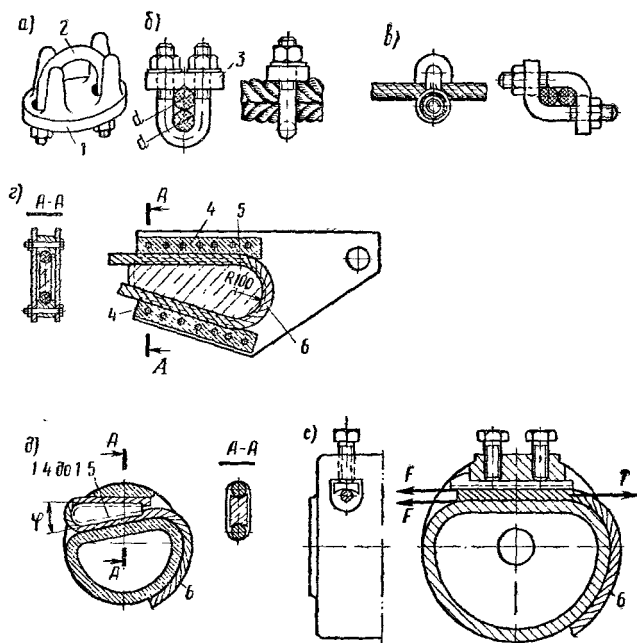


Рис. 12. Различные конструкции сжимов и креплений каната на барабане лебедки

а — литой рожковый сжим; *б* — обыкновенный сжим; *в* — кованый сжим; *г* — клиновой сжим; *д* — клиновое крепление каната; *е* — крепление каната прижимными болтами; *1* — рамка; *2* — скоба (дужка); *3* — пластина; *4* — щека; *5* — клин; *6* — канат; *F* — сила трения между канатом и барабаном, канатом и нажимной планкой; *T* — усилие для расчета крепления каната на барабане

Такое закрепление особенно удобно при отсутствии опытных счалщиков, а также в тех случаях, когда требуется быстро произвести надежное крепление конца каната на месте монтажа.

В зависимости от диаметра каната и необходимой степени прочности закрепления применяют различные сжимы и устанавливают различное их число (табл. 9).

Определение количества сжимов и расстояния между ними
в зависимости от диаметра каната

Диаметр каната, см	Количество сжимов	Расстояние между осями сжимов I_1 , мм	Расстояние от центра петли до первого сжима I_2 , мм
8,5	3	100	80
13,5	3	100	105
15	3	100	130
18	3	120	145
20	4	125	160
22,5	4	140	175
24,5	5	150	195
27	5	160	210
29	5	180	225
33,5	7	230	270
38	8	250	300

Расстояние между сжимами обычно принимается не менее 6 диаметров каната; болты следует затягивать равномерно на всех установленных сжимах.

Для стальных проволочных канатов применяют литые и кованные сжимы различной конструкции.

Литой сжим (рис. 12, а) состоит из рамки 1 и скобы (дужки) 2. На внутренней поверхности обоймы имеются углубления, совпадающие по величине и направлению с витками прядей каната, что при плотном закреплении обеспечивает повышенное трение между зажимом и канатом без резкого нарушения строения каната.

Часто литую рамку заменяют пластиной 3 (рис. 12, б). Применяют также кованные (рис. 12, в) и клиновые (рис. 12, г) сжимы.

Существуют много способов крепления канатов на барабане лебедки. Для канатов диаметром до 12 мм часто применяют клиновые крепления (рис. 12, д). Канат больших диаметров крепят прижимными болтами (рис. 12, е), которые через клин прижимают канат к телу барабана. Такая конструкция обеспечивает при необходимости быструю смену канатов.

Сжимы должны размещаться на канате так, чтобы затягивающие гайки располагались со стороны рабочей ветви каната (рис. 13, а). Это обеспечивает рабочей ветви каната прямолинейность, а стремящийся к выкальзыванию конец при этом будет лучше зажат.

Болты сжима следует затягивать так, чтобы канат был обжат абсолютно надежно, чтобы сжатый поперечник каната составил 0,6 его первоначального диаметра.

Во время эксплуатации нужно постоянно следить за состоянием сжимов и при необходимости подтягивать их. Небрежная установка сжимов и плохая затяжка их могут быть причиной аварии и повредить монтаж-

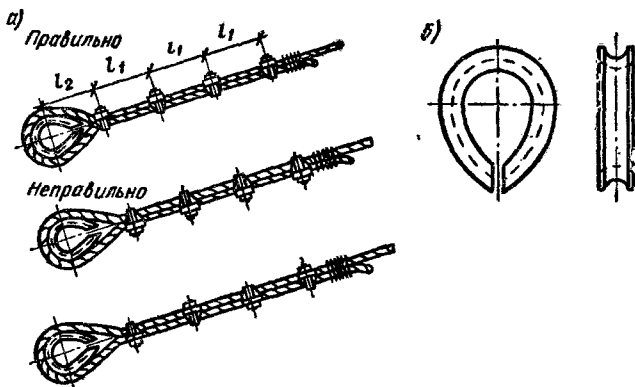


Рис. 13. Крепление конца каната с коушем

а — расположение дужек сжимов; *б* — коуш

ные мачты, вантовые краны, монтируемые конструкции и оборудование.

Кроме описанных одинарных конструкций имеются двойные сжимы, использование которых обеспечивает большую надежность крепления каната.

Если в процессе эксплуатации необходимо часто изменять длину каната, например, в вантах мачты при ее передвижении, канат лучше всего закреплять клиновым сжимом (см. рис. 12, *г*). При натяжении каната клин *5* входит в зазор между щеками *4* и зажимает канат. Чем сильнее натяжение, тем лучше заклинивается канат.

Концы канатов закрепляют сжимами обычно через коуш (см. рис. 13, *б*), который предохраняет канат от расплющивания и расслоения прядей и проволок на перегибах. Коуши штампуют из листового металла или изготавливают из чугунного литья.

В подъемно-транспортных устройствах используют обычно коуши для канатов диаметром до 40 мм. Размеры коушей в зависимости от диаметра каната установлены ГОСТ 2224—72.

Применять петли без коушей разрешается, когда канатом огибаются трубы и валы, при отношении диаметра каната к диаметру вала $\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}$.

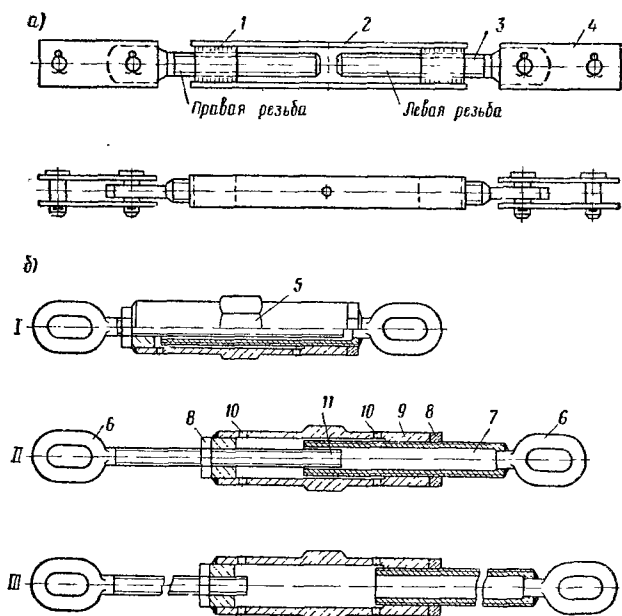


Рис. 14. Винтовые стяжки

a — пластинчатой конструкции; *b* — длинноходовая; *I* — стержни максимально ввинчены в отверстие муфты; *II* — промежуточное положение; *III* — стержни максимально вывинчены из муфты; 1 — продолговатая гайка; 2 — полоса; 3 — винтовой стержень; 4 — серьга; 5 — шестигранный стяжной муфты; 6 — проушины для крепления концов стягиваемого троса; 7 — осевое отверстие в одном из резьбовых стержней; 8 — контргайка; 9 — стяжка муфты; 10 — отверстие для контроля положения стержней; 11 — резьбовые стержни

Монтажные организации при отсутствии заводских коушей обычно изготавливают их из стальных труб соответствующих диаметров и толщин стенок, разрезая трубу вдоль и пополам и изгибая ее кузнечным способом.

Для натяжения стальных канатов (вант) на тяжелых работах применяют специальное приспособле-

ние, называемое винтовой стяжкой (рис. 14, а). Она состоит из двух продолговатых гаек 1, соединенных полосами 2 на сварке, и двух винтовых стержней 3. Каждый стержень имеет нарезку и головку с отверстием для крепления расчалки серьгой 4. На одном стержне — правая нарезка, а на другом (встречном) — левая, благодаря чему в зависимости от направления вращения стяжки стержни сходятся либо расходятся, при этом вантa натягивается или ослабляется.

Винтовые стяжки вращают ломиком, закладываемым между полосами. Корпус стяжки может быть также изготовлен из угловой стали или стальной толстостенной трубы. Стяжки изготовляют на различные усилия до 250 кН.

Недостаток стяжек указанных конструкций — малая величина рабочего хода (осевого перемещения концов стягиваемого троса).

За последние годы разработана и внедрена длинноходовая стяжка (рис. 14, б), позволяющая более чем в 2 раза увеличить ее рабочий ход по сравнению со стяжкой обычной конструкции.

Один из стержней длинноходовой стяжки выполнен полым. В его отверстие при вращении стяжной муфты свободно входит конец другого стержня. Таким образом, резьбовые стержни образуют один с другим и со стяжной муфтой телескопическую систему.

Стержни с резьбой противоположного направления снабжены проушинами, к которым крепятся концы стягиваемого троса. Резьбовые стержни ввинчены в отверстия стяжной муфты соответствующего диаметра и направления резьбы. При вращении стяжной муфты в несквозное осевое отверстие одного стержня свободно входит конец другого резьбового стержня. Для удобства вращения муфты гаечным ключом на наружной ее поверхности имеется шестигранник. Как и обычные стяжки закрытого типа, длинноходовая стяжка снабжена отверстиями в стенке муфты, предназначенными для визуального контроля положения концов стержней. По окончании регулирования натяжения троса положение резьбовых стержней в стяжной муфте фиксируют контргайками.

При одинаковой длине в свинченном положении 326 мм максимальная рабочая длина стандартной стяжки составляет 466 мм, а длинноходовой — 566 мм. Для

стяжки большего размера увеличение рабочего хода более значительно.

§ 5. БРАКОВКА, ХРАНЕНИЕ И СМАЗКА КАНАТОВ

Постоянный надзор за состоянием канатов в процессе эксплуатации — необходимая мера, обеспечивающая безопасность производства работ и гарантийную сохранность оборудования.

Срок службы стального каната колеблется от нескольких недель до нескольких лет и зависит от его конструкции, условий работы и хранения. Пригодность каната для дальнейшего использования определяется по степени его износа, наличию обрывов отдельных проволок в прядях, наличию коррозии проволок. Обрыв определенного количества проволок каната выводит его из строя и является основанием для запрещения дальнейшей эксплуатации каната.

Вследствие больших напряжений в проволоках или износа каната могут произойти обрывы проволок, количество которых определяется на длине одного шага свивки каната (табл. 10).

Таблица 10

Число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть забракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности при установленном правиле отношении $D : d$ *	Конструкция канатов							
	6×19=144 и один органический сердечник		6×37=222 и один органический сердечник		6×61=366 и один органический сердечник		18×19=342 и один органический сердечник	
	кресто- вая свив- ка	односто- ронняя свивка	кресто- вая свив- ка	односто- ронняя свивка	крестовая свивка	односто- ронняя свивка	крестовая свивка	односто- ронняя свивка
До 6	12	6	22	11	36	18	36	18
От 6 до 7	14	7	26	13	38	19	38	19
Свыше 7	16	8	30	15	40	20	40	20

* D — диаметр барабана, мм; d — диаметр каната, мм.

Браковочные нормы обрывов проволок на длине одного шага свивки каната установлены Госгортехнадзо-

ром¹ и являются обязательными при эксплуатации канатов.

Проволочные канаты лебедок, предназначенные для подъема людей, а также для транспортирования расплавленного металла, кислот, взрывоопасных и ядовитых веществ, бракуются при количестве обрывов, вдвое меньшем, чем указано в табл. 10.

Таким образом, если на длине одного шага свивки каната будет обнаружено обрывов проволок больше, чем указано в табл. 10, такой канат к работе не допускается. При определении степени годности каната очень важно правильно отмерить шаг свивки.

Если канат после проверки признан годным для работы, оборванные концы проволок обязательно должны быть обломаны до основания, иначе они могут повредить канат при движении через блоки или при навивке на барабан.

Предположим, что канат кроме обрывов проволок имеет еще и поверхностный износ, а также слой коррозионного покрытия, что уменьшило диаметр проволок, величина которого определена замером. В этих случаях допусковое количество обрывов проволок, указанное в табл. 10, должно быть уменьшено. В табл. 11 приводятся понижающие коэффициенты, на которые необходимо умножать браковочные нормы, указанные в табл. 10.

Таблица 11

Нормы браковки каната в зависимости от поверхностного износа или коррозии

Уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа или коррозии, %	Коэффициенты, на которые надлежит умножить допусковое количество обрывов по табл. 10
10	0,85
15	0,75
20	0,7
25	0,6
30 и более	0,5

При определении диаметра оборванной проволоки последнюю отгибают на участке наибольшего износа и

¹ Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М., «Металлургия», 1972, с. 181.

замеряют микрометром. Величину замера сравнивают с диаметром неизношенной проволоки. Если проволока для замера недоступна, износ определяют наружным осмотром.

Пример 6. Требуется определить, можно ли канат типа ТК6Х37 крестовой свивки применить для перемещения груза, если его проволоки имеют поверхностный износ, уменьшивший их диаметр на 20%. Канат имеет 14 обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, запас прочности каната равен 6.

Решение. Для каната, не имеющего поверхностного износа, наибольшее количество обрывов проволок по табл. 9 допускается до 22.

По табл. 10 определяем, что при уменьшении диаметра проволоки вследствие износа на 20% следует применить понижающий коэффициент 0,7. Таким образом, для рассматриваемого каната допускается наибольшее количество обрывов проволок не 22, а $22 \cdot 0,7 = 15$ обрывов. В нашем примере канат имеет 14 обрывов, т. е. меньше допустимых 15. Следовательно, он может быть использован для перемещения соответствующего груза. Поскольку все же канат имеет значительный дефект, его не следует применять на ответственных подъемах.

Смазка и смазочные материалы имеют большое значение для нормальной работы и долговечности стальных канатов.

Изготовленные канаты не всегда поступают сразу в эксплуатацию. Независимо от того, где они находятся — на складе, в пути следования к месту назначения или в работе, они подвергаются воздействию главным образом влаги, находящейся в атмосфере, поэтому канаты смазывают. Смазкой должна быть покрыта по возможности вся поверхность проволок и канатов, как светлых, так и оцинкованных. Наличие отдельных несмазанных мест ведет к образованию точечной коррозии, что сильно отражается на сроках эксплуатации канатов.

Высокое качество используемых смазочных и противогнилостных материалов, способы их нанесения и сохранения в канате на возможно большее время позволяют значительно удлинить сроки эксплуатации каната.

Смазка стальных канатов так же обязательна, как и смазка деталей машин. Канаты очень часто работают в худших условиях, чем детали машин, так как в них нет постоянно действующих приспособлений для смазки отдельных частей. Канатам нередко приходится работать в условиях повышенной влажности, подвергаться воздействию кислот, паров, газов, высоких и перемен-

ных температур окружающей среды, а также абразивным воздействиям.

Для смазки проволоки и канатов на канатных заводах применяют различные виды смазочных материалов, в основном предназначенных для предохранения канатов от коррозии в период транспортирования и хранения. К таким материалам, например, относятся вазелин технический УН, канатная мазь (ГОСТ 5570—69), смазки, изготовленные на кальциевых маслах, жирных и смоляных кислот, например солидолы (ГОСТ 4366—64, 1033—51) или им подобные с температурой каплепадения не ниже 40° С. В процессе эксплуатации для канатов часто используют графитную смазку.

Ежемесячно канаты осматривают, при этом старую смазку полностью удаляют и канаты покрывают новой смазкой.

Хранение и транспортирование стальных канатов, равно как и подготовка их к эксплуатации, имеют большое значение для их нормальной работы и долговечности.

Стальные канаты должны храниться на закрытом, сухом и теплом складе с деревянным или асфальтовым полом. При хранении канатов вне складов нельзя укладывать барабаны непосредственно на землю. Они должны быть уложены на специальные подкладки — брусья или стойки — и покрыты толью, рубероидом или колпаками.

При длительном хранении канаты не реже одного раза в 6 мес. осматривают по всей длине путем перемотки с барабана на барабан или с бухты в новую бухту.

При перемотке каната с барабана на барабан нельзя допускать образования петель и заломов каната, поэтому необходимо барабаны устанавливать на специальные кронштейны, предварительно вставив в их отверстие вал. Канат сматывают и наматывают на новый барабан в одном направлении, как это показано на рис. 15. Чтобы предотвратить сбрасывание витков, рекомендуется притормаживать барабан со стороны сматывания.

Стальные канаты после их использования на монтаже обычно возвращаются на склад грязными, смотанными на катушках отдельными кусками, со слабыми и неровными витками.

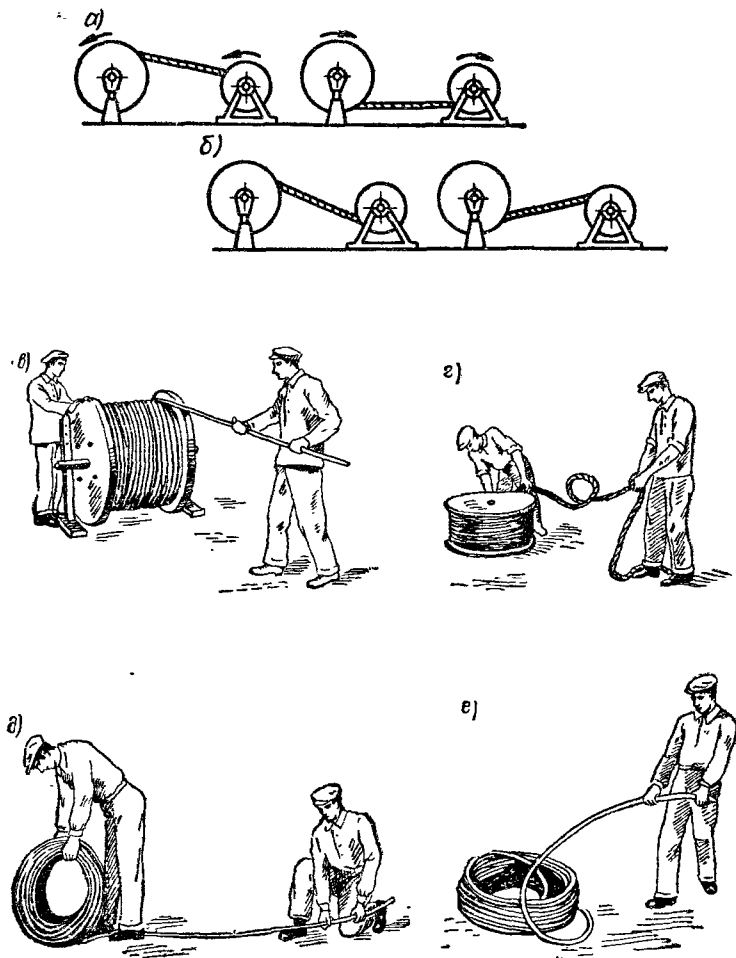


Рис. 15. Способы перемотки канатов правильные *а, в, д* и неправильные *б, г, е*

Прежде чем передать канаты снова в производство, их очищают от грязи и смазывают. К сожалению, часто эту трудоемкую работу выполняют вручную. Недостатками ручной обработки канатов являются низкая производительность, невысокое качество обработки и излишний расход смазки. Кроме того, выполнение этих опера-

ций сопряжено с травмами рабочих (концами оборванных стальных проволок).

Для механизации трудоемких процессов по перемотке, чистке и смазке канатов отдельные проектные организации Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР разработали специальные механизмы. На рис. 16 приведена одна из таких машин, предназначенная для перемотки, чистки, смазки и изменения длины стальных канатов.

Машина состоит из сварной рамы 1, привода 12 вращения катушки, состоящего из электродвигателя, цилиндрического редуктора, клиноременной и цепной передач.

На выходном валу редуктора установлен кривошип с пальцем, передающим вращение штанге с насаженной на ней разъемной катушкой 2 для намотки каната. Поднимают и опускают катушку ручным подъемным механизмом 3.

Суппорт машины имеет самостоятельную раму 10. С помощью ходового винта он перемещается по двум направляющим поперек основной рамы, укладывая обработанный канат 4 на катушку плотными рядами.

На раме суппорта установлены направляющие ролики 6, натяжные барабаны 9, смазочная ванна и смазывающий ролик 5, а также очистительный аппарат 7 и пульт управления 8.

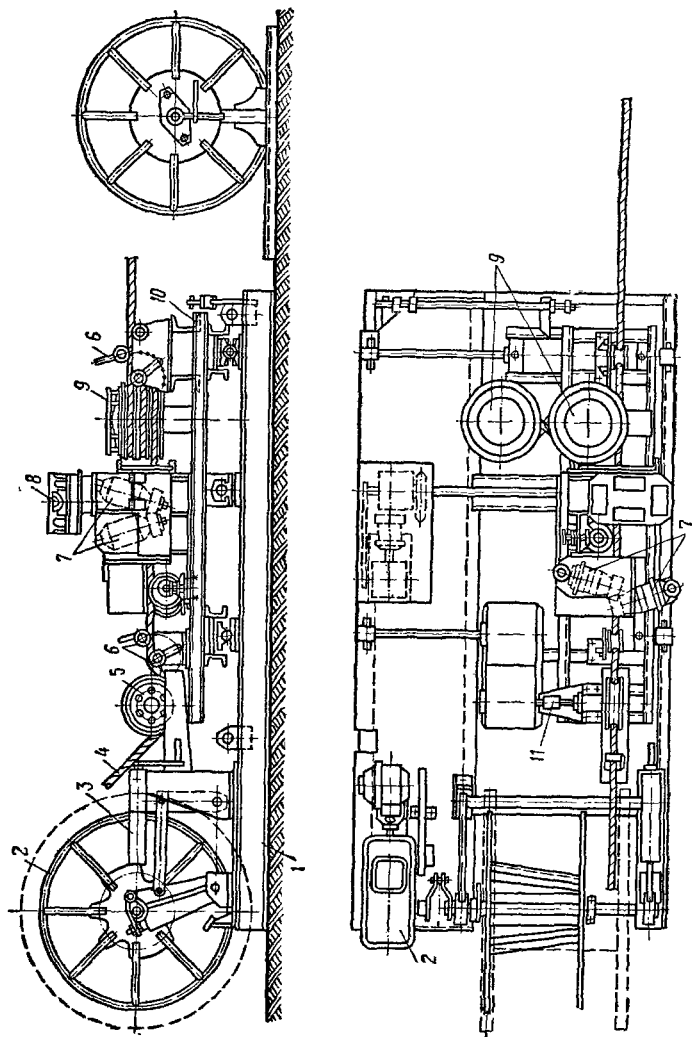
Направляющие ролики служат для направления и предварительного натяжения каната. Натяжные барабаны с фрикционным тормозом позволяют получать натяжение каната усилием 2500 Н, необходимое для правильного движения через очистительный аппарат и намотки на приводную катушку.

Очистительный аппарат состоит из четырех электродвигателей с насаженными на их валы металлическими щетками. Два электродвигателя (один над другим) установлены горизонтально и два вертикально. Все электродвигатели повернуты относительно оси каната на 15°.

Канат, огибая смазывающий ролик, опускается в ванну с маслом. При выходе каната из ванны лишняя смазка снимается специальным устройством. Ось смазывающего ролика соединена со счетчиком 11, которым измеряется длина каната, прошедшего обработку.

Рис. 16. Машина для перемотки, чистки, смазки и измерения длины стальных канатов

1 — рама машины; 2 — разъемная катушка; 3 — ручной подъемный механизм; 4 — канат; 5 — смазы; 6 — валик; 7 — направляющие ролики; 8 — очистительный аппарат; 9 — пульверизатор; 10 — натяжные барабаны; 11 — рама суппорта; 12 — счетчик; 13 — привод



Диаметр ролика выбран с расчетом, что один оборот его соответствует прошедшему канату длиной 1 м.

В ванну масло подается из бака по мере необходимости. В баке установлены два элемента для подогревания масла до 30—50° С летом и 80—100° С зимой.

Пульт управления имеет четыре кнопки: привода вращения катушки, привода подачи суппорта, очистительного аппарата и системы подогрева масла. Раздельное управление механизмами создает удобства в налаживании их совместной работы.

СТРОПЫ И ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**§ 6. СТРОПЫ И ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

Строповка грузов — одна из ответственных операций при выполнении такелажных работ. Конструкции стропов должны обеспечивать полную безопасность и удобство работ, а также возможность быстрой строповки и расстроповки груза.

Способ строповки основных узлов тяжеловесного оборудования, как правило, указан в проекте производства работ. Строповку выполняют опытные такелажники под контролем мастера или производителя работ.

Стропы для такелажных работ чаще всего изготавливают из стальных канатов, реже — из стальных цепей, а для небольших грузов — также из пеньковых канатов. Число нитей стропа, на которых подвешивают груз, выбирают в зависимости от массы поднимаемого груза и диаметра каната. Обычно стремятся применить строп с меньшим числом нитей за счет увеличения диаметра каната. Однако использовать для стропов канат диаметром более 39 мм практически нецелесообразно, так как пользоваться таким стропом трудно и неудобно. Для такелажных работ применяют стропы различных конструкций, изготовленные из мягких стальных канатов типа ТК6×37, ТК6×61 с пределом прочности проволок 1700—1900 Н/мм².

Монтажные организации обычно имеют запас проверенных стропов различной грузоподъемности. До поступления на монтаж стропы испытывают под нагрузкой, вдвое превышающей максимальную массу поднимаемого груза. Все стропы, хранящиеся на складе, должны иметь бирку с указанием их грузоподъемности и даты испытания.

Следует иметь в виду, что даже хорошо и правильно изготовленный строп при неправильном креплении к под-

нимаемому грузу может вызвать аварию или несчастный случай. Он всегда должен крепиться за массивные и надежные части поднимаемого груза; все ветви стропа должны быть равномерно натянуты, что проверяют легким нажимом руки на середину каждой ветви стропа.

Ветви стропа нужно надежно предохранять от соскальзывания на случай нарушения равновесия при задевании груза за конструкции во время подъема. При строповке необходимо устанавливать между ветвями надежные распорки.

В практике такелажных работ применяют несколько типов стропов из стальных канатов, однако наибольшее распространение получили стропы двух типов — универсальный и облегченный (рис. 17).

Облегченный строп изготавливают из стального каната, на концах которого предусматривают петли с коушами или присоединяют крюки. Длина сплетки $a=20d$. Универсальные стропы выполнены в форме замкнутой петли длиной 5—15 м. Они применяются при строповке тяжеловесного оборудования, конструкций и трубопроводов. Длина сплетки $a=40d$.

Для предохранения стропа от повреждений при изгибах на острые грани груза подкладывают деревянные или металлические инвентарные подкладки.

Присоединяя два или более облегченных стропа к кольцу, навешиваемому на крюк подъемного крана, получают грузозахватные устройства (рис. 18), которыми может производиться перегрузка самых разнообразных штучных и длинномерных грузов, различных узлов и деталей оборудования, конструкций, контейнеров и т. п.

Ветви стропа под углом менее 30° к горизонту при такелажных работах располагать не рекомендуется, так как в этом случае в стропе возникают большие усилия.

При монтаже обычно пользуются стропами в две и четыре ветви, а также специальными жесткими стропами — траверсами и захватами. Траверсы служат для перемещения крупногабаритных и длинномерных грузов, когда нужно стропить за несколько точек.

На рис. 19, а показана траверса грузоподъемностью 5 т, предназначенная для строповки груза за четыре точки. Она состоит из балансирующей балки 1 с серьгой 2 для крюка грузоподъемного механизма и двух роликов 3, подвешенных к концам балки с тросовыми стропами 6. В обойме роликов расположены два прижимных винта,

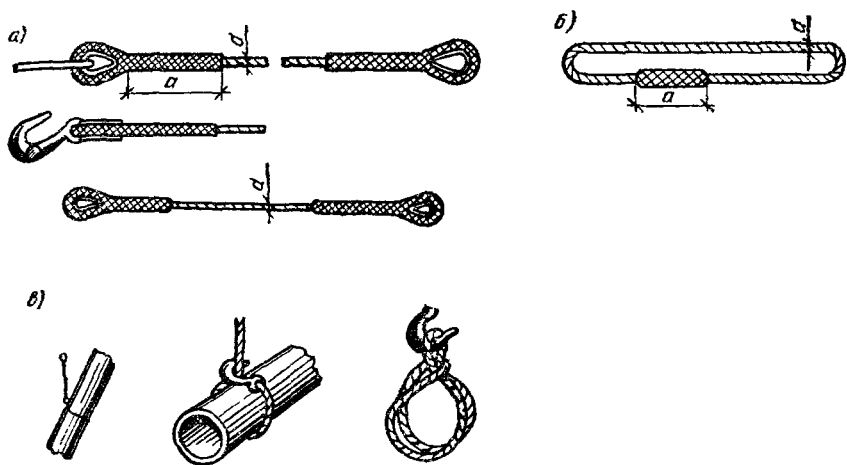


Рис. 17. Стропы

а — облегченные; *б* — универсальные; *в* — примеры строповки

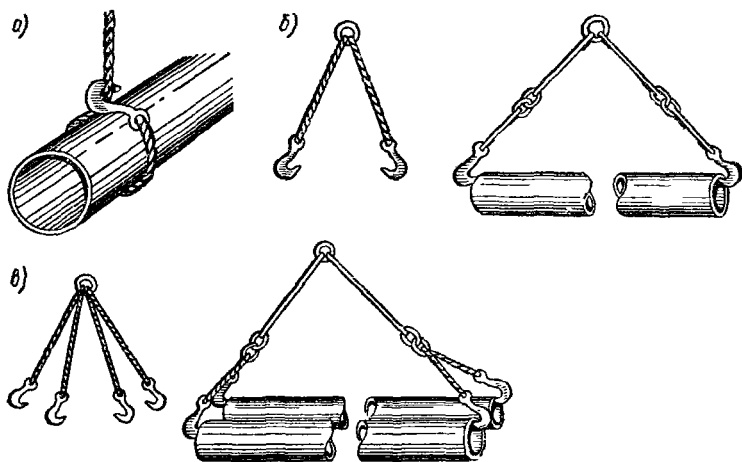


Рис. 18. Захватные устройства

а — с одним крюком; *б* — с двумя крюками; *в* — с четырьмя крюками

один из которых 4 предотвращает скольжение троса, а другой 5 — прижимает ролик, предупреждая его поворот. Прижимные винты позволяют поднимать груз с некоторым наклоном, что облегчает установку его в проектное положение под углом. Наличие балансирной балки и

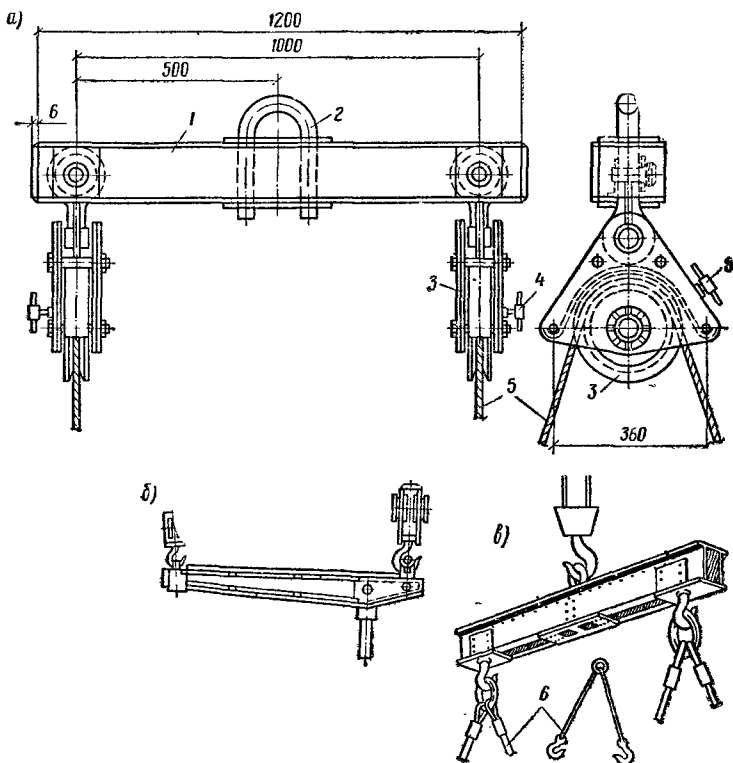


Рис. 19. Травесы

a — для строповки груза за четыре точки; *б* — разноплечая; *в* — для строповки крупногабаритных грузов; 1 — балансирная балка; 2 — серьга для крюка грузоподъемного механизма; 3 — ролик; 4, 5 — винты; 6 — стропы

вращающихся роликов обеспечивает равномерное натяжение ветвей при подъеме груза.

Если груз поднимают двумя спаренными кранами разной грузоподъемности, используют специальную разноплечую травесу (рис. 19, б) с грузовым крюком для подвешивания поднимаемого груза. Место крюка опре-

деляется соотношением плеч траверсы с учетом грузо-подъемности каждого крана. Для подъема крупногабаритных грузов применяют траверсу, показанную на рис. 19, в.

Следует иметь в виду, что поднимать груз двумя кра-

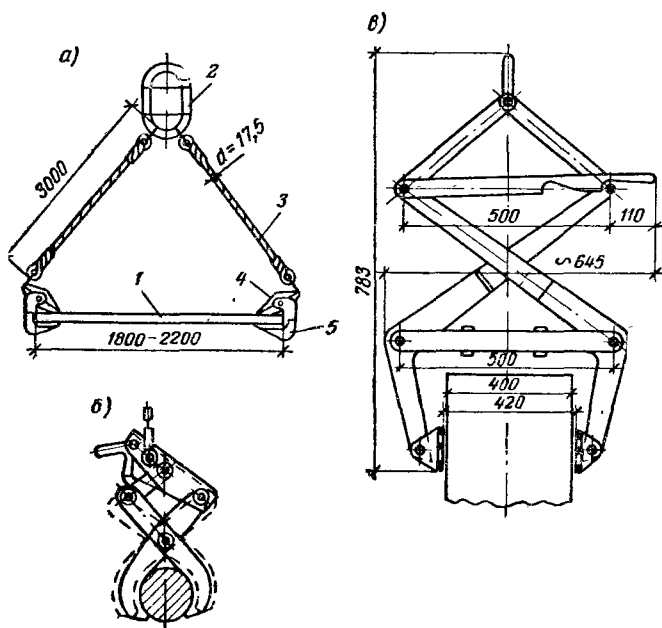


Рис. 20. Захваты

a — эксцентриковый захват; *б* — захват для подъема цилиндрических деталей; *в* — клещевой захват; 1 — лист; 2 — кольцо; 3 — канаты; 4 — прижимные рычаги; 5 — скобы

нами допускается в исключительных случаях; при этом должно быть обеспечено руководство ответственного лица за исправным состоянием и безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин или для этой цели выделяют опытного инженерно-технического работника из персонала монтажного управления.

Для перегрузки оборудования, листового и профильного металла, труб, кирпичных блоков и других штучных грузов применяют различные захваты. Для перегрузки листовой стали применяют очень надежные в работе экс-

центриковые захваты (рис. 20,а). При подъеме крюка подъемного механизма канаты 3, связывающие прижимные рычаги 4 с кольцом 2, натягиваются; одновременно рычаги прижимают листы 1 к скобам 5. При подъеме пакета листов одной парой захватов их следует устанавливать точно у места расположения его центра тяжести. При подъеме двумя парами захватов точная их установка у центра тяжести пакета не требуется.

На рис. 20,б показан захват для подъема валов, труб и других цилиндрических деталей. Для перемещения небольших штучных грузов, контейнеров, кирпичных блоков при кладке коксовых батарей и других предметов применяют клещевые захваты (рис. 20,в), которые работают по принципу самозажима под действием массы поднимаемого груза. Упорные самозажимающиеся башмаки захвата имеют насечку для лучшего сцепления с поднимаемым грузом. Для фиксации в открытом положении захват имеет рычаг-ограничитель, с помощью которого между башмаками захвата может быть установлено расстояние 320 или 420 мм; при этом высота клещей соответственно составляет 956 или 783 мм. Грузоподъемность таких клещей 350 кг, масса — 22 кг.

Конструкция стропов, траверс и других захватных приспособлений должна исключать возможность самопроизвольного отцепления груза. Все инвентарные стропы и грузозахватные приспособления снабжают бирками с четким обозначением регистрационного номера, грузоподъемности и даты очередного испытания.

§ 7. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ СТРОПЫ И ЗАХВАТЫ

В ряде случаев применение обычных стропов снижает производительность механизмов и производительность труда самих монтажников. Строповка поднимаемого груза стропами и его расстроповка — трудоемкие операции. Чтобы освободить строп от груза, такелажникам часто приходится подниматься на большую высоту, что связано с неудобствами, непроизводительными затратами рабочего времени и определенной опасностью. Это вызвало необходимость создать специальные стропы с дополнительным устройством, позволяющим выполнять расстроповку поднятого груза, не поднимаясь на высоту. Такие стропы называют полуавтоматическими (рис. 21). Существует

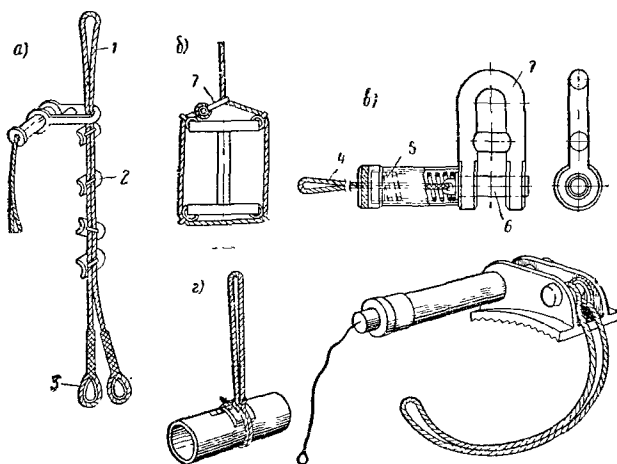


Рис. 21. Полуавтоматические стропы

а — общий вид стропы; *б* — схема строповки; *в* — скоба с полуавтоматическим запором; *г* — строп-удавка для подъема труб и валов; *1* — канат; *2* — инвентарные подкладки; *3* — коуш; *4* — оттягивающий тросик; *5* — пружина; *6* — запорный штырь; *7* — скоба

несколько конструкций полуавтоматических стропов, однако принципы их действия одинаковы.

Для строповки груза верхнюю петлю каната *1* накидывают на крюк крана, двумя свободно висящими концами стропового каната обхватывают груз. Петли каната с коушами надевают на запорный штырь *6*, который тросиком *4* оттягивается влево. После заводки петель в скобу тросик отпускают, штырь под действием пружины *5* запирает петлю, и строповку груза заканчивают. Для предохранения каната при перегибах на острых гранях поднимаемого груза к нему крепят специальные инвентарные подкладки *2*, которые при необходимости можно перемещать по канату.

Чтобы освободить строп, необходимо немного ослабить натяжение грузового каната и потянуть за тросик, который, преодолевая усилие пружины, сожмет ее и потянет за собой штырь в крайнее левое положение. При этом свободный конец стропы (петля) освободится.

При монтаже стальных и железобетонных конструкций применяют захваты с дистанционным управлением, разработанные проектным институтом Промстальконст-

рукция Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

Захват (рис. 22) для стропа грузоподъемностью 10 т состоит из сварного металлического коробкообразного корпуса 1, внутри которого находится привод захвата. В щелях предусмотрены окна для установки электромагнита, которые закрываются крышками на болтах. Герметичность корпуса достигается установкой прокладок. В нижней части корпуса имеется направляющая труба, в

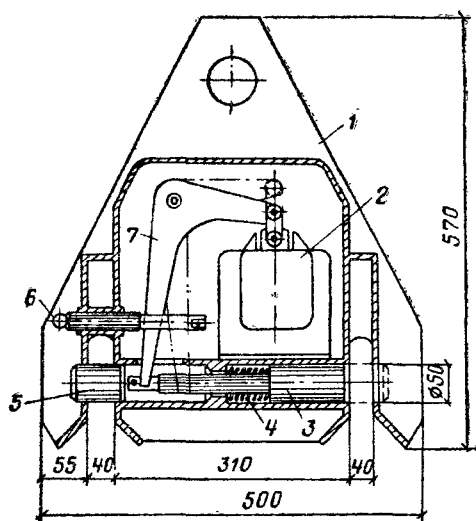


Рис. 22. Полуавтоматический захват

1 — корпус; 2 — электромагнит; 3 — выдвижной шток; 4 — пружина; 5 — неподвижная ось; 6 — ручка; 7 — рычаг

которую с одной стороны вставлена неподвижная ось 5, закрепленная ригелями, а с другой — выдвижной шток 3 с пружиной 4. Для расстроповки шток втягивается внутрь корпуса электромагнитом 2 типа МИС-8100 через систему рычагов 7. Под действием усилия пружины шток всегда находится в выдвинутом положении, при включении электромагнита шток вдвигается в корпус. Втягивание штока для строповки вручную без применения электромагнита производится специальной ручкой 6.

Захват имеет подвеску для подвешивания его на крюк крана или траверсу. Один конец стропа надевают на неподвижную ось, второй конец при монтаже надевают на выдвижной шток.

После подъема и закрепления груза расстроповка производится дистанционным включением электромагнита;

при этом выдвижной шток перемещается и освобождает конец стропа, который выпадает из захвата.

При работе траверсой с двумя захватами можно поднимать груз массой до 20 т. Подвеска захвата позволяет ему работать с крюком грузоподъемностью до 40 т. Захват оборудован инвентарным стропом из каната диаметром 26 мм с двумя коушами и специальными подкладками. Усилие втягивания выдвижного пальца вручную 200Н. Масса захвата 85 кг, основные размеры 570×580×190 мм.

Электромагнит включается магнитным пускателем и кнопкой, установленными обычно в кабине крана.

Для предотвращения случайного включения в цепи катушки магнитного пускателя последовательно с кнопкой установлен выключатель, который необходимо включать непосредственно перед нажатием кнопки и после расстроповки снова отключать. Третья жила питающего кабеля предназначена для заземления. Один конец ее должен быть подключен к корпусу захвата, другой — к металлическим конструкциям крана.

При применении траверсы с двумя захватами на ней устанавливают клеммный ящик, к которому присоединяют кабели от обоих захватов.

При эксплуатации захват подвешивают к крюку крана или к специальной траверсе. Захват должен быть подвергнут техническому освидетельствованию на заводе-изготовителе в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Результаты освидетельствования записывают в паспорт захвата. Захват должен быть подвергнут статическому испытанию путем подъема груза массой 12,5 т в течение 10 мин. Строп захвата также должен быть испытан грузом массой 20 т отдельно от захвата.

На месте эксплуатации новый захват должен быть освидетельствован владельцем и снабжен номером, под которым захват заносят в журнал учета грузоподъемных машин и вспомогательных грузозахватных приспособлений предприятия. Сведения в журнал заносят на основании паспорта захвата.

Применяют аналогичные захваты с дистанционным управлением грузоподъемностью 20 т. Разница заключается лишь в том, что в таком захвате предусмотрены два электромагнита вместо одного.

Масса захвата грузоподъемностью 10 т — 85 кг, захвата грузоподъемностью 20 т — 200 кг.

Существуют грузозахватные устройства, в которых дистанционное перемещение штока осуществляется из кабины крана, но под действием сжатого воздуха, подаваемого по шлангам.

§ 8. ЦЕПНЫЕ СТРОПЫ

Цепные стропы (рис. 23) используют при непосредственной обвязке поднимаемого груза, так как на этих работах канатные стропы быстро изнашиваются, соприкасаясь с острыми краями груза.

Цепные стропы изготовляют из цепей, выполненных из калиброванных и некалиброванных прутков. Прутки должны быть предварительно испытаны на разрыв, загиб в холодном и горячем состоянии, пробивку дыр и свариваемость.

Цепные стропы бывают одно-, двух-, трех- и четырехветвевые. Их изготовляют в различных исполнениях, в том числе с заделанными концевыми звеньями, с крюком на одном конце ветви, со скобой на конце.

Ветви стропа соединены и навешены на крюке грузоподъемного механизма с помощью специального треугольного звена.

Эксплуатируемые цепные стропы необходимо ежедневно тщательно осматривать для выявления трещин и износа. Стропы лучше всего проверять под нагрузкой, обстукивая их молотком, так как при этом легче обна-

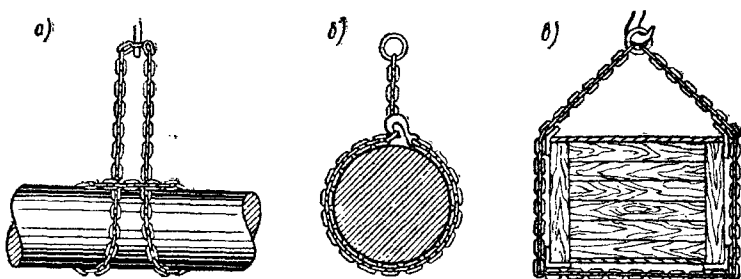


Рис. 23. Схема строповки цепными стропами

а — универсальным стропом; б — облегченным стропом с крюком на конце; в — с обхватом груза в двух местах

ружить возможные трещины. При износе звеньев, достигающем 10% первоначального диаметра цепной стали, допускаемая нагрузка на стропы должна быть снижена на 25%; при износе более 25% первоначального диаметра строп должен быть забракован.

При строповке необходимо наблюдать за тем, чтобы звенья цепи не изгибались на кромках груза.

Грузоподъемность одноветвевых цепных стропов, применяемых на монтаже, 0,4—25 т.

§ 9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТРОПЫ И ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Для подъема грузов массой до 15 т пользуются инвентарными стропами, проверенными нагрузкой и соответственно замаркированными. При подъеме более тяжелых грузов строповку выполняют индивидуальными стропами или приспособлениями, состоящими из нескольких инвентарных стропов и траверс.

Оборудование с большой массой поднимают с помощью так называемых полотенец из канатов. Канат увя-

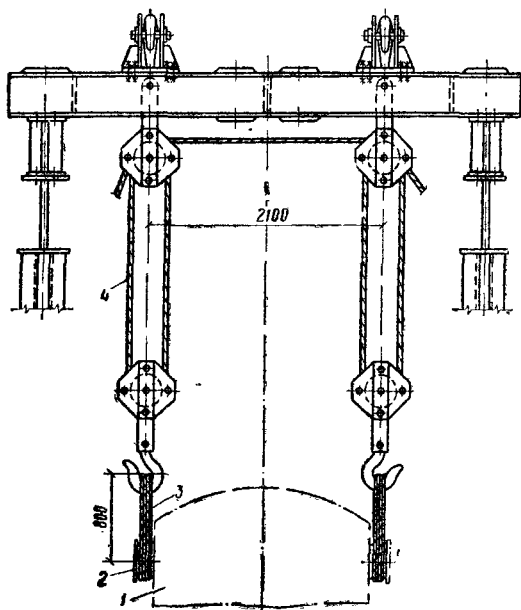


Рис. 24. Стropовка
груза большой
массы

- 1 — поднимаемый аппарат; 2 — цапфы;
3 — полотенце из
стальных канатов;
4 — полиспасты

зывают за поднимаемый груз в несколько ветвей; как это показано на рис. 24. Количество ветвей каната зависит от массы поднимаемого груза: их может быть две, четыре и больше; свободные ветви троса соединяют сжимами.

При строповке необходимо определить местоположение центра тяжести груза. Чаще всего его определяют пробными подъемами. Правильная строповка будет осуществлена только тогда, когда ось крюка подъемного

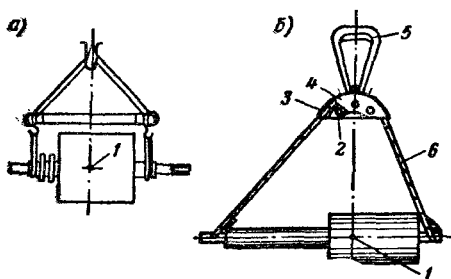


Рис. 25. Стрповка грузов специальными стропами

a — с симметричным расположением центра тяжести; *б* — с несимметричным расположением центра тяжести; 1 — условный центр тяжести; 2 — сектор с направляющим ручьем; 3 — зажим; 4 — корпус замка стропа; 5 — серьга; 6 — стальной канат

механизма совпадет с центром тяжести поднимаемого груза (рис. 25, *a*).

В практике приходится поднимать груз различной конфигурации с несимметричным расположением центра тяжести; в этом случае следует обращать особое внимание на то, чтобы груз при подъеме не перевернулся и не выскользнул. Для подъема таких грузов пользуются специальными траверсами и стропами либо надежно увязывают груз канатом соответствующим узлом (удавка, мертвая петля). Для строповки груза с несимметричным расположением центра тяжести применяют, например, специальный строп (рис. 25, *б*) грузоподъемностью 3 т, с автоматическим замком, конструкция которого разработана институтом Гипрометаллургмонтаж.

Замок дает возможность ветвям стропа самоустанавливаться по длине при подъеме неуравновешенного груза. Канат стропа в ненагруженном состоянии может свободно скользить по направляющему ручью замка. В начале подъема ветви стропа перемещаются и занимают место в соответствии с расположением центра тяжести поднимаемого груза. При дальнейшем подъеме груза, когда усилие в ветвях стропа достигает при-

мерно 1000 Н, канат в замке автоматически запирается и удерживается в таком положении до установки груза на место. Диаметр каната специального стропа 17,5 мм, масса стропа 15 кг.

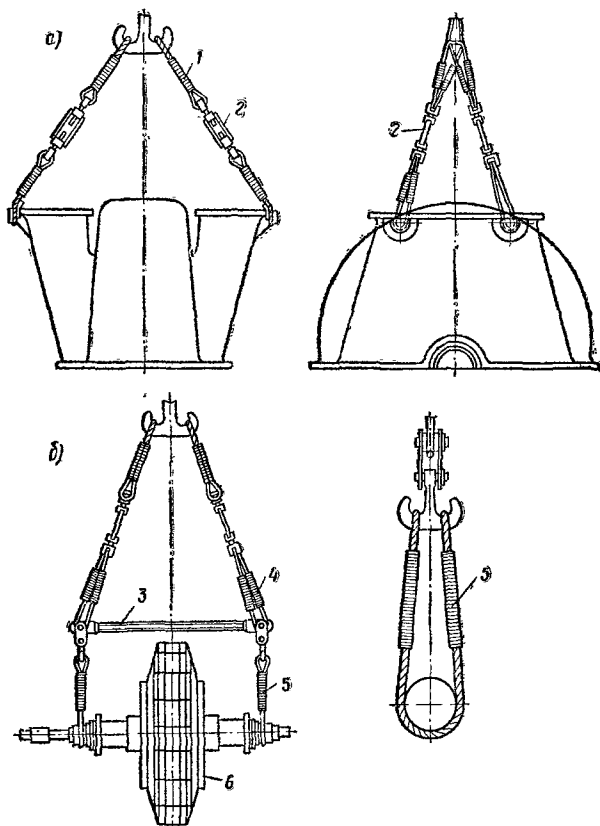


Рис. 26. Схема строповки узлов и деталей эксгаустера

a — строп для подъема верхней части корпуса; *б* — строп для монтажа ротора;
1 — звено стропа; *2* — регулирующая стяжка; *3* — распорная труба с подвесками;
4 — нижнее звено стропа; *5* — подвеска; *6* — ротор

Существует ряд специальных стропов, применяемых на монтажных работах. При монтаже оборудования эксгаустера применяют специальный строп (рис. 26) со стяжкой 2 для регулирования длины ветвей.

Вал ротора *б* эксгаустера при монтаже должен находиться строго в горизонтальном положении, в противном случае затрудняется его опускание в подшипники из-за малого осевого зазора (0,25—0,3 мм) между опорно-упорным подшипником и заплечиками шейки ротора. Поэтому очень важно применять для этого строп, позволяющий регулировать длину ветвей, а следовательно, и горизонтальное положение вала.

§ 10. ПОДБОР И РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ ДЛЯ СТРОПОВ

При выборе канатов для стропов в отличие от грузовых канатов или канатов для оттяжек и вант приходится учитывать и способ строповки.

Расчет усилия в ветвях стропа при подвеске груза можно вести двумя способами, пользуясь заложением ветвей стропа или тригонометрической функцией угла α между ветвями стропа и вертикалью.

На рис. 27, *а* показан пример захвата груза стро-

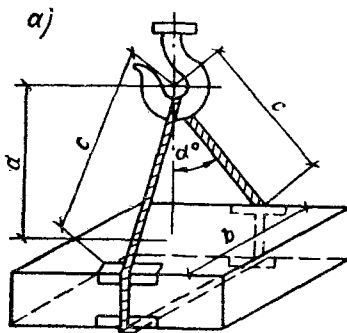
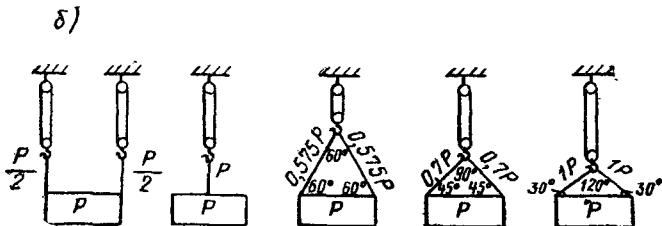


Рис. 27. Строповка груза

a — строп из двух ветвей; *b* — распределение усилий в ветвях стропа в зависимости от угла их наклона



пом, состоящим из двух ветвей. Заложением является отношение a к $\frac{b}{2}$.

Расчет усилия в ветвях стропа, учитывая заложение, ведут по формуле

$$S = \frac{Qc}{amk'}$$

где S — натяжение ветви стропа, кН;
 Q — величина поднимаемого груза, Н;
 c — длина ветви стропа, м;
 a — высота треугольника, образуемого ветвями стропа, м;
 m — число ветвей стропа;
 k' — расчетный коэффициент неравномерности нагрузки на ветви стропа, зависящий от количества ветвей стропа.

При числе ветвей стропа $m=1$ или 2 расчетный коэффициент неравномерности нагрузки $k'=1$; при m , равном от 2 до 8 включительно, $k'=0,75$.

Пример 7. Определить усилие в ветвях стропа при подъеме груза величиной 200 кН и количестве ветвей $m=4$. Размеры стропа $a=2$ м при $b=4$ м.

Решение. Определяем длину ветви стропа

$$c = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + a^2} = \sqrt{\left(\frac{4}{2}\right)^2 + 2^2} = 2,85 \text{ м.}$$

Коэффициент неравномерности нагрузки для заданного количества ветвей $m=4$, $k'=0,75$.

Расчетное усилие в ветви стропа составит

$$S = \frac{Qc}{amk'} = \frac{200 \cdot 2,85}{2 \cdot 4 \cdot 0,75} = 95 \text{ кН.}$$

Если известен угол между вертикалью и ветвями стропа (угол α), усилие в каждой ветви определяют по формуле

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{mk'}$$

или

$$S = n \frac{Q}{mk'}$$

(обозначим $\frac{1}{\cos \alpha} = n$).

В зависимости от массы поднимаемого груза стропы применяют в одну, две, четыре и восемь ветвей (ниток).

При строповке груза стропом в несколько ветвей усилие в последних зависит от угла наклона ветвей: чем больше угол наклона ветвей стропа к вертикали, тем большее усилие они испытывают.

Равнодействующая от натяжения стропов должна проходить при нормальном положении поднимаемого груза через центр тяжести груза. Стропы и их ветви должны быть равномерно натянуты.

При определении усилия, действующего на каждую ветвь стропа, учитывают число ветвей стропа, угол их наклона к вертикали и величину n :

Угол наклона ветви стропа к вертикали	0	20	30	40	45	50	60
n	1	1,06	1,15	1,31	1,42	1,56	2

На рис. 27, б показано распределение усилий в ветвях стропа в зависимости от угла их наклона. При вертикальном положении двух ветвей стропа усилия в них будут одинаковы, а суммарное усилие в ветвях будет равно массе поднимаемого груза.

Канаты, применяемые в стропах, рассчитывают с коэффициентом запаса прочности не менее 6 (см. табл. 2).

Пример 8. Определить диаметр каната типа ТК6×37 для застроповки груза величиной $Q=75\,000$ Н, если известно, что число ветвей стропа $m=4$ и что ветви стропа расположены под углом $\alpha=30^\circ$ к вертикали.

Решение. Прежде всего определим усилие в ветви стропа с учетом угла наклона, числа ветвей и коэффициента неравномерности нагрузки ветвей стропа (k'):

$$S = n \frac{Q}{mk'} = 1,15 \frac{75\,000}{4 \cdot 0,75} = 28\,800 \text{ Н} = 28,8 \text{ кН.}$$

Принимаем коэффициент запаса прочности стропа $k=6$ (табл. 2).
Разрывное усилие в канате

$$R = kS = 6 \cdot 28\,800 = 172\,800 \text{ Н} = 172,8 \text{ кН.}$$

Принимаем значение предела прочности проволок каната равным 1700 Н/мм².

По табл. 1 (ГОСТ 3071—66) в графе с пределом прочности проволок 1700 Н/мм² находим разрывное усилие каната в целом, соответствующее с расчетным или ближайшее к нему большее. В нашем примере ближайшее большее разрывное усилие равно $197\,000$ Н. В одной строке с разрывным усилием находим диаметр 20 мм.

Если бы угол наклона ветвей стропа был 60° , а число ветвей осталось прежним, т. е. 4, то усилие в ветви стропа резко увеличилось бы.

Усилие в каждой ветви стропа в этом случае

$$S = 2 \frac{75\,000}{4 \cdot 0,75} = 50\,000 \text{ Н} = 50 \text{ кН},$$

Расчетное разрывное усилие на канат

$$R = 6 \cdot 50\,000 = 300\,000 \text{ Н} = 300 \text{ кН}.$$

Близкое разрывное усилие на канат в целом по табл. 1 соответствует 351 000 Н; ему в свою очередь соответствует диаметр каната 27 мм.

При числе ветвей в стропе $m=2$, угле их наклона к вертикали $\alpha=30^\circ$ усилие в каждой ветви стропа составило бы

$$S = 1,15 \frac{75\,000}{2} = 43\,120 \text{ Н}.$$

Расчетное разрывное усилие на канат

$$R = 6 \cdot 43\,120 = 258\,720 \text{ Н}.$$

По табл. 1 близкое разрывное усилие на канат соответствует 294 500 Н. В этой же строке находим диаметр каната 24,5 мм.

Таким образом, приведенный пример показывает зависимость усилий в канате стропа от числа его ветвей и угла их наклона.

Пример 9. Требуется изготовить строп для подъема груза величиной 60 000 Н из каната типа ТК6Х37. Количество ветвей стропа два, а угол их наклона 45° . Необходимо определить диаметр каната стропа.

Решение. Усилие на одну ветвь стропа

$$S = 1,42 \frac{60\,000}{2} = 42\,600 \text{ Н}.$$

Расчетное разрывное усилие каната с учетом коэффициента запаса прочности $k=6$

$$R = 6 \cdot 42\,600 = 255\,600 \text{ Н}.$$

По табл. 1 находим разрывное усилие каната в целом, ближайшее большее к 255 600 Н, с пределом прочности проволоки каната 1700 Н/мм^2 . Оно оказывается равным 294 500 Н; по табл. 1 ему соответствует диаметр каната 24,5 мм.

Предположим, что каната такого диаметра не оказалось, имеются канаты меньших диаметров. Проверяем, канат какого диаметра требуется для стропа, если его изготовить с количеством ветвей $m=4$.

В этом случае усилие на одну ветвь стропа будет равно:

$$S = 1,42 \frac{60\,000}{4 \cdot 0,75} = 28\,400 \text{ Н}.$$

Расчетное разрывное усилие каната будет

$$R = kS = 6 \cdot 28\,400 = 170\,400 \text{ Н}.$$

Разрывное усилие каната в целом по табл. 1, ближайшее к расчетному при пределе прочности проволоки 1700 Н/мм^2 , оказывается равным 197 000 Н; ему соответствует диаметр 20 мм.

Г Л А В А И И
МОНТАЖНЫЕ БЛОКИ И ПОЛИСПАСТЫ

§ 11. БЛОКИ

Блоки входят в состав большинства грузоподъемных машин и различаются по числу роликов и грузоподъемности. В зависимости от числа роликов блоки разделяются на однорольные и многорольные. Однорольные блоки применяют обычно как отводные и для подъема легких грузов, многорольные — для подъема тяжелых грузов.

В монтажных блоках большой грузоподъемности число роликов доходит до восьми, а в блоках, изготовленных по индивидуальному заказу, число роликов бывает и больше восьми.

Блок (рис. 28) состоит из двух тяг 3 с отверстиями для оси 2, на которую насажены ролики 5. Последние отделяются один от другого и от ветвей тяг блока раздельными стенками-щеками 4, предохраняющими канат от случайного попадания между роликами и между тягой и роликом. Ролики на оси вращаются независимо один от другого. В нижней части тяги встроена траверса 6, в которой шарнирно закреплен грузовой крюк 1 или петля. В отверстие траверсы пропущена шейка грузового крюка, благодаря чему он может поворачиваться в траверсе на 360° вокруг вертикальной оси. Траверса блока имеет шариковую опору под крюк.

Щеки блока собирают на стяжных болтах. Для сохранения размеров между щеками устанавливают распорные втулки. Неподвижный конец каната крепится осью 7.

При выборе блока необходимо соблюдать два основных требования: обеспечить допустимое отношение диаметра ролика блока к диаметру каната; глубина ручья ролика должна превышать диаметр каната не менее чем на 4—5 мм.

Для уменьшения трения, возникающего при вращении, между осью и телом ролика вставляют втулку из бронзы или антифрикционного чугуна. Для смазки роликов во втулках имеются отверстия.

В последнее время, особенно в многорольных блоках и в ответственных подъемных механизмах, ролики устанавливают на шариковых или на роликовых подшипниках, что значительно уменьшает силу трения.

С помощью монтажных блоков уменьшают силу, необходимую для подъема или перемещения груза (блоки подъемные, грузовые), а также изменяют направление движения каната (блоки отводные, неподвижные, направляющие).

Наибольшее распространение на монтажных работах имеют однорольные блоки грузоподъемностью 3—10 т, двухрольные грузоподъемностью 10—15 т, трехрольные грузоподъемностью 20—25 т и пятирольные грузоподъемностью 40 т.

Для подъема особо тяжелых грузов применяют также блоки грузоподъемностью 80—280 т, изготавливаемые по специальному заказу.

Основные характеристики монтажных блоков приведены в табл. 12.

Кроме блоков с крюками на монтаже используют также блоки с петлями, которые обычно применяют как верхние неподвижные блоки полиспастов.

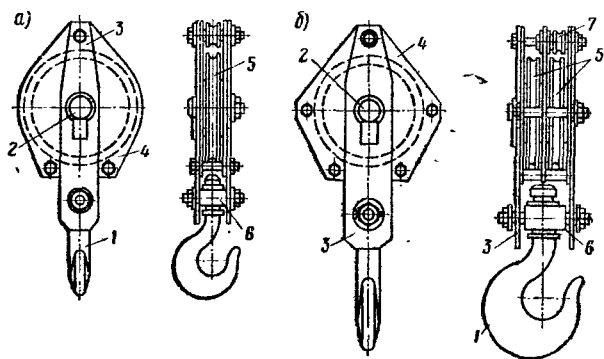


Рис. 28. Блоки

a — однорольный; *б* — двухрольный; 1 — грузовой крюк или петля; 2 — ось роликов; 3 — тяги; 4 — щеки; 5 — ролики; 6 — траверса; 7 — ось с роликом для крепления каната

Таблица 12

Технические характеристики монтажных блоков

Грузоподъемность, т	Количество роликов, шт.	Диаметр ролика, мм	Диаметр каната (максимальный), мм	Габаритные размеры, мм			Общая масса, кг
				высота	ширина	толщина	
3	1	225	17,5	680	245	100	23
4	1	250	19,5	770	270	105	29
5	1	275	19,5	825	295	115	35
6	1	300	22	895	320	128	45
8	1	325	24	965	345	135	61
10	1	359	26	1060	370	150	77
15	1	400	30,5	1195	420	198	112
3	2	225	15,5	680	245	108	35
4	2	250	17,5	800	270	110	47
5	2	275	19,5	830	295	118	56
6	2	300	22	895	320	136	73
8	2	325	22	965	345	145	88
10	2	359	24	1060	370	160	120
15	2	400	26	1190	420	180	172
3	3	225	15	682	245	149	149
4	3	250	18	816	270	153	153
5	3	275	20	830	290	163	163
6	3	300	20	898	320	186	186
8	3	325	22,5	967	345	201	201
10	3	350	24,5	1050	370	220	220
15	3	400	27	1190	420	247	247
20	3	450	31,5	1285	480	266	266
25	3	400	31,5	1550	560	330	242
30	4	400	24	1636	560	440	335
50	4	425	28,5	980	430	400	281
40	5	400	24	1625	560	505	335
50	6	400	24	1610	560	585	536
130	7	650	33	1629	700	946	2040
160	8	560	33,5	1490	1034	570	1366

Однорольные блоки, применяемые в качестве отводных, часто изготовляют с откидными щеками (рис. 29). Преимущество их в том, что канат может быть быстро, без распасовки, удален из блока. Для изменения направления тягового каната можно, откинув щеку блока, вынуть его и завести с другой стороны.

Рис. 29. Однорольный блок с откидной щекой

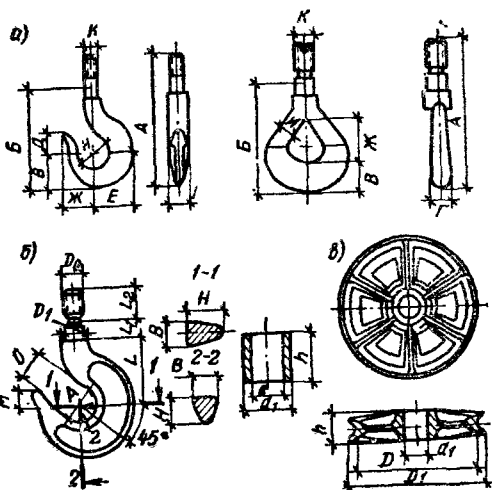
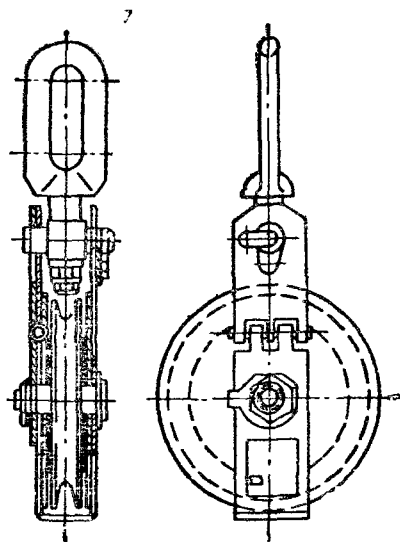


Рис. 30. Детали монтажных блоков

a — крюк и петля для грузоподъемных механизмов с ручным приводом; *б* — крюк для механизма с машинным приводом; *в* — ролик и втулка

Детали монтажных блоков показаны на рис. 30. Крюки и петли применяют в грузоподъемных машинах для захватывания грузов, подвешиваемых к ним непосредственно или с помощью чалочных устройств (стропов).

Наиболее универсальные грузозахватные органы — крюки. Они бывают одно- и двурогими. Размеры и форма крюков, а также требования к качеству их изготовления стандартизированы (ГОСТ 6627—66 и ГОСТ 2105—64 — однорогие крюки, ГОСТ 6628—63 — двурогие крюки).

Крюки изготавливают ковкой или штамповкой из мягкой стали марки 20. Хвостовик крюка имеет резьбу (треугольную при грузоподъемности до 10 т, трапецеидальную при большей грузоподъемности) для навинчивания гайки, крепящей крюк к траверсе обоймы блока. Хвостовики однорогих крюков грузоподъемностью до 16 т, предназначенных для непосредственного соединения с канатом, снабжаются проушиной. Крюки грузоподъемностью более 40 т иногда изготавливаются составными из пластин.

На каждом крюке, согласно требованиям стандарта, выбиты марка завода-изготовителя, заводской номер, грузоподъемность и год изготовления.

На крюках механизмов с ручным приводом перед цифрой, обозначающей грузоподъемность, стоит буква Р, а на крюках механизмов с машинным приводом — буква М. Верхняя часть крюка вместо шейки с резьбой иногда оформлена в виде проушины.

На заводе-изготовителе крюки испытывают на прочность под нагрузкой, превышающей его номинальную грузоподъемность на 25%. Поверхность крюка должна быть чистой. Трещины, заусенцы, плены и другие дефекты не допускаются. Заварка или заделка дефектов запрещается.

Требования, предъявляемые к петлям (серьгам), те же, что и к крюкам.

Основные размеры однорогих крюков и петель для грузоподъемных механизмов с ручным приводом приведены в табл. 13, а крюков для грузоподъемных механизмов с машинным приводом — в табл. 14.

Блоки с крюком применяют в тех случаях, когда строповку и расстроповку груза приходится выполнять часто, например, на грузоподъемных механизмах при отводных блоках, нижних блоках полиспастов. Блоки с петлей применяют чаще всего как верхние блоки полиспастов.

Таблица 13

Основные размеры крюков и петель для механизмов
с ручным приводом

Грузо- подъем- ность, т	Размеры, мм (рис. 30, а)									Мас- са, кг
	А	Б	В	Г	Г	Е	Ж	И	К	
Крюки										
1	218	170	60	45	32	70	60	40	M30×3,5	2,16
5	350	276	100	70	57	115	100	70	M48×5	8,15
10	457	363	134	100	70	150	125	90	M64×6	17,3
15	581	464	166	125	90	188	160	115	T80×10	36,2
Петли										
15	535	418	120	80	160	310	175	55	T80×10	37,7
20	677	544	150	100	185	380	245	65	T90×12	49,5
25	737	593	160	120	200	415	265	85	T100×12	61,9

Таблица 14

Основные размеры крюков для механизмов с машинным приводом

Грузо- подъем- ность, т	Размеры, мм (рис. 30, б)										Масса, кг	
	А	О	В	Н	Д	Д ₁	Д ₀	L / L ₁ не менее		L ₂		М
1	40	30	24	36	25	20	M20×2,5	60	20	30	20	1
3	65	50	40	62	45	40	M36×4	100	40	56	33	5,4
5	85	65	54	82	55	50	M48×5	130	50	70	42	11,2
10	120	90	74	115	75	70	M64×6	180	70	90	60	29,5
15	150	115	90	142	90	85	T80×10	225	85	100	75	55
20	170	130	102	164	105	100	T90×12	250	100	115	80	84

В том случае, когда по каким-либо причинам на блоке нельзя различить клеймо (стерлось) и паспорт на него отсутствует, грузоподъемность его можно установить путем замера резьбы крюка или петли и сравнения результатов замера с данными табл. 13 (для механизма с ручным приводом) или 14 (для механизма с машинным приводом).

Пример 10. Определить грузоподъемность блока, не имеющего ни клейма, ни паспорта. Блок предназначен для подъема груза механизмом с машинным приводом.

Решение. Для решения этой задачи надо измерить резьбу крюка. Предположим, что замер дал следующие результаты: резьба крюка метрическая диаметром 48 мм с шагом 5 мм. По табл. 14 этой резьбе соответствует крюк грузоподъемностью 5 т. Для контроля следует выполнить и все остальные замеры, которые сличают с данными таблицы. Чтобы окончательно убедиться в полной надежности блока, его до начала подъема оборудования следует проверить под нагрузкой по правилам Госгортехнадзора. После получения положительных результатов испытаний на блок ставят соответствующее клеймо.

Для направления канатов применяют ролики (рис. 30, в) монтажных блоков с желобчатым ободом. Диаметр ролика определяют по формуле

$$D \geq d_k (e - 1),$$

где d_k — диаметр каната, мм.

Значение e приведено в табл. 3. Для монтажных механизмов (кранов) $e - 1 = 16$.

Размеры ручья ролика зависят от диаметра каната, идущего через блок. Этим объясняется то, что в характеристиках монтажных блоков указывается диаметр каната.

Ролики изготавливают из серого чугуна или из стали (25Л-11) и монтируют на втулках или двух подшипниках качения, установленных в ступице блока. Втулки делают из бронзы или антифрикционного чугуна (АСЧ-1). Внутренний диаметр втулки и ее длина назначаются по допустимому удельному давлению, величина которого не должна превышать 1000 Н/см².

Блоки с втулками применяют на редко работающих механизмах, в которых скорость движения каната не превышает 10 м/мин. Следует иметь в виду, что стальные ролики по сравнению с чугунными более прочны и долговечны. Размеры роликов ходовых монтажных блоков приведены в табл. 15.

К моменту подъема груза блоки, их ролики, петли и крюки должны быть тщательно проверены, а трущиеся части смазаны. При проверке необходимо убедиться в том, что нет разработки втулок больше допустимого предела (до 5% диаметра оси), на ребрах роликов нет трещин или выбоин, не забиты канавки для смазки в оси роликов, не погнуты крюки и проушины и на них нет трещин.

Для смазки трущихся частей блоков применяют технический вазелин, солидол или другую густую смазку.

Монтажная организация должна иметь особую книгу регистрации грузоподъемных приспособлений, куда за-

Таблица 15

Размеры роликов кодовых монтажных блоков

Допустимая нагрузка на ролик, кН	Наибольший диаметр каната, мм	Размеры, мм (рис. 30, в)						№ подшипника	Масса, кг
		D	D ₁	d	d ₁	n	r		
Чугунные ролики и втулки									
5	4,8	90	115	15	25	24	4	—	0,54
10	8,7	125	155	20	30	30	5	—	1,33
20	15,5	150	200	25	35	45	8,5	—	3,1
60	19,5	250	310	55	65	65	12	—	11
100	24	300	375	70	85	70	14,5	—	17,5
Стальные ролики с подшипниками качения									
300	15,5	200	250	—	50	68	8,5	210	8,5
600	19,5	300	360	—	80	80	12	216	15
1000	24	400	475	—	90	84	14,5	12 218	42,6
2000	28,5	450	540	—	110	140	17	322	8,6

писывают результаты каждого испытания блока, которые производят не реже одного раза в год. Испытание заключается в том, что блоком поднимается груз, масса которого на 25% больше номинальной его грузоподъемности; при этом груз поднимают на высоту 100—200 мм и оставляют в поднятом состоянии не менее чем на 10 мин, затем блок осматривают и результаты записывают в указанную книгу регистрации грузоподъемных приспособлений. Применять блок, срок испытания которого истек, не разрешается.

Хранить блоки в складских помещениях следует в смазанном виде. Блоки массой до 60 кг рекомендуется подвешивать за крюки и петли на прочных деревянных перекладинах. Более тяжелые блоки следует хранить на полу на деревянных подкладках.

Чтобы подобрать отводной блок требуемой грузоподъемности, необходимо определить усилие, действующее на него (рис. 31).

Усилие, действующее на блок, определяют по формуле

$$Q = 2S \cos \frac{\alpha}{2},$$

где S — усилие в сбегающей нити каната на отводном блоке, Н;

α — угол между нитями каната, огибающими блок.

Если обозначить $2 \cos \frac{\alpha}{2} = k$, то формула примет вид $Q = Sk$.

Величина коэффициента k в зависимости от угла между нитями каната приведена ниже.

α , град	0	30	45	60	90	120	135	150
k	2	1,94	1,84	1,73	1,41	1	0,77	0,52

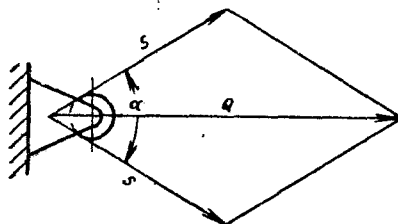


Рис. 31. Схема усилий, действующих на отводной блок

Пример 11. Определить усилие, действующее на отводной блок, если усилие, действующее на канат, идущий на лебедку, составляет $S = 28,8$ кН, а угол между ветвями канатов, огибающих отводной ролик, $\alpha = 60^\circ$.

Решение. Для угла $\alpha = 60^\circ$ коэффициент $k = 1,73$; тогда усилие, действующее на отводной блок, составит:

$$Q = kS = 1,73 \cdot 28,8 = 49,6 \text{ кН.}$$

Выбираем отводной блок, соответствующий ближайшему большему значению допускаемой нагрузки, т. е. 50 кН.

§ 12. ПОЛИСПАСТЫ

Простейшее грузоподъемное устройство, которое состоит из двух монтажных блоков, соединенных между собой канатом, называется полиспастом.

При выполнении монтажных и такелажных работ полиспасты чаще всего используют с целью получения выигрыша в силе. Применение полиспастов уменьшает нагрузку на подъемной лебедке, но приводит к снижению скорости перемещения (подъема) груза. При этом в силе выигрывают во столько раз, во сколько раз проигрывают в скорости.

В отдельных случаях полиспасты применяют для увеличения скорости и величины перемещения свободного

конца каната (гидроканатные системы). В этом случае происходит потеря в силе, соответствующая величине выигрыша в скорости перемещения груза.

Верхний блок полиспаста (неподвижный) прикрепляют к подъемному приспособлению (мачте, балке, тре-

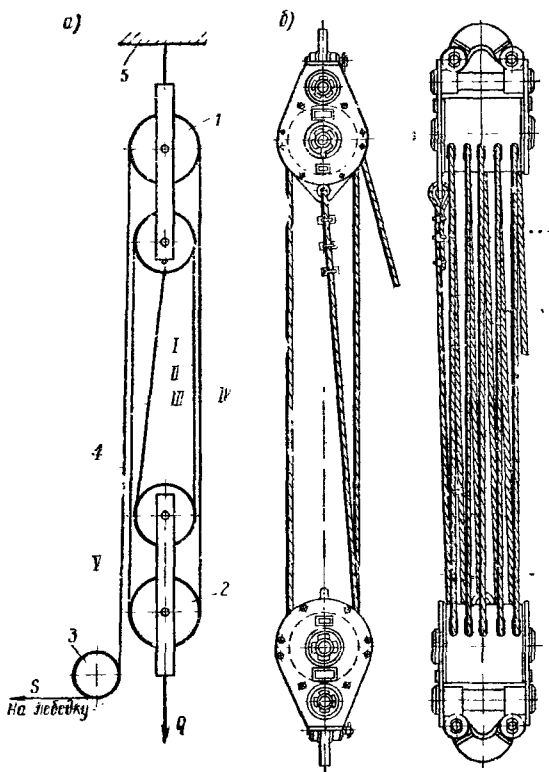


Рис. 32. Полиспасты

а — схема запаски канатом, сбегающим с неподвижного блока; б — полиспаст грузоподъемностью 100 т; I—V — нити полиспаста; 1 — неподвижный блок; 2 — подвижной блок; 3 — отводной блок; 4 — сбегающий конец троса; 5 — подвеска блока

ноге), нижний блок (подвижной) — к поднимаемому грузу. Канат I—V последовательно огибает все ролики блоков, затем один конец его прикрепляется наглухо к верхнему или нижнему блоку полиспаста, а другой через отводные ролики отводится к барабану лебедки (рис. 32, а).

Необходимо помнить, что если число нитей полиспаста, на которые распределяется масса груза, четное, то конец каната следует закреплять на неподвижном верхнем блоке; если же число ветвей полиспаста нечетное, то конец каната закрепляют на подвижном нижнем блоке. Пользуясь этими правилами, можно по заданному числу ветвей и грузоподъемности полиспаста выбрать блоки с нужным числом роликов и закрепить конец каната на том или ином блоке.

При выполнении такелажных работ наиболее часто применяют полиспасты с числом ветвей от двух до шести, со сбегающим тяговым канатом с неподвижного блока. Полиспасты с большим числом нитей используют редко, главным образом при подъеме особо тяжелых грузов.

Обычно применяют полиспасты грузоподъемностью 1—50 т, реже — большей грузоподъемности (рис. 32, б).

Ролик неподвижного блока, с которого сбегают концы каната, считается отводным.

Нижний блок полиспаста, как правило, имеет грузовой крюк, к которому подвешивают поднимаемый груз.

Полиспасты с различным числом роликов применяют на большинстве грузоподъемных кранов. Чем больше роликов в полиспасте, тем большее число ветвей каната поддерживает груз и, следовательно, тем меньшая нагрузка приходится на каждую ветвь каната и на лебедку. Число ветвей полиспаста, на которые распределяется масса поднимаемого груза, называют кратностью полиспаста. Грузоподъемность полиспаста находится в прямой зависимости от числа рабочих ветвей.

§ 13. РАСЧЕТ И ПОДБОР ПОЛИСПАСТОВ

Скорость подъема груза при условии постоянной скорости намотки каната на барабан зависит от числа роликов полиспаста и составляет обычно 0,11—1 м/мин. При использовании полиспастом величина грузоподъемности растет пропорционально уменьшению скорости подъема.

Так, если груз Q подвесить на одной нити каната, то в последней возникнет растягивающее усилие, равное Q (рис. 33, а). Если тот же груз подвесить на двух нитях каната, то усилие в каждой из них будет $\frac{Q}{2}$ (рис. 33, б).

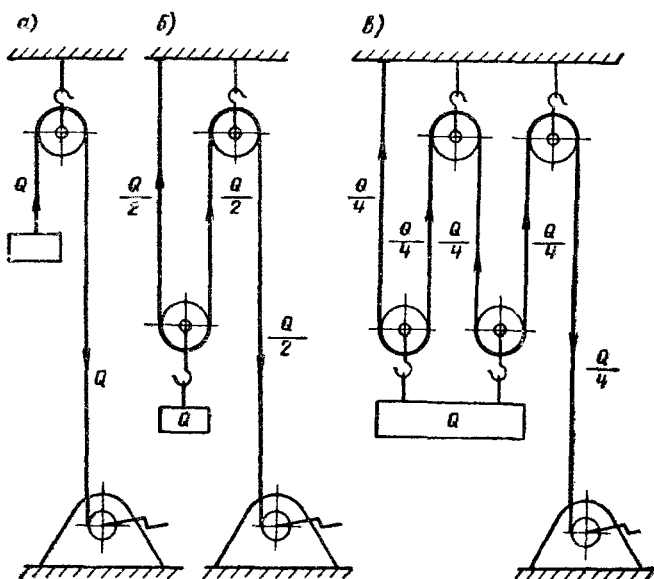


Рис. 33. Схема работы полиспаста

а — подъем груза канатом в одну нить; б — подъем груза канатом в две нити; в — подъем груза канатом в четыре нити

При этом необходимо, чтобы нити были перекиннуты через ролики и могли свободно перемещаться, иначе они будут нагружены неодинаково.

Представим, что тот же самый груз с помощью блоков подвесили на четырех нитях (рис. 33, в), при этом первую нить прикрепили к потолку или к верхнему блоку полиспаста, а четвертую нить через отводной блок отведи к лебедке, закрепленной на полу. Когда полиспаст будет в состоянии покоя, усилие в каждой нити будет равно $\frac{Q}{4}$, такое же усилие будет и в пятой нити, идущей на лебедку.

Если начнем навивать канат на барабан лебедки, то груз будет подниматься. Допустим, что при этом в роликах блоков не возникает трения. В этом случае усилия S во всех нитях полиспаста оставались бы одинаковыми, т. е.

$$S = \frac{Q}{m},$$

где Q — масса поднимаемого груза, т;
 m — количество рабочих нитей.

Таким образом, получим выигрыш в силе в 4 раза. Из рис. 33 видно, что поднять груз на какую-либо высоту полиспастом в четыре нити ($m=4$) мы сможем в 4 раза медленнее, чем полиспастом в одну нить.

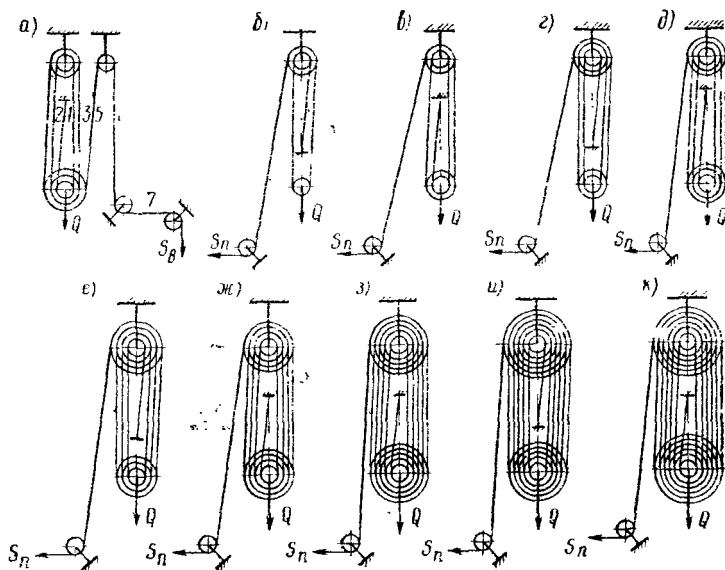


Рис. 34. Схемы запасовки полиспастов с числом рабочих нитей

a — шесть с тремя отводными однорольными блоками; *б* — три; *в* — четыре; *г* — пять; *д* — шесть; *е* — семь; *ж* — восемь; *з* — десять; *и* — одиннадцать; *к* — двенадцать; 1–5 — рабочие нити полиспаста; 6 — сбегающая нить полиспаста; 7 — канат, идущий на лебедку через отводной блок

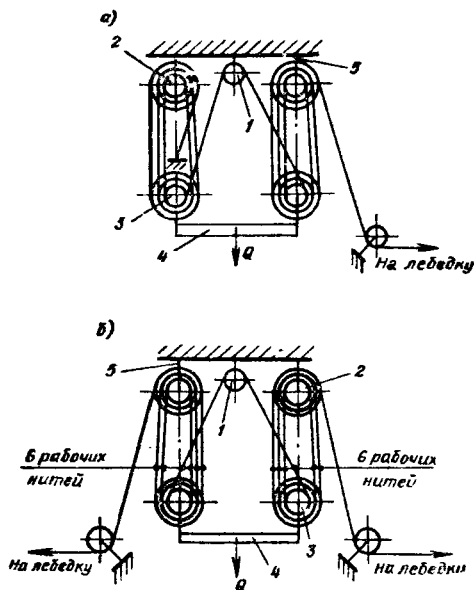
Следовательно, выигрыш в силе при подъеме груза приводит к потере скорости и соответственно времени, поэтому при подъеме тяжеловесных грузов на большую высоту многониточными полиспастами рекомендуется применять быстроходные электрические лебедки.

Так как при подъеме груза между роликами блоков и осью возникает трение, усилия в нитях полиспаста будут разными.

Наименьшее усилие будет в неподвижной нити полиспаста, т. е. в нити, прикрепленной к верхнему блоку, так как она не огибает ни одного ролика. Наибольшее усилие будет в нити полиспаста, идущей на лебедку. Усилие в этой нити складывается из усилия от поднимаемого груза и из суммы усилий от трения во всех роликах блоков.

Рис. 35. Схема запосовки двоянных полиспастов с одной *a* и двумя *b* приводными лебедками

1 — уравнительный блок; 2 — неподвижный блок; 3 — подвижный блок; 4 — траверса; 5 — подвеска



На рис. 34 приведены различные схемы запосовки полиспастов с двух-, четырех-, пяти- и шестирольными блоками.

Монтажникам приходится часто подбирать блоки, канаты и лебедки различной грузоподъемности. Для того чтобы правильно это сделать, такелажникам необходимо знать, как произвести элементарные расчеты полиспастов.

Монтажные блоки обычно не рассчитывают перед подъемом тяжестей, имея в виду, что это производится при проектировании и каждый блок имеет определенную грузоподъемность.

Расчет полиспастов сводится к определению усилий в нитях полиспастов. Его начинают с выяснения грузо-

Таблица 16

Коэффициент α для роликов на чугунных и бронзовых втулках,
а также на подшипниках качения

Число рабочих нитей	Число рабочих роликов в блоках полиспаатов	Коэффициент α при числе отводных роликов						
		0	1	2	3	4	5	6
На чугунных втулках								
1	0	1	1,06	1,124	1,191	1,262	1,338	1,418
2	1	0,514	0,544	0,576	0,61	0,647	0,686	0,728
3	2	0,353	0,374	0,396	0,42	0,445	0,47	0,501
4	3	0,273	0,289	0,306	0,325	0,344	0,364	0,385
5	4	0,224	0,237	0,252	0,267	0,283	0,3	0,318
6	5	0,192	0,204	0,216	0,229	0,243	0,257	0,284
7	6	0,196	0,179	0,19	0,201	0,213	0,226	0,239
8	7	0,152	0,161	0,171	0,181	0,192	0,203	0,215
9	8	0,139	0,147	0,156	0,165	0,175	0,186	0,197
10	9	0,129	0,136	0,144	0,153	0,162	0,172	0,182
11	10	0,12	0,127	0,134	0,142	0,151	0,16	0,17
12	11	0,113	0,119	0,126	0,134	0,142	0,15	0,159
13	12	0,106	0,113	0,12	0,127	0,134	0,142	0,151
14	13	0,101	0,107	0,114	0,121	0,128	0,136	0,144
На бронзовых втулках								
1	0	1	1,04	1,082	1,125	1,17	1,217	1,265
2	1	0,507	0,527	0,549	0,571	0,594	0,617	0,642
3	2	0,346	0,36	0,375	0,39	0,405	0,421	0,438
4	3	0,265	0,276	0,287	0,298	0,31	0,323	0,335
5	4	0,215	0,225	0,234	0,243	0,253	0,263	0,274
6	5	0,184	0,191	0,199	0,207	0,215	0,224	0,233
7	6	0,16	0,165	0,173	0,18	0,187	0,195	0,203
8	7	0,143	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174	0,181
9	8	0,129	0,134	0,14	0,145	0,151	0,157	0,163
10	9	0,119	0,124	0,129	0,134	0,139	0,145	0,151
11	10	0,11	0,114	0,119	0,124	0,129	0,134	0,139
12	11	0,102	0,106	0,111	0,115	0,119	0,124	0,129
13	12	0,096	0,099	0,104	0,108	0,112	0,117	0,121
14	13	0,091	0,094	0,098	0,102	0,106	0,111	0,115
На подшипниках качения								
1	0	1	1,02	1,04	1,061	1,082	1,104	1,126
2	1	0,51	0,52	0,53	0,541	0,552	0,563	0,575
3	2	0,34	0,347	0,355	0,362	0,369	0,377	0,384
4	3	0,257	0,262	0,27	0,275	0,28	0,286	0,292
5	4	0,208	0,211	0,216	0,22	0,225	0,23	0,234
6	5	0,175	0,179	0,183	0,187	0,191	0,195	0,199

Число рабочих нитей	Число рабочих роликов в блоках полиспастов	Коэффициент a при числе отводных роликов						
		0	1	2	3	4	5	6
7	6	0,152	0,155	0,158	0,161	0,164	0,167	0,17
8	7	0,134	0,137	0,14	0,143	0,144	0,149	0,152
9	8	0,121	0,123	0,126	0,128	0,131	0,133	0,136
10	9	0,109	0,111	0,113	0,116	0,118	0,12	0,123
11	10	0,1	0,102	0,104	0,106	0,108	0,11	0,113
12	11	0,093	0,095	0,097	0,098	0,1	0,102	0,104
13	12	0,087	0,088	0,09	0,092	0,094	0,096	0,098
14	13	0,081	0,083	0,084	0,086	0,088	0,089	0,091

подъемности имеющихся в наличии блоков, которая должна соответствовать массе поднимаемого груза. Так, например, для подъема груза массой 20 т по схеме (рис. 35, а) требуются блоки грузоподъемностью 20 т. Верхний блок на схеме является трехрольным; для того чтобы выделить отводной, он условно показан двухрольным.

Обычно определяют усилие в нити полиспаста, идущей на лебедку, так как при подъеме груза в этой нити оно будет максимальным. По этому усилию подбирают лебедку. Усилие в нити определяют по формуле

$$S_n = aQ,$$

где S_n — усилие на лебедке, кН;

a — коэффициент (табл. 16), зависящий от числа рабочих нитей и отводных блоков (на бронзовых или чугунных втулках либо на подшипниках качения);

Q — масса поднимаемого груза, т.

Рассмотрим несколько примеров по подбору и расчету полиспастов, которые помогут усвоить практическое решение часто встречающихся при производстве монтажных работ задач.

Пример 12. Определить усилие в канате, идущем на лебедку, если к полиспасту в шесть рабочих нитей с тремя отводными роликами на бронзовых втулках приложен груз величиной 20 кН (см. рис. 34, а).

Решение. При шести рабочих нитях, пяти рабочих роликах и трех отводных роликах на бронзовых втулках по табл. 16 находим, что коэффициент $a = 0,207$;

$$S = aQ = 0,207 \cdot 20 = 4,14 \text{ кН.}$$

Нумерация нитей начинается от закрепленной нити, усилие в которой обычно обозначается через S_0 (S_0, S_1, S_2, S_3 и т. д.).

Более точно определить усилие в любой нити полиспаста можно по формуле

$$S_k = \frac{f-1}{f^n-1} Q f^i,$$

где f — коэффициент, учитывающий потери от трения и жесткости каната при огибании им одного ролика (при подшипниках качения $f=1,02$, при бронзовых $f=1,04$, для роликов без втулок $f=1,06$);

n — число рабочих нитей полиспаста, на которых подвешен подвижный блок;

Q — величина поднимаемого груза;

i — порядковый номер нити.

Порядковый номер нити полиспаста i определяют следующим образом. Первый номер присваивается нити, конец которой неподвижно закреплен на одном из блоков. Все остальные нити нумеруются последовательно (см., например, обозначение нитей $I-V$ на рис. 32, а).

При расчете полиспастов не следует смешивать усилие в нити полиспаста, идущей на лебедку, с грузоподъемностью последней, т. е. тем тяговым усилием, которое может развить лебедка. Усилие в нити, идущей на лебедку, как правило, всегда меньше тягового усилия, так как в большинстве случаев лебедки работают с некоторым недогрузом. Лишь в случае, когда лебедка работает на всю мощность, усилие в сбегавшей нити полиспаста будет равно тяговому усилию лебедки.

В табл. 17 приведены значения f^n (для $n=1-14$).

Пример 13. Определить усилие в канате, идущем на лебедку, при подъеме груза массой 20 т полиспастом в шесть рабочих нитей при трех отводных роликах (см. рис. 34, а). Все ролики на бронзовых втулках.

Решение. Из табл. 17 находим значения f^n и f^i . В нашем случае $f^n=1,265$, $f^i=1,368$. Усилие в канате составит:

$$S = \frac{f-1}{f^n-1} Q f^i = \frac{1,04-1}{1,265-1} 20 \cdot 1,368 = 4,14 \text{ кН.}$$

Конструкция, на которой подвешен верхний блок полиспаста, рассчитывается на всю нагрузку, которую поднимает полиспаст: массу двух блоков, массу каната, а также усилие в сбегавшей нити грузового полиспаста.

Значения коэффициентов f^n и f^i

" и	f		
	1,02	1,04	1,06
0	1	1	1
1	1,02	1,04	1,06
2	1,04	1,082	1,124
3	1,061	1,125	1,191
4	1,082	1,17	1,262
5	1,104	1,217	1,338
6	1,126	1,265	1,418
7	1,149	1,316	1,504
8	1,172	1,368	1,594
9	1,195	1,423	1,689
10	1,219	1,48	1,791
11	1,243	1,539	—
12	1,268	1,601	—
13	1,294	1,665	—
14	1,319	1,732	—

При расчете полиспастов рассчитывают закрепление верхнего блока полиспаста к механизму или приспособлению. По схеме запасовки полиспаста, приведенной на рис. 34, а, закрепление полиспаста следует рассчитывать на передачу усилия для закрепления верхнего блока полиспаста не с шестью нитями, а с пятью, так как пятая нить идет к первому отводному ролику. Исходя из этого усилие в подвеске полиспаста будет равно массе груза (20 т), деленной на общее число рабочих нитей (6) и умноженной на число нитей, идущих с неподвижного блока (5), т. е. $\frac{20}{6} \cdot 5 = 16,67$ кН.

В рассматриваемом примере в массе груза 20 т учтены масса блоков полиспаста и каната.

Для расчета закрепления первого отводного блока определяют усилие в пятой и шестой нитях полиспаста S_5 и S_6 (все ролики на бронзовых втулках):

$$S_5 = \frac{1,04 - 1}{1,265 - 1} 20 \cdot 1,217 \approx 3,68 \text{ кН};$$

$$S_6 = \frac{1,04 - 1}{1,265 - 1} 20 \cdot 1,265 \approx 3,82 \text{ кН}.$$

Если допустить, что обе нити идут вертикально, то первый отводной ролик закрепляется на усилии, равное сумме усилий в пятой и шестой нитях: $3,68 + 3,82 = 7,5$ кН. Закрепление второго отводного блока рассчитывается на усилия в шестой и седьмой нитях.

В связи с тем что усилия в обеих нитях и угол между ними могут быть различными, усилие, на которое рассчитывается закрепление блока, определяют по правилу параллелограмма.

Пример 14. Подобрать полиспасть (см. рис. 34, з) для подъема груза массой 10 т и канат необходимого сечения для подвески полиспаста на высоте 18 м. При этом используется электрическая лебедка; режим работы — легкий.

Решение. Подбираем два блока для полиспастов. По табл. 12 выбираем для нижнего подвижного блока двухрольный блок грузоподъемностью 10 т, для верхнего неподвижного блока — трехрольный блок грузоподъемностью 15 т.

Затем вычерчиваем схему запасовки полиспаста, нумеруем нити полиспаста и определяем усилие в них, для чего находим суммарную массу Q , по которой рассчитываем полиспасть:

$$Q = 10 + 0,12 = 10,12 \text{ т,}$$

где 10 — масса поднимаемого груза, т;

0,12 — масса нижнего блока, т.

По этой массе определяем усилие в пятой и шестой нитях полиспаста:

$$S_5 = \frac{1,020 - 1}{1,104 - 1} 101,2 \cdot 1,104 = 21,5 \text{ кН;}$$

$$S_6 = \frac{1,020 - 1}{1,104 - 1} 101,2 \cdot 1,126 = 21,9 \text{ кН.}$$

По максимальному усилию в шестой нити S_6 подбираем сечение каната. Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности канатов (табл. 2) для грузового полиспаста с машинным приводом при легком режиме работы равен 5.

Определяем $P = 2 \cdot 1,9 \cdot 5 = 10,9,5 \text{ кН.}$

По табл. 1 принимаем канат диаметром 15 мм с расчетным разрывным усилием в целом 112 кН и маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву 1600 Н/мм². Масса 1 м каната 0,835 кг.

Для определения усилия в подвеске полиспаста определяем всю нагрузку, действующую на подвеску: поднимаемый груз 10 000 кг, верхний блок 247 кг, нижний блок 120 кг, канат $18 \cdot 6 \cdot 0,835 = 90,2 \text{ кг}$, усилие в сбегавшей нити $S = 21\,500 \text{ Н}$ (2150 кг), всего 12 607 Н, или 12,6 кН.

Подбираем строп $P = 12 \cdot 6 = 75,6 \text{ кН.}$

Если принять строп, изготовленный из каната диаметром 15 мм с разрывным усилием 112 кН, то подвеска должна состоять из $\frac{756}{112} = 6,8$ нитей. Так как число нитей стропа обычно бывает четным, то принимаем для подвески восемь нитей.

При отсутствии блоков требуемой грузоподъемности могут применяться сдвоенные полиспасты. Сдвоенный полиспаст с уравнительным роликом с одной или двумя приводными лебедками показан на рис. 35.

Сдвоенный полиспаст с одной приводной лебедкой рассчитывают, как и одинарный, с соответствующим числом рабочих нитей.

Полиспаст с двумя приводными лебедками рассчитывают как два самостоятельно работающих полиспаста, каждый из которых имеет по шесть рабочих нитей. Усилие в сбегающей нити

$$S_n = \frac{a}{2} Q,$$

где a — коэффициент, зависящий от числа рабочих нитей и отводных блоков (по табл. 16);

Q — масса поднимаемого груза, т.

§ 14. ЗАПАСОВКА ПОЛИСПАСТОВ

При выполнении такелажных работ на монтажной площадке применяют обычно два способа запасовки (заправки) каната в ролики нижнего и верхнего блоков.

Первый способ заключается в том, что верхний неподвижный блок подвешивают в нужном месте, внизу, против него укладывают подвижный блок. Затем через ручки всех роликов неподвижного и подвижного блоков вручную пропускают вспомогательный канат диаметром на 5—6 мм меньше, чем основной.

После этого к одному из концов вспомогательного каната привязывают конец рабочего каната; второй конец тонкого каната укрепляют на барабане электролебедки. Лебедку включают, и вспомогательный канат, наматываясь на барабан, протягивает рабочий канат через ролики блоков. Неподвижный конец рабочего каната прикрепляют к одному из блоков полиспаста.

Второй способ состоит в том, что запасовка каната производится полностью внизу, т. е. при лежащих подвижном и неподвижном блоках. Для облегчения работы по оснастке оба блока временно укрепляют на площадке. Это позволяет держать канат при запасовке в натянутом состоянии, что намного сокращает время выполнения этой операции. Затем в запасованном виде неподвижный блок поднимают и закрепляют в намеченном месте.

Оснастку полиспаста вторым способом удобнее производить на деревянном настиле или на подготовленной площадке. Блоки укладывают плашмя на расстоянии 3—5 м один от другого. Протягивают канат через ручки роликов так же, как и в первом способе запасовки. Пос-

ле протягивания каната через последний ролик его конец закрепляют сжимами в проушине блока.

Схема полиспаста в стянутом виде приведена на рис. 36, а характеристика полиспастов с нормальными блоками в стянутом виде — в табл. 18.

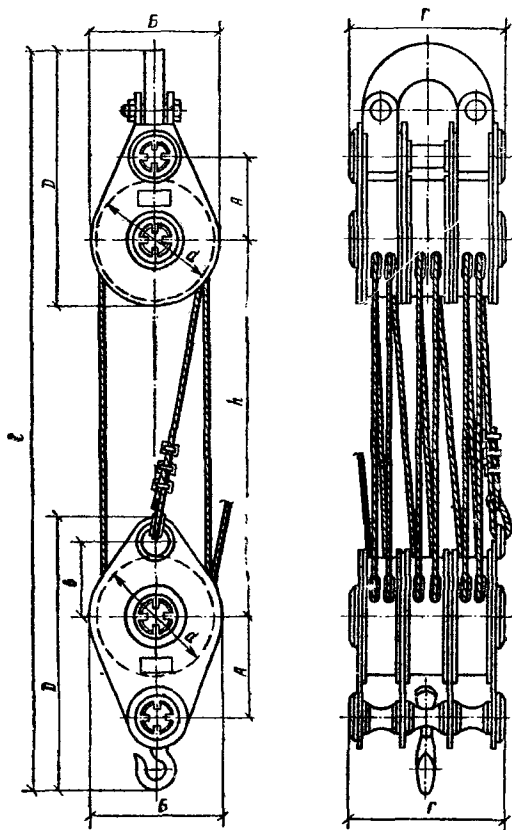


Рис. 36. Схема полиспаста в стянутом виде

При подвеске неподвижного и подвижного блоков полиспастов недопустимо развернутое расположение роликов один относительно другого, так как это может привести к соскакиванию каната с роликов и к аварии. Отводной ролик необходимо располагать так, чтобы тя-

Характеристика полиспаста в стянутом виде

Грузо-подъемность, т	Число роликов в одном блоке полиспаста	Расстояние между осями роликов блоков h , мм	Длина в стянутом положении l , мм	Диаметр ролика d , мм	Размеры, мм					Масса одного блока, кг	Приближенная масса полиспаста, кг
					А	Б	В	Г	Д		
10	1	1200	3040	400	380	560	320	165	1170	93	310
15	2	1200	3400	400	415	560	310	235	1300	175	550
20	2	1200	3560	400	430	560	320	245	1380	203	610
25	3	1200	3900	400	530	560	320	330	1550	242	770
30	4	1200	4072	400	580	560	320	440	1636	335	1030
40	5	1200	4050	400	550	560	320	505	1625	423	1290
50	6	1200	4020	400	545	560	320	585	1610	539	1600
75	7	1350	3500	450	700	660	340	844	1300	1030	2660
100	8	2100	4600	700	745	830	460	818	1630	1756	3950
100	9	2100	4300	600	472	710	400	794	1210	1012	3950
					550				1440	1344	

Примечание. Длина полиспаста в стянутом виде принята для нормальных блоков. Масса каждого полиспаста принята с учетом его наибольшей длины, равной 20 м, вместе с канатом диаметром 24 мм. Цифры, приведенные дробью, обозначают: над чертой — размеры подвижного блока, под чертой — неподвижного блока.

новый конец каната, проходящий на лебедку, не имел косога набегания на ролик полиспаста.

Длину каната для оснастки полиспаста определяют по формуле

$$L = m \left(H + \frac{\pi d}{2} \right) + l + \pi n D,$$

где L — длина каната, м;
 m — число нитей полиспаста;
 H — максимальная высота подъема груза, м;
 $\pi = 3,14$;
 d — диаметр ролика, м;
 l — длина сбегавшего конца каната от верхнего блока до лебедки, м;
 n — минимальное число витков каната на барабанах от 2 до 3;
 D — диаметр барабана лебедки, м.

Подставляя известные величины, формула принимает вид:

$$L = m (H + 1,6 d) + l + 3 \cdot 3,14 D.$$

Пример 15. Рассчитать необходимую длину каната для оснастки полиспаста из шести нитей для максимальной высоты подъема груза 25 м; диаметр роликов блоков 0,35 м; расстояние от точки подвеса неподвижного блока до лебедки 35 м; диаметр барабана лебедки 0,4 м.

Решение. Длина каната для оснастки полиспаста составит:

$$L = 6 (25 + 1,6 \cdot 0,35) + 35 + 9,4 \cdot 0,4 = 192,12 \text{ м.}$$

ГЛАВА IV

ТАЛИ, КОШКИ И ЭЛЕКТРОТАЛИ

§ 15. ТАЛИ

Таль — грузоподъемный механизм, состоящий из цепного полиспаста с ручным приводом от бесконечной цепи или из рычажного храпового механизма.

На такелажных и монтажных работах применяют червячные или ручные шестеренные тали различной грузоподъемности. Тяговым органом в них служат сварные калибровочные цепи.

Червячная таль (рис. 37) представляет собой комбинацию цепного полиспаста с червячной передачей. Через приводную звездочку 4 перекинута бесконечная тяговая цепь 1. Перемещая цепь вручную, приводят во вращение приводной вал с червяком. Вал в свою очередь приводит в движение червячное колесо 3 и сидящую с ним на одном валу звездочку 2.

Грузовая цепь 6 огибает звездочку 2 и ролик 5 нижнего блока, к которому подвешивают поднимаемый груз. В зависимости от направления вращения червячного колеса со звездочкой крюк с грузом будет подниматься или опускаться. Наличие самотормозящейся червячной передачи и грузоупорного тормоза предотвращает возможность самопроизвольного опускания нижнего блока под действием груза.

Верхний крюк тали подвешивают к конструкции здания или к специальным приспособлениям (козлам). Таль приводится в действие снизу одним или двумя рабочими (в зависимости от массы поднимаемого груза).

Грузовой крюк обоймы может свободно поворачиваться вокруг своей оси. Крюки грузоподъемностью 3 т и более снабжены шариковыми подшипниками.

Шестеренная таль состоит из корпуса с редуктором, приводным и тормозным механизмами. Корпус тали соединен с подвижной обоймой грузовой цепи. Приводной механизм состоит из тягового колеса

(звездочки) и тяговой сварной цепи. Шестеренная таль приводится в действие так же, как и червячная.

Тали грузоподъемностью до 2 т изготовляют с подвеской груза на одной ветви цепи, грузоподъемностью до 5 т — на двух ветвях, до 8 т — на трех.

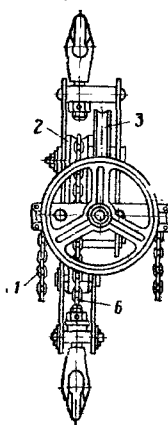


Рис. 37. Ручная червячная таль

1 — тяговая цепь; 2 — грузовая звездочка; 3 — червячное колесо; 4 — приводная звездочка; 5 — ролик; 6 — грузовая цепь

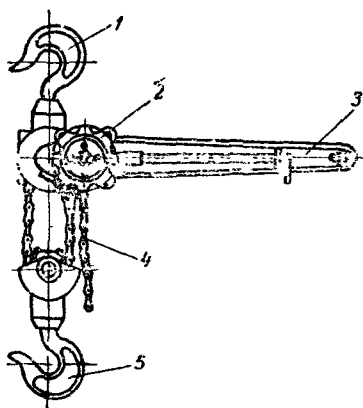
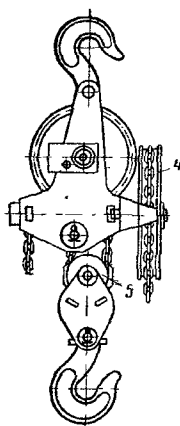


Рис. 38. Ручная рычажная шестеренная таль

1 — крюк для подвешивания тали; 2 — звездочка; 3 — рычаг; 4 — грузовая цепь; 5 — грузовой крюк

Таль обеспечивает незначительную высоту подъема груза и имеет сравнительно малый к. п. д. (0,6—0,65), но, несмотря на это, получила широкое распространение из-за простоты конструкции и невысокой стоимости.

Величину тягового усилия P , необходимого для подъема груза Q червячной талью, определяют по формуле

$$P = \frac{Qdn}{4zr\eta}$$

- где Q — масса поднимаемого груза, кг;
 d — диаметр грузовой звездочки, мм;
 n — число ходов червяка;
 z — число зубьев червячного колеса;
 r — радиус приводной звездочки (цепного колеса), мм;
 η — к. п. д. тали.

Для такелажных работ целесообразно применять шестеренные тали со сварными грузовыми цепями, так как пластинчатые цепи изгибаются только в одной плоскости, более чувствительны к ударам и легко повреждаются при транспортировании.

Грузовая цепная звездочка помещена в корпусе тали и монтируется обычно (при грузоподъемности до 1 т) на подшипниках скольжения или (при грузоподъемности более 1 т) на подшипниках качения.

Редуктор имеет шестеренную передачу. Тормозной механизм — винтовой дисковый тормоз — помещен на приводном валу. Приводной механизм состоит из тягового колеса (звездочки) и тяговой сварной цепи. Коэффициент полезного действия шестеренной тали 0,7—0,8.

Ручную рычажную шестеренную таль (рис. 38) применяют для подъема и подтаскивания грузов массой до 1,5 т на небольшие расстояния.

При подъеме груза таль своим верхним крюком 1 подвешивается к конструкциям здания, треногам, козлам. Сообщая колебательное движение рычагу 3, зуб фиксатора, зацепляясь с трещоткой, поворачивает ее. Вместе с трещоткой вращается ходовой валик, и через пару шестерен вращение передается ведомому валу, на котором насажена звездочка 2. При вращении звездочка увлекает за собой цепь 4 с грузовым крюком 5 и поднимает грузом. В корпусе тали имеются тормозной диск и храповик с «собачкой», дающие возможность останавливать при подъеме и опускать груз в любом положении.

Для перехода от подъема к опусканию груза или наоборот необходимо оттянуть ручку фиксатора так, чтобы своим выступом она вышла из гнезда рычага, а затем повернуть ее на 180° и поставить назад в гнездо.

Шестеренные рычажные тали выпускаются грузоподъемностью 0,5; 1 и 1,5 т; высота подъема груза 2 м, причем она может быть увеличена до 3,5 м за счет удлинения грузовой цепи. Масса тали грузоподъемностью 1 т без цепи 11 кг.

§ 16. КОШКИ

Ручные монорельсовые тележки, предназначенные для перемещения грузов по подвесному однорельсовому

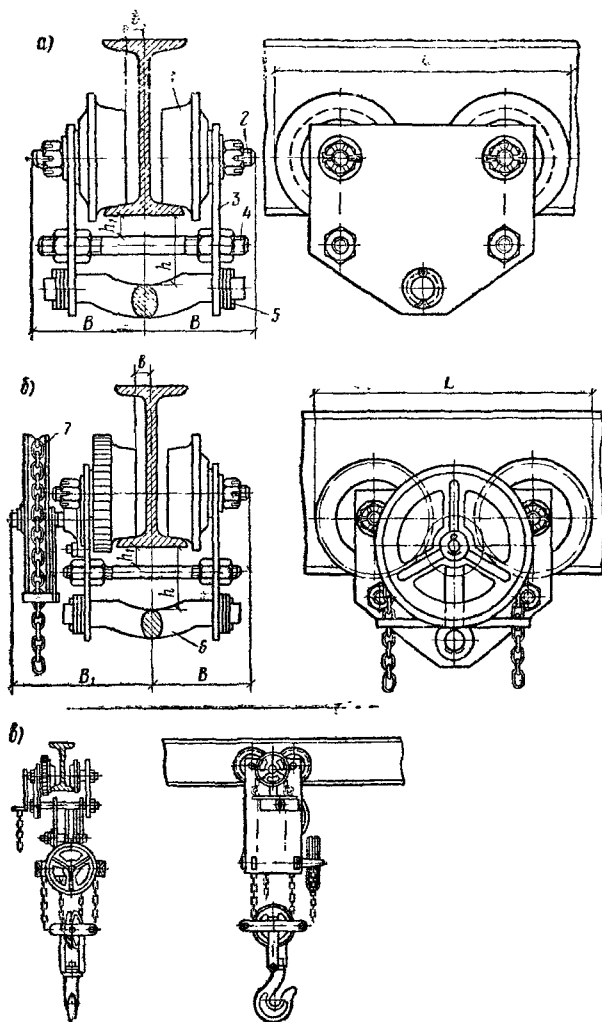


Рис. 39. Кошки

a — без механизма передвижения (тип Б); *б* — с механизмом передвижения (тип А); *в* — с ручной талью; 1 — ходовые колеса; 2 — оси; 3 — щеки; 4 — стяжные стержни; 5 — регулировочные шайбы; 6 — грузовая траверса; 7 — механизм передвижения

пути двутаврового сечения, называются кошками (рис. 39).

Колеса 1 тележки катятся по полкам нижнего пояса двутавровой балки. Для уменьшения усилия на передвижение ходовые колеса кошки монтируют на подшипниках качения, а ободы колеса делают сферического профиля.

Кошки без механизма передвижения (типа Б) перемещаются по рельсу при толкании подвешенного к ней груза. В табл. 19 приведены технические характеристики кошек.

Для подъема перемещаемого груза к траверсе кошки, как правило, подвешивают ручную таль (рис. 39, в). Однако при пользовании таями большой грузоподъемности работать значительно трудней, так как масса самих талей велика. Кроме того, для подъема груза значительной массы необходимо применять большое тяговое усилие.

Таблица 19
Технические характеристики кошек

Тип	Грузоподъемность, т	Тяговое усилие цепи механизма передвижения, Н, не более	№ двутавровых балок	Радиус закругления одорельсового пути, м, не менее	B_1	B	L	h	n_1	b	Масса, кг, не более
					мм, не более				мм, не менее		
Б	0,5	—	14; 16; 18	1,5	—	110	280	60	20	10	15
Б	1	—	16; 18; 20	1,5	—	120	300	80	20	10	20
А	1	80	16; 18; 20	1,5	200	140	310	80	20	10	35
А	2	150	20; 22; 24	2	220	150	360	110	25	12	50
А	3	180	22; 24; 27	2	230	150	360	125	25	14	60
А	5	250	30; 33; 36	2,3	240	175	450	150	30	14	90

Конструкция кошки предусматривает возможность работы ее на двутавровых балках разных номеров. Это значительно упрощает проектирование подвесных путей.

Расстояние между ходовыми катками в соответствии с размером балки изменяют регулировочными шайбами, установленными на траверсе кошки (на внутренней или наружной стороне щек), и гайками на стяжных болтах.

Кошки с механизмом передвижения (типа А) используют для оборудования однобалочных кранов. При-

вод механизма передвижения 7, помещенный на одной из щек кошки, состоит из зубчатой цилиндрической передачи, тягового колеса (звездочки) и сварной тяговой цепи.

Применение кошек позволяет увеличить зону действия талей, прикрепленных к ним.

§ 17. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАЛИ

Электрические тали (рис. 40) состоят из полиспаста (обычно двухниточного) и барабана для навивки каната. Барабан электротали с полиспастом подвешен к те-

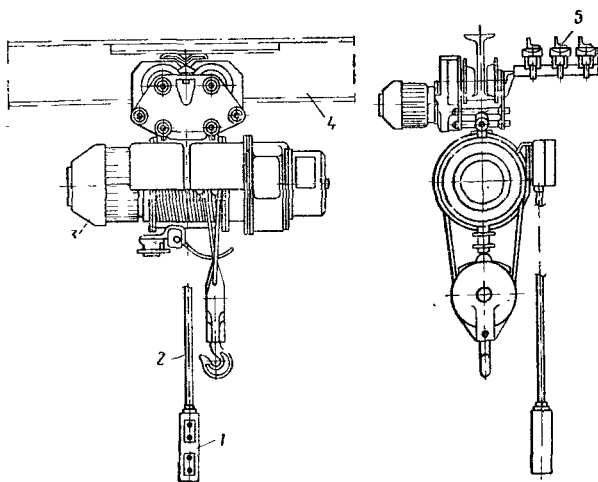


Рис. 40. Электроталь

1 — пульт управления; 2 — гибкий кабель; 3 — электрический привод; 4 — монорельс; 5 — троллей

лежке, приспособленной для передвижения по нижнему поясу двутавровой балки (монорельсу) 4. Барабан имеет электрический привод 3. Благодаря незначительной массе и большой подвижности электротали нашли широкое применение; с их помощью производят разгрузку и погрузку готовых изделий. Электротали оборудуют механические цехи для подачи деталей с одного станка на другой.

Стандартом предусмотрен следующий ряд грузоподъемности электроталей: 0,25; 0,5; 1; 2; 3,2 и 5 т. Скорость

подъема (3—18 м/мин), масса и габаритные размеры зависят от их конструктивного исполнения (табл. 20).

ГОСТ 3472—63 предусмотрено девять конструктивных исполнений электроталей. Они отличаются приводом механизма передвижения (стационарные, с ручным или электрическим приводом); расположением барабана (продольное или поперечное); конструкцией тележки (с двумя шарнирными двухкатковыми тележками, с жесткой четырехкатковой тележкой и с двумя шарнирными четырехкатковыми тележками). Минимальный радиус закругления пути зависит от способа крепления тележек к корпусу тали.

Управляют электроталами с пульта управления 1, который подвешен на гибком кабеле 2 к корпусу электротали. Ток подводится с помощью гибкого кабеля или троллей 5.

Сечение двутавровых балок, по которым передвигаются электротали, определяется размерами тележки электротали (см. табл. 19). Выбранное сечение балки должно быть проверено расчетом. От действия катков тележки электротали в монорельсе возникают напряжения от изгиба. Величина изгибающего момента определяется по законам сопротивления материалов, а напряжение проверяется по формуле

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M}{W\varphi_{\sigma}},$$

где M — изгибающий момент, Н/см²;
 W — момент сопротивления поперечного сечения балки изгибу, см³;
 φ_{σ} — коэффициент понижения допускаемого напряжения в зависимости от пролета монорельса.

Значения коэффициента φ_{σ} могут быть приняты по табл. 21.

Кроме того, необходимо проверить полки балки на отгиб, предполагая, что она работает как консоль, нагруженная на конце силой P , равной давлению катка (рис. 41).

За расчетную ширину консоли принимают для двутавров тройную ее длину $b=3a$. Для монорельсов, составленных из уголков или тонких листов, за расчетную ширину принимают двойную длину консоли $b=2a$.

Технические характеристики электроталей с продольным расположением барабана, электрическим механизмом передвижения и шарнирными тележками

Марка	Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	Мощность электродвигателей, кВт, не менее		Максимальная нагрузка на каток, Н	Масса, кг	Двухавр		Радиус закругления пути, м, не менее
			при подъеме	при передвижении			по ГОСТ 5157—53	по ГОСТ 8339—62	
ТЭ05-531	0,5	18	0,75	0,12	3 250	126	18М; 24М	16—20а; 22; 24	0,8
ТЭ1-531	1	18	1,7	0,18	5 000	245	18М; 24М; 30М; 36М	—	1,5
ТЭ2-531	2	18	3	0,4	8 750	360	То же	—	1,5
ТЭ3-531	3,2	18	4,5	0,4	12 600	560	30М; 36М; 45М	—	2
ТЭ5-931	5	18	7,5	2×0,6	11 000	815	То же	—	2,5

Значения коэффициента Φ_{σ} при расчете монорельсов
в зависимости от номера и длины двутавровой балки

№ балки	Длина балки, м							
	3	4	5	6	7	8	9	10
20	1	0,96	0,88	0,74	0,61	0,52	0,45	0,4
24	1	0,99	0,92	0,84	0,69	0,58	0,5	0,44
30	1	1	0,95	0,89	0,75	0,63	0,54	0,47
33	1	1	0,96	0,9	0,79	0,66	0,56	0,49
36	1	1	0,97	0,91	0,83	0,68	0,59	0,51

В первом случае напряжения от изгиба полки определяются по формуле

$$\sigma = \frac{2P}{\delta^2};$$

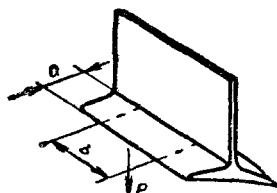
во втором случае — по формуле

$$\sigma = \frac{3P}{\delta^2},$$

где σ — толщина полки, см.

Перед пуском в работу механизмы электротали необходимо осматривать. Следует помнить, что подтаскивать

Рис. 41. Расчетная схема полки монорельса



груз крюком электротали категорически запрещается. Не разрешается также производить оттяжку груза, поднимаемого электроталью.

Трущиеся части электроталей рекомендуется смазывать не реже одного раза в неделю.

Каждая электроталь должна иметь технический паспорт, в котором указывается ее характеристика, дается чертеж общего вида и записываются результаты испытания.

ДОМКРАТЫ

Домкраты различных конструкций применяют для подъема и опускания, а также перемещения грузов на небольшие расстояния. Такие операции часто приходится выполнять при монтаже оборудования и конструкций, например при укладке под оборудование подкладок или катков, для выверки положения машин относительно осей и высотных отметок, для удаления из-под оборудования шпального настила или временных балок.

По принципу устройства домкраты подразделяются на винтовые, гидравлические, реечные и клиновые. В свою очередь клиновые домкраты бывают винтовыми и гидравлическими. Существуют также домкраты комбинированные — гидровинтовые. Подъем такими домкратами производится двумя ступенями за один цикл. Первая ступень подъема осуществляется гидравлическим способом, вторая, дополнительная — винтом, встроенным в корпусе домкрата. Однако такие домкраты очень громоздки, тяжелы и неудобны в работе.

§ 18. ВИНТОВЫЕ ДОМКРАТЫ

Винтовой домкрат (рис. 42) состоит из стального или чугунного корпуса 5, внутри которого встроена втулка 3 с резьбой, во втулке движется винт 4 со свободно насаженной головкой 1.

Поднимают или опускают груз, вращая винт рукояткой с трещоткой. Вращать винт можно также ломиком, вставляемым в отверстие головки. Винты домкрата имеют трапецеидальную или прямоугольную мелкую резьбу; чем меньше ее шаг, тем больше подъемная сила домкрата.

Достоинство винтовых домкратов заключается в том, что поднимаемый груз не может самопроизвольно опу-

скаться под действием своей массы. Возникающее само-
торможение — результат того, что угол подъема винто-
вой линии (примерно 4°) меньше угла трения (около 6°),
т. е. меньше того угла, при котором груз, положенный на
наклонную плоскость (которую и представляет собой
винтовая линия), начинает скользить по ней под влия-
нием собственной массы.

Зависимость усилия, развиваемого домкратом, от уси-
лия, прилагаемого на рукоятке, определяется по фор-
муле

$$Q = P \frac{2\pi l}{t} \eta,$$

где Q — усилие, развиваемое домкратом, Н;
 P — усилие на рукоятке, Н ($P=200-250$ Н);
 l — длина рукоятки, мм;
 t — шаг резьбы, мм;
 η — коэффициент полезного действия винтового
домкрата.

В табл. 22 приведены технические характеристики
наиболее распространенных винтовых домкратов.

На монтажных работах часто
используют малогабаритные вин-
товые домкраты грузоподъемно-
стью 2,5; 3 и 5 т. Высота таких
домкратов при опущенном винте
130—240 мм, а высота подъема
35—70 мм. Масса малогабарит-
ных домкратов 2,8—7,1 кг.

Существуют также специаль-
ные винтовые домкраты, приме-
няемые на монтажных работах.
Так, например, при работе в стес-
ненных условиях применяют рас-
порные винтовые домкраты гру-
зоподъемностью до 3 т, имеющие
минимальную длину 200 мм и ход
130 мм (рис. 43, а).

Установленный в рабочее по-
ложение домкрат приводится в действие качательным
движением рукоятки 1, при этом корпус 2 домкрата по-
ворачивается вокруг своей продольной оси, а винты 3 с

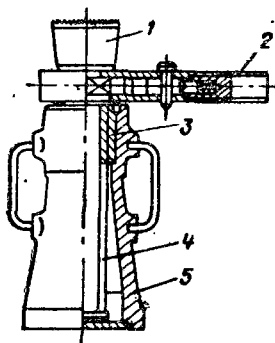


Рис. 42. Винтовой дом-
крат

1 — головка; 2 — рукоятка;
3 — втулка с резьбой; 4 —
винт; 5 — корпус

Технические характеристики винтовых домкратов

Тип	Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, мм	Высота домкрата в стянутом положении, мм	Масса, кг
БО-3	3	130	300	6,2
БО-5 и БТ-5	5	300	510	17
БТ-10	10	330	580	37
БТ-15	15	350	610	48
ПС-20	20	290	670	92
СК-5	5	235	440	17,5
СК-10	10	265	480	25,5
СК-15	15	300	550	38
СК-20	20	335	615	54

правой и левой резьбой либо вывинчиваются из корпуса домкрата и действуют враспор, либо ввинчиваются.

Направление вращения корпуса домкрата зависит от положения «собачки» 4, шарнирно закрепленной пальцем 5 на рукоятке. Установленная в необходимом положении «собачка» удерживается упором 6 под действием пружины 7.

При качательном движении рукоятки «собачка» упирается в зуб храпового колеса и поворачивает корпус домкрата. Для вращения корпуса домкрата в противоположном направлении «собачка» перебрасывается на противоположную сторону и также приводится в зацепление с зубьями храпового колеса.

Для выверки технологического оборудования при установке его на фундаменты применяют винтовой домкрат-центратор (рис. 43, б), предложенный рационализаторами треста Запорожметаллургмонтаж В. В. Зеленским, Л. Г. Акимовым и А. И. Черепухой. С помощью этого домкрата можно довольно точно регулировать положение технологического оборудования по высоте и по горизонтали.

Перемещение домкрата в горизонтальной плоскости осуществляется вращением болта 12, который перемещает гайку 10 по направляющим опорной плиты 11. Подъем и опускание производятся вращением ходового винта 9 гаечным ключом. Лапа-кронштейн 8 перемещается вертикально по направляющим.

Техническая характеристика домкрата-центратора

Грузоподъемность, т	5
Высота перемещения лапы, мм:	
минимальная	20
максимальная	65
Габаритные размеры, мм:	
высота при максимальном подъеме лапы	145
ширина	80
длина	186

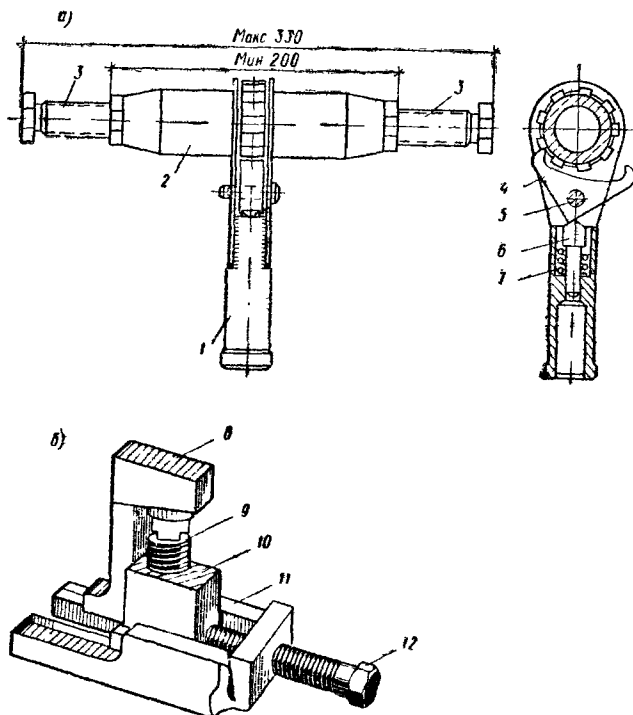


Рис. 43. Специальные винтовые домкраты

a — распорный; *б* — домкрат-центратор; *1* — рукоятка; *2* — корпус; *3* — винты с правой и левой резьбой; *4* — «собачка»; *5* — палец; *6* — упор; *7* — пружина; *8* — лапа; *9* — кодовый винт; *10* — гайка; *11* — опорная плита; *12* — болт

При работе винтовыми домкратами различных видов необходимо устанавливать домкрат строго центрально под грузом, так как его винт рассчитан только на сжатие и при неправильной установке может согнуться; не увеличивать чрезмерно длину рукоятки домкрата, чтобы не

развивать силу большую, чем могут выдержать гайка и винт; периодически очищать винт и гайку домкрата от грязи и смазывать их консистентной смазкой.

§ 19. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДОМКРАТЫ

Из всех видов домкратов гидравлические — наиболее мощные, поэтому чаще всего их применяют, когда требуются большие усилия, например при окончательной установке и выверке тяжеловесного оборудования и конструкций, в том числе кранов-перегрузателей, оборудования доменных печей, прокатных станков, кузнечно-прессового и другого крупногабаритного и тяжеловесного оборудования.

Принцип устройства гидравлических домкратов различных типов примерно одинаковый. Под давлением жидкости, подаваемой в цилиндр ручным или приводным насосом, поршень домкрата выдвигается и поднимает груз.

Гидравлический домкрат (рис. 44) состоит из стального корпуса — цилиндра высокого давления *б* с поршнем *5* и резервуара *3*. Резервуар с насосной установкой наполняется рабочей жидкостью, как правило, минеральными маслами различных сортов типа веретенного или турбинного. Жидкость из резервуара *3* перекачивается в цилиндр *б* под подъемный поршень плунжерным насосом *9*.

Плунжерный насос приводится в действие рукояткой *1*, насаженной на конец валика *2*, который установлен внутри резервуара. Валик имеет выступ, называемый толкателем плунжера. При покачивании рукоятки плунжер получает возвратно-поступательное движение и через нагнетательный клапан *7* накачивает жидкость внутрь цилиндра. Засасывание жидкости из резервуара происходит через всасывающий клапан *8*.

Жидкость, нагнетаемая насосом, попадает в пространство между дном цилиндра и нижней плоскостью поршня и под влиянием возрастающего давления начинает выдавливать поршень *5*, который в свою очередь будет поднимать установленный на нем груз.

Для создания уплотнения между цилиндром и поршнем в пазы стенок цилиндра закладывают специальные уплотняющие кожаные кольца-манжеты *4*.

В корпусе цилиндра имеется отверстие *10* с резьбой

для установки манометра, позволяющего контролировать давление жидкости.

Для опускания поршня домкрата служит спускной вентиль 11, по которому жидкость из цилиндра возвращается в резервуар.

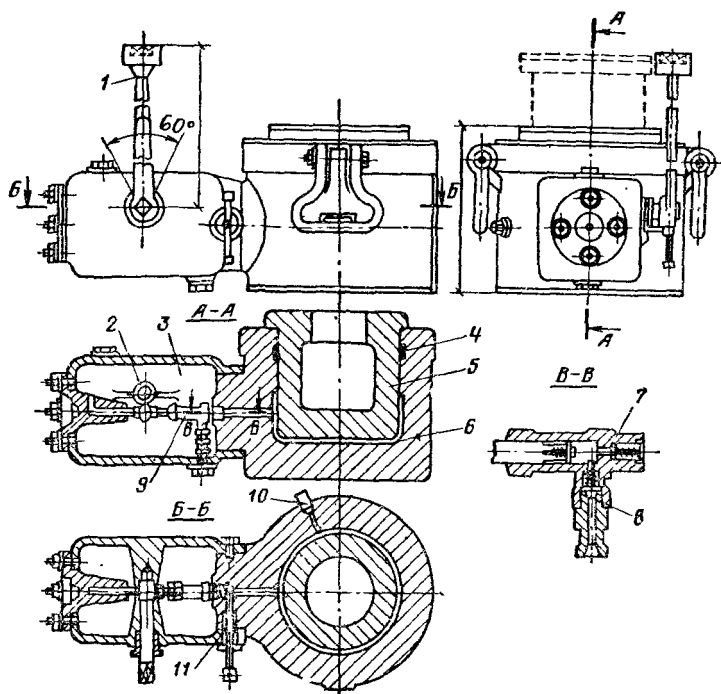


Рис. 44. Гидравлический домкрат

1 — рукоятка; 2 — валик; 3 — резервуар; 4 — манжеты; 5 — поршень; 6 — цилиндр высокого давления; 7 — нагнетательный клапан; 8 — всасывающий клапан; 9 — плунжерный насос; 10 — отверстие для присоединения манометра; 11 — спускной вентиль

При подъеме груза в цилиндре домкрата развивается давление до 40 МПа/см². По показаниям манометра можно определить нагрузку, приходящуюся на домкрат. Для этого пользуются формулой

$$Q = pF,$$

где Q — масса поднимаемого груза, кг;

p — давление по манометру, МПа (Мега Паскаль);

F — площадь поршня, см².

Площадь поршня домкрата определяется по формуле

$$F = \frac{\pi D^2}{4},$$

где D — диаметр поршня, см.

Характеристики наиболее часто применяемых на монтажных и такелажных работах гидравлических домкратов даны в табл. 23.

Таблица 23

Технические характеристики гидравлических домкратов

Тип	Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, мм	Максимальное рабочее давление, МПа	Высота спущенного домкрата h , мм	Масса, кг
ДГ-50	50	100	41	220	63
ДГ-100	100	155	39	285	125
ДГ-200	200	155	41	304	209
ДГО-20	20	90	41	190	20
ДГПМ-50	50	60	42,5	245	15,5
ДГПМ-100	100	60	32	330	18,5

В последнее время в конструкциях гидродомкратов стали применять приспособления — ограничители высоты подъема поршня, а также давления в цилиндре, что увеличивает срок их службы.

Грузоподъемность некоторых гидравлических домкратов значительно больше 200 т, однако эти домкраты очень громоздки, чрезмерно тяжелы и для монтажных работ применяются редко.

Чтобы предохранить поршень гидравлического домкрата от самопроизвольного опускания при падении давления в цилиндре или при неисправности домкрата (например, прорыв манжеты), под головку поршня кладут специальные предохранительные подкладки — полукольца. Иногда вместо таких подкладок устанавливают предохранительные гайки (рис. 45), которые навертывают на специально подготовленную для этой цели резьбу поршня. Гайку опускают по мере подъема груза, что предохраняет поршень от внезапного падения.

Большинство моделей гидравлических домкратов имеет ручной плунжерный насос для подачи рабочей жидкости в цилиндр, смонтированный на корпусе домкрата. В некоторых конструкциях насосная установка размещается отдельно.

Домкрат, работающий от отдельно стоящего насоса, имеет сравнительно небольшую массу, благодаря чему удобен при производстве монтажных работ, так как его легко передвигать с одного места на другое.

Последовательность операций подъема груза за один цикл работы домкрата показана на рис. 46.

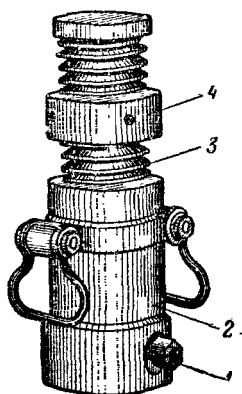


Рис. 45. Домкрат гидравлический, работающий от отдельно стоящего насоса

1 — штуцер для присоединения к насосу; 2 — корпус цилиндра; 3 — поршень с резьбой; 4 — предохранительная гайка

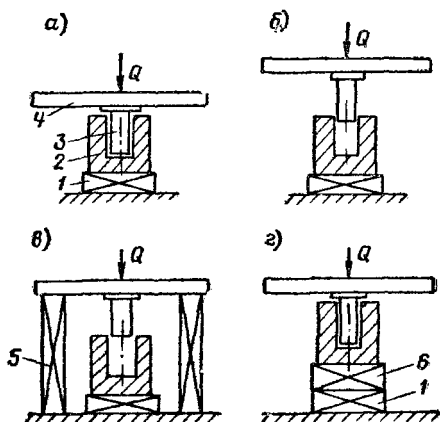


Рис. 46. Схема подъема гидравлическим домкратом

а — исходное положение; б — подъем груза; в — опирание груза на шпальные клетки; г — подъем домкрата; 1 — шпальная клетка под домкратом; 2 — цилиндр; 3 — поршень; 4 — поднимаемый груз; 5 — шпальная клетка под грузом; 6 — дополнительная шпальная клетка под домкратом

Подъем груза гидравлическими домкратами производится медленно. За полный ход поршня груз поднимают на определенную, небольшую высоту (150—200 мм), после чего домкрат необходимо перезарядить. Для этого поднятый груз временно опирают на надежные подкладки и снимают нагрузку с домкрата. Удерживая груз на подкладках, нужно перепустить жидкость из цилиндра в резервуар, при этом поршень домкрата опустится. Затем домкрат приподнимают до упора в поднимаемый груз, а под подошву домкрата подводят подкладку необходимой толщины. Цикл повторяется до тех пор, пока груз будет поднят на нужную высоту.

Если при подъеме какого-либо груза грузоподъемность одного гидравлического домкрата оказывается недостаточной, применяют несколько домкратов, соединенных трубопроводом с центральным насосом, подающим рабочую жидкость во все домкраты одновременно. При соединении домкратов в одну общую систему — батарею.

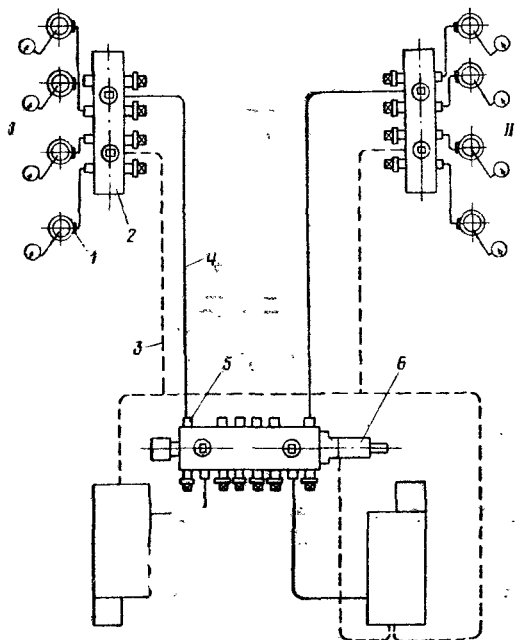


Рис. 47. Схема совместной работы нескольких гидравлических домкратов

1 — домкрат ДГ-100; 2 — коллектор на портале; 3 — магистраль сливная; 4 — магистраль нагнетания; 5 — коллектор промежуточный; 6 — предохранительный клапан; I—II — группы домкратов

подъемные усилия во всех домкратах будут одинаковыми.

При подъеме тяжелого оборудования несколькими одновременно работающими гидравлическими домкратами надо следить за равномерностью (синхронностью) их работы. Для обеспечения равномерного подъема груза домкраты соединяют с насосом общим коллектором.

В качестве примера на рис. 47 показана схема работы двух групп домкратов для подъема моста крана-пе-

регрузателя ленточным подъемником. Мост поднимают поочередно каждой группой, состоящей из четырех домкратов. Во время работы одной группы домкратов из домкратов второй спускают масло. В гидросистему подключены два насоса, один из которых работает, а другой резервный. Обязательное условие при таких схемах подъема — использование однотипных домкратов.

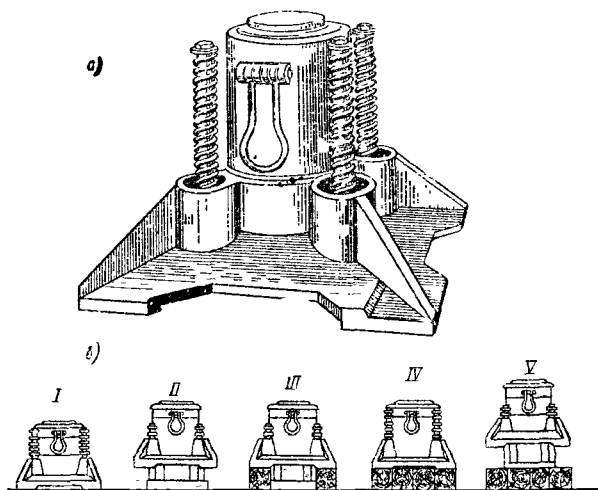


Рис. 48. Домкрат непрерывного действия
a — общий вид; *б* — схема работы; *I—V* — последовательность операций при перезарядке

За давлением жидкости в системе следят по манометру, установленному возле насоса. По величине давления определяют подъемную силу всех домкратов по формуле

$$Q = pFn,$$

где Q — подъемная сила домкратов, Н;
 p — давление по манометру, МПа;
 F — площадь поршня одного домкрата, см²;
 n — число домкратов.

Существуют специальные домкраты (рис. 48, *a*), применение которых упрощает операцию перезарядки. В этих домкратах поднимается не поршень, а цилиндр.

причем поршень после снятия нагрузки с домкрата подтягивается вверх (внутри цилиндра) специальными пружинами. При работе домкрата поршень остается неподвижным, а цилиндр поднимается, сжимая пружины, которые при снятии нагрузки с домкрата подтягивают поршень.

Домкраты этого типа очень удобны при подъеме грузов на сравнительно большую высоту (более 1 м) с использованием выкладываемой под грузом клетки из брусьев.

Последовательность операций по подъему груза показана на рис. 48, б. Подъем начинают из положения I. Когда груз достигнет предельной высоты подъема (положение II), под лапы цилиндра подкладывают опорные брусья (положение III), открывают спускной клапан и поршень под действием пружин поднимается вверх, передав нагрузку на опорные брусья. Затем, подложив брусья под поршень (положение IV), повторяют подъем (положение V).

§ 20. РЕЕЧНЫЕ ДОМКРАТЫ

Реечные домкраты, наиболее часто применяемые на монтажных и ремонтных работах, имеют грузоподъемность 3—5 т.

Домкрат (рис. 49) состоит из корпуса 6, внутри которого помещена выдвигающаяся зубчатая рейка 1 с «лапой» 7 и зубчатая передача 4. Поднимают или опускают рейку домкрата вращением рукоятки 5. Через систему зубчатых колес это вращение передается звездочке (шестерне) 2, работающей в паре с зубчатой рейкой, которая поднимается или опускается в зависимо-

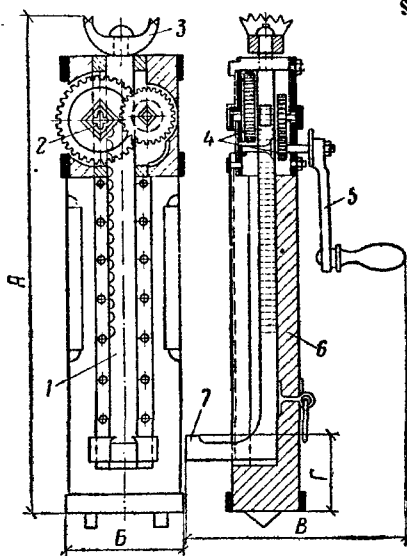


Рис. 49. Реечный домкрат

- 1 — зубчатая рейка; 2 — звездочка;
3 — вращающаяся головка; 4 — зубчатая передача; 5 — рукоятка; 6 — корпус; 7 — «лапа»

сти от направления вращения рукоятки. На верхнем конце рейки имеется вращающаяся головка 3, поверхность которой имеет насечку для предотвращения выскальзывания домкрата из-под груза.

Домкрат располагают под поднимаемым грузом. Если груз расположен низко над опорной поверхностью, домкрат устанавливают рядом с грузом, подводя под последний только «лапу» 7. Чтобы удерживать поднятый груз в нужном положении, на валу одной из шестерен устанавливают храповик с «собачкой». При откинутой «собачке» груз удерживается только усилием, приложенным к рукоятке, что является существенным недостатком реечных домкратов. При опускании рукоятки груз упадет; рукоятка при этом будет быстро раскручиваться и может нанести ушибы работающим.

Конструкция реечного домкрата не позволяет регулировать с большой точностью степень подъема, так как подъем или опускание груза увеличиваются только на величину зуба гребенки домкрата. Это ограничивает применение реечных домкратов.

Технические характеристики реечных домкратов приведены в табл. 24.

Таблица 24

Технические характеристики реечных домкратов

Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, мм	Габаритные размеры, мм			Г (наименьшая высота «лапы»), мм	Масса, кг
		А (наименьшая высота)	Б (толщина)	В (ширина)		
3	400	710	150	332	60	27
5	400	724	180	376	67	32

§ 21. КЛИНОВЫЕ ДОМКРАТЫ

Часто при монтаже оборудования для подъема груза на незначительную высоту применяют обычные стальные клинья.

Клин с малым углом позволяет при забивании его между отдельными частями оборудования или между оборудованием и фундаментом поднять детали на высоту, измеряемую сотыми долями миллиметра. Это имеет большое значение при производстве работ по выверке оборудования.

Значительные преимущества по сравнению с обычными клиньями имеют клиновые домкраты (рис. 50). Чтобы приподнять груз на небольшую высоту, необходимо установить домкрат на надежном основании так, чтобы подъемная плита его вплотную подходила под поднимаемый груз.

При вращении винта 4 клин 3 передвигается и скользит по наклонной плоскости плиты 2, которая при этом поднимается вместе с лежащим на ней грузом. Опускают груз, вращая винт в противоположную сторону.

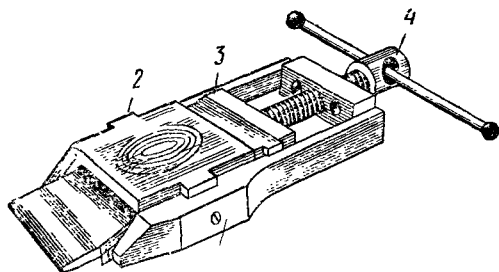


Рис. 50. Клиновой домкрат

1 — корпус; 2 — подъемная плита; 3 — клин со встроенной гайкой; 4 — винт

Верхняя плоскость подъемной плиты в любой стадии ее подъема или опускания остается горизонтальной.

Для уменьшения силы трения наклонные рабочие плоскости клина и подъемной плиты смазывают солидолом.

Клиновые домкраты благодаря незначительной массе и малой высоте (100—150 мм) широко применяют при выверочных работах, особенно в случаях, когда подвести под поднимаемое оборудование другие домкраты невозможно. Они выпускаются грузоподъемностью 5 и 10 т.

Максимальная высота подъема такими домкратами 10—15 мм, что для выверки оборудования вполне достаточно. Масса домкрата грузоподъемностью 5 т составляет 5,5 кг, грузоподъемностью 10 т — 13,5 кг. Аналогичные домкраты бывают и пневматические.

Гидравлические и пневматические домкраты, а также их коммуникации должны иметь плотные соединения, предохраняющие в процессе подъема от утечки жидкости или воздуха из рабочих цилиндров.

При подъеме грузов домкратами необходимо следить за плавностью подачи, положением груза и состоянием

опорного основания. Поднимаемые грузы не должны соскальзывать с опорной поверхности головки домкратов.

Освобождение домкратов из-под поднятого груза и их перестановка выполняются лишь после надежного укрепления груза в поднятом положении или укладки его на устойчивую опору

Гидравлические домкраты должны быть оборудованы приспособлениями (обратный клапан, диафрагма), обеспечивающими медленное и спокойное опускание штока или остановку его движения при повреждении труб, подводящих или отводящих жидкость.

ГЛАВА VI

ЛЕБЕДКИ

§ 22. РУЧНЫЕ ЛЕБЕДКИ

При производстве такелажных работ в процессе монтажа и ремонта промышленного оборудования применяют лебедки с ручными и машинными приводами.

Ручные лебедки бывают настенные (рис. 51, а) и напольные. Первые применяются реже и в стационарных условиях, их грузоподъемность 0,25 и 0,5 т.

Ручные напольные лебедки (рис. 51, б) применяют на монтаже как вспомогательные для оттяжки груза при подъеме, для натяжения вант и перемещения груза на небольшие расстояния. Такие лебедки выпускают грузоподъемностью 1,25—8 т.

Лебедка ручная однобарабанная (ГОСТ 7014—63) состоит из двух щек 2, соединенных стяжками 1, образующими станину. В станине устанавливается ось, на которой свободно насажен барабан 3. Барабан соединен с большим зубчатым колесом 9.

Приводной вал лебедки приводится во вращение рукоятками 7. Усилие, приложенное рабочими к рукояткам, передается через ведущие шестерни 4 и 8 на зубчатое колесо 9. Барабан приходит во вращение и наматывает на себя стальной канат.

Чтобы предупредить опускание поднимаемого груза при ослаблении усилия на рукоятки, в лебедке имеются храповое колесо 6 и «собачка» 5, которая в момент прекращения подъема груза упирается в зубья храпового колеса и препятствует вращению вала.

Лебедка оборудована также ручным ленточным тормозом, позволяющим (изменяя натяжение ленты) регулировать скорость опускания поднятого груза.

На такелажных работах успешно применяют лебедки ручные рычажные (рис. 52) — тяговые механизмы, предназначенные не только для подъема грузов, но и для пе-

ремещения их в горизонтальном или наклонном направлении. На такелажных работах применяются два типа-размера таких лебедок грузоподъемностью 1,5 и 3 т.

Небольшая масса и малые габариты придают лебедкам большую маневренность и позволяют широко применять их при монтаже. Лебедки имеют обратный ход, который обеспечивает плавное опускание поднятых грузов.

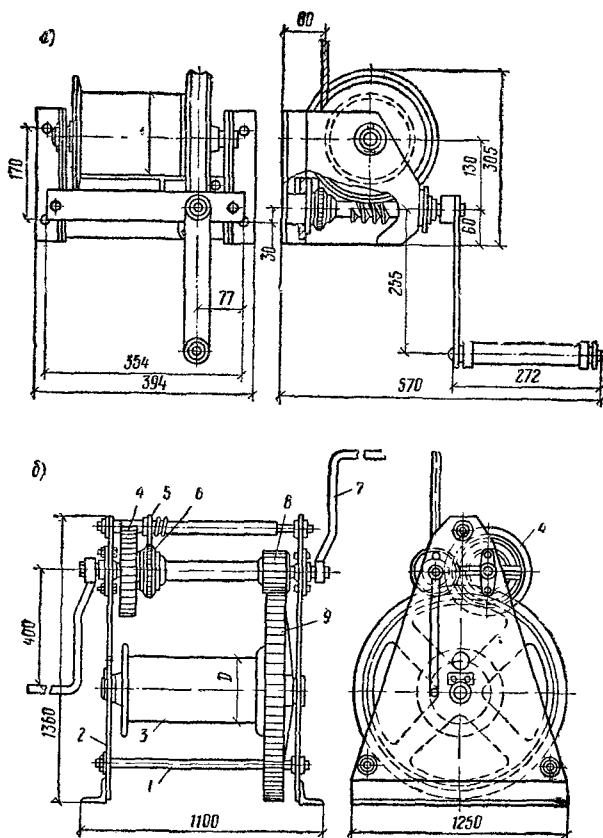


Рис. 51. Ручные лебедки

а — настенная грузоподъемностью 0,5 т; б — напольная грузоподъемностью 5 т;
 1 — стяжка; 2 — щека; 3 — барабан; 4, 8 — ведущие шестерни; 5 — «собачка»;
 6 — храповое колесо; 7 — рукоятка; 9 — зубчатое колесо

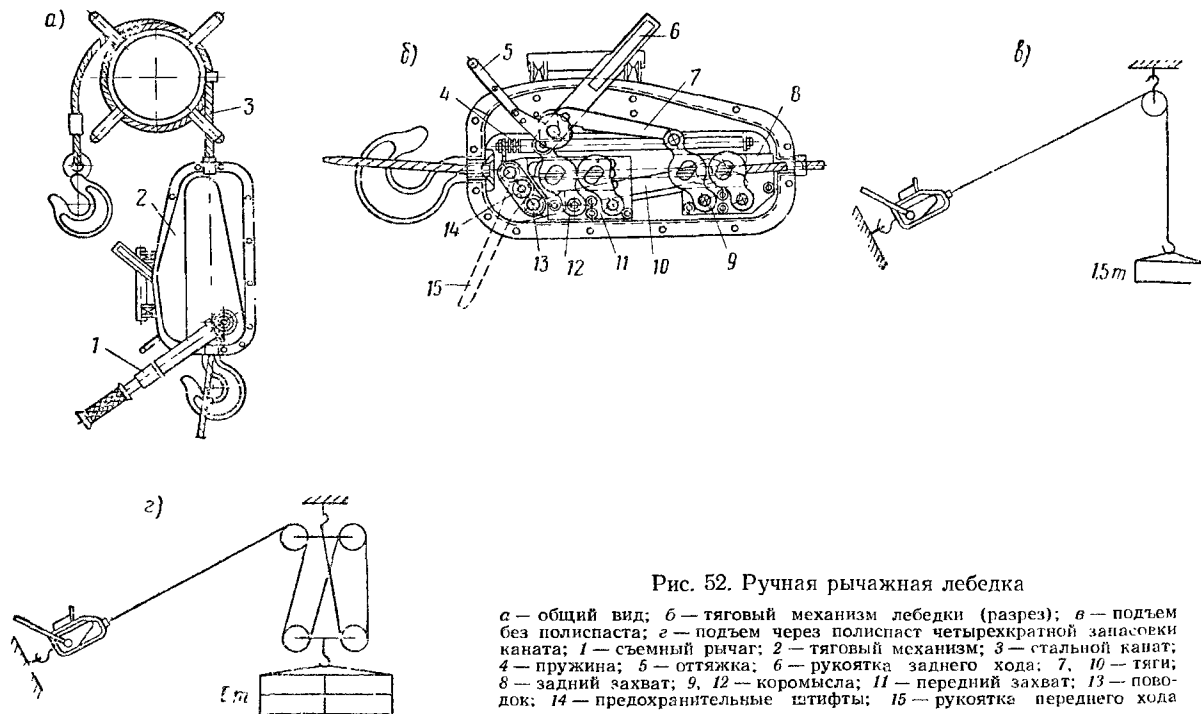


Рис. 52. Ручная рычажная лебедка

а — общий вид; б — тяговый механизм лебедки (разрез); в — подъем без полиспаста; г — подъем через полиспаст четырехкратной занавески каната; 1 — съемный рычаг; 2 — тяговый механизм; 3 — стальной канат; 4 — пружина; 5 — оттяжка; 6 — рукоятка заднего хода; 7, 10 — тяги; 8 — задний захват; 9, 12 — коромысла; 11 — передний захват; 13 — поводок; 14 — предохранительные штифты; 15 — рукоятка переднего хода

Техническая характеристика двух типоразмеров ручных рычажных лебедок

Максимальная масса поднимаемого груза, т	1,5	3
Подача каната тяговым механизмом за двойной ход рычага, мм	32	40—72
Длина рабочего каната, м	20	15
Диаметр каната, мм	12	16,5
Число рабочих, обслуживающих лебедку .	1—2	1—2
Наибольшее усилие на рычаге, Н	350	350
Масса лебедки с канатом, кг	34	54,5

Для лебедок используется канат типа ТК7×19 с металлическим сердечником (ГОСТ 3067—66).

Ручная рычажная лебедка (рис. 52, а) состоит из тягового механизма 2, съемного рычага 1 и рабочего 3 с крюком на конце.

Тяговый механизм — основной рабочий орган, передающий канату тяговое усилие, необходимое для перемещения груза. На рис. 52, б показан тяговый механизм лебедки в разрезе. Механизм снабжен рукоятками переднего 15 и заднего хода 6. Рукоятка переднего хода насажена на конец вала поводка 13. Поводок, представляющий собой двуплечий рычаг с осью вращения посередине, соединен цапфами с передним захватом 11, а тягой 10 — с задним захватом 8. Рукоятка заднего хода, соединена шарнирно с коромыслом 12 переднего и тягой 7 с коромыслом 9 заднего захвата.

Для переноски тягового механизма его задняя крышка снабжена ручкой. Запасовка канатов осуществляется сжимами захватов, которые расходятся и сжимаются при повороте оттяжки 5, и сжимами пружины 4.

Действие тягового механизма заключается в протягивании каната сжимами захватов, которые попеременно зажимают канат с силой, пропорциональной нагрузке. Начальное давление для захвата каната обеспечивается пружиной 4. Перемещение каната в ту или другую сторону осуществляется качательным движением соответствующей рукоятки.

При использовании полиспастов лебедками можно поднимать более тяжелые грузы; в зависимости от кратности полиспастов будет изменяться скорость подъема или опускания груза.

Во избежание повреждения тягового механизма лебедки между валом поводка и рукояткой переднего хода имеются три предохранительных штифта 14, которые срезаются при 100%-ной перегрузке.

§ 23. ЛЕБЕДКИ С МАШИНЫМ ПРИВОДОМ

Существует много типов монтажных лебедок с машинным приводом. Основные требования, предъявляемые к ним: небольшая масса и небольшие габаритные размеры, что вызвано необходимостью частого перемещения лебедок в процессе монтажа; возможно меньшая мощность двигателя; возможно большая канатоемкость, для чего размеры барабана лебедки должны обеспечивать возможность намотки каната необходимой длины.

Следовательно, наиболее приемлемой для монтажных работ является лебедка, которая при прочих равных условиях и одинаковой с другими лебедками грузоподъемности имеет минимальную массу, меньшие габариты и большую канатоемкость. На монтажных лебедках наиболее часто в качестве приводов применяются электродвигатели. Иногда используют двигатели внутреннего сгорания. В зависимости от привода монтажные лебедки называются электрическими или дизельными.

На строительных площадках используются также фрикционные лебедки, в которых передача вращающего момента осуществляется фрикционными муфтами или ленточными фрикционными. Такие лебедки применяются для подтаскивания грузов. Ими оборудуют временные небольшие подъемные устройства на строительных работах. Использовать их на монтажных работах для подъема грузов запрещается.

На рис. 53 приведена конструкция однобарабанной электрической монтажной лебедки.

Отличительная особенность этих лебедок — возможность отключения барабана 2 кулачковой муфтой от электрического двигателя 6. Барабан вращается от электродвигателя через редуктор 9. Открытая зубчатая передача соединена с валом 8 редуктора. Шестерня 3 барабана закрыта кожухом 4. Двигатель лебедки снабжен колодочным тормозом 7 и пусковым рубильником 5. Вал барабана опирается на подшипники качения, установленные в корпусах 1 на стойках 11. Все узлы лебедки смонтированы на общей раме 10. Электрические лебедки, широко применяемые на монтажных работах, имеют грузоподъемность 0,5; 1; 2,5; 3; 5; 7,5; 10; 12,5; 15 т, их канатоемкость бывает 80—900 м и более.

Как правило, все монтажные лебедки реверсивные, т. е. у них барабан вращается в одну и другую сторону,

что достигается изменением направления вращения вала электродвигателя.

На муфте между редуктором и электродвигателем установлен электромагнитный тормоз замкнутого типа, т. е. при включении электродвигателя тормоз автоматически размыкается, а при выключении тормоз замыкается, при этом тормозные колодки зажимают муфту вала, не давая ему вращаться под действием груза. Опускают груз на режиме работающего двигателя.

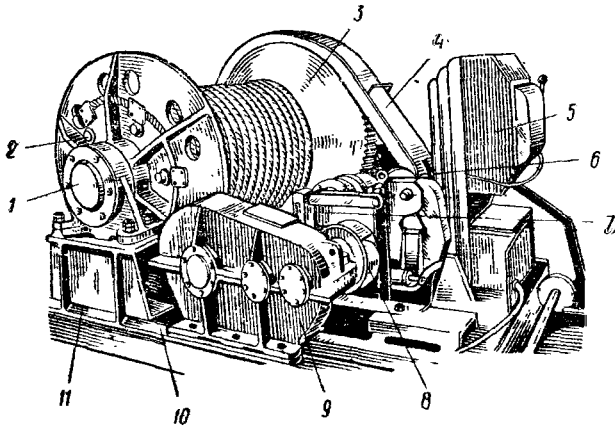


Рис. 53. Электрическая монтажная лебедка

1 — корпус подшипника; 2 — барабан; 3 — шестерня; 4 — кожух; 5 — рублильник; 6 — электродвигатель; 7 — колодочный тормоз; 8 — вал редуктора с тормозным шкивом; 9 — редуктор; 10 — рама; 11 — стойка под корпус подшипника

Конструкция пружинного двухколодочного электромагнитного тормоза, установленного на соединительной муфте, приведена на рис. 54.

Тормозные колодки 1 сжимаются под действием пружины 5, которая стягивает колодки через рычаги 9 и 2 тягой 6 и штоком 8.

Электромагнит 11, эксцентрично закрепленный на рычаге 9, своей массой стремится повернуть этот рычаг вправо.

При включении электродвигателя электрический ток поступает в электромагнит который якорем давит на шток 8 и еще более сжимает пружину 5. Благодаря этому пружина 4 несколько разжимается и действует на рычаг 2, который стремится повернуться влево и отвести левую колодку от зажатого шкива.

Величина зазора между колодками и тормозным шкивом, а также равномерность отхода колодок от тормозного шкива регулируются степенью сжатия пружины 4 и винтом 10. Степень сжатия пружины 4 регулируется изменением длины штока гайкой 3. Иногда требуется растормозить электролебедку при выключенном электродвигателе, например при спуске груза на небольшую вы-

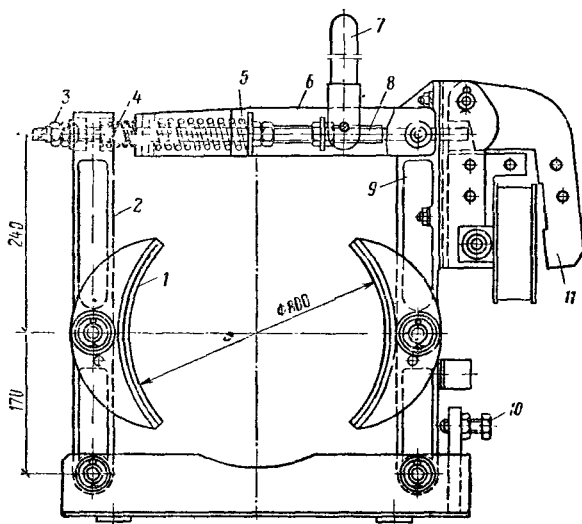


Рис. 54. Двухколодочный пружинный электромагнитный тормоз

1 — колодка; 2, 9 — рычаги; 3 — регулирующая гайка; 4, 5 — пружины; 6 — тяга; 7 — рукоятка; 8 — шток; 10 — регулирующий винт; 11 — электромагнит

соту. Достигается это поворотом вправо рукоятки 7. При повороте рукоятки шток нажмет на пружину 5, пружина 4 получит возможность разжаться и через рычаг 2 отвести тормозную колодку 1 от тормозного шкива.

На внутренних поверхностях тормозных колодок закрепляют феррадо (асбестомедную ткань) для увеличения трения между колодкой и тормозным шкивом.

Канатоемкость барабана лебедки определяют по формуле

$$W = \frac{m\pi x}{1000} (D + dn) - \frac{2\pi D}{1000},$$

где m — число витков каната, укладываемых по всей рабочей длине барабана ($m = \frac{L}{t}$):

L — рабочая длина барабана, мм;

t — шаг навивки каната, мм (для гладкого барабана $t = d$, для барабана с канавками $t \approx 1,1 d$);

n — число слоев навивки каната;

D — диаметр барабана, мм;

d — диаметр каната, мм;

$2\pi D$ — учитывает длину двух запасных витков каната, которые должны оставаться на барабане для уменьшения нагрузки на узел закрепления каната.

Пример 16. Определить длину каната, наматываемого на барабан. Диаметр барабана $D = 300$ мм, рабочая длина барабана $L = 800$ мм, число слоев навивки каната $n = 4$, диаметр каната $d = 17,5$ мм.

Решение. Шаг навивки каната $t = 1,1$, $d = 1,1 \cdot 17,5 = 19,3$ мм. Число витков каната, укладываемых по длине барабана:

$$m = \frac{L}{t} = \frac{800}{19,3} = 42.$$

Канатоемкость барабана лебедки

$$W = \frac{\pi n \pi}{1000} (D + dn) - \frac{2\pi D}{1000}$$

$$= \frac{42 \cdot 4 \cdot 3,14}{1000} (300 + 17,5 \cdot 4) - \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 300}{1000} = 193 \text{ м.}$$

Длина каната, навиваемого на барабан, изменяется в зависимости от его диаметра. Увеличение диаметра каната влечет за собой уменьшение его длины, которую барабан способен принять на себя, и, наоборот, при меньшем диаметре каната можно навить на барабан канат большей длины.

В современных подъемных электролебедках канатоемкость барабана, как было указано, достигает 900 м и более. Однако даже такая, казалось бы, значительная величина не удовлетворяет требованиям монтажников.

Объясняется это тем, что за последние годы сильно развивается промышленное строительство, мощность и габариты оборудования которого резко растут.

Так, потребность в лебедках с увеличенной канатоемкостью возросла за счет сооружения более мощных конструкций химических, металлургических и других предприятий, доменных печей объемом до 5000 м^3 , колонн и

аппаратов значительной высоты (50 м и более), мощного прессового и другого оборудования.

Характеристики электрических монтажных лебедок, наиболее часто применяемых на монтаже оборудования, приведены в табл. 25.

Таблица 25

Технические характеристики электрических грузоподъемных лебедок

Лебедка	Тяговое усилие, Н	Канатомощность, м	Скорость навивки каната, м/мин	Диаметр барабана, мм	Масса, кг
Т-66Г	3 200	80	45,6	150	220
Т-66В	5 000	80	28—34	150	260
Л-1001	10 000	75	18—23	168	273
Т-224В	12 500	80	27—33,5	203	634
Л-3002М	30 000	150	8—12	273	510
ЛГК-3	30 000	200	53—68	422	200
ПЛ-5-61	50 000	450	29—41	426	1823
ЛМ-5	50 000	250	5—75	377	1094
СЛ-5	50 000	1200	4,5—42,5	750	5100
ЛМ-8	80 000	350	5—7	500	2235
ЛМН-12	120 000	800	7—8	750	5643

На лебедках обычно устанавливают электродвигатели кранового типа МТ с фазным ротором, управляемые контроллерами с пускорегулирующими сопротивлениями.

Тихоходные лебедки (со скоростью навивки каната до 15 м/мин) оборудуют короткозамкнутыми электродвигателями, допускающими небольшую перегрузку.

Потребную мощность электродвигателя определяют по формуле

$$N = \frac{SV_k}{102 \cdot 60 \eta},$$

где N — потребная мощность электродвигателя при установившемся движении, кВт;

S — тяговое усилие лебедки, Н;

V_k — скорость каната, м/мин;

η — к. п. д. передачи от двигателя к барабану.

Потребная мощность электродвигателя в пусковой период увеличивается за счет сил инерции поступательного движения груза и вращательного движения частей механизма обычно не более чем на 10—15% номинальной расчетной мощности.

Электродвигатели кранового типа допускают значительную перегрузку. В связи с этим, а также учитывая длительные перерывы в работе, мощность электродвигателей лебедок часто принимают на 10—20% ниже потребной, определенной для установившегося движения.

За последнее время монтажные организации начали применять электрические лебедки с канатоукладчиками, позволяющими уменьшать расстояния между осями барабана лебедки и стводного блока. Это расстояние может быть сокращено до 10 длин барабана против 20 при пользовании лебедками, необорудованными канатоукладчиками.

Строительно-монтажной сварочной лабораторией треста Востокметаллургмонтаж Главметаллургмонтажа разработаны и внедрены канатоукладчики для лебедок грузоподъемностью 2,5; 5 и 7,5 т.

Кроме электрических лебедок с зубчатой передачей применяют лебедки с червячной передачей. Наиболее распространены электролебедки с цилиндрическими зубчатыми передачами.

Барабаны электролебедок обычно изготовляют литыми из серого чугуна марки СЧ15-32 или сварными из трубы и листовой стали. Рабочие поверхности их чаще всего гладкие, рассчитанные на многослойную (до пяти слоев) навивку каната, и реже с ручьями, нарезанными по винтовой линии. Гладкие барабаны по концам снабжают ребрами, превышающими последний слой навивки на 1,5—2 диаметра наматываемого каната. Барабана с ручьями чаще всего рассчитаны на однослойную навивку каната, поэтому обладают меньшей канатоемкостью, чем гладкие. На барабан с ручьями канат (трос) хорошо укладывается и поэтому меньше изнашивается.

При определении расстояния от барабана до ролика, с которого сбегает канат, следует иметь в виду, что для обеспечения правильной навивки каната это расстояние должно быть таким, чтобы тангенс угла между осью каната и плоскостью, перпендикулярной оси барабана, был не более 1 : 40 для гладких барабанов и 1 : 10 для барабанов с ручьями.

Диаметр барабана, во избежание чрезмерных напряжений от изгиба, возникающих в канате при навивке, принимается равным не менее 15 диаметров каната.

Лебедки прикреплены к сварной раме, состоящей из швеллеров и листов. Редуктор, подшипник, тормоз и

электродвигатель устанавливают на строганные плиты, приваренные к раме лебедки, и крепят болтами (против отрыва) и упорами (против сдвига).

Каждая лебедка должна иметь паспорт завода-изготовителя. Если лебедка устанавливается на подъемный механизм, то последний перед пуском должен пройти статические и динамические испытания.

§ 24. УСТАНОВКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕБЕДОК

Для того чтобы монтажные лебедки не смещались во время работы, их рамы прикрепляют стальным канатом к стационарному якорю (рис. 55, а) или к конструкциям

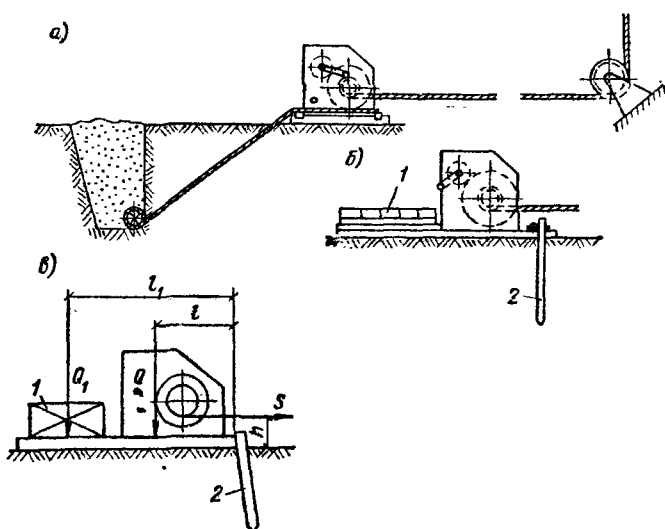


Рис. 55. Закрепление лебедок

а — за якорь или конструкции здания; б — загрузкой балласта на раму; в — расчетная схема закрепления лебедки; 1 — балласт; 2 — свайный якорь

промышленных зданий, либо укрепляют грузом, укладываемым на раму (рис. 55, б).

Устойчивость лебедки проверяют расчетом на опрокидывание вокруг переднего элемента рамы лебедки. Типовая расчетная схема установки монтажной лебедки приведена на рис. 55, в.

Опрокидывающий момент воспринимается балластом, находящимся на раме лебедки, а сдвигающее усилие — свайными якорями.

Устойчивость лебедки определяют из уравнения моментов сил относительно ребра опрокидывания.

Масса балласта может быть найдена по формуле

$$Q_1 = k \frac{Sh - Ql}{l_1},$$

где k — коэффициент устойчивости лебедки (обычно $k=2$);

S — усилие в канате, идущем на лебедку, кН;

h — высота расположения оси каната от уровня земли, м;

Q — масса лебедки, т;

l — расстояние от ребра опрокидывания рамы до оси, проходящей через центр тяжести лебедки, м.

l_1 — расстояние от ребра опрокидывания до оси, проходящей через центр тяжести балласта, м.

Пример 17. Определить массу необходимого балласта для крепления лебедки, если $S=5$ кН; $Q=1,2$ т; $l=1$ м; $l_1=2$ м; $h=0,5$ м; $k=2$.

Решение. Масса балласта составит

$$Q_1 = k \frac{Sh - Ql}{l_1} = 2 \frac{5 \cdot 0,5 - 1,2 \cdot 1}{2} = 1,3 \text{ т.}$$

Направление сбегающего конца каната во избежание отрыва лебедки должно быть параллельно плоскости ее установки независимо от места расположения лебедки и направления перемещения груза. Это обеспечивается установкой отводного блока (рис. 56), который способствует правильной навивке каната на барабан лебедки. Направление набегающего на барабан лебедки каната должно быть всегда примерно перпендикулярно оси барабана лебедки.

Отводной блок необходимо располагать от оси барабана лебедки на расстоянии не менее 20 длин барабана (размер B на рис. 56).

Несоблюдение этого условия влечет за собой одностороннюю навивку каната на барабан и сбрасывание каната с барабана лебедки. Это может также вызвать преждевременный износ каната, перекося валов, поломку зубьев шестерен лебедки. Канат навивается на барабан лебедки снизу, а не сверху.

Лебедка должна надежно закрепляться и устанавливаться таким образом, чтобы можно было смонтировать максимальное количество оборудования и конструкций. Место, выбранное для установки лебедки, должно находиться вне зоны подъема груза.

Для работающих на лебедке должны быть созданы условия, позволяющие свободно наблюдать за перемещаемым грузом. Лебедка, ее канат и монтажные блоки не должны мешать перемещению груза.

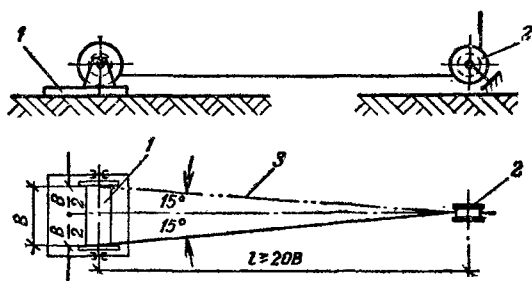


Рис. 56. Схема расположения отводного блока перед лебедкой
1 — лебедка; 2 — отводной блок; 3 — крайнее положение каната

Место расположения лебедки и способы ее крепления указываются в проекте производства работ. Места крепления за строительные конструкции должны быть согласованы с проектной организацией.

На рис. 57 показаны различные способы закрепления лебедок. Крепление за опору производят стальным канатом, которым охватывают также всю раму лебедки.

При установке лебедки на земле под ее раму кладут деревянные шпалы. При креплении лебедки за железобетонные колонны или ригели на острых углах необходимо ставить прокладки из половинок труб или досок, которые предохраняют конструкции от разрушения, а канат от истирания. Все канаты, которыми крепится лебедка, должны быть рассчитаны.

При подъеме грузов одновременно двумя лебедками конструкции лебедок подбирают так, чтобы скорости навивки тросов на барабаны лебедок были синхронны (одинаковы).

При эксплуатации лебедок моторист должен регулярно следить за уровнем масла в редукторах и смазывать

подшипники в соответствии с инструкцией по эксплуатации лебедки.

Особое внимание следует уделять тормозам: следить за их исправностью и регулировать зазор между тормозными поверхностями по мере износа, не допуская, чтобы этот зазор был более 1 мм для колодочных и более 1,5 мм для ленточных тормозов. Лебедку и ее тормоз перед началом работ необходимо опробовать вхолостую.

При эксплуатации на открытом воздухе тормоз и электродвигатель должны быть закрыты кожухами, пред-

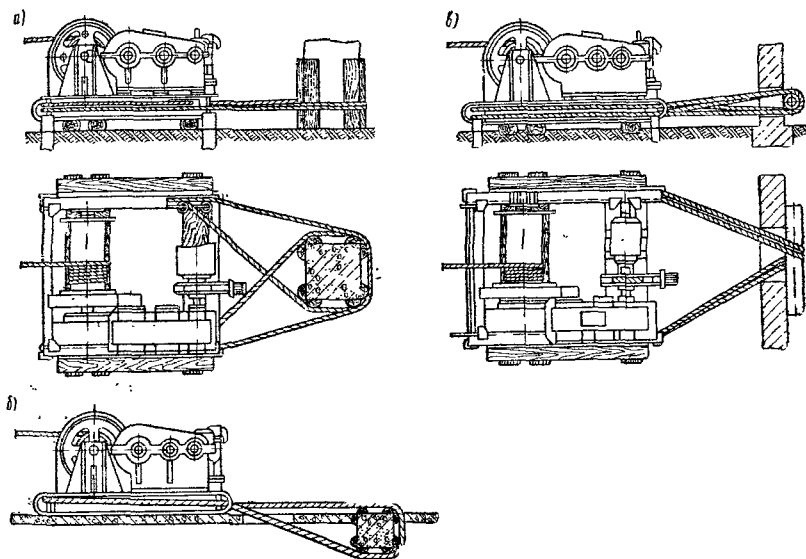


Рис. 57. Способы закрепления лебедок

а — за колонну; б — за ригель; в — за кирпичную стену

охраняющими их от атмосферных осадков. Необходимо также ограждать открытые зубчатые передачи и пуско-регулирующие сопротивления, а также следить за их надежным креплением. Пуск в работу электродвигателя контроллерами должен производиться плавно, без рывков.

К работе с лебедками, особенно с машинным приводом, допускаются только специально подготовленные рабочие. Работать с неисправными лебедками запрещается.

МОНТАЖНЫЕ МАЧТЫ И ШЕВРЫ

§ 25. КОНСТРУКЦИИ МОНТАЖНЫХ МАЧТ И ШЕВРОВ

Мачты. Монтажная мачта, оснащенная полиспастом, в сочетании с лебедкой является простейшим грузоподъемным механизмом и в прошлом служила одним из основных грузоподъемных средств при выполнении монтажных и такелажных работ. Монтажная мачта, по существу, предшественница монтажной стрелы и башенного крана.

В настоящее время мачты применяют для подъема единичных грузов, когда параметры имеющихся кранов недостаточны либо краны отсутствуют. К использованию подъемных мачт прибегают также, если условия монтажной площадки не позволяют применить другие подъемные механизмы: стесненные условия производства работ, отсутствие доступа монтажным кранам в связи с ведением строительных работ.

Таким образом, монтажная мачта в отдельных случаях и до настоящего времени является очень нужным такелажным устройством. Она представляет собой металлическую (реже деревянную) стойку, установленную вертикально или наклонно под углом $10-12^\circ$ и удерживаемую в устойчивом положении вантами. Последние прикрепляют одним концом к оголовку мачты, другим за якоря. Вант должно быть не менее трех, причем угол между ними не должен превышать 120° . Обычно устанавливают четыре ванты. Угол заложения вант к горизонту не должен быть больше 45° .

Деревянные мачты на монтаже используют главным образом как вспомогательные и для подъема груза массой не более 10 т на высоту до 15 м. Мачты малой грузоподъемности и высоты изготавливают из одного бревна, более мощные — из двух-трех бревен, скрепленных скобами, хомутами и болтами. Вследствие ограниченного при-

менения и небольшого срока службы деревянные мачты на монтажных работах применяют редко.

Для выполнения монтажных и такелажных работ, как правило, применяют металлические мачты трубчатой или решетчатой конструкции. Наибольшее распространение получили трубчатые мачты (рис. 58), изготавливаемые обычно из бесшовных труб диаметром до 426 мм или из сварных труб диаметром более 426 мм. Трубы стыкуют на фланцах болтами или сваркой.

При изготовлении трубчатых мачт особенно важно правильно определить диаметр трубы, который зависит от наибольшей массы поднимаемого груза и высоты мачты.

При подборе сечения труб (без расчета) для наиболее часто встречающихся в практике монтажа трубчатых мачт можно пользоваться данными, приведенными в табл. 26.

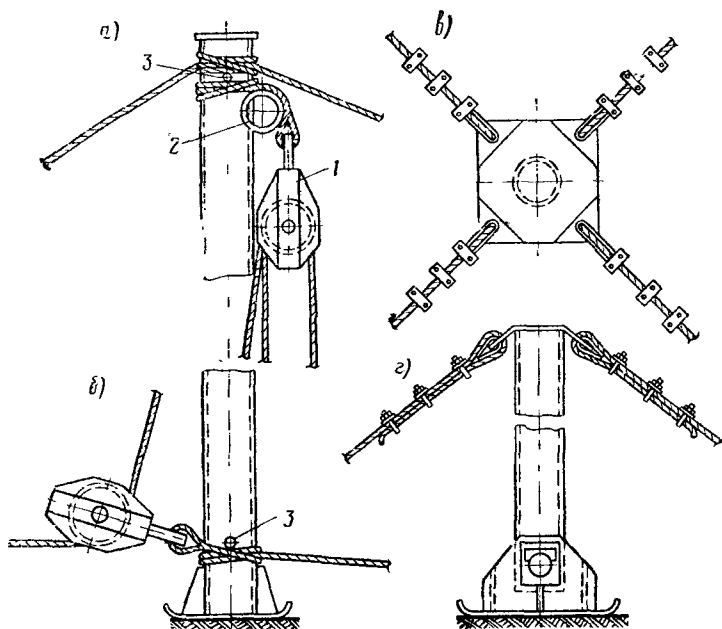


Рис. 58. Узлы трубчатых мачт

а — верхний узел; б — опорный узел; в — крепление вант к оголовку мачты; г — шарнирная опора; 1 — грузовой талисмаст; 2 — отрезок трубы; 3 — штырь из круглой стали

Подбор монтажной мачты из стальных труб
в зависимости от ее высоты H , диаметра D
и толщины стенки δ труб

Грузо- подъем- ность, т	Диаметр и толщина стенки трубы D/δ , мм					
	Высота мачты H , м					
	8	10	15	20	26	30
3	159/6	159/6	273/8	325/8	426/8	426/10
5	219/8	219/8	273/8	325/8	426/8	426/10
10	219/8	219/8	273/8	325/8	426/8	426/12
15	273/8	273/8	325/8	377/10	426/10	426/12
20	273/8	273/10	325/8	426/10	426/12	426/14
30	—	—	—	426/14	—	—

Применение типовых инвентарных мачт значительно сокращает затраты на монтаж и демонтаж мачт.

Чтобы груз в процессе подъема не задевал мачту, грузовой полиспаст I (см. рис. 58) подвешивают с отдалением от оси мачты (с эксцентриситетом). В мачтах небольшой грузоподъемности это осуществляется с помощью специальной поперечины 2 —обычно отрезка трубы, сваренного у оголовка мачты. Ванты у оголовка мачты (рис. 58, a), а также отводной блок у основания (рис. 58, b) мачты крепятся сваренными штырями 3 из круглой стали.

Увеличение эксцентриситета — расстояния точки подвеса блока полиспаста до мачты — ведет к увеличению момента, изгибающего мачту при подъеме грузов, поэтому всегда стремятся достичь возможно меньшего эксцентриситета.

В мачтах большой грузоподъемности верхний блок грузового полиспаста крепится горизонтальным шарниром к листовым консолям оголовка мачты, что создает жесткое крепление. Ванты крепят к оголовку мачты наглухо или через «паук» — приспособление, позволяющее поворачивать мачту относительно вертикальной оси.

В первом случае к оголовку мачты приваривается лист, концы которого отгибают под углом, соответствующим углу наклона вант (45°), для крепления которых в листе имеются отверстия (см. рис. 58, $в$).

Во втором случае лист для крепления вант устанавливают на оголовке мачты с помощью шарнира. Это позво-

ляет при необходимости поворачивать мачту без переноса вант.

В металлических мачтах часто устанавливают шарнирные опоры (рис. 58, з), что дает возможность наклонять мачты при работе и облегчает их установку. Размер опорной площадки определяется допустимым давлением на грунт.

Низ мачты расчаливается, чтобы предотвратить ее сдвиг от усилия в канате, идущем на лебедку, и от горизонтальной составляющей усилия в мачте при наклоне.

Сбегающий канат грузового полиспаста отводится от мачты через блок, закрепленный у ее основания.

Для передвижения вертикально установленной мачты небольшой высоты и грузоподъемности в ее основании имеется опорный лист толщиной $\delta = 16\text{--}20$ мм с загнутыми вверх краями.

При изготовлении типовых мачт учитывают не только условия работы, но возможность и условия хранения на складе, способы транспортирования с одного участка работы на другой.

Трубчатые мачты изготовляют из отдельных элементов, которые могут быть легко смонтированы, а также разобраны по окончании работ. Такие разборные (инвентарные) мачты изготовляют из секций труб одинакового диаметра, соединяющихся между собой фланцевыми стыками на чистых болтах. Отдельные секции делают взаимозаменяемыми, что дает возможность легко комплектовать мачты различной грузоподъемности и высоты.

При уменьшении высоты мачты грузоподъемность ее соответственно увеличивается.

На каждую инвентарную монтажную мачту составляется паспорт с указанием ее грузоподъемности и высоты при различных комбинациях секций. На каждой секции керном наносится маркировка, соответствующая указанной в паспорте. Болты, соединяющие фланцы секций мачты, должны быть постоянными; пользоваться поврежденными болтами не разрешается.

Изготовленные секции разборных мачт окрашивают краской, предохраняющей их от коррозии и увеличивающей срок службы. Для облегчения работы при сборке мачт секции разной длины рекомендуется окрашивать в разные цвета.

В зависимости от набора секций разборная мачта из труб диаметром 377×10 , усиленная уголком $125 \times 125 \times$

×12 мм, может иметь грузоподъемность 30—45 т при соответствующей высоте 25—10 м.

Решетчатые мачты (рис. 59) изготовляют, как правило, из угловой стали. Сечение мачт квадратное. Характеристики применяемых на монтаже решетчатых мачт приведены в табл. 27.

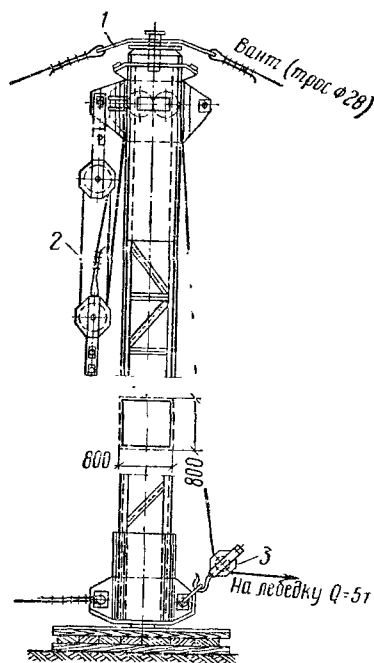


Рис. 59. Решетчатая мачта.

1 — «паук»; 2 — грузовой полиспаст;
3 — отводной блок

Решетчатые мачты изготовляют из отдельных секций, длина которых (6—9 м) определяется условиями транспортирования. Секции делают главным образом из уголков

70×70×8—160×160×
×12 мм и соединяют стыковыми накладками на чистых болтах. Средние секции мачты делают типовыми, что дает возможность получить необходимую для каждого конкретного случая высоту мачты путем добавления или уменьшения числа промежуточных вставок. Верхняя секция мачты имеет оголовок с отверстиями для крепления вант, а также проушины с осями для крепления неподвижного блока полиспаста.

При отсутствии кранов соответствующих параметров подъем и установка тяжелого оборудования осуществляются двумя мачтами, обычно спаренными монтажными мачтами, представляющими собой П-образное сооружение.

При работе наклон мачты допускается в пределах 1/10—1/5 ее высота, если ее конструкция не предусматривает большего наклона. В последнее время применяют также поворотные мачты, допускающие при работе значительный наклон (угол более 45° к вертикали) и поворот с грузом в плане на угол около 180°. При этом низ мачты крепят на горизонтальном шарнире в башмаке, ко-

Подбор решетчатых мачт по высоте и сечению

Размеры уголков и сечение мачт, мм	Высота мачты, м									
	15	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	40	45
	Грузоподъемность, т									
4 уголка 70×70× ×8, 450×450	15	—	10	—	—	5	—	—	—	—
4 уголка 75×75× ×9, 650×650	—	—	—	20	—	15	—	—	—	—
4 уголка 80×80× ×10, 650×650	22	19	17	—	14	12	—	10	—	—
4 уголка 100× ×100×12, 750× ×750	38	—	36	—	—	30	—	—	—	—
4 уголка 90×90× ×9, 900×900	33	—	30	29	—	27	25	—	20	—
4 уголка 100× ×100×12, 1000× ×1000	—	45	—	40	—	35	—	30	25	—
4 уголка 125× ×125×12, 1200× ×1200	—	65	—	60	—	56	—	50	45	40
4 уголка 160× ×160×12, 1200× ×1200	—	—	—	—	—	—	—	—	55	50
4 уголка 100× ×100×16, 1000× ×1000	—	70	70	65	65	60	60	55	50	40

торый в свою очередь прикреплен вертикальными шарниром к фундаменту и может поворачиваться. Поворот такой мачты производится только в наклонном положении. В этом случае во всех расчалках мачты имеются полиспасты, сбегające нитки с которых направляются на лебедки. Это позволяет изменять длину расчалок при наклоне и повороте мачты.

Шевры. Для подъема и монтажа оборудования и конструкций применяют также шевры различной грузоподъемности, изготовленные из стальных труб или прокатных профилей.

Шевром (рис. 60) называется А-образная рама, нижний конец которой закрепляется шарнирно, а верхний удерживается канатом 5 или полиспастом. С помощью грузового полиспаста 1 можно поднимать груз, а затем,

изменив наклон шевра, удерживать его в нужном положении. Для изменения направления канатов применяют отводные блоки 3. Сбегающая нить 4 грузового полиспаста идет на подъемную лебедку. Канат 5, служащий для изменения наклона шевра, также идет к лебедке.

В зависимости от назначения шевры бывают стационарные и передвижные. Стационарные шевры шарнирным концом крепят к специальной опоре или фундаменту, а тяги или полиспаст — непосредственно к якорям. Особое внимание следует обращать на закрепление шарниров шевра, так как в них возникают горизонтальные усилия.

Передвижные шевры устанавливают на горизонтальную раму из прокатных профилей. Шарнирный конец шевра крепят за один конец рамы, а канатную тягу или полиспаст — за другой. Чтобы придать шевру устойчивость, на раму укладывают контргруз или прикрепляют ее к якорю. Иногда стационарные шевры, как и передвижные, бывают снабжены рамой.

Шевры оснащают двумя полиспастами: один грузовой для подъема груза, который подвешивается к оголовку шевра, другой для изменения наклона шевра. Сбегающая нить грузового полиспаста идет по одной из ног пяте, а затем через отводной блок к грузовой лебедке.

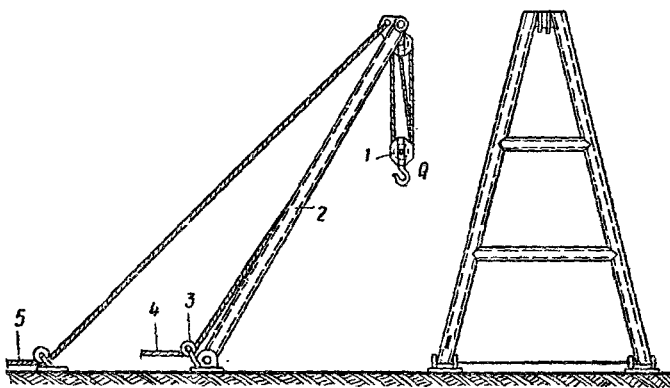


Рис. 60. Шевр

1 — грузовой полиспаст; 2 — шевр; 3 — отводной блок; 4 — сбегающая нить грузового полиспаста, идущая на лебедку; 5 — канат для изменения вылета шевра

Грузовая лебедка устанавливается на передвижных шеврах — на раме шевра, а на стационарных — у специального якоря. Шевры часто используют в качестве падающих стрел. В процессе подъема шевр опускается («падает»), увлекая за собой поднимаемый груз.

§ 26. УСТАНОВКА МОНТАЖНЫХ МАЧТ И ШЕВРОВ

При выполнении монтажных работ с помощью монтажных мачт необходимо правильно выбрать место установки мачты, определить последовательность подготовительных работ, а также способ подъема мачты.

Мачту следует устанавливать так, чтобы с одной ее установки (без передвижки) можно было выполнить возможно большее число подъемов груза.

До монтажа мачты выполняют следующие подготовительные работы:

устанавливают якоря, если это необходимо для прикрепления к ним вант (оттяжек) и рабочих лебедок;

устанавливают и закрепляют лебедки, служащие для натяжения и изменения длины вант (если мачта в процессе работы должна перемещаться) и для перемещения груза;

собирают мачту в горизонтальном положении и окончательно закрепляют ее стыки;

устанавливают и закрепляют от возможного сдвига пятую мачты — крепление мачты к пяте не должно препятствовать ее последующему подъему;

раскладывают ванты и прикрепляют их концы: один — к оголовку мачты, а другой — к лебедке, якорю или вантовому полиспасту, закрепленному в свою очередь за якорь (в последнем случае одновременно с подготовкой вант запасовывают и закрепляют вантовые полиспасты);

запасовывают грузовой полиспаст и закрепляют его на оголовке мачты;

устанавливают путь для перемещения мачты, если это предусмотрено проектом производства работ.

Существуют несколько способов подъема мачт в зависимости от их высоты и массы, наличия тех или иных вспомогательных устройств и механизмов, а также общего положения и условий на монтажной площадке.

Монтажные мачты лучше всего устанавливать с помощью самоходных кранов. Для этого подъемный строп

закрепляют на мачте в точке, расположенной выше ее центра тяжести, на расстоянии $\frac{1}{3}$ ее высоты от оголовка.

Тяжелые и высокие мачты при отсутствии крана устанавливают с помощью вспомогательной мачты меньшей высоты. Вспомогательная мачта может быть поднята краном либо лебедкой через монтажный блок, закрепленный за металлоконструкции промышленного здания либо другого сооружения. Ванты в процессе подъема мачты используют в качестве оттяжек.

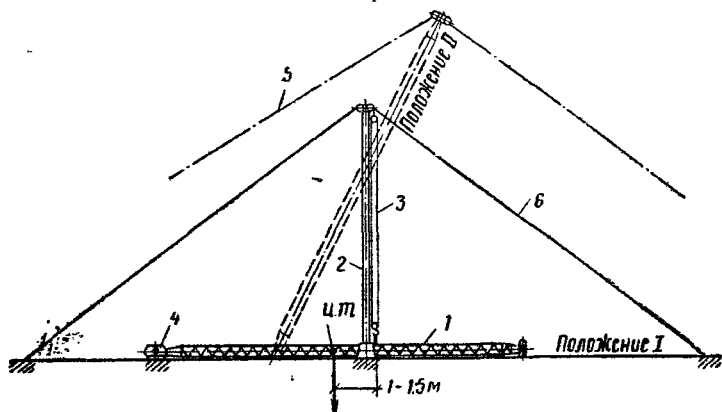


Рис. 61. Установка мачты в рабочее положение вспомогательной мачтой

1 — монтируемая мачта; 2 — вспомогательная мачта; 3 — подъемный полиспаст; 4 — нижний конец мачты; 5 — ванта основной мачты; 6 — ванта вспомогательной мачты

Один из способов подъема монтажной мачты с помощью вспомогательной называется подъемом способом скольжения. Наименьшая высота вспомогательной мачты при этом способе подъема должна быть на 3,5—4,5 м больше половины высоты монтируемой мачты.

Монтируемая мачта 1 (рис. 61) располагается на земле таким образом, чтобы ее центр тяжести находился над местом установки. Собранную в горизонтальном положении на земле мачту поднимают вспомогательной мачтой 2 и подъемным полиспастом 3 на угол к горизонту примерно 60° из положения I в положение II. Нижний конец 4 основной мачты при этом скользит на снях или

стальном листе по направлению к месту окончательной установки.

Полиспаст вспомогательной мачты закрепляют на 1—1,5 м выше центра тяжести монтируемой мачты.

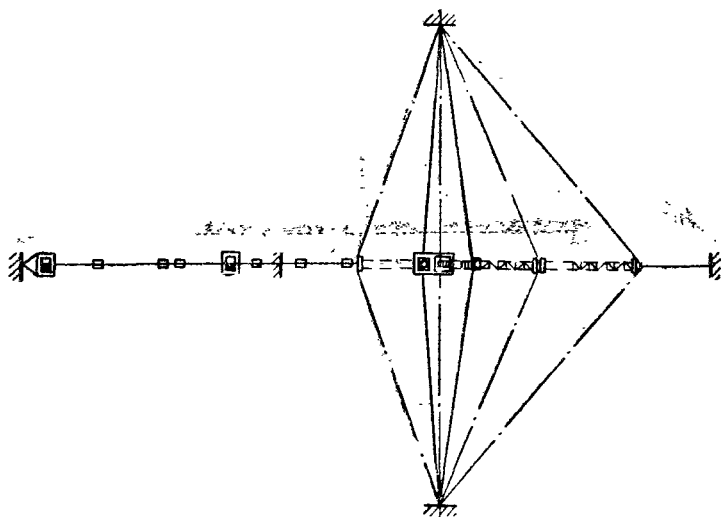
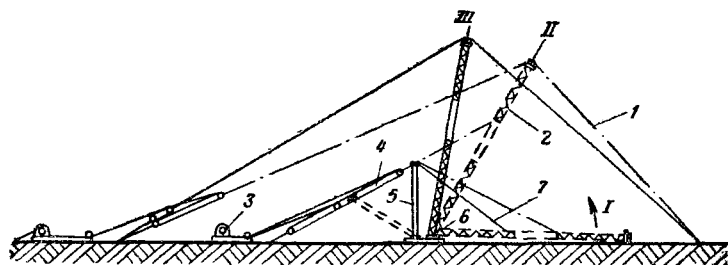


Рис. 62. Установка мачты с помощью вспомогательной «падающей» мачты.

I—III — положения мачты; *1* — задняя тормозная ванта; *2* — мачта; *3* — лебедка; *4* — подъемный полиспаст; *5* — вспомогательная мачта; *6* — пята мачты; *7* — канатная тяга

Дальнейший подъем мачты из положения *II* до вертикального положения производят вспомогательным полиспастом, прикрепленным одним концом к ванте *5*; а другим — к якорю, при этом вспомогательную мачту сле-

дует либо опустить, либо ее ванты 6 пропустить под основную мачту, а низ основной мачты закрепить тормозной расчалкой за якорь. Ванту, предохраняющую мачту от опрокидывания, устанавливают в плоскости подъемного полиспаста с противоположной стороны.

Широкое применение получил также простой и безопасный метод подъема мачт с помощью «падающей» мачты (рис. 62). Собранный на земле мачту 2 нижним концом шарнирно закрепляют через пята 6 в опоре для предотвращения сдвига. До начала подъема мачту полностью оснащают, т. е. к ней прикрепляют ванту и грузовой полиспаст. Затем вспомогательную мачту 5 устанавливают как можно ближе к монтируемой и крепят за оголовки постоянными канатными тягами 7 на расстоянии примерно $\frac{1}{3}$ ее высоты от оголовка.

Подъемный полиспаст 4 монтируют между оголовком вспомогательной мачты и лебедкой 3. При включении последней длина полиспаста сокращается, и падающая мачта начинает опускаться («падать»), при этом основная мачта будет подниматься из положения I в положение II.

Основную мачту с помощью «падающей» обычно поднимают до угла примерно 60° к горизонту. Дальнейший подъем ее в рабочее положение (положение III) производится только полиспастом ванты или грузовым полиспастом при выключенной из работы «падающей» мачте.

Боковые ванты предотвращают смещение мачты из плоскости подъема. Задняя тормозная ванта 1 во время подъема висит свободно и включается в работу в последний момент — при доводке мачты в рабочее положение. Она также предохраняет мачту от возможного опрокидывания в сторону тяговой лебедки. В качестве задней тормозной расчалки используют обычно постоянную ванту мачты.

Высоту «падающей» мачты принимают равной $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ длины основной мачты.

Другой метод установки с помощью вспомогательной мачты заключается в следующем. Собранный и полностью оснащенный мачту укладывают так, чтобы ее нижнее основание находилось у места установки. Основание мачты прикрепляют к якорю тросом или пятой, что предотвращает сдвиг мачты при подъеме.

Монтируемую мачту поднимают с помощью вертикально установленной вспомогательной мачты до угла

примерно 60—70° к горизонту, в рабочее положение ее доводят полипастом задней ванты или грузовым полиспастом.

Высота вспомогательной мачты обычно принимается равной $\frac{1}{3}$ высоты устанавливаемой мачты.

Известны также и другие способы монтажа подъемных мачт. При наличии вблизи устанавливаемой мачты достаточно высокого и прочного сооружения его следует использовать для крепления к нему блока полиспаста и этим полиспастом поднимать мачту. Возможность использования конструкции зданий для указанных целей должна быть согласована с проектной организацией.

Крупногабаритное и тяжеловесное оборудование в практике монтажа часто поднимают двумя мачтами.

Иногда отсутствие совершенных такелажных средств для монтажа вертикальных аппаратов большого диаметра крупными блоками или аппаратов в сборе вынуждает монтажников применять схемы подъема при помощи двух, трех и четырех мачт.

Шевры в зависимости от их высоты и массы устанавливают такими же способами, что и монтажные мачты. При высоте шевра более 9 м конструкция его выполняется разборной, что облегчает его транспортирование с одного объекта на другой. Шевры на небольшие расстояния (до 500 м) передвигаются на салазках или катках и в отличие от мачт не имеют вант.

§ 27. ПЕРЕДВИЖКА И ДЕМОНТАЖ МАЧТ

При подъеме или опускании груза в различных точках, отдаленных одна от другой на несколько метров или несколько десятков метров, приходится передвигать мачты.

Передвижение установленной мачты на небольшие расстояния обычно более целесообразно, чем ее демонтаж, транспортирование и монтаж на новом месте.

Монтажные мачты передвигают с помощью лебедок. Основные ванты при этом не снимают; одни из них ослабляют, другие поочередно подтягивают. Изменяя длину вант, мачту наклоняют (рис. 63) в сторону передвижения на 1—2 м, а затем подтягивают пята мачты в ту же сторону.

Тяжелые мачты (массой более 5 т) передвигают по специальному направляющим, состоящим из рельсов,

швеллеров или двутавровых балок, причем для удобства опорную часть мачты оснащают специальным башмаком или салазками. Если использовать постоянные ванты невозможно, их снимают и устанавливают не менее трех временных вант под углом 120° . Небольшие мачты перемещают обычно на стальном листе.

Демонтаж мачты осуществляется при необходимости перемещения ее на большие расстояния или когда условия площадки не позволяют передвигать мачту.

Демонтаж мачты производят несколькими способами: опусканием мачты целиком на землю; разборкой ее предварительно на отдельные элементы (разборная мачта) и опусканием каждой части на землю; демонтажом с помощью самоходного крана.

Опускать мачту целиком на землю удобно, если площадь зоны демонтажа свободна от каких-либо сооружений — конструкций цехов, строений, линий электропередач и т. п. Демонтаж мачты в этом случае заключается в том, что ванту, в сторону которой опускают верх мачты, подтягивают, а остальные ванты соответственно постепенно ослабляют. Пяту мачты при этом закрепляют. Иногда низ мачты оттягивают в сторону, противоположную стороне опускания оголовка мачты. Опускать мачту надо плавно, предотвращая ее падение, поэтому после того, как она займет положение по отношению к горизонту примерно 45° , конец мачты необходимо снять краном.

Демонтаж мачты методом разборки на отдельные части с постепенным их опусканием производят вспомога-

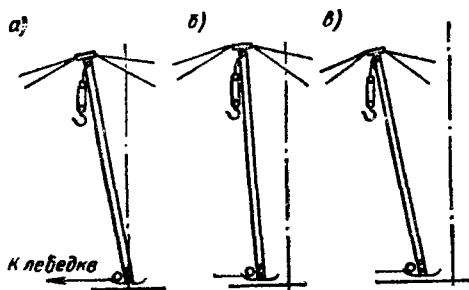


Рис. 63. Способ передвижения мачт

а — наклон в сторону передвижения; б — подтягивание опоры мачты; в — наклон

тельной мачтой с использованием конструкций зданий или другого сооружения.

Самым простым и быстрым является демонтаж мачты с применением самоходного крана.

§ 28. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИИ В ЭЛЕМЕНТАХ И ОСНАСТКЕ МОНТАЖНЫХ МАЧТ

Расчет мачты представляет собой сравнительно сложную задачу, поэтому при выборе металлических мачт пользуются обычно табл. 26 и 27.

Мачты обладают особенностями, с которыми необходимо считаться при их применении. Так, грузоподъемность монтажных мачт резко изменяется в зависимости от способа нагружения и от условий работы: стоит ли мачта вертикально или наклонно, нагружена симметрично или консольно, работает с оттяжкой или без оттяжки груза и т. д.

Монтажные мачты испытывают напряжение от сжимающих (нормальных) сил и изгибающего момента.

Изгибающий момент, действующий на мачту, складывается из трех моментов:

собственной массы мачты при работе мачты с наклоном;

эксцентричности подвешивания груза;

оттяжки груза.

Определение усилий при подъеме груза вертикально стоящей мачтой

Принимаем следующие обозначения (рис. 64, а):

Q — масса поднимаемого груза, кг;

q — масса полиспаста, кг;

S_v — усилие в ванте, кН;

k — коэффициент динамичности;

e — эксцентриситет подвешивания груза относительно оси мачты, см;

H — высота мачты до места крепления грузового полиспаста, см;

G — масса мачты, кг;

α — угол наклона ванта к горизонту, град;

h — высота мачты от места крепления грузового полиспаста до оголовки мачты, см.

Усилия определяют в следующем порядке.

Усилия, сжимающие мачту. Усилие от массы груза и массы полиспаста (с учетом коэффициента динамичности $k=1,1$) составит

$$S_1 = (Q + q) k.$$

В данном случае Q равно усилию в грузовом полспасте.

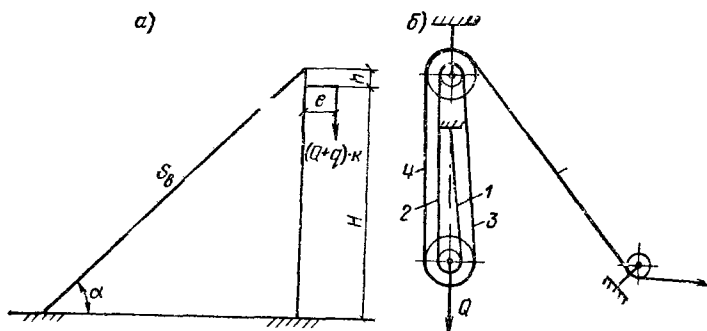


Рис. 64. Расчетная схема вертикально стоящей мачты *a* и схема грузового полиспаста *б*

Усилие в сбегающей нити грузового полиспаста (рис. 64, б) определяется по формуле

$$S_2 = \frac{f-1}{f^m-1} Q f^i,$$

где f — коэффициент сопротивления ролика вращению
Усилие от предварительного натяжения всех вант действующее на оголовки мачты:

$$S_3 = m S_0 \sin \alpha,$$

где m — количество вант;
 S_0 — предварительное натяжение каждой ванты, кН.

Величина этого натяжения S_0 принимается 10—50 кН в зависимости от диаметра каната ванты.

Обычно для канатов диаметров до 22 мм $S_0=10$ кН, для канатов диаметром до 37 мм $S_0=30$ кН. Для мачт большей грузоподъемности и высоты с диаметром троса более 37 мм можно принять $S_0=50$ кН.

С учетом собственной массы мачты $S_4 = G$ суммарное усилие, действующее вдоль оси мачты, составит

$$\Sigma S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4.$$

Усилия в задней ванте складываются из S_{B_1} (усиления от эксцентricности подвешивания груза) и S_{B_2} (усиления от предварительного натяжения вант):

$$S_{B_1} = \frac{\Sigma M_{\max}}{H \cos \alpha}; S_{B_2} = S_0.$$

Суммарное усилие в ванте равно:

$$\Sigma S_B = S_{B_1} + S_{B_2}.$$

Изгибающий момент, действующий на мачту. В месте крепления грузового полиспаста от эксцентricности подвешивания груза возникает изгибающий момент

$$M_{\max} = \frac{[(Q + q)k + S_2]eH}{H + h}.$$

В любом другом сечении мачты до места крепления грузового полиспаста момент определяется (рис. 65) по формуле

$$M_x = \frac{[(Q + q)k + S_2]ex}{H + h},$$

где x — искомая координата.

Пример 18. Рассчитать вертикально стоящую трубчатую мачту без оттяжки груза по следующим исходным данным: масса поднимаемого груза $Q = 10$ т; собственная масса мачты $G = 4$ т; масса полиспаста $q = 1$ т; коэффициент динамичности $k = 1,1$; эксцентricитет подвешивания груза $e = 60$ см; высота мачты от опорного основания до места крепления грузового полиспаста $H = 20$ м = 2000 см; расстояние от места крепления грузового полиспаста до оголовка мачты $h = 40$ см; угол наклона ванты к горизонту $\alpha = 45^\circ$.

Решение. 1. Определение усилий, сжимающих мачту.

Усилие от массы поднимаемого груза и массы полиспаста с учетом коэффициента динамичности

$$S_1 = (Q + q)k = (100 + 10)1,1 = 121 \text{ кН.}$$

Усилие в сбегающей ветви полиспаста.

$$S_2 = \frac{i-1}{i^n-1} Qf^i.$$

Принимаем схему грузового полиспаста, изображенную на рис. 66, б, из которой видно, что груз подвешен на четырех нитях, а номер сбегающей нити 5.

Втулки монтажных блоков сделаны из бронзы ($f=1,04$).
По табл. 16 находим

$$f^n = f^4 = 1,17; f^i = f^5 = 1,217, \text{ тогда}$$

$$S_2 = \frac{1,04 - 1}{1,04^4 - 1} 100\,000 \cdot 1,04^5 = \frac{0,04}{1,17 - 1} 100\,000 \cdot 1,217 = 28\,640 \text{ Н.}$$

Усилие от предварительного натяжения всех вант (количество их принимаем $m=4$, а натяжение одной ванты $S_0=10\,000 \text{ Н}$):

$$S_3 = mS_0 \sin \alpha = 4 \cdot 10\,000 \cdot 0,707 = 28\,280 \text{ Н.}$$

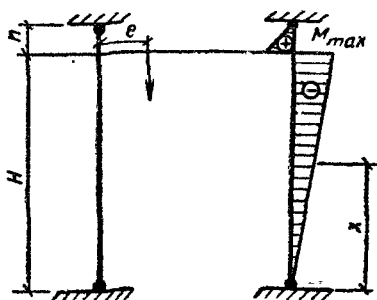


Рис. 65. Эпюра моментов в вертикальной мачте

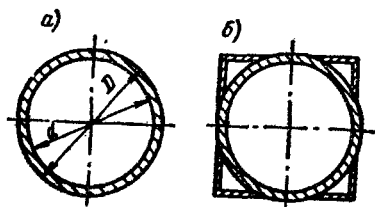


Рис. 66. Сечения трубчатых мачт
а — без усиления; б — усиленные угловой сталью

Собственная масса мачты $G=4000 \text{ кг}$

$$S_4 = G = 40\,000 \text{ Н.}$$

Суммарное усилие, действующее вдоль оси мачты:

$$\Sigma S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 121\,000 + 28\,640 + 28\,280 + 40\,000 = 217\,920 \text{ н} \approx 218 \text{ кН.}$$

2. Определение изгибающих моментов.

Определяем изгибающий момент, действующий в сечении по месту крепления полиспаста (на расстоянии H от пята мачты):

$$M_1 = \frac{[(Q + q)k + S_2]eH}{H + h} = \frac{[(100\,000 + 10\,000)1,1 + 28\,640]60 \cdot 2000}{2000 + 40} = 8\,802\,353 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

Определяем изгибающий момент, действующий в сечении на расстоянии $\frac{2}{3}H$ от пята мачты:

$$M_2 = \frac{\left[(Q + q) k + S_2 \right] e \frac{2}{3} H}{H + h} = \frac{2}{3} M_1 = 5\,868\,235 \text{ Н}\cdot\text{см},$$

3. Определение усилия в задней ванте

$$S_{B_1} = \frac{M_1}{H \cos \alpha} = \frac{8\,802\,353}{2000 \cdot \cos 45^\circ} = 6225 \text{ Н}.$$

Суммарное усилие в ванте равно:

$$\Sigma S_B = S_{B_1} + S_0 = 6225 + 10\,000 = 16\,225 \text{ Н}.$$

4. Подбор сечения трубчатой мачты.

Выбираем трубу наружным диаметром $D=377$ мм; внутренний диаметр трубы $d=357$ мм и толщина стенки трубы $\delta=10$ мм (рис. 66, а).

Площадь поперечного сечения стенок трубы составляет:

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{3,14}{4} (37,7^2 - 35,7^2) = 115 \text{ см}^2.$$

Момент сопротивления поперечного сечения трубы изгибу равен:

$$W_{II} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D^4 - d^4)}{D} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{(37,7^4 - 35,7^4)}{37,7} = 1030 \text{ см}^3.$$

Радиус инерции поперечного сечения трубы равен:

$$\rho = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4} = \frac{\sqrt{37,7^2 + 35,7^2}}{4} = 13 \text{ см}.$$

Рассматривая мачту как стержень, шарнирно закрепленный с обоих концов, приведенная длина мачты составляет

$$L_0 = \mu (H + h) = 1 (2000 + 40) = 2040 \text{ см},$$

где $\mu=1$ для шарнирного крепления обоих концов мачты¹.

Гибкость мачты определяется по формуле

$$\lambda = \frac{L_0}{\rho} = \frac{2040}{13} = 157.$$

Приведенная гибкость мачты допускается в пределах 120—190, так как мачта — сооружение временного характера. Наиболее распространенные значения гибкости 150—160. Большая гибкость мачт допускается обычно только в тех случаях, когда напряжение не превышает $\sigma=10\,000$ Н/см².

¹ Коэффициент μ характеризует способ закрепления стоек (мачт), учитывает их расчетную длину и принимается в соответствии со СНиП II-V.3-62*.

В зависимости от гибкости мачты по табл. 28 выбирается коэффициент понижения допускаемого напряжения φ . При $\lambda=157$ находим по табл. 28 $\varphi=0,299$.

Б. Определение напряжения в сечениях мачты.

В сечении у места крепления полиспаста

$$\sigma = \frac{\Sigma S - \frac{G}{2}}{F} + \frac{\Sigma M_1}{W} = \frac{218\,000 - 20\,000}{115} + \frac{8\,802\,353}{1030} = 1878 + 8546 = 10\,422 \text{ Н/см}^2.$$

В сечение на расстоянии $\frac{2}{3} H$ от пяты мачты

$$\sigma = \frac{\Sigma S}{\varphi F} + \frac{M_2}{W} = \frac{218\,000}{0,299 \cdot 115} + \frac{5\,868\,235}{1030} = 6340 + 5697 = 12\,037 \text{ Н/см}^2 < [\sigma] = 14000 \text{ Н/см}^2.$$

Данная мачта при $\sigma=12037 \text{ Н/см}^2$ и $\lambda=157$ может быть допущена к подъему груза массой 10 т, если она изготовлена из стандартных стальных (сталь марки Ст3) труб с допускаемым напряжением стали $\sigma=140 \text{ Н/см}^2$.

Если по расчету оказалось бы, что мачта испытывает напряжение более допустимого (1400 Н/см^2), ее необходимо усилить, увеличив сечение, что обычно достигается приваркой стальных уголков вдоль трубчатой мачты, как это показано на рис. 66, б. Можно также соответственно укоротить мачту.

Определение усилия при подъеме груза наклонной мачтой без оттяжки груза

Для расчета мачты необходимо иметь следующие данные (рис. 67, а):

Q — максимальная масса поднимаемого груза, кг;

q — масса полиспаста, кг;

G — масса самой мачты, кг;

k — коэффициент динамичности;

e — эксцентриситет подвешивания груза, см;

H — высота мачты до места крепления грузового полиспаста, см;

α — угол наклона ванты к горизонту;

β — угол наклона мачты к вертикали.

Усилия определяются в следующем порядке.

Усилия, сжимающие мачту. Усилие от массы груза и массы полиспаста с учетом коэффициента ди-

Значения коэффициента φ понижения допускаемого напряжения центрально сжатых элементов для стальной марки Ст0, Ст2, Ст3, Ст4

Гибкость мачты λ	Значение коэффициента φ									
	0	1	2	3	4	5	5	7	8	9
0	1	0,99	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
10	0,99	0,988	0,986	0,984	0,982	0,98	0,978	0,976	0,979	0,972
20	0,97	0,968	0,966	0,964	0,962	0,96	0,958	0,956	0,954	0,952
30	0,95	0,947	0,944	0,941	0,938	0,935	0,932	0,929	0,926	0,923
40	0,92	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893
50	0,89	0,887	0,884	0,881	0,878	0,875	0,872	0,869	0,866	0,863
60	0,86	0,855	0,85	0,845	0,84	0,835	0,83	0,825	0,82	0,815
70	0,81	0,804	0,798	0,792	0,786	0,78	0,774	0,768	0,762	0,756
80	0,75	0,744	0,738	0,732	0,726	0,72	0,714	0,708	0,702	0,696
90	0,69	0,681	0,672	0,663	0,654	0,645	0,636	0,627	0,618	0,609
100	0,6	0,592	0,584	0,576	0,768	0,56	0,552	0,544	0,536	0,528
110	0,52	0,513	0,506	0,499	0,492	0,485	0,478	0,471	0,464	0,457
120	0,45	0,445	0,44	0,435	0,43	0,425	0,42	0,415	0,41	0,405
130	0,4	0,396	0,392	0,388	0,384	0,38	0,376	0,372	0,368	0,364
140	0,36	0,356	0,352	0,348	0,344	0,34	0,336	0,332	0,328	0,324
150	0,32	0,317	0,314	0,311	0,308	0,305	0,302	0,299	0,296	0,293
160	0,29	0,287	0,284	0,281	0,278	0,275	0,272	0,269	0,266	0,262
170	0,26	0,257	0,254	0,251	0,248	0,245	0,242	0,239	0,236	0,233
180	0,23	0,228	0,226	0,224	0,222	0,22	0,218	0,216	0,214	0,213
190	0,21	0,208	0,206	0,204	0,202	0,2	0,198	0,196	0,194	0,192
200	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—

наличности S_1 определяем из треугольника сил (рис. 67, б):

$$S_1 = \frac{(Q+q)k + \frac{G}{2} \sin \omega}{\sin \delta}.$$

Для аналитического определения величин сил S_1 и S_{B_1} необходимо узнать величины углов ω и δ : угол $\omega = 90^\circ + \alpha$; угол $\delta = 90^\circ - \alpha - \beta$.

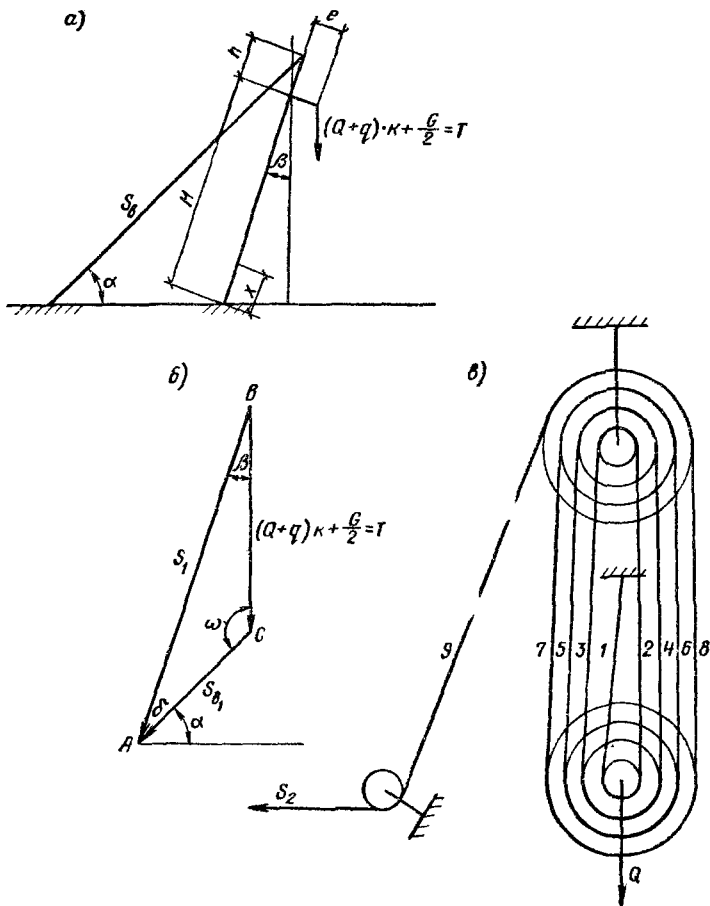


Рис. 67. Расчетная схема наклонной мачты

а — наклонная мачта; б — треугольник сил; в — схема полиспаста

Усилие в сбегающей нити грузового полиспаста

$$S_2 = \frac{f-1}{f^n - 1} Q f^i,$$

где i — номер нитки;

n — число ниток, на которых висит подвижный блок полиспаста;

f — коэффициент сопротивления ролика вращению.

Усилие от предварительного натяжения всех вант

$$S_3 = \frac{m S_0 \sin \alpha}{\cos \beta},$$

где m — количество вант;

S_0 — предварительное натяжение одной ванты, Н.

Суммарное усилие, действующее вдоль оси мачты:

$$\Sigma S = S_1 + S_2 + S_3.$$

Усилия, действующие в задней ванте.

1. Усилие от массы груза и полиспаста

$$S_{B_1} = \frac{\left[(Q + q) k + \frac{G}{2} \right] \sin \beta}{\sin \delta}.$$

2. Усилие от эксцентricности подвешивания груза и эксцентricности крепления отводной нитки полиспаста

$$S_{B_2} = \frac{[(Q + q) \cos \beta + S_2] e}{H \cos \alpha}.$$

3. Усилие от предварительного натяжения вант S_0 принимается от 10 000 до 50 000 Н (в зависимости от диаметра троса).

4. Суммарное усилие в ванте

$$\Sigma S_B = S_{B_1} + S_{B_2} + S_0.$$

Изгибающие моменты, действующие на мачту (рис. 68), определяются в следующем порядке. Изгибающие моменты для данного случая создают силы: масса груза Q , масса полиспаста q , усилие в сбегающей ветви S_2 , масса мачты G .

В результате эксцентricности подвешивания груза по отношению к оси мачты e и наклона мачты на угол β

мачта воспринимает момент в точке крепления грузового полиспаста

$$M_0 = [(Q + q) k \cos \beta + S_2] e.$$

По высоте мачты действует момент по эюре M_1 . В любом сечении на расстоянии x от пяты мачты до места крепления грузового полиспаста величина изгибающего момента составляет

$$M_1 = \frac{[(Q + q) k \cos \beta + S_2] ex}{H + h}.$$

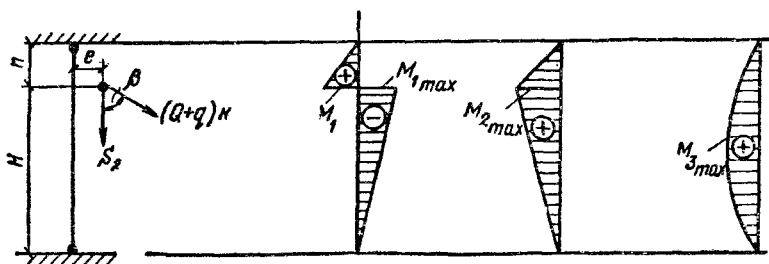


Рис. 68. Эпюра изгибающих моментов в наклонной мачте

Масса груза и оснастки приложена к мачте вертикально. Мачта наклонена к вертикали на угол β , поэтому сила $(Q + q)k$ раскладывается на две составляющие — вдоль оси мачты $(Q + q)k \cos \beta$ (момент M_1) и перпендикулярно оси мачты $(Q + q)k \sin \beta$ (момент M_2).

Момент от составляющей перпендикулярно оси мачты в любом сечении вдоль оси мачты от пяты ее до места крепления грузового полиспаста (см. эюру M_2) составит

$$M_2 = \frac{(Q + q) k \sin \beta hx}{H + h}.$$

Наклонная мачта испытывает изгиб и от собственной массы.

Момент в любом сечении на расстоянии x от пяты мачты

$$M_3 = \frac{G \sin \beta x}{2} - \frac{G \sin \beta x^2}{(H + h)^2}.$$

Окончательные формулы для подсчета моментов в местах крепления полиспаста (см. рис. 68):

$$M_1 = \frac{|(Q + q) k \cos \beta + S_2| eh}{H + h};$$

$$M_{1_{\max}} = \frac{|(Q + q) k \cos \beta + S_2| eH}{H + h};$$

$$M_{2_{\max}} = \frac{(Q + q) k \sin \beta h H}{H + h};$$

$$M_3 = \frac{G \sin \beta H}{2} - \frac{G \sin \beta H^2}{(H + h)^2}.$$

Суммарный изгибающий момент в месте крепления полиспаста складывается из трех моментов:

$$M_{\Sigma} = M_{1_{\max}} + M_{2_{\max}} + M_3.$$

Следует иметь в виду, что во всех случаях расчета необходимо в точке приложения полиспаста находить четыре момента M_1 , $M_{1_{\max}}$, $M_{2_{\max}}$, M_3 и выбирать наибольший момент по абсолютной величине с учетом алгебраического сложения моментов. Ниже точки приложения полиспаста эпюры моментов алгебраически складываются.

Пример 19. Рассчитать трубчатую наклонную мачту без оттяжки груза по следующим исходным данным: максимальная масса поднимаемого груза $G = 25\,000$ кг, масса полиспаста $q = 2000$ кг, масса мачты $G = 6000$ кг, коэффициент динамичности $k = 1,1$, эксцентricность подвешивания груза $e = 60$ см, высота мачты до места крепления грузового полиспаста $H = 1500$ см, угол наклона мачты к вертикали $\beta = 10^\circ$, угол наклона вант к горизонту $\alpha = 40^\circ$, количество вант $m = 4$, длина участка мачты от места крепления грузового полиспаста до места крепления вант $h = 40$ см.

Решение. Усилия определяют в следующем порядке.

1. Усилия, сжимающие мачту (усилие от массы поднимаемого груза и массы полиспаста с учетом коэффициента динамичности),

$$S_1 = \frac{\left[(Q + q) k + \frac{G}{2} \right] \sin \omega}{\sin \delta},$$

Эта величина определяется из треугольника сил (см. рис. 67, б), построенного по величине силы T , ее направлению и по направлениям сил S_1 и S_{B_1} .

Определяем углы ω и δ :

$$\omega = 90^\circ + \alpha = 90^\circ + 40^\circ = 130^\circ;$$

$$\delta = 90^\circ - \alpha - \beta = 90^\circ - 40^\circ - 10^\circ = 40^\circ$$

Тогда

$$S_1 = \frac{\left[(250\,000 + 20\,000) 1,1 + \frac{60\,000}{2} \right] 0,643}{0,643} = 327\,000 \text{ Н.}$$

2. Усилие в сбегающей нити грузового полиспаста

$$S_2 = \frac{f-1}{f^n - 1} Q f^i.$$

Полиспаст принимаем по рис. 69, в, тогда номер сбегающей нити полиспаста $i=9$; число нитей, на которых висит подвесной блок, $n=8$; коэффициент сопротивления ролика вращению принимаем $f=1,04$, тогда

$$S_2 = \frac{1,04 - 1}{1,368 - 1} 250\,000 \cdot 1,423 = 38\,670 \text{ Н.}$$

Количество вант мачты принято $m=4$, предварительное натяжение одной ванты принимаем $S_0=30\,000 \text{ Н}$, тогда усилие от предварительного натяжения всех вант

$$S_3 = \frac{m S_0 \sin \alpha}{\cos \beta} = \frac{4 \cdot 30\,000 \cdot 0,643}{0,985} = 78\,340 \text{ Н.}$$

Суммарное усилие, действующее вдоль оси мачты:

$$\begin{aligned} \Sigma S &= S_1 + S_2 + S_3 = 327\,000 + 38\,670 + 78\,340 = \\ &= 444\,010 \text{ Н} = 444 \text{ кН.} \end{aligned}$$

3. Усилия в задней ванте:

усилие от массы груза и полиспаста

$$\begin{aligned} S_{B_1} &= \frac{\left[(Q + q) k + \frac{G}{2} \right] \sin \beta}{\sin \delta} = \\ &= \frac{\left[(250\,000 + 20\,000) 1,1 + \frac{60\,000}{2} \right] 0,174}{0,643} = 88\,488 \text{ Н;} \end{aligned}$$

усилие от эксцентricности подвешивания груза и эксцентricности крепления отводной нити полиспаста

$$\begin{aligned} S_{B_2} &= \frac{[(Q + q) k \cos \beta + S_2] e}{H \cos \alpha} = \\ &= \frac{[(250\,000 + 20\,000) 1,1 \cdot 0,985 + 38\,670] 0,6}{15 \cdot 0,766} = 17\,295 \text{ Н;} \end{aligned}$$

усилие от предварительного натяжения вант

$$S_0 = 30\,000 \text{ Н.}$$

Суммарное усилие в ванте

$$\begin{aligned}\Sigma S_B &= S_{B_1} + S_{B_2} + S_0 = 88\,500 + 17\,300 + 30\,000 = \\ &= 135\,800 \text{ Н} = 135,8 \text{ кН.}\end{aligned}$$

4. Изгибающие моменты, действующие на мачту:
в сечении на расстоянии H от пяты мачты:

$$\begin{aligned}M_1 &= \frac{[(Q + q) k \cos \beta + S_2] eH}{H + h} = \\ &= \frac{[(250 + 20) 1,1 \cdot 0,985 + 38,7] 0,6 \cdot 15}{15 + 0,4} = 193,5 \text{ кН};\end{aligned}$$

$$M_2 = \frac{(Q + q) k \sin \beta h H}{H + h} = \frac{(250 + 20) 1,1 \cdot 0,174 \cdot 0,4 \cdot 15}{15 + 0,4} = 20,1 \text{ кН};$$

$$M_3 = \frac{G \sin \beta H}{2} - \frac{G \sin \beta H^2}{(H + h) 2} = \frac{60 \cdot 0,174 \cdot 15}{2} - \frac{60 \cdot 0,174 \cdot 15^2}{(15 + 0,4)^2} = 69,2 \text{ кН},$$

Суммарный момент:
в сечении на расстоянии H от пяты мачты

$$\Sigma M_{H1} = M_1 + M_2 + M_3 = 193,5 + 20,1 + 69,2 = 282,8 \text{ кН};$$

в сечении на расстоянии $\frac{2}{3} H$ от пяты мачты:

$$\begin{aligned}M_1 &= \frac{[(Q + q) k \cos \beta + S_2] e \frac{2}{3} H}{H + h} = \\ &= \frac{[(250 + 20) 1,1 \cdot 0,985 + 38,7] \cdot 0,6 \cdot \frac{2}{3} \cdot 15}{15 + 0,4} = 132,9 \text{ кН};\end{aligned}$$

$$M_2 = \frac{(Q + q) k \sin \beta h \frac{2}{3} H}{H + h} =$$

$$\begin{aligned}&= \frac{(250 + 20) 1,1 \cdot 0,174 \cdot 0,4 \cdot \frac{2}{3} \cdot 15}{15 + 0,4} = 13,4 \text{ кН};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_3 &= \frac{G \sin \beta}{2} \cdot \frac{2}{3} H - \frac{G \sin \beta \left(\frac{2}{3} H\right)^2}{(H + h)^2} = \\ &= \frac{60 \cdot 0,174}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 15 - \frac{60 \cdot 0,174 \left(\frac{2}{3} \cdot 15\right)^2}{(15 + 0,4)^2} = 2,18 \text{ кН}.\end{aligned}$$

Суммарный момент в сечении на расстоянии $\frac{2}{3} H$ от пяти мачты (см. эпюры на рис. 68):

$$\begin{aligned} \Sigma M_{\frac{2}{3} H} &= (-M_1) + (+M_2) + (+M_3) = -M_1 + M_2 + M_3 = \\ &= -133 + 13,4 + 2,18 = -117,42 \text{ кН}. \end{aligned}$$

В дальнейшем расчете знак у момента следует опускать и пользоваться только абсолютной величиной момента.

Затем подбираем сечение мачты. Для подбора сечения мачты необходимо знать следующие параметры: площадь сечения F в см^2 , момент сопротивления W и в см^3 , радиус инерции сечения ρ в см .

Принимаем стандартную трубу диаметром $D=426$ мм с толщиной стенки $\delta=14$ мм; труба из стали марки Ст3.

Тогда

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{3,14}{4} (42,6^2 - 39,8^2) = 181 \text{ см}^2;$$

$$\rho = \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{4} = \frac{\sqrt{42,6^2 - 39,8^2}}{4} = 14,6 \text{ см};$$

$$W_{II} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{(42,6^4 - 39,8^4)}{42,6} = 1810 \text{ см}^3.$$

Проверяем гибкость мачты как сплошного стержня.

Мачту считаем стержнем, шарнирно закрепленным с обоих концов ($\mu=1$).

Приведенная длина мачты

$$L_0 = \mu (H + h);$$

$$L_0 = 1 (15 + 0,4) = 15,4 \text{ м}.$$

Гибкость мачты

$$\lambda = \frac{L_0}{\rho} = \frac{1540}{14,6} = 105.$$

Коэффициент понижения допускаемого напряжения, зависящий от гибкости, $\varphi=0,56$ (см. табл. 28).

5. Определяем напряжение в сечениях мачты:

в сечении на расстоянии H от пяти мачты

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{\Sigma S - \frac{G}{2}}{F} + \frac{\Sigma M_{II}}{W_{II}} = \frac{444\,010 - 30\,000}{181} + \\ &+ \frac{282\,800}{1810} = 229 + 156 = 385 \text{ Н/см}^2; \end{aligned}$$

в сечении на расстоянии $\frac{2}{3} H$ от пяти мачты

$$\sigma_2 = \frac{\Sigma S}{\varphi F} + \frac{\Sigma M_{2/3H}}{W_{II}} = \frac{444\,010}{0,56 \cdot 181} + \frac{117\,420}{1810} = 4385 + 65 = 4450 \text{ Н/см}^2.$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что данная мачта может быть использована для подъема груза массой 25 т при ее наклоне до 10° .

Если мачта состоит из отдельных секций, состыкованных болтами, прочность соединения необходимо проверить расчетом.

Усилие, приходящееся на один болт, по окружности болтов равно:

$$N_6 = \frac{F_T [\sigma]_T}{n},$$

где F_T — площадь сечения трубы;

$[\sigma]_T$ — допускаемое напряжение на металл, из которого изготовляется труба, Н/см²;

n — число болтов во фланцевом соединении

По полученному значению N_6 находим площадь болта, необходимую в данном случае:

$$F = \frac{N_6}{[\sigma]},$$

где $[\sigma]$ — допускаемое напряжение болта на срез, Н/см².

Определение усилий для вертикально стоящей мачты с оттяжкой груза

В монтажной практике очень часто при подъеме приходится оттягивать груз в сторону. Это вызывает дополнительные усилия как в самой мачте, так и в ее оснастке.

Для определения возникающих усилий в мачте и оснастке необходимы следующие данные:

Q — максимальная масса поднимаемого груза, кг;

q — масса полиспаста, кг;

k — коэффициент динамичности;

γ — угол наклона оттяжки к горизонту при крайнем высшем положении груза, град;

e — эксцентриситет подвешивания груза, см;

α — угол наклона ванты к горизонту, град;

H — высота мачты до места крепления грузового полиспаста, см;

b — наибольшая высота подъема груза, см;

a — наибольшее расстояние от оси мачты до оси груза в его наивысшем положении, см.

Усилия (рис. 69, а) определяются в следующем порядке.

Усилия в оттяжке P и грузовом полиспасте N . Из треугольника сил (рис. 69, б), построенного по силе $T = (Q + q)k$ и ее направлению, а также по направлению

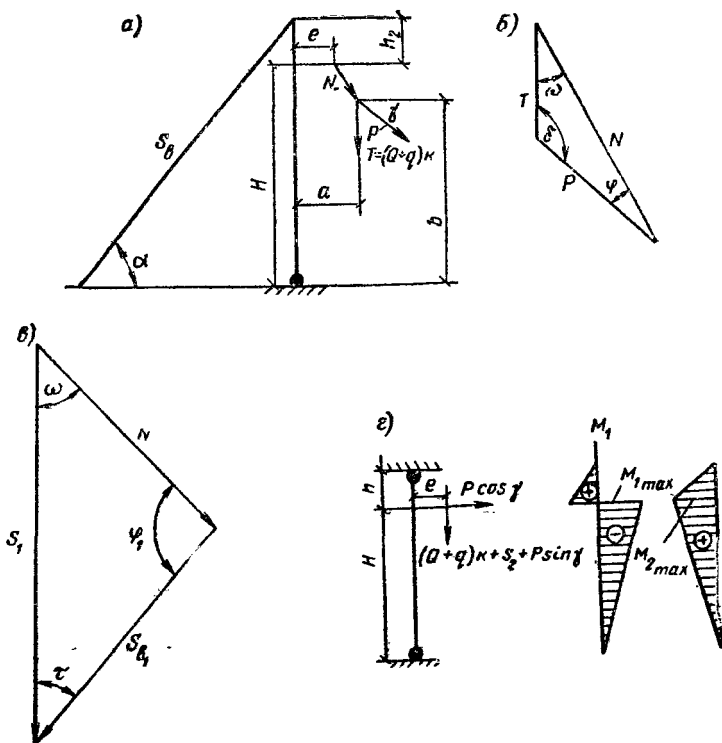


Рис. 69. Расчетная схема для вертикально стоящей мачты с оттяжкой груза
a — мачта; *б* — треугольник, построенный по силе *T*; *в* — треугольник, построенный по силе *S*; *г* — эпюра моментов

ям двух других сил *N* и *P* находим величины последних графически или аналитически:

$$\delta = 90^\circ + \gamma;$$

$$\varphi = 180^\circ - \delta - \omega = 90^\circ - \gamma - \omega.$$

Угол определяется из зависимости:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{a - e}{H - b};$$

$$N = \frac{(Q + q) k \sin \delta}{\sin \varphi};$$

$$P = \frac{(Q + q) k \sin \omega}{\sin \varphi}.$$

Усилия в сбегавшей нити грузового полиспаста

$$S_2 = \frac{f-1}{f^n-1} Qf^i.$$

Усилия, действующие вдоль оси мачты и в задней ванте от массы поднимаемого груза и полиспаста. Из треугольника сил (рис. 69, е), построенного по силе N и направлениям сил S_1 и S_{B_1} , находим силы S_1 и S_{B_1} :

$$\tau = 90^\circ - \alpha;$$

$$\varphi = 180^\circ - 90^\circ + \alpha - \omega = 90^\circ + \alpha - \omega;$$

$$S_1 = \frac{N \sin \varphi}{\sin \tau}; \quad S_{B_1} = \frac{N \sin \omega}{\sin \tau}.$$

Составляющие усилий, сжимающих мачту: S_1 и S_2 определены выше; S_3 — усилие от предварительного натяжения всех вант:

$$S_3 = mS_0 \sin \alpha,$$

где m — количество вант;

S_0 — предварительное натяжение одной ванты; обычно принимается равным 10 000—50 000 Н

Усилие от массы мачты G

$$S_4 = \frac{G}{2}.$$

Суммарное усилие, действующее вдоль оси мачты:

$$\Sigma S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4.$$

Составляющие усилий в задней ванте: составляющая от эксцентricности подвешивания груза и эксцентricности крепления отводной нити полиспаста

$$S_{B_2} = \frac{[(Q + q) k + S_2] e}{H \cos \alpha};$$

составляющая от предварительного натяжения вант

$$S_{B_3} = S_0 = 33\,600 \text{ Н};$$

суммарное усилие в ванте равно:

$$\Sigma S_B = S_{B_1} + S_{B_2} + S_{B_3}.$$

Изгибающие моменты, действующие на мачту (рис. 69, *з*). Силы, создающие изгибающие моменты для данного случая, следующие: масса груза Q , масса полиспаста q , усилие в сбегавшей ветви S_2 , оттяжное усилие P .

Вследствие эксцентричности e подвешивания груза по отношению к оси мачты к последней приложен момент в точке крепления грузового полиспаста

$$M_1 = [(Q + q)k + S_2 + P \sin \gamma] e.$$

По высоте мачты момент распределяется по эюре M_1 и в любом сечении на расстоянии x от пяты мачты до места крепления грузового полиспаста составляет:

$$M_1 = \frac{[(Q + q)k + S_2 + P \sin \gamma] ex}{H + h}.$$

Усилие в оттяжке, приложенное под углом к горизонту, раскладывается на две составляющие: $P \sin \gamma$ — вертикальная и $P \cos \gamma$ — горизонтальная.

Момент от горизонтальной составляющей в любом сечении на расстоянии x от пяты мачты до места крепления грузового полиспаста

$$M_2 = \frac{P \cos \gamma x h}{H + h}.$$

Суммарный момент в любом сечении алгебраически складывается из двух составляющих:

$$\Sigma M = M_1 + M_2.$$

Если бы мачта была наклонена, она испытывала бы также изгиб от собственной массы.

По найденным усилиям и изгибающим моментам, действующим на мачту, определяют, как это было показано выше, допустимое напряжение, а также гибкость мачты, и по ним подбирают сечение мачты.

Выбор необходимой высоты мачты в зависимости от габаритов поднимаемого груза может быть произведен также по номограмме (рис. 70), которая представляет

собой графическое изображение высоты мачты в зависимости от высоты и ширины (диаметра) поднимаемого груза и высотной отметки фундамента, на который он устанавливается.

При выборе высоты мачты, особенно для подъема тяжелых грузов с малыми размерами в поперечном сечении, необходимо определить, достаточно ли расстояние

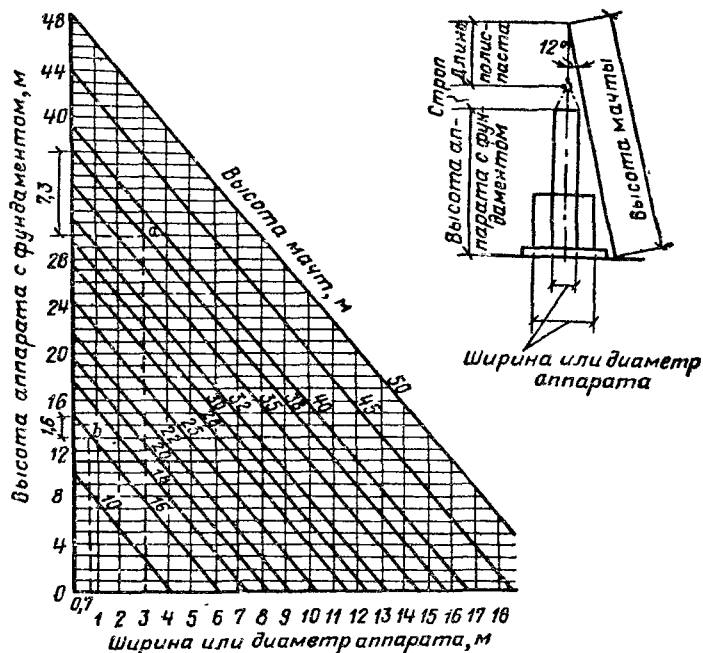


Рис. 70. Номограмма для выбора высоты мачт

от верха мачты до верха поднимаемого груза и обеспечивает ли оно минимально необходимую длину стропа и длину полиспаста.

Пример 20. Определить высоту мачты для подъема аппарата диаметром 3 м, высотой 20 м на фундамент, имеющий верхнюю отметку 10 м.

Решение. Проводим вертикальную линию по делению 3 горизонтальной оси номограммы в соответствии с диаметром поднимаемого груза, затем проводим горизонтальную линию по делению 30 вертикальной оси в соответствии с высотой поднимаемого груза с учетом также высоты фундамента.

Точка пересечения *a* проведенных линий (в нашем случае на наклонной линии 38) является высотой мачты.

Определив высоту мачты (38 м), проверяем по делениям на вертикальной оси номограммы расстояние от оголовка мачты до вершины аппарата (поднимаемого груза), которое составляет $37,3 - 30 = 7,3$ м, что достаточно для высоты стропа и полиспаста в стянутом состоянии.

Пример 21. Выбрать высоту мачты для подъема аппарата высотой 8 м, диаметром 0,7 м. Высота стропа и длина полиспаста 2,5 м; отметка установки аппарата +5 м.

Решение. Аналогично предыдущему примеру проводим линии соответственно по делениям 0,7 и 13 (8+5) и находим точку *b*. Пересечение обеих линий соответствует мачте высотой 15 м.

Расстояние от верха мачты до верха аппарата составляет: $14,6 - 13 = 1,6$ м, что является недостаточным для стропа и длины полиспаста (нужно 2,5 м). Следовательно, необходимо выбрать следующий размер мачты по номограмме — 18 м.

ГЛАВА VIII
АНКЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 29. ДЕРЕВЯННЫЕ ЯКОРЯ

Лебедки, тали, полиспасты и ванты грузоподъемных машин крепят к специальным якорным устройствам или неподвижным точкам существующих конструкций.

При использовании в качестве якорей элементов зданий, фундаментов под оборудование и конструкций или других тяжелых предметов они должны быть подвергнуты соответствующему расчету.

Специальные якоря (деревянные или бетонные) устанавливают обычно на открытых местах.

На монтажных работах получили распространение деревянные якоря — свайные и горизонтальные. Простейшими якорями являются сваи (одна или несколько), забитые в грунт под некоторым углом на глубину не менее 1,5 м и соединенные между собой стальным канатом (рис. 71). Их применяют для небольших усилий в вантах и изготавливают обычно из бревен диаметром 18—30 см.

Существенный недостаток таких якорей — трудоемкость забивания свай и сравнительно небольшое усилие, которое может выдерживать якорь. Деревянные одно-свайные якоря изготавливают на усилие 10—20 кН, двух-и трехсвайные — на усилие 30—100 кН (табл. 29).

Горизонтальный якорь (рис. 72) представляет собой одно или несколько бревен, горизонтально зарытых в землю. Такие якоря имеют более широкое распространение на монтажно-такелажных работах.

К середине горизонтальных бревен привязывают стальной канат (тягу), концы которого выводят на поверхность земли, где они стыкуются, образуя замкнутую петлю. Сращивают концы тяги чаще всего восьмеркой через короткое бревно. К петле якоря винтовыми стяжками прикрепляют ванты матч.

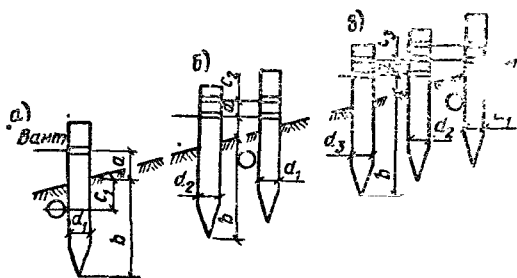


Рис. 71. Якоря из свай

a — односвайный; *b* — двухсвайный; *в* — трехсвайный

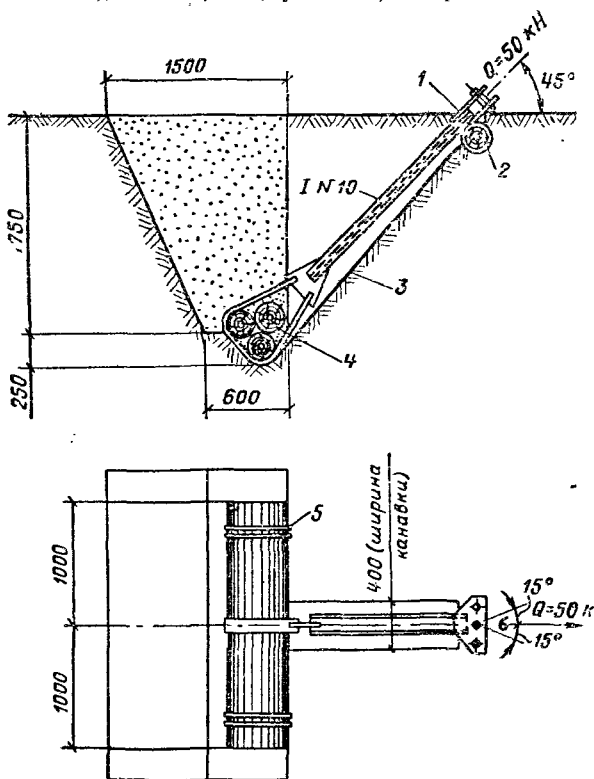


Рис. 72. Горизонтальный якорь на усилии 50 кН с металлической тягой

1 — тяга; *2* — бревно, $d=20$ см, $l=1$ м; *3* — канавка; *4* — бревна, $d=24$ см; *5* — скрутка из проволоки, $d=4$ мм; *6* — возможные углы отклонения действия силы

Определение размеров свайных якорей, мм (рис. 71)

Усилие якоря, кН	a	b	Первая свая		Вторая свая		Третья свая	
			c ₁	d ₁	c ₂	d ₂	c ₃	d ₃
10	300	1500	400	180	—	—	—	—
15	300	1500	400	200	—	—	—	—
20	300	1500	400	260	—	—	—	—
30	300	1500	400	200	900	220	—	—
40	300	1500	400	220	900	250	—	—
50	300	1500	400	240	900	260	—	—
60	300	1500	400	200	900	220	900	280
80	300	1500	400	220	900	250	900	300
100	300	1500	400	240	900	260	900	330

Вместо дефицитного каната тяги якоря изготавливают часто из швеллеров или другого профильного металла. Якоря такого типа устанавливают на усилия 30—150 кН. В зависимости от усилия, которое якорь должен воспринять, принимаются его конструктивные размеры и заглубление. Например, якорь на усилие 30 кН состоит из одного бревна диаметром 20 см, длиной 1,5 м, заглубленного в землю на 1,5 м.

При передвижении мачт и вантовых кранов в процессе монтажа направление действия усилия на якорь меняется; допускается угол отклонения усилия от нормального до 15°.

Расчетными в горизонтальном якоря являются: сечения элементов якоря, устойчивость его при действии вертикальных сил и давление на грунт от горизонтальных сил.

Если якорь имеет одно или несколько горизонтальных бревен, расчет может быть произведен следующим образом. Устойчивость якоря, показанного на рис. 73,а, при действии вертикальных сил рассчитывают по формуле

$$G + T > KN_2;$$

$$G = \frac{b_1 + b_2}{2} HL\gamma,$$

где G — масса грунта или засышки, T — сила трения, кН;

K — коэффициент устойчивости, равный 3;
 N_2 — вертикальная составляющая усилия, кН;
 b_1 и b_2 — размеры основания котлована якоря, м;
 L — длина бревна, м;
 H — глубина заложения бревна якоря, м;
 γ — объемная масса грунта, т/м³

Сила трения T равна fN_1 , где f — коэффициент трения дерева по грунту, равный 0,5; N_1 — горизонтальная составляющая усилия.

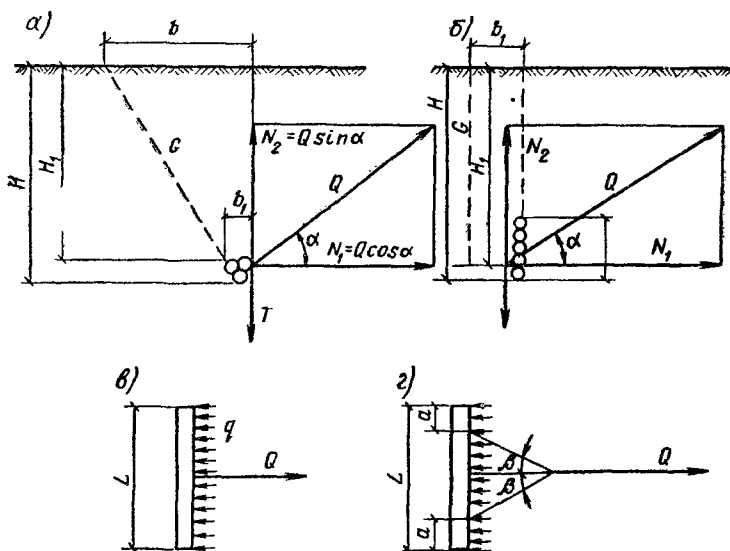


Рис. 73. Расчетные схемы

a — горизонтального якоря из одного бревна; b — якоря, усиленного щитом;
 c — бревна при одной тяге; d — бревна при увязке за две точки

Давление на грунт

$$\sigma_{гр} = \frac{N_1}{\eta L d} \leq [\sigma_{гр}],$$

где $[\sigma_{гр}]$ — допускаемое давление на грунт на глубине H , Н/см²;

η — коэффициент уменьшения допускаемого давления вследствие неравномерности смятия, равный 0,25;

— диаметр бревна или сумма диаметров бревен, передающих давление, см.

Якоря, предназначенные для нагрузок более 100 кН, усиливаются горизонтальными и вертикальными щитами (рис. 73, б) из бревен, связанных скруткой из проволоки. Сечение горизонтального бревна определяется следующими расчетами.

При одной тяге (рис. 73, в) максимальный изгибающий момент в бревне

$$M = \frac{qL^2}{8},$$

где q — равномерно распределенная нагрузка на бревно,

$$q = \frac{Q}{L},$$

где L — длина бревна, см.

При двух тягах (рис. 73, г) сечение горизонтального бревна определяется из условия изгиба и сжатия.

Изгибающий момент в бревне

$$M = \frac{qa^2}{2},$$

где a — расстояние от конца бревна до каната, см.

Сила, действующая вдоль бревна:

$$N = \frac{Q}{2} \operatorname{tg} \beta H.$$

Суммарное напряжение в бревне

$$\delta_{\sigma} = \frac{M}{W} + \frac{N}{F} \leq 110,$$

где W — момент сопротивления сечения бревна изгибу, см³,

$$W = 0,1 d^3 n;$$

F — площадь сечения бревен, см²,

$$F = 0,785 d^2 n,$$

где d — диаметр одного бревна, см;

n — количество бревен.

Пример 22. Рассчитать якорь из трех горизонтальных бревен на усилие 80 кН при угле наклона каната $\alpha=30^\circ$, длине бревна $L=2,3$ м, высоте вертикального щита $h=0,5$ м и диаметре каждого бревна 30 см. Размеры котлована: $b_1=1,8$ м, $H=0,8$ и 2 м.

Решение. Устойчивость якоря на действие вертикальных сил в песчаном грунте при $\gamma=1,5$ т/м³:

$$G + T > KN_2;$$

$$G = \frac{b + b_1}{2} HL\gamma = \frac{1,8 + 0,8}{2} \cdot 2 \cdot 2,3 \cdot 1,5 = 8,97 \text{ кН};$$

$$T = fQ \cos \alpha = 0,5 \cdot 80 \cdot 0,866 = 34,6 \text{ кН};$$

$$N_2 = Q \sin \alpha = 80 \cdot 0,5 = 40 \text{ кН};$$

$$G + T = 8,97 + 34,6 = 43,57 < KN_2 = 3 \cdot 40 = 120 \text{ кН}.$$

Давление на грунт

$$\sigma_{\text{гр}} = \frac{N_1}{\eta Lh},$$

или

$$\sigma_{\text{гр}} = \frac{Q \cos \alpha}{\eta Lh} = \frac{80 \cdot 0,866}{0,25 \cdot 2,3 \cdot 0,5} = 24 \text{ кН/м}^2.$$

Проверка прочности бревен на изгиб. Изгибающий момент при одной тяге

$$M = \frac{qL^2}{8} = \frac{3,48 \cdot 2,3^2}{8} = 3,3 \text{ кН/м};$$

$$q = \frac{Q}{L} = \frac{8}{2,3} = 3,48 \text{ кН/пог. м}.$$

Момент сопротивления

$$W = 3 \cdot 0,1d^3 = 3 \cdot 0,1 \cdot 30^3 = 8100 \text{ см}^3.$$

Напряжение в бревнах от изгиба

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{330000}{8100} = 40,7 \text{ Н/см}^2 < 100 \text{ Н/см}^2.$$

Деревянные якоря широко применяются при монтаже, однако их устройство требует больших земляных работ и большого расхода древесины, остающейся в земле и не используемой в дальнейшем.

§ 30. БЕТОННЫЕ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЯКОРЯ

Бетонные и металлические якоря более долговечны по сравнению с деревянными и применяются для усилий 200—1300 кН.

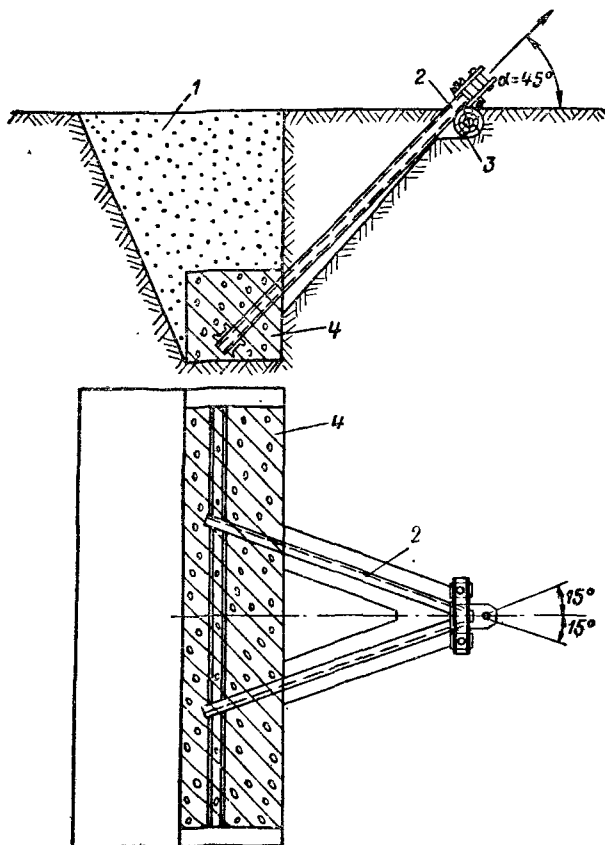


Рис. 74. Бетонный якорь

1 — котлован; 2 — жесткая тяга; 3 — короткое бревно; 4 — бетонная плита

Бетонный якорь (рис. 74) состоит из бетонной плиты 4, закладываемой в заглубленный котлован 1. В плите заделана тяга 2, состоящая из стального каната либо из швеллера или другого профильного металла (жесткая

тяга). Концы гибкой тяги, состоящей из стального каната, сращивают чаще всего узлом «восьмеркой» через короткое бревно 3.

Недостаток заглубленных якорей — большой объем земляных работ и значительный расход материалов, остающихся в земле и не используемых в дальнейшем.

При выполнении такелажных работ в полевых условиях в качестве якоря используют иногда тяжеловесные стальные и железобетонные конструкции, а также оборудование. Кратковременно могут также быть использованы для этой цели передвижные краны, тракторы.

§ 31. ИНВЕНТАРНЫЕ ЯКОРЯ

На монтажных работах все больше применяются инвентарные, многократно используемые наземные якоря.

Схема одной из конструкций таких якорей приведена на рис. 75, а. Такой якорь состоит из металлической сварной рамы-платформы 5 и железобетонных окантованных угловой сталью блоков 1 размером $1500 \times 1000 \times 450$ мм, массой 1500 кг. В раме-платформе закреплена ось 6, на которой находится грузовая траверса-тяга 7. К задней части рамы приварена на кронштейнах площадка 3, на которой устанавливают лебедку 2. К нижнему основанию рамы-платформы приварены швеллеры 4 полками вниз, которые, заглубляясь под тяжестью блоков и рамы, обеспечивают надежное сцепление якоря с грунтом.

В железобетонных балках установлены впотай рымы для крепления стропа при сборке якорей. Блоки на раме между собой не скрепляют.

Усилие, на которое рассчитан якорь, определяется количеством уложенных на его раме блоков, т. е. массой якоря. Рамы-платформы якорей на усилие до 100 кН представляют собой сварную конструкцию из швеллеров № 30, а рамы якорей на усилие 100—500 кН и более — сварную решетчатую конструкцию.

Якоря собирают с помощью имеющихся в наличии самоходных кранов. При их установке необходимо обратить внимание на то, чтобы полки швеллеров основания рамы-платформы были погружены в грунт. Такие якоря можно устанавливать на любые грунты, за исключением свеженасыпанных, неуплотненных. В зимнее время наземные якоря следует устанавливать только на предварительно оттаянном грунте. Устанавливать наземные яко-

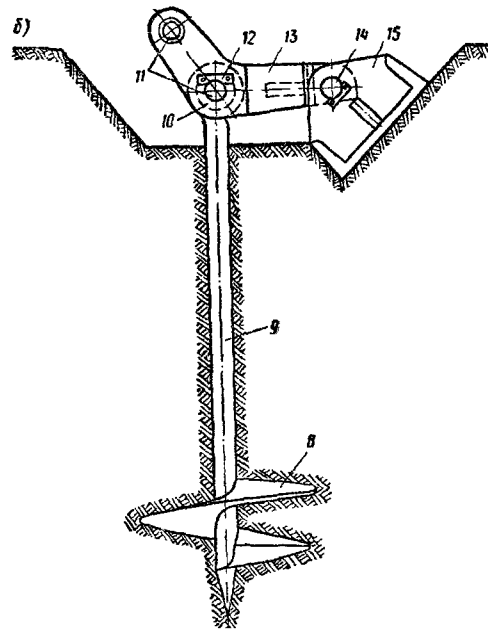
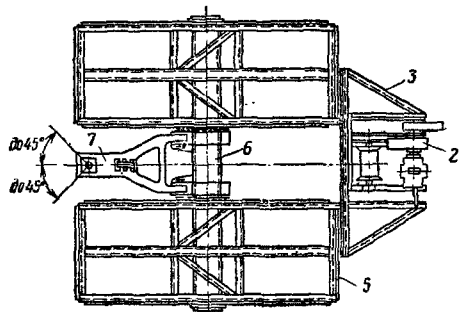
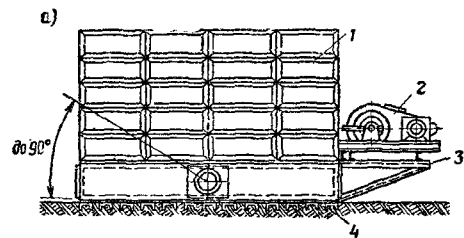


Рис. 75. Инвентарные якоря

a — переносная рама; *б* — винтовой; *1* — блоки; *2* — лебедка; *3* — площадка; *4* — швеллеры; *5* — рама-платформа; *6* — ось; *7* — тяга; *8* — винт; *9* — стержень; *10* — втулка; *11*, *14* — пальцы; *12* — рингель; *13* — щеки; *15* — упор

ря на лед и снег запрещается. Площадка для установки якоря должна быть горизонтальной, с нее удаляют снег, мусор и прочие посторонние предметы. При длительной стоянке якоря на одном месте во избежание подмыва и разжижения грунта необходимо отводить воды.

До установки якоря необходимо проверить соответствие его массе поднимаемого груза. Перегрузка якоря не допускается.

Преимуществами описанных якорей являются: возможность установки лебедки на предусмотренное для этого место, что освобождает от необходимости делать дополнительный якорь для ее закрепления; возможность изменять направление усилия к тяге — по вертикали от 0 до 90°, по горизонтали от 0 до 45° в каждую сторону, возможность использовать его многократно как в пределах одной монтажной площадки, так и на других монтажных площадках, так как якорь инвентарный.

В практике монтажа за последнее время нашли применение и другие конструкции инвентарных якорей. На рис. 75, б изображена схема винтового якоря. Винт 8 якоря выполнен в виде спирали, закрепленной на стержне 9. Вверху стержень заканчивается втулкой 10. На втулку надет ригель 12, который соединяется с втулкой пальцем 11, а с упором 15 щеками 13.

Закрепление за якорь производится в верхней части ригеля за палец 11. За счет упора 15 на стержень якоря в основном действуют только вертикальные усилия. Большая площадь винта 8 препятствует вырыванию якоря. Винтовые якоря применяют на усилие 35—100 кН.

Устанавливают якорь, вращая стержень 9 по часовой стрелке, при этом винт врежется в грунт без его рыхления и заглубляется.

При ввинчивании стержня длиной свыше 2 м якорь поддерживается легкой металлической треногой из тонкостенных труб, в верхней части которой находится кольцо для направления и центровки стержня якоря. При установке якоря на большое тяговое усилие стержень часто ввинчивают в грунт с помощью двух тракторов следующим образом. Грузоподъемным механизмом якорь ставится в вертикальное положение, в кольцо стержня вставляют два рычага, к каждому концу прикрепляют отрезок стального каната. Каждый второй конец каната крепят к трактору. При движении тракторов по кругу (по часовой стрелке) якорь ввинчивается. Вы-

винчивание якоря происходит при его вращении в противоположную сторону.

Винтовой якорь используют многократно. На строительно-монтажных работах оборачиваемость такого якоря может быть принята 30—50 раз.

Несмотря на бесспорные преимущества применения наземных инвентарных якорей, устройство их требует значительных затрат средств и труда.

В последние годы применяется так называемый безъякорный метод подъема тяжелых аппаратов башенного типа и конструкций, который позволяет резко сократить затраты на устройство якорей и применение приспособлений при монтаже. Сущность безъякорного метода подъема оборудования и конструкций изложена в гл. X.

ГЛАВА IX
МОНТАЖНЫЕ КРАНЫ

§ 32. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КРАНАХ

Подъемные краны — это машины, широко применяемые для подъема и перемещения различного вида грузов, работающие периодически повторяющимися циклами.

Подъемные краны классифицируются по области применения, приводу основных механизмов, типу грузозахватных органов, конструктивным особенностям, типу ходовых устройств, характеру и режиму эксплуатации.

По области применения подъемные краны в основном подразделяются на цеховые, транспортные, корабельные и строительные.

Технические характеристики различных типов подъемных кранов приведены в табл. 30.

В учебном пособии рассматриваются только подъемные краны, широко применяющиеся на строительстве промышленных объектов. Монтажные краны в каждом отдельном случае выбираются в зависимости от характера строительства и технологического оборудования, которое надлежит монтировать.

На строительстве крупных промышленных объектов в Советском Союзе нашли широкое применение все виды передвижных подъемных кранов. Так, например, при сооружении объектов современной доменной печи объемом 3200 м³ строительные металлические конструкции и технологическое оборудование монтируются башенными кранами большой грузоподъемности, гусеничными и автомобильными кранами, для монтажа сборных железобетонных конструкций бункерной эстакады используют козловые краны.

На строительстве крупных сталеплавильных и прокатных цехов, для монтажа металлоконструкций зданий и

Технические характеристики подъемных кранов

Краны	Грузоподъемность, т	Пролет моста или вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Угол поворота стрелы, град	Скорость			
					подъема крюка, м/мин	передвижения тележки, м/мин	передвижения моста или портала, м/мин	вращения платформы, об/мин
Мостовые ручные	1—20	5—15	8—16	—	0,05—01	3,5	3,5	—
Мостовые электрические	5—630	11—32	12—30	—	2—40	10—60	19—125	—
Железнодорожные перегрузочные	3—50	3—15	10—15	360	6—18	—	5—10	2—3
Железнодорожные монтажные	15—200	3—15	10—15	360	6—8	—	5—10	1—2
Гусеничные на тракторе	1,4—6	3—10	6—11	270	6—8	—	6—8	2—3
Гусеничные универсальные	5—50	4—30	5—35	360	1,2—18	—	1—6	0,2—2
Гусеничные монтажные	25—150	6—20	5—36	360	0,2—18	—	1—5	0,2—2
Колесные на автомобиле	1,5—16	3—17	5—16	360	1,3—18	—	5—30	0,2—3
Колесные на специальном шасси	10—100	5—32	5—46	360	0,5—10	—	0,8—30	2—3
Козловые	3—320	15—40	До 40	—	4—30	6—40	10—40	—
Портальные	5—150	20—30	40—45	360	До 120	—	25—32	1,1—2
Башенные	2—75	6—45	15—96	360	0,8—60	—	12—25	0,5—1

технологического оборудования широко применяют башенные, а также мостовые, железнодорожные, автомобильные и гусеничные краны.

На строительстве цементных заводов для укрупнительной сборки элементов и монтажа вращающихся цементных печей применяют специальные козловые краны большой грузоподъемности. Грузоподъемность козловых кранов для монтажа вращающихся цементных печей диаметром 7 м, длиной 230 м в настоящее время доведена до 320 т.

Основные параметры подъемных кранов

Основные технические данные, характеризующие краны, называются их параметрами. Основными параметрами подъемных кранов являются: грузоподъемность, грузовой момент, длина и вылет стрелы, высота подъема крюка, скорость подъема груза, скорость передвижения крана своим ходом, скорость вращения поворотной части крана, мощность силовой установки, масса крана и его габариты.

Грузоподъемностью крана называется масса наибольшего груза, который разрешается поднимать краном при сохранении требуемой устойчивости и прочности деталей крана. Грузоподъемность крана измеряется в тоннах.

Грузовым моментом называется произведение массы груза в тоннах на величину вылета стрелы или крюка передвижной грузовой тележки в метрах. Грузовой момент крана определяется в Н·м.

Вылетом стрелы или крюка передвижной грузовой тележки называется расстояние от вертикальной оси, проходящей через грузовой крюк, до оси вращения поворотной части крана. Вылет измеряется в метрах.

Длиной стрелы называется расстояние между осью нижнего шарнира стрелы, которым она прикреплена к поворотной части крана, и осью головного блока стрелы. Длина стрелы измеряется в метрах.

Высота подъема крюка — наибольшая высота от уровня подкранового пути, на которую может быть поднят крюк. Высота подъема крюка зависит от вылета и длины стрелы. Высота подъема будет наибольшей при наименьшем вылете стрелы, и наоборот. Высота подъема измеряется в метрах.

Скоростью подъема (опускания) груза называется расстояние, на которое перемещается груз по вертикали за единицу времени. Обычно скорость подъема измеряется в м/мин.

Скоростью передвижения крана называется путь, проходимый краном в единицу времени. Скорость передвижения подъемных кранов измеряется в м/мин или км/ч.

Скоростью вращения крана называется частота вращения поворотной части крана в 1 мин (об/мин).

Подъемные краны бывают полноповоротными и неполноповоротными. Угол поворота, на который поворачивается поворотная часть крана, измеряется в градусах.

Габаритами крана называется наибольшая его длина, ширина и высота в метрах.

Выбор типа монтажных кранов

Такелажные работы на строительстве — трудоемкий и ответственный процесс, на долю которого приходится до 25% затрат труда в общем комплексе монтажных работ. Повышение производительности труда монтажников, а также снижение стоимости монтажных работ в значительной степени зависят от правильного выбора и использования грузоподъемности кранов и других механизмов на монтаже.

Комплексная механизация монтажных работ, в том числе правильный выбор грузоподъемного оборудования, — залог успешного проведения монтажных работ на том или другом строящемся объекте. Правильный выбор грузоподъемного оборудования облегчает задачи по монтажу, избавляет монтажников от тяжелого физического труда, сокращает необходимое количество рабочей силы и позволяет значительно повысить производительность труда.

Правильный выбор кранового оборудования сокращает продолжительность монтажа, следовательно, и его стоимость.

Монтажные работы, как правило, должны выполняться по разработанным проектам производства работ (ППР) или технологическим запискам. Проведение монтажа без ППР должно категорически запрещаться. При разработке ППР необходимо соблюдать одно из основ-

ных условий: количество кранов, их тип и грузоподъемность должны обеспечивать проведение всех такелажных работ с минимальным числом кранов и максимальной их загрузкой.

Монтажные краны могут разгружать подаваемые на монтаж металлоконструкции и технологическое оборудование, подавать их в зону монтажа, перемещать оборудование во время ревизии, с их помощью осуществляется контрольная и укрупнительная сборка, а затем и собственно монтаж.

Рекомендуется выбирать монтажные краны, которые по своим параметрам в наибольшей степени соответствуют местным условиям монтажа, виду и характеру монтируемого оборудования.

Так, например, грузоподъемность крана выбирается исходя из наибольшей массы подавляющего числа отдельных частей или узлов монтируемых машин, при этом учитывается также и высота, на которую необходимо поднимать грузы.

Не рекомендуется использовать краны с грузоподъемностью меньшей, чем масса большинства отдельных частей или узлов монтируемых машин.

Не менее важно при выборе типа монтажных кранов определить стоимость работы (машино-смены) монтажного крана. В стоимость машино-смены крана входят единовременные расходы, затраченные на транспортирование крана к месту его установки и монтаж крана, амортизационные и эксплуатационные расходы, а также расходы, связанные с приведением крана в рабочее состояние.

Таким образом, при равных условиях чем выше амортизационная и эксплуатационная стоимость крана, тем выше стоимость машино-смены данного крана.

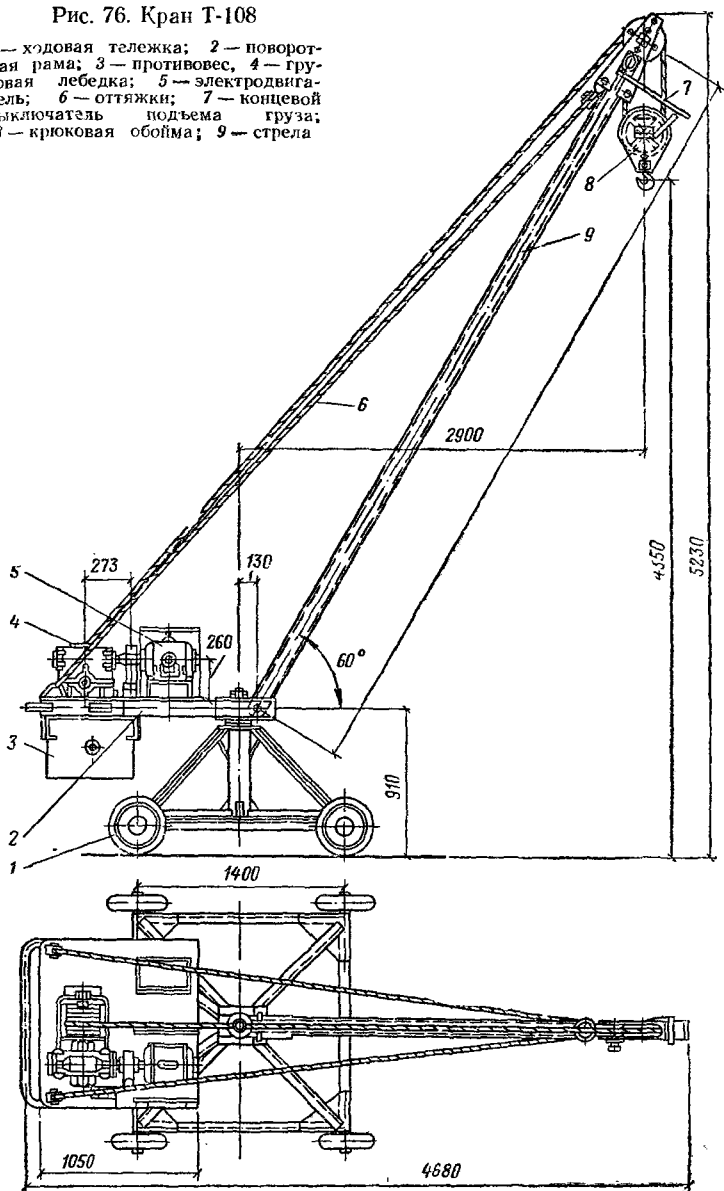
§ 33. ЛЕГКИЕ МОНТАЖНЫЕ КРАНЫ

Легкие строительно-монтажные краны грузоподъемностью до 1 т применяют обычно на открытых площадках для выполнения монтажных работ, когда использование более тяжелых кранов нецелесообразно. Легкие краны устанавливают на сборочных складских площадках или площадках, предназначенных для ремонта и ревизии оборудования и технологических конструкций.

Краны типа «Пионер» выпускаются нескольких моде-

Рис. 76. Кран Т-108

1 — ходовая тележка; 2 — поворотная рама; 3 — противовес; 4 — грузовая лебедка; 5 — электродвигатель; 6 — оттяжки; 7 — концевой выключатель подъема груза; 8 — крюковая обойма; 9 — стрела



лей, различной грузоподъемности и со стрелами разной длины. Эти краны состоят из опорной рамы с вертикальной трубчатой стойкой; полноповоротной платформы, на которой установлена лебедка с редуктором, и стрелы с блоком. Стрела прикреплена к платформе и удерживается растяжками. Снизу к платформе крепится противовес. Колеса рамы крана имеют гладкую поверхность или реборды для передвижения по рельсам. Платформа со стрелой поворачивается вручную.

Кран Т-108 «Пионер-2» (рис. 76) имеет грузоподъемность 0,5 т, вылет стрелы от оси вращения крана 2,9 м,

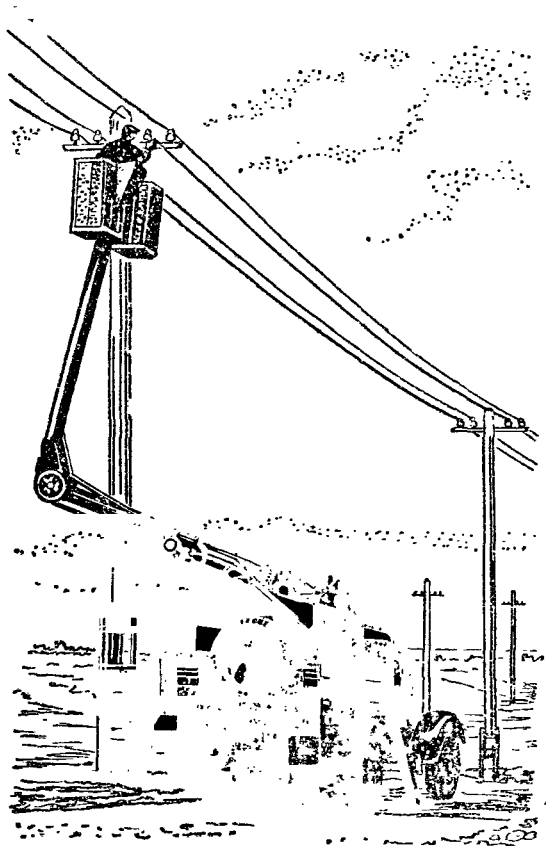
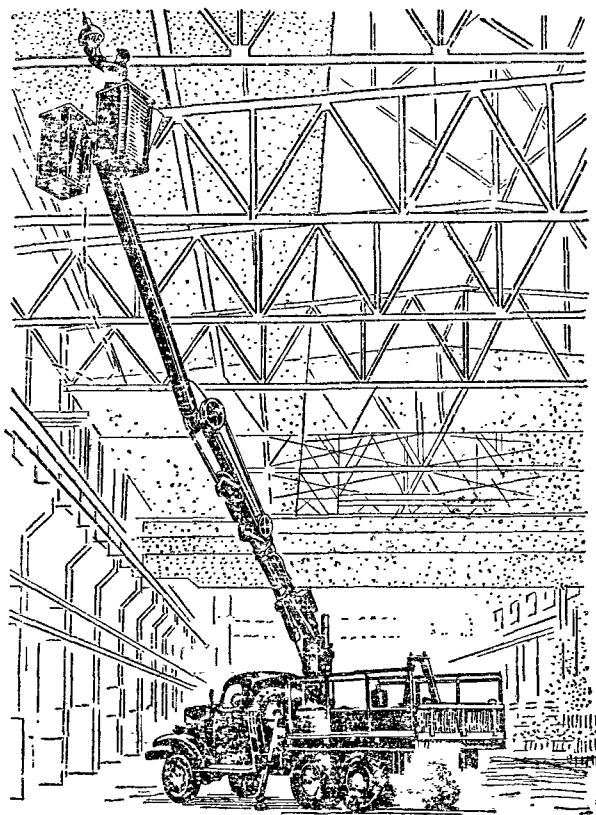


Рис. 77. Монтажные

максимальная высота подъема крюка над уровнем основания крана 4,35 м.

При грузоподъемности крана 0,5 т грузовой канат запасовывают в две нитки, при этом максимальная высота подъема груза составит 20 м (кран устанавливают на сооружение). При большей высоте подъема (до 40 м) канат запасовывают в одну нитку, а грузоподъемность при этом уменьшают до 0,25 т.

Масса противовеса при работе без полиспаста 360 кг и при запасовке полиспаста в две нитки 800 кг. Общая масса крана без балласта 850 кг.



гидроподъемники

Промышленностью выпускается также кран «Пионер-2» с удлиненной стрелой, что расширяет область его применения.

Кран «Пионер-2М» с увеличенной шириной колеи и базой имеет грузоподъемность 0,8 т при высоте подъема крюка 4 м. Грузовой канат при этом запасовывают в четыре нитки, а скорость подъема груза составляет 8 м/мин. Масса противовеса 750 кг.

Имеется еще несколько моделей кранов типа «Пионер», которые отличаются от описанных увеличенной базой и более широкой колеей.

Для выполнения работ внутри и вне цеха на высоте применяют иногда гидравлические подъемники малой грузоподъемности.

Монтажные гидравлические подъемники (рис. 77) на автомобиле ЗИЛ-164 предназначены для подъема двух рабочих с инструментом при выполнении строительно-монтажных или ремонтных работ на высоте.

Гидроподъемник состоит из неподвижного основания, поворотной колонны и складывающейся мачты, выполненной в виде двух трубчатых шарнирно соединенных частей длиной 4,5 м каждая. На свободном конце мачты подвешены две люльки.

Конструкция поворотного устройства и мачты позволяет подавать люльки с рабочими не только по вертикали на высоту 12 м, но и в сторону под любым углом в радиусе 9 м от оси вращения поворотной колонны, а также в зону, расположенную ниже уровня стоянки автомобиля. Нижнее колено мачты может подниматься от горизонтального положения на угол до 85° , а верхнее перемещаться по дуге на угол до 270° .

Специальным устройством, встроенным в мачту, люльки всегда удерживаются в вертикальном положении независимо от изменения вылета мачты. Это устройство состоит из системы тяг, рычагов и звездочек с цепями, связывающих ось подвески обеих люлек с поворотной колонной.

Поворот колонны и рабочие движения верхнего и нижнего колен мачты осуществляются с помощью трех гидроцилиндров, включенных в общую гидросистему, и канатно-блочных устройств.

Масляный насос гидросистемы приводится в действие от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности. Управление рабочими движениями гидро-

Технические характеристики гидроподъемников

Показатель	Гидроподъемники		
	АГП-12А	АГП-12Б	МШТС-2А
Грузоподъемность при всех положениях мачты, кг	200	200	400
Наибольшая высота подъема до пола люлек, м	11	11	16,8
Наибольшая глубина опускания люлек ниже уровня земли, м	2,5	2,5	7,5
Наибольший вылет люлек от оси вращения, м	9	9	15,35
Угол поворота мачты вокруг вертикальной оси, град	360	360	360
Скорость поворота мачты вокруг вертикальной оси, об/мин	1	1	0,6
Скорость передвижения, км/ч	50	50	30
Масса гидроподъемника (сухая), кг	6050	7200	11000
В том числе оборудования без балласта, кг	2600	2913	3250
База гидроподъемника	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	ЗИЛ-157К (или «Урал-375»)

подъемника можно вести с двух постов. Один из них — нижний, закрепленный на нижнем колене мачты, а другой — верхний — пульт дистанционного управления, установленный непосредственно в правой люльке.

Чтобы обеспечить безопасность работы на высоте, гидроцилиндры снабжены запирающими клапанами, предохраняющими мачту от внезапного падения при резком снижении давления в гидросистеме в случае обрыва маслопровода. Для большей устойчивости и разгрузки рессор во время работы автомобиль снабжен боковыми опорами, приводимыми в действие двумя гидроцилиндрами. :

При перевозке мачта подъемника складывается и опирается на специальную подставку.

Грузоподъемность двух люлек подъемника 200 кг, его масса без автомобиля 1356 кг.

Гидравлический подъемник может успешно заменить стремянки, леса, подвесные люльки и другие приспособления при монтаже, ремонте и покраске оборудования, стальных конструкций и трубопроводов.

Технические характеристики гидроподъемников приведены в табл. 31.

§ 34. СТРЕЛОВЫЕ КРАНЫ

Стремление найти простое решение для быстрого перемещения в плане грузового полиспаста, поднимающего груз, привело к созданию серии несложных монтажных машин.

На рис. 78 показана эволюция монтажных устройств от обычной подъемной мачты и монтажной стрелы (рис. 78, *а* и *б*) до башенного крана (рис. 78, *е*).

Мачтово-стреловой кран состоит из мачты и шарнирно прикрепленной к ней стрелы, служащей для подвешивания грузового полиспаста. Следовательно, стрела является отличительной особенностью этого крана.

В зависимости от способа закрепления мачты в вертикальном положении мачтово-стреловые краны подразделяются на вантовые (мачта закрепляется вантами, состоящими из стальных канатов) и жестконогие (мачта закрепляется жесткими подкосами).

Шарнирное крепление стрелы к мачте позволяет вращать ее в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Верх стрелы подвешивается к мачте с помощью стрелового полиспаста. Изменением его длины регулируется положение стрелы (ее вылет) в вертикальной плоскости, т. е. изменяется горизонтальное расстояние от оси вращения стрелы до грузового полиспаста. Если мачта, к которой шарнирно прикреплена стрела, может вращаться относительно своей вертикальной оси, то точка прикрепления грузового полиспаста получит возможность не только линейного, но и перемещения по дуге в пределах радиуса, равного вылету стрелы.

Стрела жестконогих кранов, как правило, крепится к основанию мачты, как это показано на рис. 79, а стрела вантовых кранов (см. рис. 78, *в*) может быть прикреплена к мачте как у ее пяты, так и в любой точке по высоте.

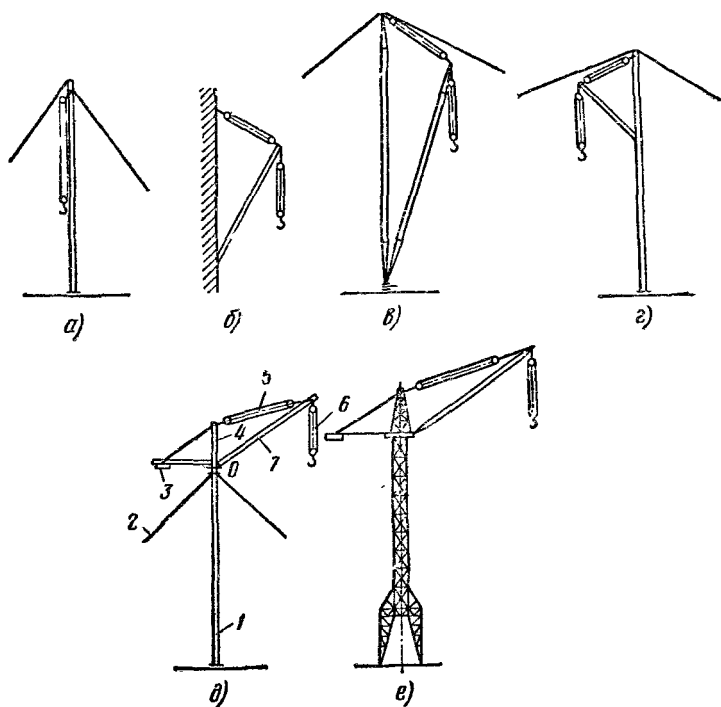
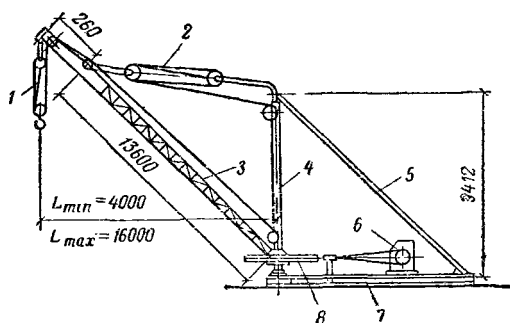


Рис. 78. Эволюция монтажных механизмов

a — монтажная мачта; *б* — монтажная стрела; *в* — вантовый стреловой кран; *г* — мачтово-стреловой кран; *д* — кран-вертушка; *е* — башенный кран; *1* — мачта; *2* — ванты крана; *3* — контргруз; *4* — поворотная часть крана; *5* — стреловой полиспаст; *6* — грузовой полиспаст; *7* — стрела

Рис. 79. Жесткоконовый стреловой кран

1 — грузовой полиспаст; *2* — стреловой полиспаст; *3* — стрела; *4* — мачта; *5* — подкос; *6* — лебедка; *7* — опорная рама; *8* — поворотный круг



В вантовых кранах, предназначенных для подъема небольших грузов на большую высоту, стрелу устанавливают на мачте выше середины, ближе к оголовку (см. рис. 78, з).

Для подъема груза, а также стрелы крана применяют чаще всего электрические лебедки. Ходовые нитки с блоков полиспастов идут вдоль мачты на лебедки через отводные блоки, установленные у основания мачты.

Опора мачты прикрепляется обычно стальным тросом или болтами к опорной площадке крана, так как ходовые нитки, идущие на лебедки, создают у основания мачты значительное горизонтальное усилие, стремящееся сдвинуть мачту. Стрелу крана поворачивают вручную с помощью оттяжек прикрепленных к стреле.

Чтобы обеспечить безопасное ведение работ, лебедки крана устанавливают вне зоны действия стрелы. Недостаток описанных конструкций мачтовых кранов — невозможность поворота стрелы на 360° .

Кран, изображенный на рис. 78, д, представляет собой мачту 1, поддерживаемую в вертикальном положении вантами 2 которые крепятся ниже оголовка мачты примерно на 4—6 м. Поворотная часть 4 надевается на верх мачты и удерживается в центральном положении специальным штырем.

Для поворота стрелы 7 на 360° служит поворотный круг, установленный на раме поворотной части крана и приводимый во вращение лебедкой, стоящей на земле.

Вылет стрелы может изменяться стреловым полиспастом 5, а подъем груза осуществляется грузовым полиспастом 6. Для уменьшения величины изгибающего момента к поворотной раме крепится контргруз 3, создающий постоянный изгибающий момент, по направлению обратный изгибающему моменту от груза, а по величине равный половине наибольшего момента от нагрузки на стрелу. Такое соотношение моментов является для мачты наиболее благоприятным.

Жестконогие мачтово-стреловые краны применяются для монтажа конструкций зданий, оборудования и конструкций различных аппаратов, печей и других сооружений.

Эти краны подразделяются на передвижные и неподвижные. Неподвижные краны устанавливают главным

образом для обслуживания складов, небольших сборочных площадок и стендов.

Грузоподъемность кранов этого типа достигает 25 т. На рис. 79 изображен жестконогий мачтово-стреловой кран грузоподъемностью 10 т.

У оголовка мачты крепятся жесткие подкосы, идущие к углам рамы, которая оборудована направляющими салазками, обеспечивающими передвижение крана по путям или конструкциям. Во время работы крана рама закрепляется за конструкциями зданий или сооружений или загружается балластом.

На раме крана располагаются лебедка для подъема груза и стрелы, лебедка для поворота мачты, а также контргруз. Рама крана обычно имеет треугольную форму.

Стрела и мачта этих кранов поворачиваются одновременно на угол не более 270° . Стрела жестконогих кранов имеет такую же конструкцию, как и у вантовых.

Длина стрелы у жестконогих кранов всегда делается больше, а у вантовых меньше длины мачты. Отношение длины стрелы к длине мачты составляет примерно у жестконогих кранов 1,4—2,5, а у вантовых кранов — 0,8.

Вантовый мачтово-стреловой кран грузоподъемностью 15 т (рис. 80) состоит из решетчатой мачты 1 с шарнирной стрелой 5, которая может быть закреплена как у пята, так и в любой точке по высоте мачты. Стрела может менять свое положение (вылет) только в вертикальной плоскости. Изменение положения стрелы в горизонтальной плоскости достигается вращением всего крана, т. е. мачты вместе со стрелой, который может поворачиваться на 360° вокруг вертикальной оси. Свободный конец стрелы подвешивается с помощью стрелового полиспаста 3 к оголовку мачты. Мачта удерживается в вертикальном положении вантами 2, которые крепят к оголовку мачты специальным приспособлением «паук», позволяющим поворачивать мачту без переноса вант; при вращении крана «паук» остается неподвижным.

К оголовку стрелы крепится грузовой полиспаст 4, которым поднимают груз.

Приводные лебедки 8 стрелового и грузового полиспастов, а также поворотная лебедка крана часто располагаются на сваренной опорной площадке 6. Над лебедками устраивают навес, который образует так назы-

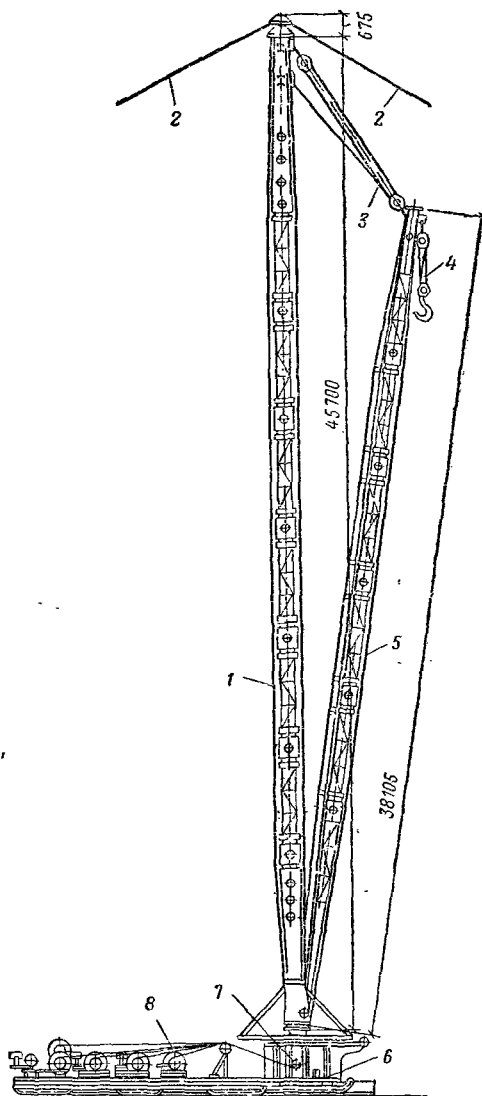


Рис. 80. Вантовый стреловой кран

1 — мачта; 2 — ванты; 3 — стреловой полиспаст; 4 — грузовой полиспаст;
5 — стрела; 6 — опорная площадка; 7 — отводные ролики; 8 — лебедки

ваемое машинное помещение или помещение для лебедок.

Ходовые нитки грузового и стрелового полиспастов во избежание закручивания их при повороте крана отводятся через центральное отверстие в пяте на нижние отводные ролики 7, вмонтированные в опорную площадку, и далее на барабаны лебедок.

При необходимости делаются дополнительные устройства крана: вспомогательная стрела, устанавливаемая на мачте крана, и «клюв» или «гусек», укрепляемый в оголовке стрелы.

Вспомогательную стрелу ставят в тех случаях, когда близко от оси крана имеются высокорасположенные элементы сооружения, мешающие основной стреле крана монтировать конструкции соседнего пролета. Она крепится на мачте выше отметки мешающих конструкций и позволяет монтировать конструкции, расположенные за ними.

Вспомогательная стрела и все ее узлы крепления аналогичны основной стреле, но значительно легче, так как действующие усилия в них меньше.

Существенный недостаток мачтово-стреловых вантовых кранов — наличие вант, а также низкое закрепление стрелы, вследствие чего ранее смонтированные конструкции или оборудование часто мешают работе крана. Этого можно избежать, если на стреле крана установить «клюв». Его устанавливают в оголовке стрелы на шарнире, позволяющем менять его положение в вертикальной плоскости, и удерживают в нужном положении тягами, которые крепятся в его хвостовой части. Другим концом тяги крепятся за нижнюю секцию стрелы. Положение «клюва» можно изменять двумя винтовыми стяжками, включенными в тяги.

Стрела вантового крана с «клювом» не при всех вылетах может пройти под вантами, что затрудняет эксплуатацию крана.

Вантовые мачтово-стреловые краны монтируют с помощью вспомогательной мачты либо самоходных стреловых кранов. Последний способ весьма прост и применяется при монтаже кранов небольшой высоты.

Горизонтальное передвижение крана производится по направляющим — металлическим балкам или деревянным брусам с помощью собственной лебедки и грузового полиспаста, при этом канат, закрепленный в

опорной площадке крана и проходящий через отводной блок у якоря, подтягивают грузовым полиспастом. Стрела крана должна быть поднята в крайнее верхнее положение. В процессе передвижения крана ванты удерживают мачту, предохраняя ее от возможного падения. По мере перемещения крана передние ванты подтягиваются, а задние постепенно ослабляются с тем, чтобы не препятствовать движению.

§ 35. БАШЕННЫЕ КРАНЫ

Башенные краны — основные грузоподъемные машины на строительстве крупных промышленных объектов. Они применяются в жилищном, гидротехническом и промышленном строительстве.

Согласно ГОСТ 13809—68, строительные башенные краны подразделяются:

по способу установки — на стационарные, закрепленные на фундаменте; передвижные; приставные, башня у которых крепится к возводимому сооружению; самоподъемные, установленные на конструкциях возводимого сооружения и перемещающиеся вверх с помощью собственных механизмов;

по типу ходового устройства — на рельсовом ходу, на шасси автомобиля, на специальном пневмоколесном шасси, на гусеничных тележках;

по конструкции башен — с башней, жестко закрепленной на ходовой раме или фундаменте; с башней, закрепленной с помощью поворотного устройства на ходовой раме или фундаменте;

по расположению противовеса — краны с нижним противовесом при поворотной башне и с верхним противовесом при поворотной или неповоротной башнях;

по способу изменения вылета крюков — на краны с подъемными стрелами и краны с балочными стрелами, по направляющим балкам которых перемещаются грузовые тележки.

Все башенные краны должны быть оборудованы ограничителями высоты подъема, грузоподъемности, конечными выключателями и захватами (для рельсовых кранов), обеспечивающими безопасность работы кранов.

В жилищном строительстве наиболее широкое применение находят башенные краны грузоподъемностью 1—10 т.

На строительстве промышленных сооружений (металлургические заводы, гидростанции, теплоэлектростанции и др.) применяются тяжелые башенные краны грузоподъемностью до 75 т.

Башенный кран состоит из следующих основных узлов: ходовой части, башни, оснащенной рабочим оборудованием (стрела, полиспасты и грузозахватное приспособление), и передаточных механизмов с системой управления.

Ходовая часть крана состоит из портала, оснащенного ходовыми тележками для передвижения крана в необходимом направлении по рельсам.

Передаточные механизмы служат для передачи крутящих моментов от двигателей к исполнительным механизмам крана.

Система управления механизмами крана с электрическим приводом состоит из аппаратов (контроллеров или магнитных пускателей), предназначенных для дистанционного управления электромоторами.

Башенный кран БК-300 (рис. 81) имеет наибольшую грузоподъемность 25 т и предназначен (при наличии более мощного башенного крана) в качестве второго грузоподъемного механизма на монтаже конструкций доменных печей и как основной грузоподъемный механизм для монтажа конструкций многоэтажных промышленных зданий, кранов-перегрузателей больших градирен и других сооружений промышленного строительства.

Техническая характеристика башенного крана БК-300

Максимальная грузоподъемность, т	25
Максимальный вылет крюка, м	30
Минимальный вылет крюка, м	9
Максимальная высота подъема крюка, м	72
Скорость подъема груза, м/мин	12
Скорость поворота стрелы, об/мин	0,246
Скорость передвижения крана, м/мин	8,65
Масса крана, т	149

Стрела крана решетчатой конструкции трехгранного сечения изготавливается из стальных труб.

Все лебедки и cabina управления находятся на портале крана, опирающемся на четыре трехколесные ходовые тележки, из которых две являются приводными. Монтируют кран методом подрачивания секций башни с помощью встроенных в портал полиспастов и гусенич-

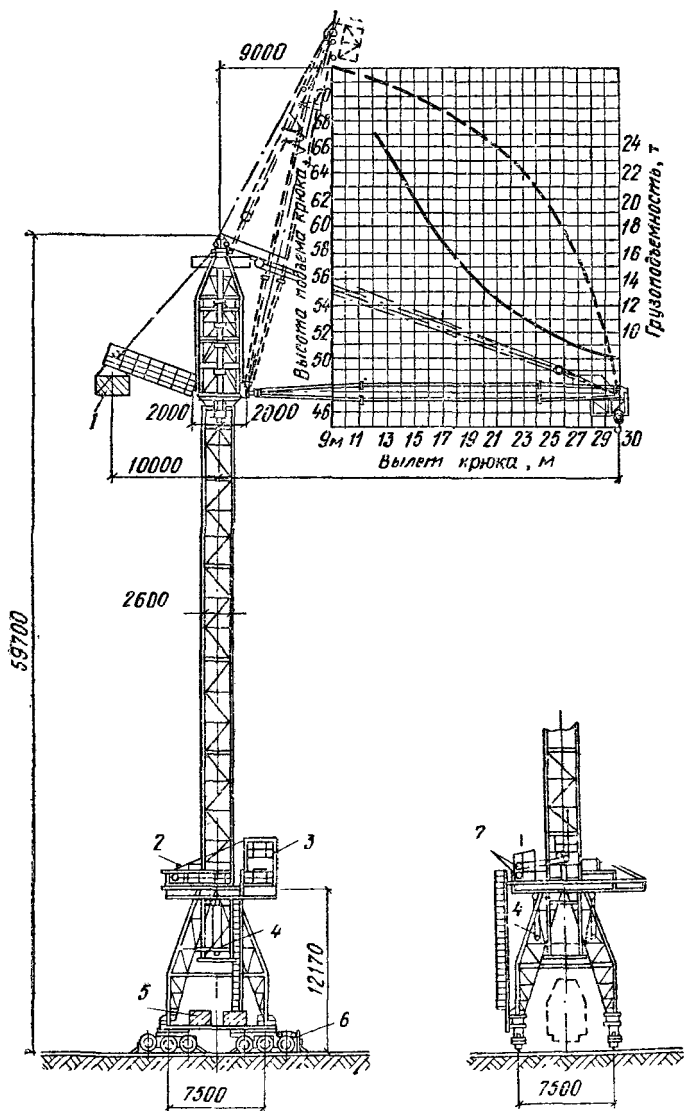


Рис. 81. Башенный кран БК-300

1 — контргруз; 2 — указатель вылета крюка; 3 — кабина; 4 — полиспаст подъема башни; 5 — балласт; 6 — трехколесная приводная тележка; 7 — лебедка крана (стреловая, поворота и грузовая)

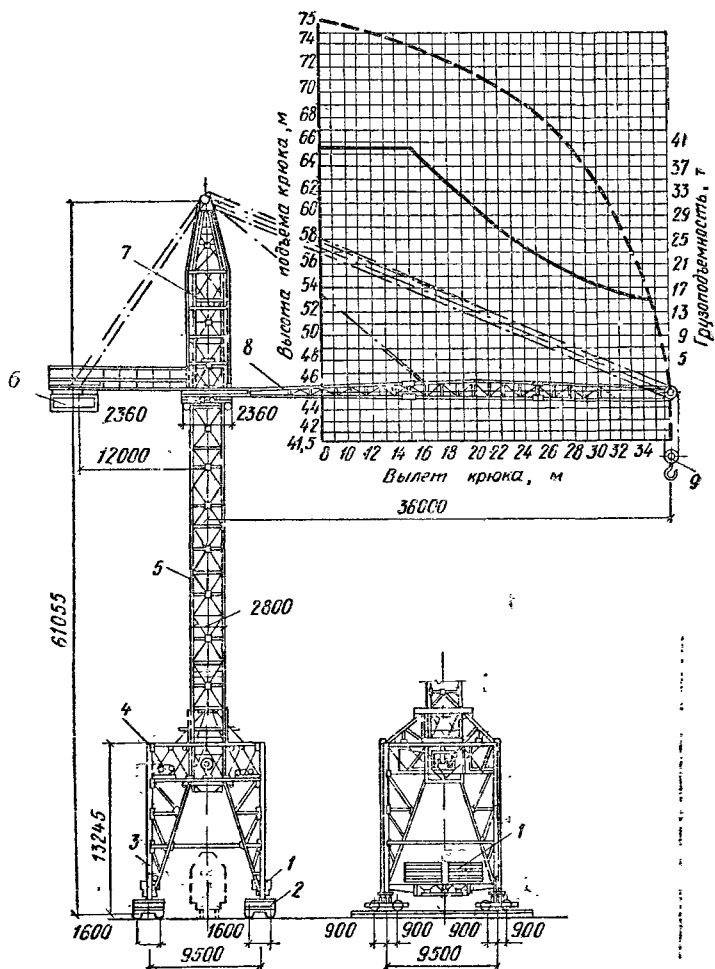


Рис. 82. Башенный кран БК-404

1 — балласт; 2 — ходовая тележка; 3 — портал; 4 — помещение лебедок; 5 — башня; 6 — противовес; 7 — оголовок; 8 — стрела; 9 — крюковая обфйма

ного или железнодорожного кранов грузоподъемностью 25 т.

Башенные краны БК-404 (рис. 82) и БК-405 предназначены для монтажа конструкций мощных доменных печей, цехов и технологического оборудования других промышленных объектов. Максимальная грузоподъемность этих кранов 40 т.

Технические характеристики башенных кранов БК-404, БК-405

	БК-404	БК-405
Максимальная грузоподъемность, т	40	40
Максимальная высота подъема крюка, м	70	75
Максимальный вылет крюка, м	36	36
Скорость подъема груза, м/мин	7	7
Скорость вращения стрелы, об/мин	0,17	0,17
Мощность электродвигателей, кВт	71	71
Масса крана, т	237	237

Краны БК-404 и БК-405 несамоходные. передвижение их осуществляется с помощью горизонтальных полиспастов и лебедок грузоподъемностью 3 т. Лебедки с полиспастами располагаются с противоположных сторон по пути движения крана.

Эти краны монтируют способом подрачивания в такой последовательности: стреловым краном на специальной опоре монтируют верхние секции башни и часть поворотной головки, после чего монтируют портал, на раме которого собирают лебедки крана. Далее поднимают двумя полиспастами внутри портала верхние секции до высоты, позволяющей подвести следующую секцию башни, которая соединяется с ранее установленной, и т. д. Последнюю секцию башни окончательно закрепляют на портале. Монтаж крана заканчивают подъемом контргруза на консоль.

Башенный кран БК-406А (рис. 83) имеет наибольшую грузоподъемность 25 т, предназначен для монтажа стальных и железобетонных конструкций и технологического оборудования тех же объектов, которые сооружаются с помощью кранов БК-404.

Кран БК-406А отличается от крана БК-404 конструкцией стрелы и запасовкой полиспаста и является его модификацией.

Техническая характеристика башенного крана БК-406А

Максимальная грузоподъемность, т	25
Максимальная высота подъема крюка, м	80
Максимальный вылет стрелы, м	40
Скорость подъема груза, м/мин	12
Скорость вращения стрелы, об/мин	0,17
Мощность электродвигателей, кВт	71
Масса крана, т	236

Кран БК-406А несамоходный. Кабина управления размещена в башне. Кран монтируют методом подрачивания.

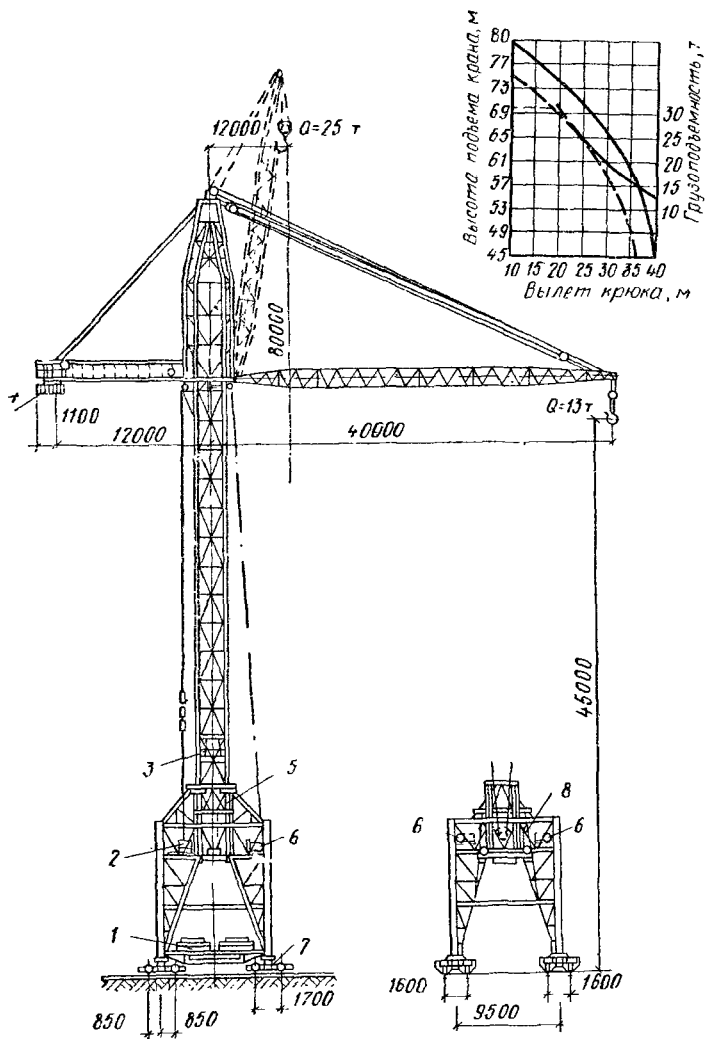


Рис. 83. Башенный кран БК-406А

1 — плиты балласта; 2 — лебедка поворота стрелы; 3 — кабина управления; 4 — контргруз; 5 — обойма для подъема башни; 6 — грузовая и стреловая лебедки; 7 — неприводные четырехколесные тележки; 8 — полиспаст подъема башни

Башенный кран БК-1425 (рис. 84) имеет грузоподъемность 75 т, наибольшую из серии башенных кранов.

Кран БК-1425 предназначен для монтажа металлических конструкций и технологического оборудования мощных доменных печей объемом 3200 м³, крупных теп-

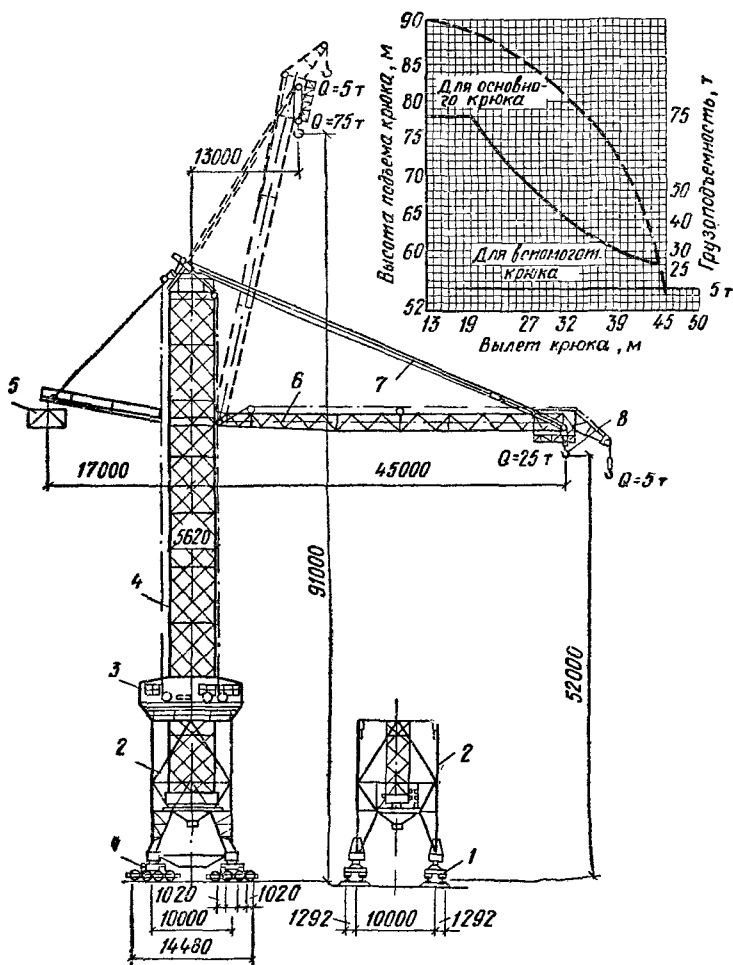


Рис. 84. Башенный кран БК-1425

1 — ходовые тележки; 2 — портал; 3 — отделение лебедок и кабина машиниста; 4 — башня; 5 — противовес; 6 — стрела; 7 — стреловой полиспаст; 8 — крюковая обойма

ловых электростанций и других промышленных сооружений.

Техническая характеристика крана БК-1425

Грузоподъемность, т:	
основным крюком на вылете 13—19 м	75
то же, на вылете 39 м	30
вспомогательным крюком на всех вылетах	5
Скорости подъема основного крюка, м/мин:	
полиспастом из 4 ветвей грузоподъемностью 30 т	2; 9; 16
полиспастом из 10 ветвей грузоподъемностью 75 т	0,8; 3,6; 6,4
Скорость подъема вспомогательного крюка, м/мин	9; 32; 55
Скорость поворота, об/мин	0,19
Скорость передвижений крана, м/мин	12,2
Общая мощность электродвигателей, кВт	200,5
Масса крана, т	393

Кран БК-1425 имеет четырехопорный портал с базой 10 м. Конструкция башни этого крана существенно отличается от конструкции башен кранов БК-300 и БК-406А. Она не имеет поворотной части в оголовке — поворотной является вся башня. Вращение башни осуществляется в опорно-поворотном устройстве, которое закреплено в верхней и нижней частях портала.

Усилие для вращений башни передается от привода на цевочное колесо, закрепленное на башне. Портал 2 крана опирается на восемь четырехколесных ходовых тележек 1, из которых четыре являются приводными.

Монтируют этот кран методом подрачивания и самоподъема с помощью двух встроенных полиспастов.

Для строительства малоэтажных зданий применяют легкие башенные краны, предназначенные для подъема строительных материалов, монтажа легких блоков и конструкций зданий.

Для строительства зданий средней этажности применяются более мощные башенные краны. Технические характеристики башенных кранов для строительства жилых зданий приведены в табл. 32.

В последние годы промышленными предприятиями выпускаются мобильные башенные складывающиеся краны МСК-3-5-20, МСК-5-20, МСК-8-20, МСК-10-20 и др.

Технические характеристики башенных кранов,
применяемых на строительстве зданий средней этажности

Показатель	Краны				
	БКМ-7-9	БКМ-14	БКМ-5-5А	С-390	Т-226-Э
Вылет крюка, м:					
наибольший	22	30	22	20	25
наименьший	4,2	5	4,5	10	10
Грузоподъемность, т:					
при наибольшем вылете крюка	7	5	5	1,5	4
при наименьшем вылете крюка	7	5	5	3	5
Высота подъема крюка, м:					
при наибольшем вылете	32	54	21,5	23	41
при наименьшем вылете	50	54	39	36	53
Скорость, м/мин:					
подъема груза	10	30	30	30	20
спуска груза	0—16	30	0—30	30	4—20
передвижения грузовой тележки	31	31	32	—	—
передвижения крана	32	32	32	30	20
Мощность электродвигателей, кВт:					
подъема груза	30	30	30	16	30
поворота стрелы	3,5	5	3,5	2,2	3,5
передвижения крана	2×7,5	2×11	2×7,5	2×3,5	2×5
подъема стрелы	2,8	16	2,8	7,5	11
передвижения тележки	2,2	2,2	2,2	—	—
Установленная мощность электродвигателей, кВт	53,5	75,2	53,5	32,7	54,5
База, м	6	8	4,5	3	6
Ширина колен, м	6	8	4,5	3	6
Масса крана, т	93	124	93	26,6	88

На рис. 85 показан мобильный складывающийся кран МСК-8-20. Башня этого крана опирается на поворотную платформу, соединенную с ходовой частью шариковым опорно-поворотным устройством. Ходовая часть опирается на четыре тележки 3, обеспечивающие

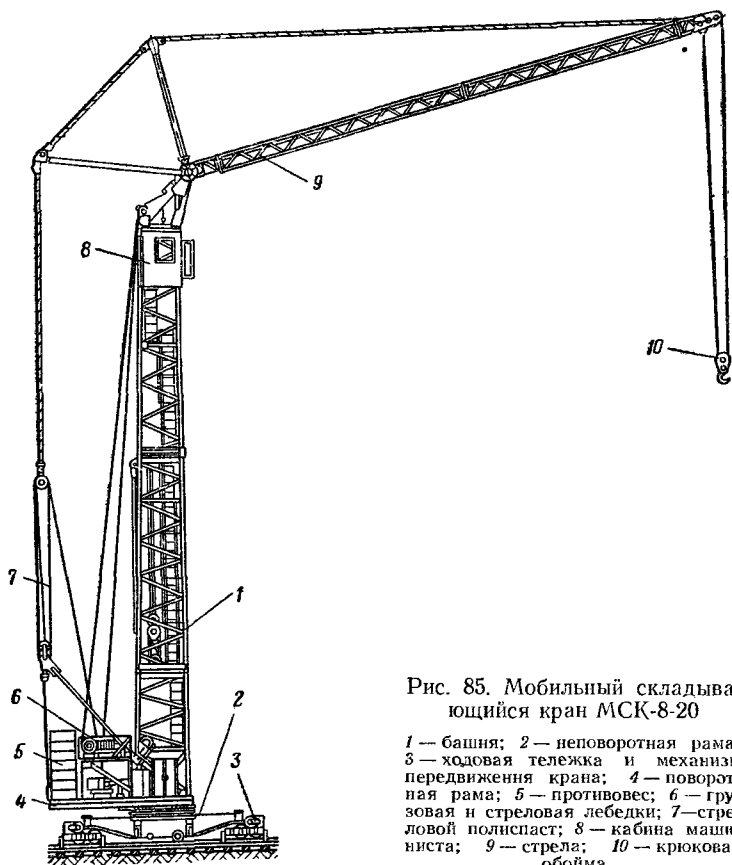


Рис. 85. Мобильный складывающийся кран МСК-8-20

1 — башня; 2 — неповоротная рама; 3 — ходовая тележка и механизм передвижения крана; 4 — поворотная рама; 5 — противовес; 6 — грузовая и стреловая лебедки; 7 — стреловой полиспаст; 8 — кабина машиниста; 9 — стрела; 10 — крюковая обойма

перевод крана по закруглениям малого радиуса. Грузовая лебедка 6 крана работает на нескольких скоростях, что позволяет монтировать различные по массе и габаритам конструкции и устанавливать их на небольшой посадочной скорости.

В средней части неповоротной рамы 2 установлены

Технические характеристики мобильных складывающихся кранов

Показатели	Краны			
	МСК-8-20	МСК-5-20	МСК-3-0-20	МБТК-80
Грузоподъемность, т	8	5	3,2—5	4—5
Вылет крюка, м:				
наибольший	20	20	20	20
наименьший	10	10	10	10
Высота подъема крюка, м, при вылете, м:				
20	28	26	25	28
10	38	38	37	42
Скорость, м/мин:				
подъема груза	7, 15	15, 30	15; 30	20; 49
опускания груза	2,5; 9	3,5; 15	3, 5; 15	3
передвижения крана	25	25	21	30
Скорость вращения поворотной платформы, об/мин	0,6	0,6	0,75	0,74
Мощность электродвигателей, кВт	32	32	36,7	46,7
База и колея ходовой части, м	5×5,5	4×4,5	4×4	5×5
Масса крана общая, т	58	52,7	43	44
В том числе балласта	20	28,7	20	15

две оси, на которых закреплены четыре пневматических колеса, используемых при транспортировании крана.

Конструкция стрелы 9 крана обеспечивает складывание стрелы без разборки и размещение ее на башне. Кабина машиниста 8 находится в верхней секции башни.

Управляют краном из кабины машиниста или с выносного пульта. Перевод кранов из транспортного положения в рабочее осуществляется в зависимости от типа кранов за 4—6 ч.

Технические характеристики мобильных складывающихся кранов приведены в табл. 33.

На строительстве многоэтажных промышленных зданий и сооружений применяют тяжелые башенные краны, в частности башенный кран БКСМ-14 (рис. 86) грузо-

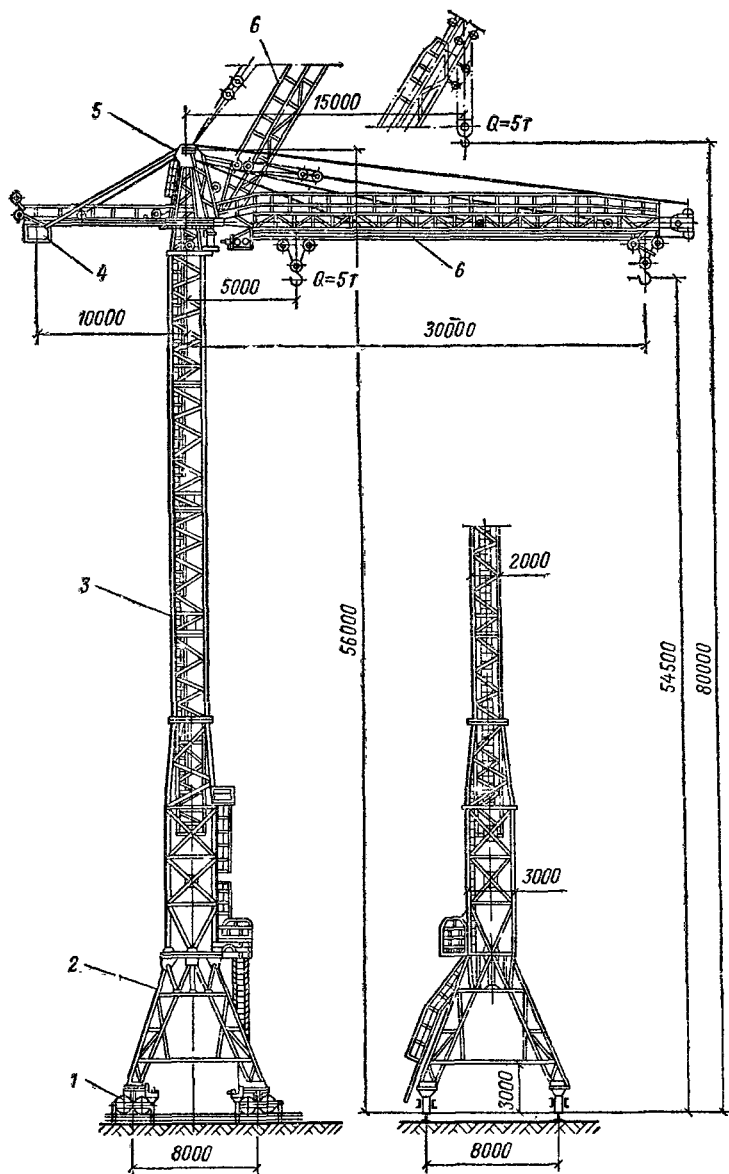


Рис. 86. Башенный кран БКМ-14

1 — ходовая тележка и механизм передвижения крана; 2 — портал; 3 — башня; 4 — противовес; 5 — оголовок; 6 — стрела

**Технические характеристики передвижных башенных кранов
серии КБ**

Показатель	Нормы по типоразмерам							
	КБ-1	КБ-2	КБ-3	КБ-4	КБ-5	КБ-6	КБ-7	КБ-8
Номинальный грузовой момент, т·м	25	60	100	160	250	400	630	1000
Наибольшая грузоподъемность, т	3	5	5	8	20	25	40	50
Грузоподъемность на наибольшем вылете, т	1,5	3	4	8	10	9	13	16
Наибольший вылет, м	18	20	25	20	25	35	40	45
Высота подъема крюка на наибольшем вылете, м	21	21	32	36	36	46	47	53
Скорость подъема и опускания груза, м/мин	18—60			10—80			8—60	
Скорость плавной посадки груза, м/мин, не более	6	5		3		2		
Скорость вращения крана, об/мин	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,32	0,25	0,2
Масса крана (без балласта и противовеса) не более, т	13	25	33	50	80	120	165	215

Примечание. Цифры 1, 2, 3 и т. д. в графе «Нормы по типоразмерам» обозначают размерные группы.

подъемностью 5 т с максимальной высотой подъема груза 80 м.

Для ликвидации разнотипности в производстве башенных кранов ВНИИСтройдормашем разработаны типажы кранов единого ряда серии КБ. Главный параметр типажы — грузовой момент в т·м, равный произведению максимального вылета стрелы на грузоподъемность, соответствующую этому вылету.

Типаж охватывает краны для массового строительства с грузовыми моментами 25—400 т·м и строительно-монтажные краны с грузовыми моментами 630—1000 т·м.

Краны КБ-1, КБ-2, КБ-3, КБ-4 предназначаются главным образом для жилищного, а краны КБ-5, КБ-6, КБ-7, КБ-8 — для промышленного строительства. Краны единого ряда комплектуются из ограниченного количества унифицированных узлов.

Так, для комплектования указанных типоразмеров кранов массового строительства требуются всего четыре типоразмера лебедок, один типоразмер кабины управления, три типоразмера механизмов поворота, два типоразмера ходовых устройств и т. д.; одни и те же унифицированные узлы могут быть установлены на различных кранах этого типа.

Узлы указанных кранов (ходовая часть, поворотная платформа, башня, стрела и механизмы) максимально унифицированы. В табл. 34 приведены основные параметры передвижных башенных строительных кранов серии КБ по ГОСТ 13555—68.

Все башенные краны серии КБ изготавливают по единой конструктивной схеме. На рис. 87 показана конструктивная схема башенного крана серии КБ-160.1.

Башня изготовлена из трех частей: нижней неподвижной основной секции, внутренней секции и оголовка.

Нижняя секция изготовлена из трубы диаметром 1020×8 мм. В нижней ее части приваривают две опоры с проушинами для крепления башни к поворотной платформе. На высоте 5 м от нижней опоры приварено кольцевое усиление для крепления подкосов к поворотной раме.

В верхней части трубы приваривается опора для четырех канатных блоков механизма выдвижения и замков для закрепления внутренней трубы в поднятом положении. Внутренняя выдвижная секция башни изготовлена из трубы диаметром 920×8 мм, в нижней части которой закреплены два канатных блока механизма выдвижения этой секции вверх.

Верхняя секция башни выдвигается грузовой лебедкой, с которой предварительно сматывают грузовой канат.

Стрела 12 крана изготовлена из труб. Она удерживается стреловым полиспастом 9, неподвижная обойма которого прикреплена к поворотной платформе 4 анкерной тягой.

Машинист поднимается в кабину по лестнице, размещенной внутри башни.

В табл. 35 представлена номенклатура башенных кранов, серийно выпускаемых заводами Минстройдормаша

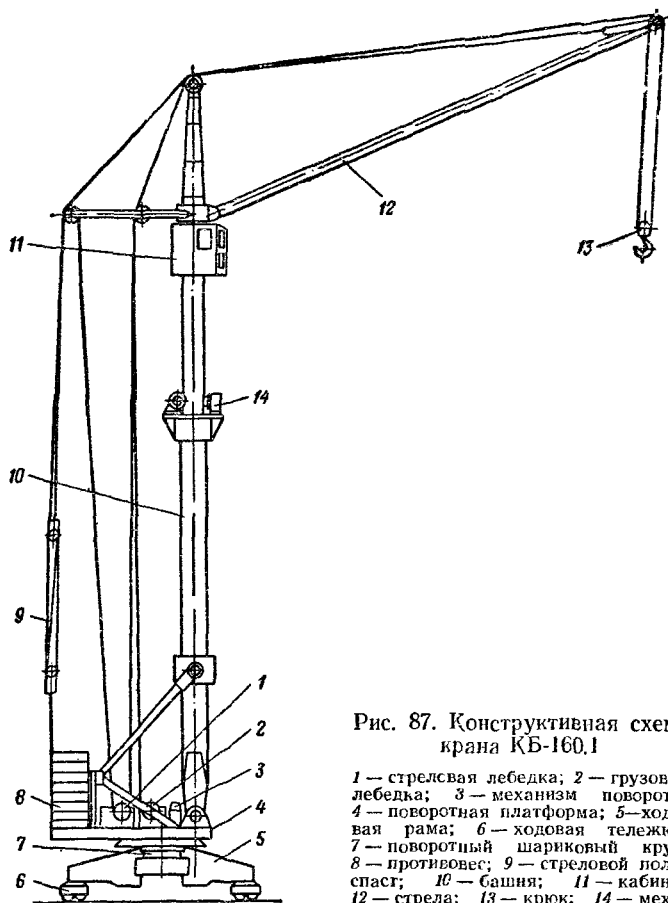


Рис. 87. Конструктивная схема крана КБ-160.1

1 — стреловая лебедка; 2 — грузовая лебедка; 3 — механизм поворота; 4 — поворотная платформа; 5 — ходовая рама; 6 — ходовая тележка; 7 — поворотный шариковый круг; 8 — противовес; 9 — стреловой полиспаст; 10 — башня; 11 — кабина; 12 — стрела; 13 — крюк; 14 — механизм выдвижения башни

(Министерства строительного дорожного и коммунального машиностроения).

В целях безопасной работы все башенные краны серии КБ оснащают следующими ограничителями, автоматически отключающими механизмы крана:

Технические характеристики башенных кранов, серийно выпускаемых заводами Минстройдормаша

Показатель	КБ-100 передвижной	КБ-160 передвижной	КБ-573 приставной	КБ-306 (С-981) передвижной	КБ-674 передвижной	КБ-674-5 передвижной
Грузовой момент, т·м	100	160—125	160	100	400	250
Грузоподъемность, т:						
максимальная	5	8	8	8	25	25
на наибольшем вылете	5	5	4	4	10	3,2
Вылет, м:						
наибольший	20	25	40	25	35	50
наименьший	10	13	2,5	12,5	4	4
Высота подъема крюка, м	21—33	46—60	150	40—53	46	70
Скорость, м/мин:						
подъема и опускания груза	20	40	20—40	13,5—27	10—30	8,5—24
плавной посадки груза	3—5	8—10	3—5	3—5	0,98—16,5	1,4—28
передвижения грузовой тележки	—	—	25	—	13—30	13—30
передвижения крана	31,4	19,7	—	20	12	12
Скорость поворота стрелы с грузом, об/мин	0,7	0,6	0,6	0,7	0,06—0,5	0,06—0,5
Установленная мощность, кВт	34	58	74	49,5	116,2	116,2
Масса без балласта и противовесов, т	54,2	49,5	113,7	35,8	117	137

передвижения крана при подходе его к тупику;
 вылета стрелы (грузовой тележки) при подходе стрелы (грузовой тележки) к конечному положению;
 поворота крана, ограничивающих поворот крана в одну сторону более двух оборотов;

высоты подъема груза при подходе крюковой обоймы к оголовку стрелы;

грузоподъемности грузовой и стреловой лебедки при подъеме груза, масса которого на 10% превышает номинальную грузоподъемность крана на данном вылете.

Подкрановые пути башенных кранов

От правильного устройства подкрановых путей и качества работ при их сооружении зависит бесперебойная

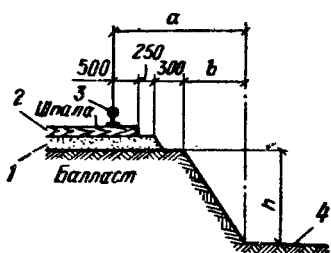


Рис. 88. Схема укладки первой нитки подкранового пути

1 — балласт; 2 — шпала; 3 — рельс;
 4 — котлован

и безопасная работа башенного крана, поэтому устройству подкрановых путей следует уделять серьезное внимание. Подкрановые пути для башенных кранов должны размещаться в каждом отдельном случае в соответствии с проектом, при этом, как правило, используются имеющиеся типовые проекты.

Подкрановый путь состоит из нижнего строения — земляного полотна и верхнего строения — балластного слоя, шпал и рельсов со креплениями (накладки, подкладки, болты, костыли).

Пути укладывают на прочном основании, которое не должно давать осадки. При использовании насыпного грунта необходимо его послойно уплотнять.

В котловане первая нитка рельса подкранового пути укладывается на безопасном расстоянии от края котлована в зависимости от его глубины. На рис. 88 показана схема укладки первой нитки рельса подкранового пути.

Отношение $\frac{h}{b}$ должно быть не менее 1 для песчаного, 1,35 для насыпного и 0,7 для глинистого грунта.

Рельсовые пути укладывают на шпалы, которые в свою очередь кладут на балласт. Наиболее целесообразно

но использовать в качестве балласта щебень, в этом случае давление от шпал передается на большую площадь земляного полотна. Щебеночный балласт, кроме того, хорошо пропускает воду, чем предохраняет шпалы от гниения. В последнее время широко применяют железобетонные шпалы с предварительно-напряженной арматурой.

Для укладки балласта готовят траншею глубиной 200—450 мм (в зависимости от грузоподъемности крана). Дно траншеи засыпают песком, на который укладывают щебеночный балласт слоем толщиной не менее 300 мм.

Для легких кранов грузоподъемностью до 3 т разрешается применять более дешевый балластный слой из речного песка. Балластный слой уплотняют, выравнивают, после чего укладывают шпалы и рельсы.

Расстояние между смежными шпалами должно быть 750—400 мм в зависимости от грузоподъемности крана. При устройстве подкрановых путей башенных кранов допускается укладывать через одну короткие (длиной 1,35 м) и длинные шпалы. При колее более 4 м рельсы путей связывают между собой металлическими стяжками через каждые 4 м. На концах подкранового пути должны быть установлены тупики.

Самоподъемные краны

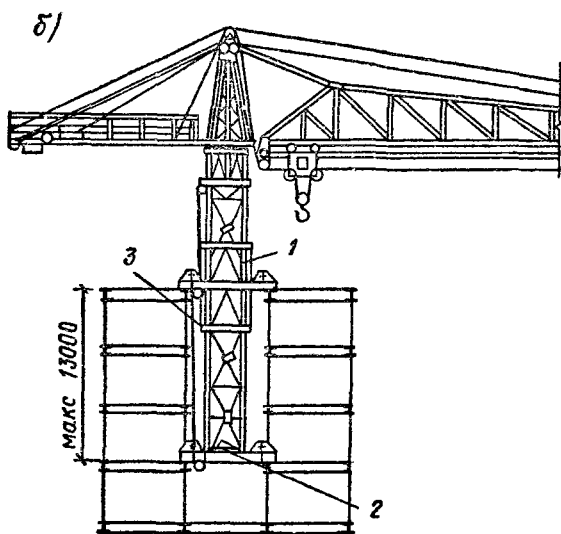
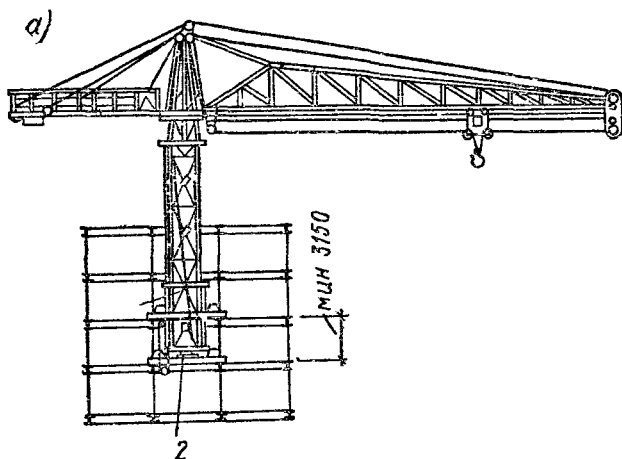
Если для монтажа инженерных сооружений значительной высоты — башен, дымовых труб, строительных конструкций многоэтажных зданий — невозможно применить наземные краны, пользуются специальными самоподъемными кранами. Эти краны при работе опираются на смонтированные ими конструкции и сооружения и перемещаются вверх по мере возведения конструкций.

Самоподъемные краны разделяются на башенные и специальные. Самоподъемные башенные краны типа УБК (универсальные башенные краны, рис. 89) имеют грузоподъемность до 15 т. Они состоят из башни и поворотной головки с площадкой противовеса и стрелой. На площадке противовеса установлены лебедки: грузовая, передвижения грузовой тележки и поворота.

К нижнему поясу стрелы с вылетом 20—30 м прикреплен монорельс, по которому перемещается грузовая тележка. Башня крана имеет у основания опорные балки с

откидными опорами, которыми кран опирается на смонтированные конструкции.

На башню крана надета обойма 1, снабженная также откидными опорами. С помощью специального полиспаста 3 и лебедки 2, установленной в основании башни, обойма может перемещаться вдоль башни, что позволяет поднимать кран на новую отметку.



Специальные самоподъемные краны имеют грузоподъемность 1,5—8 т, вылет стрелы небольшой — до 5—8 м.

Конструктивные схемы и решение узлов специальных самоподъемных кранов зависят от характера монтируемого сооружения. Приводные механизмы таких кранов могут устанавливаться на самих кранах либо у основания сооружения.

На рис. 90 дана схема перемещения специального самоподъемного крана типа ПКР по конструкциям монтируемой решетчатой башни. На рис. 90, а показаны подъем и установка монтируемых конструкций, на рис. 90, б — перемещение обоймы крана относительно мачты, опирающейся на смонтированные конструкции; на рис. 90, в — перемещение мачты относительно обоймы, закрепленной на смонтированных конструкциях. Поднятая в новое положение мачта может поднять очередной монтируемый элемент и установить его на ранее смонтированные.

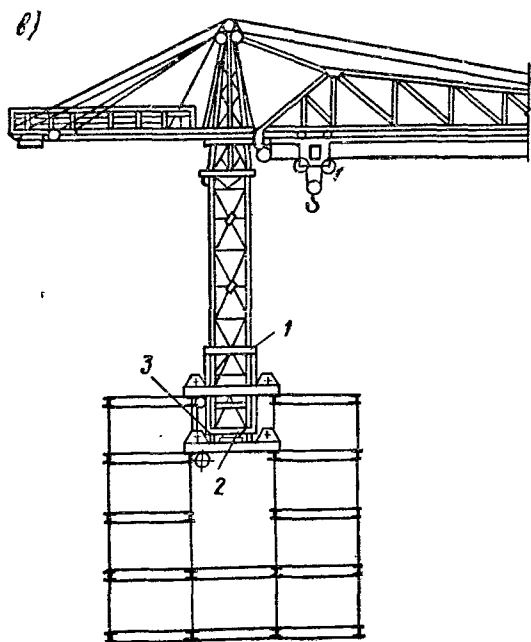
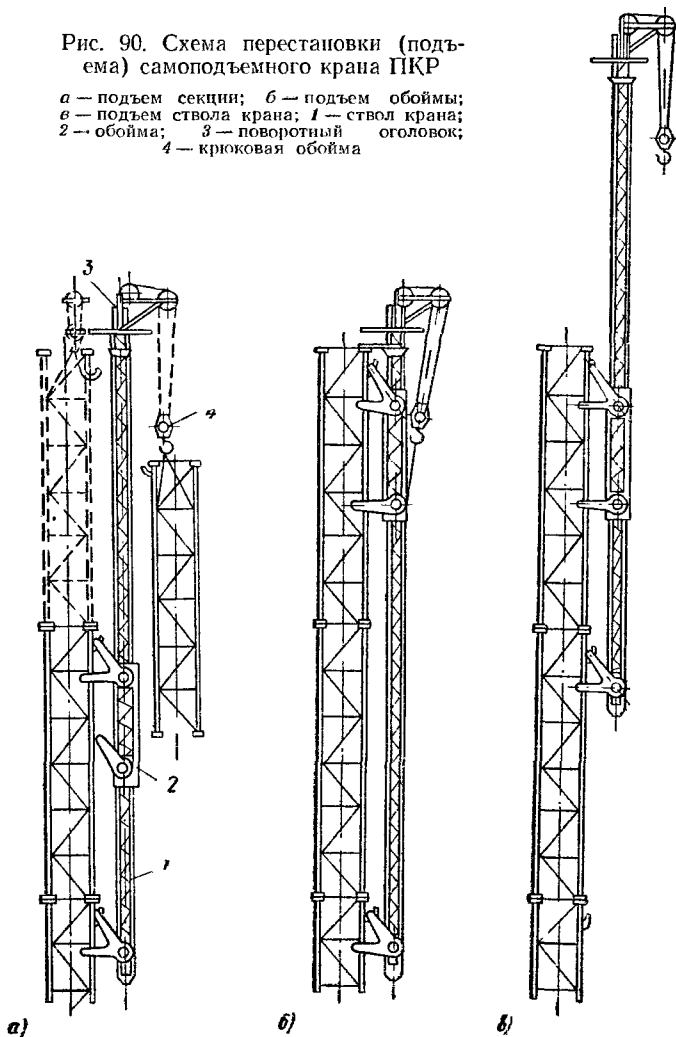


Рис. 89. Схема перестановки (подъема) самоподъемного крана УБК
а — рабочее положение; б — подъем обоймы; в — подъем крана; 1 — обойма;
2 — подъемная электролебедка; 3 — полиснасть для подъема крана

Высота подъема груза самоподъемными кранами ограничивается канатоемкостью барабанов грузовых лебедок, обслуживающих краны. Существующие конструкции самоподъемных кранов позволяют поднимать монтируемые элементы на высоту до 200 м. При монтаже конструкций башни Московского телецентра был применен самоподъемный кран с большей высотой подъема.

Рис. 90. Схема перестановки (подъема) самоподъемного крана ПКР

a — подъем секции; *б* — подъем обоймы; *в* — подъем ствола крана; *1* — ствол крана; *2* — обойма; *3* — поворотный оголовок; *4* — крюковая обойма



Приставные краны

Для строительства высотных зданий высота подъема груза у существующих башенных кранов является недостаточной, поэтому в таких случаях применяют приставные (прислонные) башенные краны — краны, башня которых при ее большой высоте, находящаяся рядом с наружной стороны строящегося здания, прикрепляется в зависимости от высоты строящегося здания в нескольких местах.

Приставные краны могут применяться на строящихся объектах, имеющих только жесткий каркас (железобетонный, металлический). Приставные краны могут обеспечить возможность возведения здания высотой до 105 м.

Верхняя часть этого крана такая же, как и у башенных кранов общего назначения типа УБК или БКСМ. В нижней части крана устанавливают трехопорный портал на ходовых тележках, служащий для передачи горизонтальной нагрузки и имеющий винтовое устройство для подрачивания башни снизу при монтаже крана.

На рис. 91 показан приставной кран КП-10 грузоподъемностью 10 т, вылетом крюка 5 м. Кран может работать как обычный самоходный башенный кран до высоты подъема груза 56 м без прикрепления к строящемуся зданию (рис. 91, а).

Высота башни увеличивается путем подрачивания секции башни снизу и прикрепления ее к стене строящегося здания (рис. 91, б) для его рабочего положения. Передвижение крана в другую зону монтажа может производиться только без груза с дальнейшим закреплением башни крана в новом рабочем положении.

Первое закрепление башни крана производится на высоте 40 м с дальнейшим закреплением через каждые 30 м по вертикали. Башня 3 крана трехгранного сечения опирается на площадку, служащую для подъема башни и закрепляемую в рабочем положении на раме ходовой части крана, которая для устойчивости заполняется бетоном. Трехопорный портал 1 крана высотой 15 м опирается на ходовую часть крана, которая устанавливается на приводные двухколесные ходовые тележки 2.

Стрела 6 крана длиной 36 м несет на себе грузовую тележку и удерживается в двух местах стреловыми расчалками. На противовесной консоли 7 установлены грузовая лебедка, механизмы передвижения грузовой те-

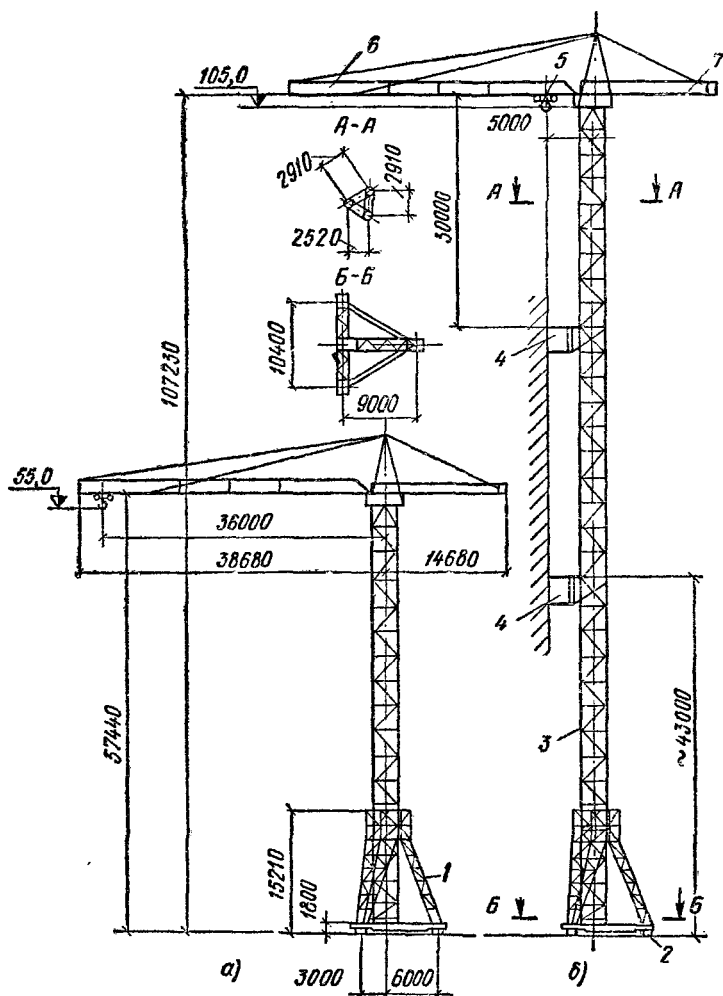


Рис. 91. Общий вид приставного крана КП-10

a — без прикрепления к строящемуся зданию; *b* — с прикреплением к строящемуся зданию; 1 — портал; 2 — ходовые тележки; 3 — башня; 4 — рамки закрепления башни; 5 — грузовая тележка; 6 — стрела; 7 — противовесная консоль

лежки 5 и поворота стрелы, консоль противовеса также удерживается расчалками.

В табл. 36 приводятся технические характеристики некоторых приставных башенных кранов.

Технические характеристики приставных башенных кранов

Показатель	Кран		
	БК-180	КП-10	УБК-5-50Пр
Грузоподъемность, т:			
на минимальном вылете	8	10	5
на максимальном вылете	5	5	5
Вылет крюка, м:			
минимальный	2,5	5	3
максимальный	30	36	31,5
Высота подъема крюка, м	110	105	98
Рабочие скорости, м/мин:			
подъема груза	20	4,25—1,37	20
передвижения грузовой тележки	15	23	8
поворота стрелы, об/мин	0,6	0,27	0,2
Мощность электродвигателей, кВт:			
грузовой лебедки	30	52,5	30
механизма передвижения грузовой тележки	3,5	5	2,2
механизма поворота стрелы	5,2	3,5	3,8
Масса крана, т:			
без контргруза и балласта	76	149	136
общая	122	179	148

Выбор типа башенного крана и его рациональное использование

Производительность башенного крана в значительной мере зависит от расположения подкрановых путей на строительной площадке.

Башенный кран должен устанавливаться на минимальном расстоянии от возводимых сооружений, а разрыв между конструкциями крана и выступающими частями

строящихся объектов должен быть не менее 700 мм. При проектировании расположения подкрановых путей кран следует располагать так, чтобы в «мертвую зону» не попадали части строящихся объектов. При выборе типа башенного крана следует учитывать, что его грузоподъемность должна позволять поднимать все элементы при наиболее рациональном их укрупнении на наибольшую высоту.

С увеличением грузоподъемности крана растут эксплуатационные расходы и стоимость машино-смены данного крана, поэтому не следует выбирать кран с излишней грузоподъемностью.

Работа башенных кранов (обычно в 2—3 смены) должна быть организована так, чтобы эти краны максимально использовались только для подъемных и монтажных операций.

Часто башенные краны большой грузоподъемности используют на погрузочно-разгрузочных операциях; необходимо рекомендовать производить эти операции кранами других типов соответствующей грузоподъемности.

§ 36. ГУСЕНИЧНЫЕ КРАНЫ

Гусеничные краны являются универсальными. Они обладают сравнительно высокой маневренностью, транспортабельностью и большой грузоподъемностью; в отличие от автомобильных они не требуют устройства хороших дорог.

Гусеничные краны нашли широкое применение как в жилищном, так и в промышленном строительстве.

Промышленностью выпускаются гусеничные краны грузоподъемностью 6,3—160 т двух типов: универсальные краны-экскаваторы и специальные монтажные краны.

По грузоподъемности гусеничные краны разделяются на три группы: легкие — до 10 т, средние — до 30 т и тяжелые — более 30 т.

Основными элементами гусеничного крана являются: ходовая часть; поворотная платформа с механизмами; рабочее оборудование.

В ходовую часть крана входят опорная рама и две гусеничные тележки многоопорного типа (рис. 92).

На рис. 93 показана кинематическая схема механизмов привода ходовой части гусеничного крана.

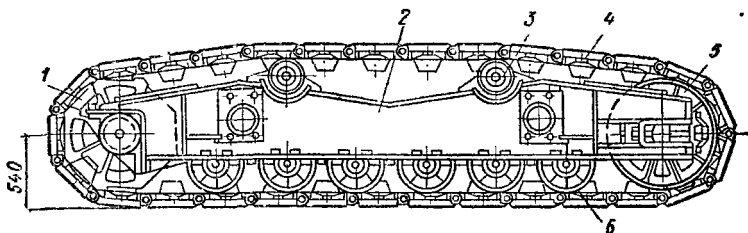


Рис. 92. Гусеничная тележка крана

1 — ведущее колесо; 2 — рама; 3 — поддерживающее колесо; 4 — траки; 5 — ведомое колесо; 6 — опорные катки

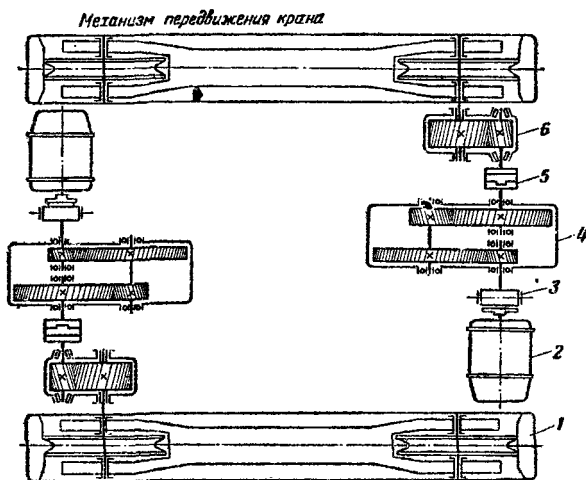


Рис. 93. Кинематическая схема механизмов привода ходовой части гусеничного крана

1 — гусеничная тележка; 2 — электродвигатель; 3 — муфта-тормоз; 4 — редуктор; 5 — кулачковая муфта; 6 — промежуточный редуктор

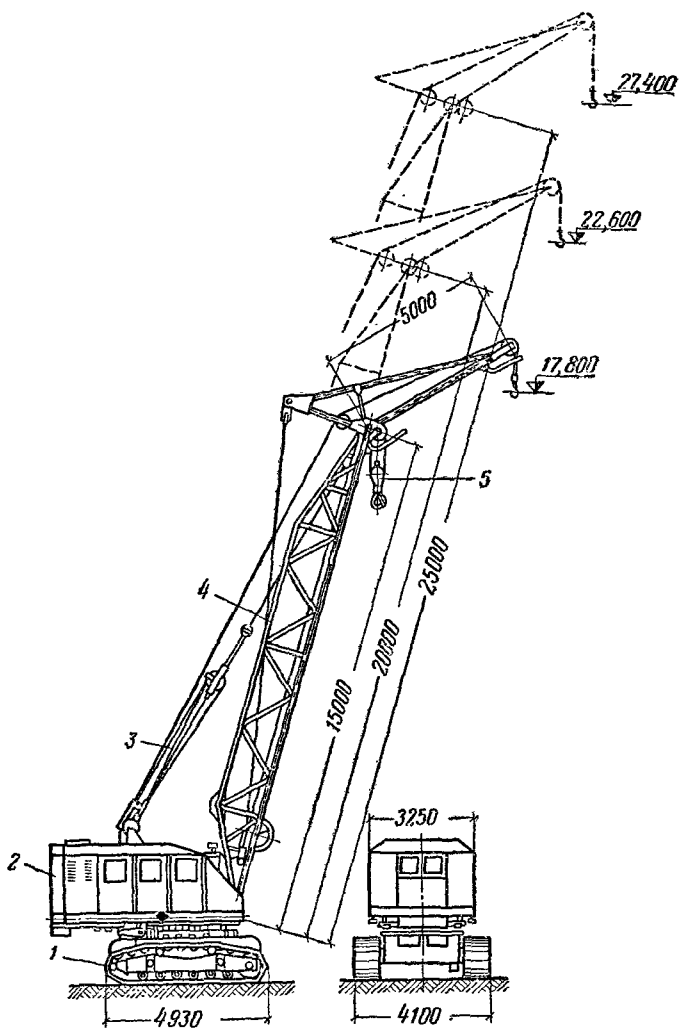


Рис. 94. Гусеничный кран СКГ-30А

1 — гусеничная тележка; 2 — кабина крана; 3 — стреловой полиспаст; 4 — стрела; 5 — крюковая обойма

На поворотной платформе крана смонтированы: лебедка основного подъема, лебедка подъема стрелы, механизм вращения, силовая установка, пульт управления и кабина. Рабочее оборудование гусеничных кранов состоит из стрелы, системы полиспастов, грузового крюка или грейфера.

В табл. 37 даны технические характеристики отечественных кранов на гусеничном ходу.

Монтажный кран СКГ-30А (рис. 94) — полноповоротный кран грузоподъемностью 30 т на гусеничном ходу с дизель-электрическим многомоторным приводом переменного тока (с возможностью питания от внешней электросети). Кран предназначен для монтажа стальных и железобетонных конструкций, а также для монтажа технологического оборудования в промышленном строительстве.

На этом кране применена типовая поворотная платформа.

Он является модификацией крана СКГ-30, имеет одинаковую с ним техническую характеристику, кинематику механизмов, электротехническую схему и отличается только конструкцией стрелы. На кране СКГ-30А установлена стрела трехгранного сечения, изготовленная из труб, оснащенная гуськом длиной 5 м. *Монтажный кран СКГ-30/10* также является модификацией крана СКГ-30 и отличается от него только башенно-стреловым исполнением.

Кран оснащен основной стрелой решетчатой конструкции длиной 15 м, которая может быть удлинена вставными секциями до 20 и 25 м. Стрела длиной 25 м оборудована гуськом; при производстве специальных работ можно увеличивать длину стрелы до 45 м.

На кране установлены ограничители грузоподъемности, изменения вылета стрелы и высоты подъема крюка. При подъеме груза на высоту выше допустимой срабатывает ограничитель грузоподъемности, при этом на пульте управления загорается сигнальная лампа, показывающая, что ограничитель разомкнул цепь управления.

Управление механизмами ведется с помощью командоконтроллеров — аппаратов, позволяющих производить переключения во вспомогательных цепях управления.

Монтажный кран Э-1254 (рис. 95) грузоподъемно-

Таблица 37

Технические характеристики монтажных кранов на гусеничном ходу

Краны	Привод	Грузоподъемность, т	Длина основной стрелы, м	Вылет крюка, м	Высота подъема крюка, м	Скорость			Двигатель		Габариты, мм			Масса крана с основной стрелой, т
						подъема и опускания груза, м/мин	вращения вращающейся платформы, об/мин	передвижения крана, км/ч	тип	мощность, кВт	длина основной стрелы	ширина	высота	
СКГ-160	ДЭ	160	30	6,25	30	0,23—3,2	0,22	0,48	1Д12В	220	30 000	7000	6210	206
МКГ-100	ДЭ	100	21	6,5	20	0,5—3	0,5	0,5	ЯМЗ-236	131	21 000	7000	4250	131,5
КС-8161	ДЭ	100	20	6	20	0,5—3	0,25	0,48	1Д6Б	110	20 000	6300	4645	132,5
(СКГ-100)														
СКГ-63А	ДЭ	63	15	5	14,5	0,7—5	0,27	0,7	1Д6Б	110	15 000	5000	4365	88,7
ДЭК-50	ДЭ	50	15	5	14	0,8—5	0,25	0,45	У1Д6	110	15 000	5000	7200	91
СКГ-40	ДЭ	40	15	4,5	14	0,75—51	0,45	0,8	6ЧН-12/14	88	15 000	4100	4100	58
СКГ-30А	ДЭ	30	15	5	14	0,75—6	0,55	0,7	КДМ-100	73	15 000	4100	4900	61,6
ДЭК-251	ДЭ	25	14	4,75	13,5	1—10	0,3—1	1	Д-108	74	15 000	4400	4300	36,2
МКГ-25	ДЭ	25	12,5	4,2	12	0,9—6	0,56	0,75	Д-108	74	12 500	3200	3790	39
МКГ-16М	ДЭ	16	10	4	10	2,3—3,3	0,4—1,7	0,63—3	АСМД-7Е	55	11 000	3200	3690	29
МКГ-10А	ДМ	10	10	4	10	3—17	0,3—1,7	0,87—4	СМД-14	55	10 000	3200	3500	20
МКГ-6,3	ДМ	6,3	10	4	10	4—19	0,4—2	1—2,6	СМД-14	55	10 000	3000	3580	16
Э-1254	ДМ	20	12,5	4	10,7	4,6—24	1,4—5	0,4—1,5	2Д6	88	10 000	3200	4200	40
Э-2508	ДМ	60	15	4,4	13,7	1,1—12,3	0,4—4	0,15—1,7	2Д-12Б	220	15 000	4150	4200	80,5

Примечание. В скобках указан старый индекс крана. ДЭ — дизель электрический; ДМ — дизель механический.

стью 20 т, дизельный, предназначается для монтажа металлических и железобетонных конструкций, технологического оборудования, технологических трубопроводов и погрузочно-разгрузочных работ на объектах промышленного и жилищного строительства. Он выпускается на базе крана экскаватора Э-1252. Кран Э-1254 оснащен двухскоростным редуктором и стрелоподъемной лебедкой с независимым приводом, позволяющим перемещать с двумя скоростями механизмы крана: главную лебедку и механизм поворота и передвижения крана. Привод механизмов кранов экскаваторов Э-1252 и Э-1254 осуществляется от дизеля 2Д6 мощностью 88 кВт. Кран Э-1254 имеет основную стрелу длиной 12,5 м, которая может быть удлинена сменными секциями до 20, 25 и 30 м.

Кран может быть оснащен сменным рабочим оборудованием башенного крана, состоящим из башни и стрелы длиной 17,75 м с основным и дополнительным крюками.

Управление основными механизмами крана — гидравлическое, вспомогательными механизмами — рычажное. Кран оборудован ограничителями грузоподъемности, высоты подъема крюков и стрелы.

В настоящее время вместо крана Э-1254 на базе экскаваторных узлов выпускается кран Э-1258Б, техническая характеристика которого аналогична характеристике крана Э-1254. На кране Э-1258Б снижены скорости подъема и спуска основного крана, вращения поворотной части. На кране установлена более мощная силовая установка У2Д6-С2 мощностью 95 кВт.

Монтажный кран Э-2508 изготовлен на базе экскаваторных узлов, дизельный, одномоторный, имеет основной и вспомогательный подъемы грузоподъемностью 60 и 5 т. Длина стрелы 15 м, она может быть удлинена до 30 и 40 м, кроме того, стрела может быть оснащена гуськом длиной 7,5; 11, 17 и 20 м. Грузоподъемность этого крана 60 т:

Привод механизмов крана механический, от дизеля марки 2Д12Б мощностью 220 кВт.

В кинематической схеме привода крана установлен двухскоростной редуктор, позволяющий получать посадочную скорость 1,36 м/мин, скорость подъема 1,19 м/мин и скорость вращения крана 0,42 м/мин.

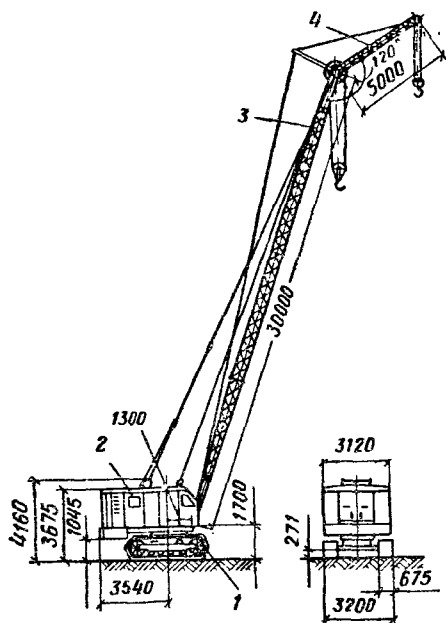


Рис. 95. Монтажный кран Э-1254

1 — гусеница; 2 — кабина; 3 — стрела; 4 — гусек

Опускание груза и стрелы выполняется на режиме двигателя и торможения. Включение всех механизмов крана осуществляется фрикционными муфтами и системой пневматического управления.

Кран оборудован ограничителями высоты подъема стрелы, грузоподъемности, указателем допустимой грузоподъемности и, в зависимости от наклона стрелы, креномером.

Монтажный кран МГК-25 (рис. 96) грузоподъемностью 25 т, дизель-электрический, многомоторный, работает на трехфазном токе напряжением 380 В от собственной электростанции ДЭС-50; может работать также и от внешнего питания.

Кран предназначен для монтажа металлических конструкций, сборного железобетона и технологического оборудования в промышленном строительстве. Он оснащен основной стрелой решетчатой конструкции длиной

12,5 м, которая может увеличиваться до 32,5 м двумя вставками по 10 м. На жестком оголовке стрелы 3 устанавливаются гусек 4 длиной 5 м.

Лебедка главного подъема имеет две скорости подъема и три скорости опускания груза. Скорости всех рабочих движений крана соответствуют требованиям производства монтажных работ.

На механизме передвижения (на каждой гусенице) установлены по два редуктора — двухступенчатый и планетарный и, кроме того, двухскоростные электродвигатели, что дает возможность изменять скорость передвижения крана в широких пределах. Все механизмы крана оснащены электрогидравлическими тормозами. Кран имеет ограничители грузоподъемности и высоты подъема.

Монтажный кран СКГ-63А (рис. 97) грузоподъемностью 63 т предназначен для монтажа тяжелых строительных конструкций, технологического оборудования и работ, связанных с подъемом тяжелого груза.

Этот кран дизель-электрический, с индивидуальными электродвигателями на каждый механизм крана. Он питается от собственной электростанции АД-100-Т/400 (УЗ4А) с дизелем 1ДББ мощностью 110 кВт, но может также работать и от внешней электросети трехфазного тока 380 А.

Основная стрела 4 крана длиной 15 м трехгранного сечения изготовлена из бесшовных труб. С помощью вставок стрелу можно удлинить до 20, 25, 30, 35 и 40 м. Кран имеет также башенно-стреловое оборудование из стрелы длиной 35 м и маневрового клюва 5 длиной 19 и 25 м.

При работе с этим стреловым оборудованием стрела 4 устанавливается почти вертикально, выполняя при этом роль башни.

На поворотной платформе установлены все механизмы крана, выполненные в виде самостоятельных блоков, что значительно облегчает их монтаж и эксплуатацию.

Ходовая часть крана состоит из двух гусениц, каждая из которых имеет самостоятельный механизм передвижения.

Опорно-поворотное устройство крана шариковое однорядное. Кран оснащен ограничителями грузоподъемности, высоты подъема крюков, стрелы и маневрового клюва.

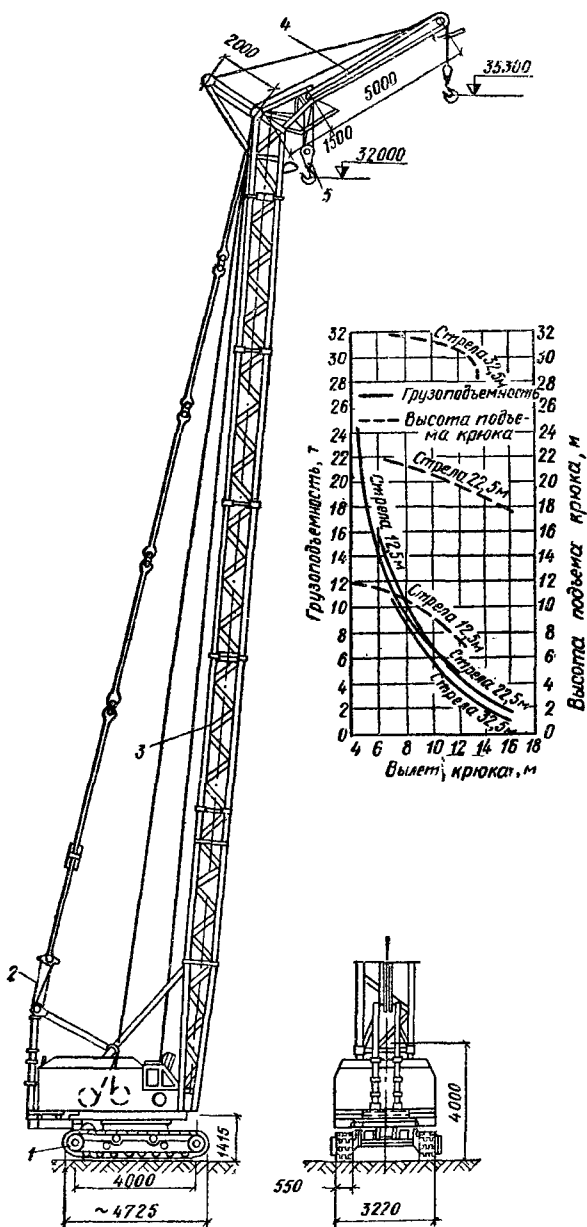


Рис. 96. Гусеничный кран МГК-25

1 — гусеничная тележка; 2 — стреловой полиспаст; 3 — стрела; 4 — монтажный гусек; 5 — крюковая обойма

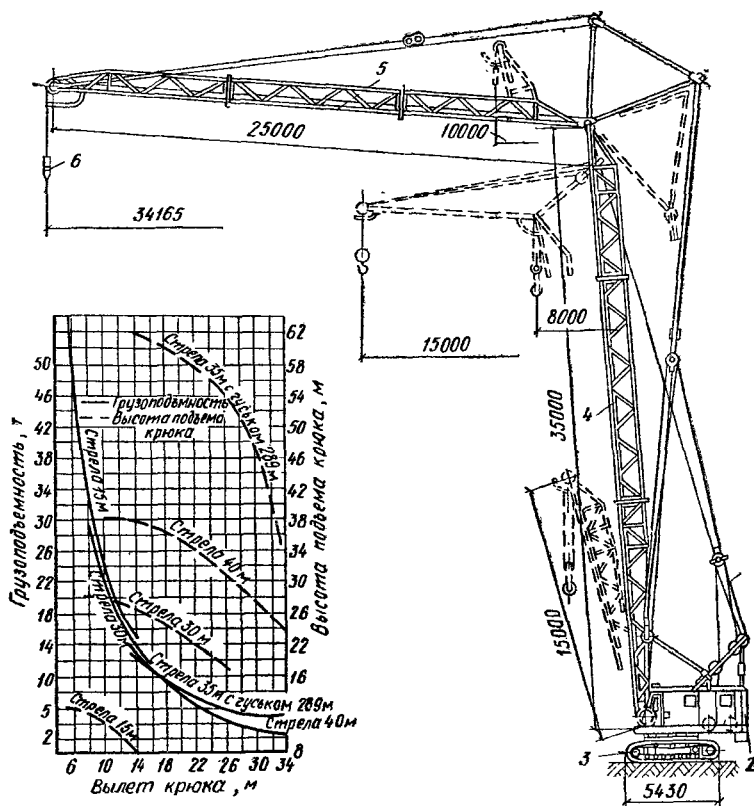


Рис. 97. Гусеничный кран СКГ-63А.

1 — стреловой полиспаст; 2 — кабина крана; 3 — гусеничная тележка; 4 — стрела; 5 — клюв; 6 — крюковая обойма

В монтажных организациях получили также значительное распространение легкие монтажные краны, построенные на базе гусеничных тракторов.

Монтажный кран МКТ-6 (рис. 98) имеет грузоподъемность 6 т. Он предназначен для монтажа технологического оборудования и погрузочно-разгрузочных операций. Кран построен на базе гусеничного трактора С-100.

Привод механизмов крана электрический от индивидуальных электродвигателей. Питание электроэнергией осуществляется от генератора, установленного на кране.

Кран может также питаться электроэнергией от внешней силовой сети.

Генератор получает вращение через клиноременную передачу от коленчатого вала трактора. Основная стрела крана 5 длиной 6 м вставками может увеличиваться

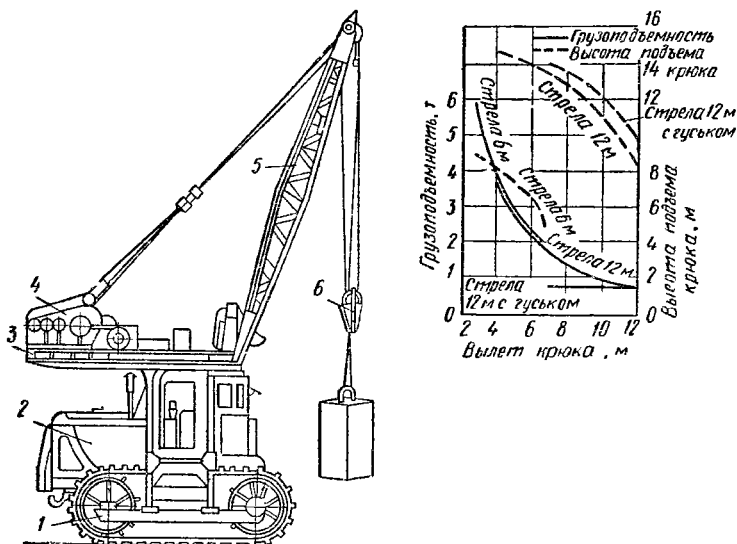


Рис. 98. Монтажный кран МКТ-6

1 — шасси; 2 — двигатель; 3 — поворотная платформа; 4 — грузовая и стреловая лебедки; 5 — стрела; 6 — крюковая обойма

до 12 м; обе стрелы могут быть оснащены гуськом длиной 3 м. Кран оборудован ограничителями высоты подъема груза и изменения угла наклона стрелы.

Управление механизмами поворота и подъема стрелы кнопочное, механизм подъема груза — контрольное.

Монтажный кран КТС-5 (рис. 99) грузоподъемностью 5 т предназначен для монтажа опор контактной сети железных дорог, установки мачт и сборных фундаментов линий электропередач, для монтажа технологического оборудования и погрузочно-разгрузочных работ. Кран смонтирован на тракторе С-100. Привод крановых механизмов осуществляется от двигателя трактора.

Стрела 8 крана П-образной формы длиной 10 м со-

стоит из двух пространственных ферм прямоугольного сечения, жестко соединенных в верхней части сварным раздвоенным оголовком 7. Такая конструкция оголовка и два грузовых крюка обеспечивают удобство установки опор.

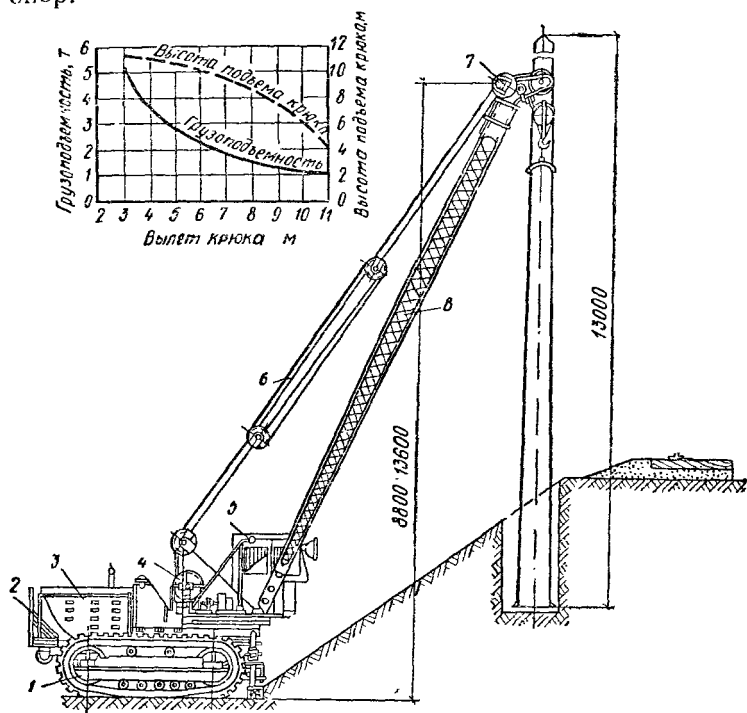


Рис. 99. Монтажный кран КТС-5

1 — шасси; 2 — контргруз; 3 — двигатель; 4 — грузовая и стреловая лебедки; 5 — кабина; 6 — стреловой полиспаст; 7 — стреловой оголовок с гуськом; 8 — стрела

Если при выполнении работ не пользуются двумя крюками, на них навешивают траверсу с одним крюком грузоподъемностью 5 т.

Опорно-поворотное устройство двухрядное шариковое. Кран оборудован ограничителем высоты подъема стрелы, указателем грузоподъемности и электрическим звуковым сигналом.

Управление механизмами крана рычажное из кабины трактора. По железной дороге кран перевозится без разборки.

§ 37. АВТОМОБИЛЬНЫЕ КРАНЫ

Большое применение в качестве подъемно-транспортных устройств получили автомобильные краны, имеющие большую мобильность и маневренность. Автомобильными кранами можно вести монтаж строительных конструкций и технологического оборудования, погрузку и выгрузку оборудования на складах и монтажных площадках.

Многие автомобильные краны оборудованы различными грузозахватными приспособлениями (грейферами, захватами для длинномерных предметов, грузовыми электромагнитами). Все выпускаемые отечественной промышленностью автомобильные краны можно разделить на три группы: легкие грузоподъемностью до 4 т, средние — до 10 т, тяжелые — более 10 т.

Механизмы автомобильных кранов могут оснащаться механическим, электрическим и гидравлическим приводами.

По сменному рабочему оборудованию автомобильные краны разделяются на краны общего назначения, работающие только с грузовым крюком, и краны полуниверсального типа, работающие с крюком и грейфером.

Технические характеристики автомобильных кранов, применяемых в строительстве и на монтажных работах, приведены в табл. 38.

Кран К-61 (рис. 100) грузоподъемностью 6 т изготовлен на базе шасси автомобиля МАЗ-200 и приспособлен для работы с крюком и грейфером.

Нормальная стрела длиной 7,35 м может быть удлинена специальной вставкой до 11,75 м. При работе крана на выносных опорах со стрелой длиной 7,35 м в зависимости от вылета стрелы грузоподъемность изменяется от 2 до 6 т, со стрелой длиной 11,75 м — от 1 до 3 т. Без выносных опор со стрелой длиной 7,35 м грузоподъемность крана составляет 0,75—2 т и со стрелой 11,75 м — 0,25—1 т.

При движении крана своим ходом вращение на задний мост автомобиля передается через карданный вал 1, кулачковую муфту 4, вал 5 и карданный вал 7, при этом коробка отбора мощности отключена.

При работе крана вращение на коробку отбора мощности передается от кулачковой муфты 4 через шестер-

Технические характеристики автомобильных кранов

Краны	Грузоподъемность, т		Длина основной стрелы, м	Скорость			Тип автомобиля	Тип привода	Масса крана с основной стрелой, т
	на выносных опорах	без выносных опор		подъема и опускания груза, м/мин	вращения поворотной части, об/мин	передвижения крана, км/ч			
КС-4561 (К-162)	16	4,4	10	1,33—8	0,34—1	5—50	КрАЗ-257	ДЭ	21,8
МКА-16	16	5	10	2,7—12,7	0,5—2,3	5—50	КрАЗ-219	М	23,55
МКА-10М	10	2	10	3,8—19	0,4—2	5—50	МАЗ-500	М	14,6
К-104М	10	4	10	3,5—9	0,5—1,5	5—35	КрАЗ-219	ДЭ	22,8
АК-75	7,5	1,6	7,5	1,9—8,7	0,8—3,3	5—50	ЗИЛ-130	М	8,75
СМК-7	7,5	2	8,5	3—10	0,6—1,7	5—35	МАЗ-200	ДЭ	13,7
КС-2563(К-67)	6,3	2	8,4	0,5—6,5	0,6—1,6	5—40	МАЗ-500	ДЭ	11,5
К-61	6	2	7,3	7,5—18	1,2—3	5—30	МАЗ-200	М	11,57
КС-1563 (К-46)	4	1	6,2	1,8—10	0,5—2,5	5—60	ЗИЛ-130	М	7,32
КС-1562 (К-45)	4	1	6	0,4—12,6	0,2—2	5—75	ГАЗ-53А	М	7,1
КС-0561А (К-2,5-1ЭА)	2,5	—	5,75	6—8,5	1—1,4	5—50	ГАЗ-51А	ДЭ	5,27

Примечание. В скобках указан старый индекс кранов.

нию 3, карданный вал 8, далее через конические шестерни редуктора 18 неповоротной рамы на вертикальный вал 20 центрального реверса.

Центральный реверс 21 предназначен для изменения направления вращения механизмов крана. Вращение крана осуществляется включением одной из фрикционных муфт 13 или 15 механизма вращения, при этом вращение передается на коническую шестерню 14, вал

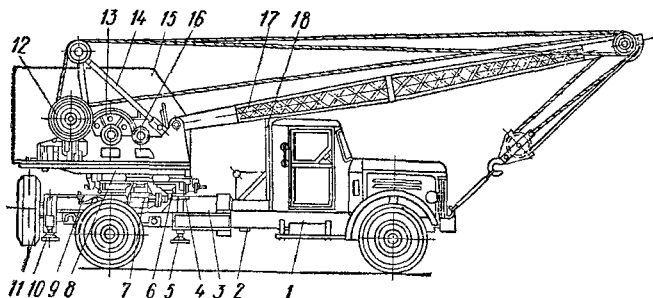


Рис. 100 автомобильный кран К-61

1 — шасси автомобиля; 2 — коробка отбора мощности; 3 — неповоротная рама; 4 — опорный ролик; 5, 10 — выносные опоры; 6 — круг катания; 7 — редуктор поворотной рамы; 8 — поворотная часть крана; 9 — стабилизирующее устройство; 11 — запасное колесо; 12 — лебедка крана; 13 — шестеренчатая перелача; 14 — портал; 15 — кожух механизмов и кабина крановщика; 16 — центральный реверс; 17 — стрела; 18 — стойка поддержки стрелы

16 и шестерню 17, которая обкатывается по зубчатому венцу 19, вращая при этом поворотную часть крана.

Поднимают или опускают груз вращением вала 9 лебедки, включением барабана 11 с помощью фрикционной муфты 12. В необходимом положении груз удерживают ленточным тормозом 10.

Стреловой и грейферный барабаны находятся на валу 9 и включаются аналогично грузовому барабану фрикционными муфтами.

Автомобильный кран К-61 — модернизация ранее выпускавшегося серийного автомобильного крана К-51. При модернизации масса крана уменьшена на 580 кг, а его грузоподъемность увеличена до 6 т.

Кинематическая схема механизмов крана (рис. 101) оставлена прежней; сохранены также остальные параметры крана К-51.

Автомобильные краны с дизель-электрическим приводом в последнее время получили широкое распространение. Электроэнергия, необходимая для электромоторов всех механизмов крана, получается от собственного генератора, приводимого в действие двигателем автомобиля.

Автомобильные краны с электрическим приводом могут также работать и от постороннего источника питания, например от внешней электрической сети переменного трехфазного тока напряжением 380 В.

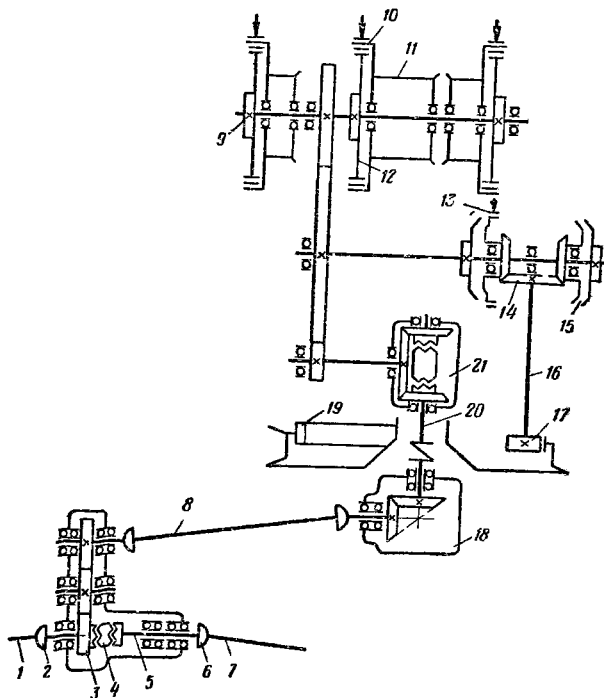


Рис. 101. Кинематическая схема механизмов крана К-61

1, 7 — карданные валы; 2, 6 — шарнирные муфты; 3 — ведущая шестерня; 4 — кулачковая муфта; 5 — выходной вал коробки отбора мощности; 9 — вал лебедки; 10 — тормоза лебедок; 11 — барабан грузовой лебедки; 12 — фрикционная муфта грузовой лебедки; 13 — фрикционная муфта реверса механизма поворота с тормозом; 14 — конические шестерни механизма поворота; 15 — фрикционная муфта механизма поворота; 16 — выходной вал реверса механизма поворота; 17 — шестерня; 18 — угловой редуктор неповоротной рамы; 19 — зубчатый венец круга катания; 20 — входной вал центрального реверса; 21 — центральный реверс

Кран ДЭК-51 (рис. 102) грузоподъемностью 5 т установлен на автомобиле МАЗ-200, оснащен только крюком. Предназначается для работ общего назначения, используется на погрузочно-разгрузочных и монтажно-строительных работах.

На кране установлена нормальная прямая стрела длиной 7,35 м, которая может быть удлинена вставкой до 12 м. Грузоподъемность крана при работе на выносных опорах со стрелой 7,35 м в зависимости от ее вылета изменяется от 2 до 5 т, без выносных опор — от 0,7 до 2 т. При стреле 12 м на выносных опорах грузоподъемность изменяется от 1 до 3 т и без выносных опор — от 0,2 до 1 т.

Привод механизмов крана электрический, многомоторный, на переменном трехфазном токе, двигатели асинхронные с короткозамкнутым ротором.

Кинематическая схема механизмов крана ДЭК-51 приведена на рис. 103. При работе крана генератор 3 приводится во вращение от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности 2 и клиноременную передачу.

При подъеме и опускании груза вращение от вала электродвигателя 9, вертикально установленного на корпусе редуктора 11, передается через шестерни редуктора к барабану 12 лебедки. Груз в необходимом положении удерживается колодочным, постоянно замкнутым автоматического действия тормозом 10.

Стреловая лебедка по устройству и работе аналогична грузовой лебедке. При повороте кран получает вращение от электродвигателя 4 через червячный редуктор 6 на шестерню 7, которая обкатывается по зубчатому венцу 8, вращая при этом поворотную часть крана. Торможение поворотной части крана производится тормозом 5.

На кране установлены указатель вылета стрелы, ограничитель высоты подъема крюка и угла наклона стрелы.

Кран К-52 грузоподъемностью 5 т — полууниверсальный автомобильный кран, смонтированный на шасси автомобиля МАЗ-200. Кран оснащен крюком и грейфером, снабжен выносными опорами и стабилизирующими устройствами, ограничителем подъема стрелы и табличным указателем грузоподъемности. Для перегрузки сыпучих материалов на кране может быть подвешен двухканатный грейфер емкостью 0,5 м³.

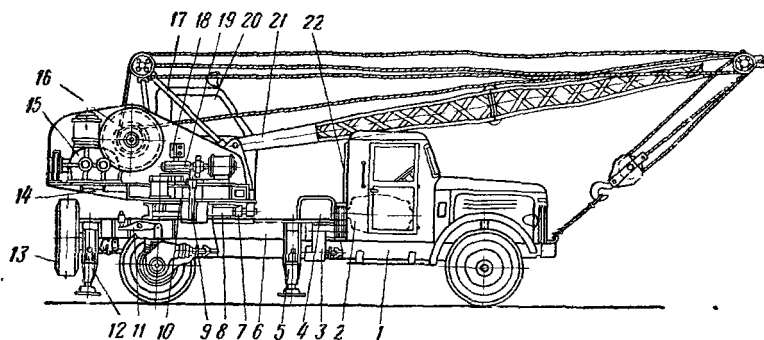


Рис. 102. Кран ДЭК-51

1 — рама автомобиля; 2 — генератор; 3 — коробка отбора мощности; 4 — топливный бак; 5, 12 — выносные опоры; 6 — неповоротная рама крана; 7 — опорный ролик; 8 — круг катания; 9 — токосъемник; 10 — центрирующая втулка; 11 — стабилизирующее устройство; 13 — запасное колесо; 14 — поворотная рама; 15 — грузовая и стреловая лебедки; 16 — шестеренная передача; 17 — портал; 18 — конечные выключатели поворотной части; 19 — механизм вращения; 20 — кабина крановщика; 21 — стрела; 22 — стойка

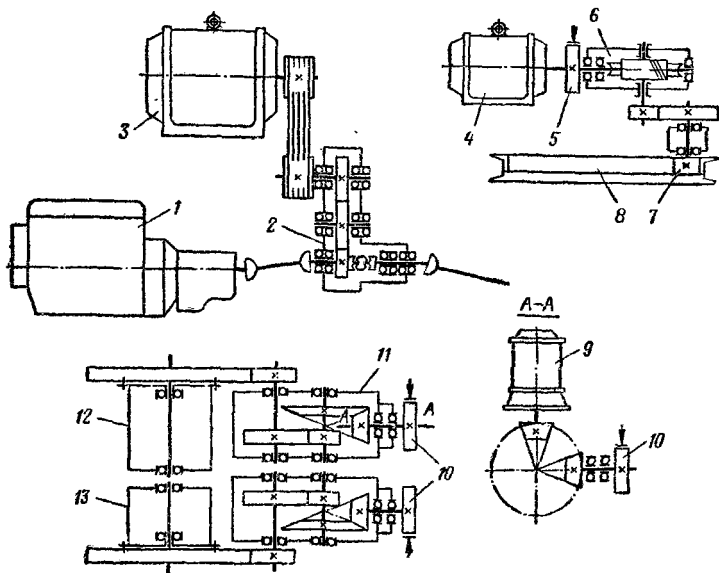


Рис. 103. Кинематическая схема механизмов крана ДЭК-51

1 — двигатель; 2 — коробка отбора мощности; 3 — генератор; 4 — электродвигатель; 5, 10 — тормозные устройства; 6 — червячный редуктор механизма вращения; 7 — шестерня; 8 — зубчатый венец круга катания; 9 — электродвигатель; 11 — редукторы лебедок; 12 — барабан главного подъема; 13 — барабан стреловой лебедки

На кране установлена нормальная прямая стрела длиной 7,5 м, которая может быть удлинена вставкой до 12 м. Грузоподъемность крана в зависимости от длины стрелы и ее вылета изменяется так же, как и у крана ДЭК-51.

Кинематическая схема крана К-52 приведена на рис. 104. При работе крана генератор 3 приводится во вращение от двигателя 1 автомобиля через коробку 2 отбора мощности. При работе грузовой лебедки вращение от электродвигателя 4 через редуктор 6 передается барабану 7 лебедки. Груз в необходимом положении удерживается на весу колодочным, постоянно замкнутым автоматического действия тормозом 5 лебедки.

Грейферная (рис. 104, з) и стреловая (рис. 104, д) лебедки имеют кинематические схемы, аналогичные схеме грузовой лебедки.

При вращении поворотной части крана электродвигатель 20 с тормозом 19 через зубчатый редуктор 18 передает вращение шестерне 17, которая обкатывается по зубчатому венцу 16 круга катания.

Кран имеет комбинированную электросхему регулирования частоты вращения электродвигателей: изменением частоты тока (за счет изменения скорости вращения якоря) и контроллерами.

Для получения пониженных (монтажных) скоростей опускания груза предусмотрена работа электродвигателей главной лебедки в режиме динамического торможения с использованием возбудителя генератора в качестве источника получения постоянного тока

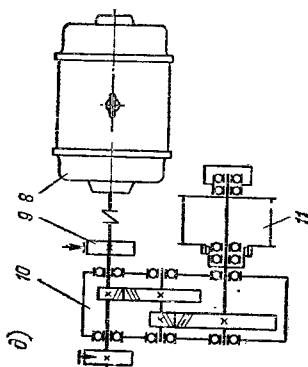
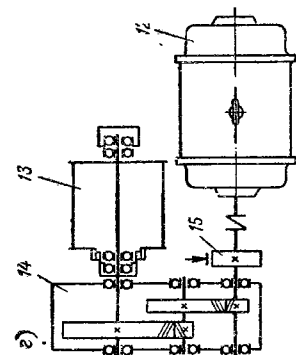
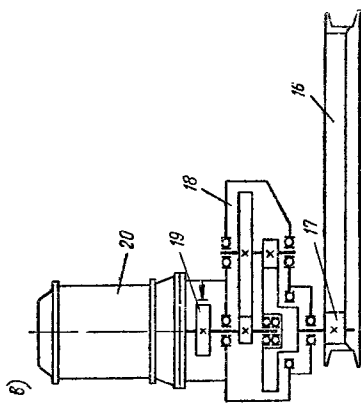
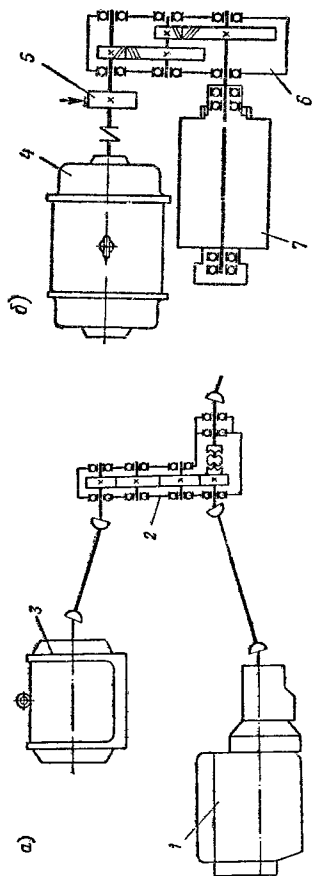
Кран К-104 грузоподъемностью 10 т, установленный на автомобиле КраЗ-219, — полууниверсальный. Он оснащен крюком и грейфером.

Кран оснащен стрелой длиной 10 м, которая может быть удлинена вставкой до 18 м. Стрела может быть оборудована гуськом длиной 2,2 м. При работе крана со стрелой длиной 10 м на выносных опорах грузоподъемность его в зависимости от вылета стрелы изменяется от 2,2 до 10 т; со стрелой длиной 18 м — от 0,75 до 6 т. Без выносных опор со стрелой длиной 10 м грузоподъемность изменяется от 1 до 4 т и со стрелой длиной 18 м — от 0,25 до 1,5 т.

Для перегрузки сыпучих материалов применяют двухканатный грейфер емкостью 1,5 м³. Масса грейфера

Рис. 104. Кинематическая схема механизма крана К-52

a — привод крана; *б* — грузовая лебедка; *в* — привод поворотной части крана; *г* — грейферная лебедка; *д* — стреловая лебедка; *1* — двигатель; *2* — коробка отбора мощности; *3* — генератор; *4* — электродвигатель; *5, 9, 15, 19* — тормоза; *6* — редуктор грузовой лебедки; *7* — барабан грузовой лебедки; *8* — электродвигатель; *10* — редуктор стреловой лебедки; *11* — барабан стреловой лебедки; *12* — электродвигатель; *13* — барабан грейферной лебедки; *14* — редуктор грейферной лебедки; *15* — зубчатый венец круга катания; *16* — шестерня; *18* — редуктор механизма вращения; *20* — электродвигатель



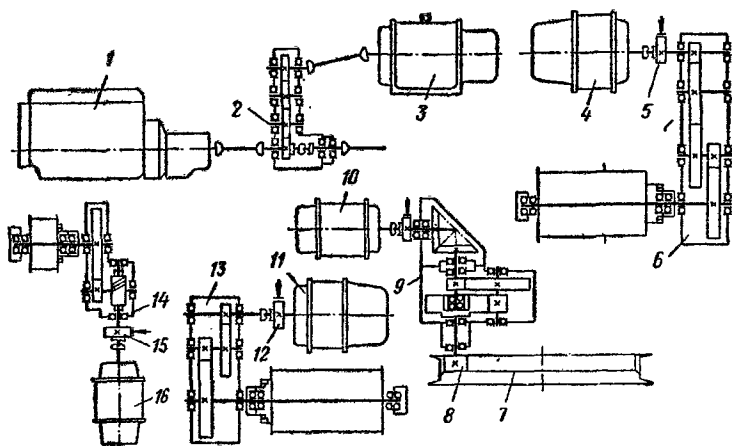


Рис. 105. Кинематическая схема автомобильного крана К-104

1 — двигатель; 2 — коробка отбора мощности; 3 — генератор; 4 — электродвигатель; 5 — муфта с тормозом; 6 — редуктор грейферной лебедки; 7 — зубчатый венец круга катания; 8 — шестерня; 9 — редуктор механизма вращения; 10, 11 — электродвигатели; 12 — тормоз; 13 — редуктор грузовой лебедки; 14 — редуктор стреловой лебедки; 15 — муфта с тормозом; 16 — электродвигатель

с грузом на средних вылетах стрелы не должна превышать 3,5 т.

Привод крана электрический многомоторный. Все механизмы крана имеют индивидуальные электродвигатели трехфазного тока с питанием от генератора ЕС-84-4е или МСА-73/4А, установленного на кране.

На кране применена комбинированная схема регулирования скоростей вращения электродвигателей контроллерами (5 ступеней) и изменением частоты тока (две ступени), которое достигается изменением скорости вращения якоря генератора за счет переключения шестерен в коробке передач (две скорости).

Кинематическая схема механизмов крана К-104 приведена на рис. 105. При подъеме груза барабан грузовой лебедки получает вращение от электродвигателя через редуктор 13. Барабан грейферной лебедки получает вращение от электродвигателя 4 через редуктор 6.

Для изменения положения стрелы вращение от вала электродвигателя 16 передается через редуктор 14 барабану лебедки. При повороте крана вращение от электродвигателя 10 через конический редуктор 9 пере-

дается шестерне 8, которая обкатывается по зубчатому венцу 7, закрепленному на неповоротной части крана.

Краны К-104 после 1960 г. выпускались под новой маркой К-104М с небольшими изменениями в расположении на поворотной платформе исполнительных механизмов и заменой редуктора стреловой лебедки: вместо червячно-цилиндрического установлен более надежный в работе цилиндрический редуктор.

Кран КС-4561 (К-162) (рис. 106), так же как и кран К-104М, установлен на шасси автомобиля КрАЗ-219 или КрАЗ-257 и отличается от крана К-104М тем, что имеет грузоподъемность 16 т, и более рациональным расположением исполнительных механизмов на поворотной платформе. Кран КС-4561 — усовершенствованная модель крана К-104М.

Грузоподъемность крана КС-4561 на выносных опорах со стрелой длиной 10 м в зависимости от вылета стрелы изменяется от 2,8 до 16 т, со стрелой длиной 14 м — от 1,5 до 12 т и со стрелой длиной 22 м — от 1,1 до 5,5 т.

Общая грузоподъемность крана при работе с грейфером должна быть равна массе грейфера с грузом и не превышать 5 т.

Привод крана электрический от генератора типа ЕСС5-4М101 мощностью 37,5 кВа. Кран может также работать от внешнего источника электрического тока.

Кинематическая схема механизмов крана аналогична схеме крана К-104М.

§ 38. ПНЕВМОКОЛЕСНЫЕ САМОХОДНЫЕ КРАНЫ

Применение в строительстве стреловых самоходных кранов на пневмоколесном ходу непрерывно расширяется. Это объясняется тем, что пневмоколесные краны имеют значительные преимущества перед кранами на автомобильном и гусеничном ходу.

Автомобильные краны имеют значительный недостаток — это сравнительно низкая грузоподъемность; на серийных шасси грузовых автомобилей, выпускаемых в Советском Союзе, грузоподъемность выпускаемых автомобильных кранов ограничивается 16 т.

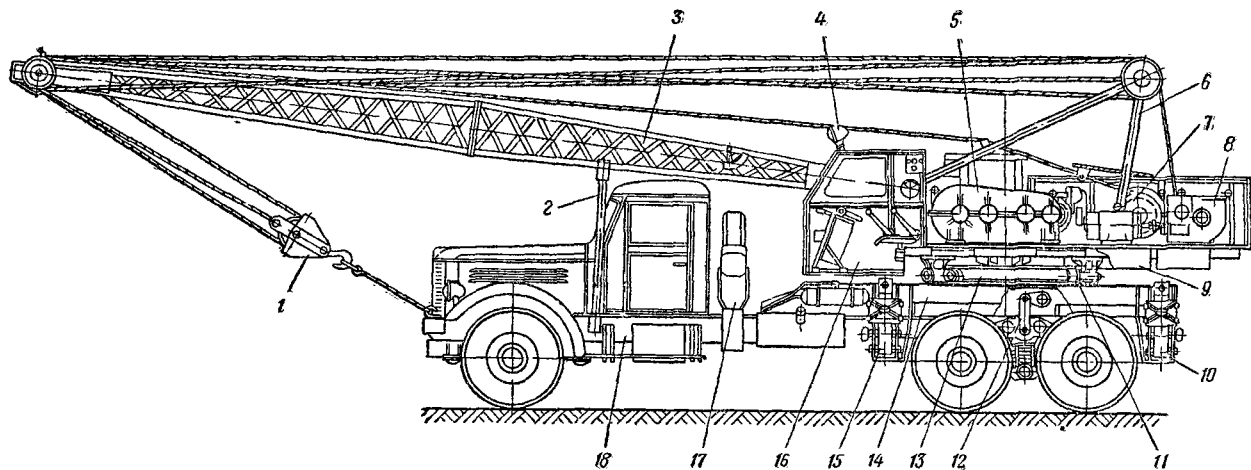


Рис. 106. Автомобильный кран КС-4561 (К-162)

1 — обойма крюка; 2 — стойка; 3 — стрела; 4 — фара; 5 — грейферная лебедка; 6 — портал; 7 — грузовая лебедка; 8 — стреловая лебедка; 9 — поворотная часть; 10, 15 — выносные опоры; 11 — опорные рессоры; 12 — стабилизирующее устройство; 13 — круг катания; 14 — неповоротная рама; 16 — кабина; 17 — запасное колесо; 18 — шасси

Гусеничные краны также имеют свой недостаток — это низкая мобильность. Краны на гусеничном ходу тихоходны, грузоподъемны; переброска их на значительные расстояния является нерациональной, а в отдельных случаях даже невозможной.

Пневмоколесные краны не имеют указанных недостатков и в то же время имеют достаточно высокую грузоподъемность.

Различие между пневмоколесными и гусеничными стреловыми самоходными кранами заключается в конструкции ходовой части. Пневмоколесные краны имеют ходовую часть в виде плоской сварной рамы, оборудованной приводными мостами. Выносные опоры приводятся в действие гидравликой или винтами.

В зависимости от грузоподъемности крана общее количество мостов изменяется от двух до четырех, а приводных мостов — от одного до четырех.

Рулевое управление ходовой части крана осуществляется с помощью гидравлических цилиндров.

На пневмоколесных кранах силовая установка может располагаться как на ходовой части, так и на поворотной.

Самоходный полноповоротный пневмоколесный кран КС-5363 (К-255А) (рис. 107) грузоподъемностью 25 т оснащен дизель-электрическим многомоторным приводом постоянного тока, может работать также и от внешней электросети. Приводные электродвигатели управляются контроллерами. Силовая установка состоит из дизеля ЯАЗ-М206А и генератора.

На поворотной платформе размещены: главная лебедка для подъема и опускания груза, вспомогательная лебедка для работы вспомогательным гуськом или грейфером, механизм поворота, лебедка подъема стрелы и собственная дизель-генераторная (силовая) установка.

Редукторы механизмов (вращения поворотной части крана, грейферной лебедки, главной лебедки, стреловой лебедки) соединены с электродвигателями муфтами.

Управление механизмами крана ведется с помощью гидравлической, электрической и механической систем.

Гидравлическое оборудование состоит из насоса НШ-32Э и распределителей подачи масла к отдельным механизмам крана.

Рис. 107. Кран на пневмоколесном ходу КС-5363 (К-255А)

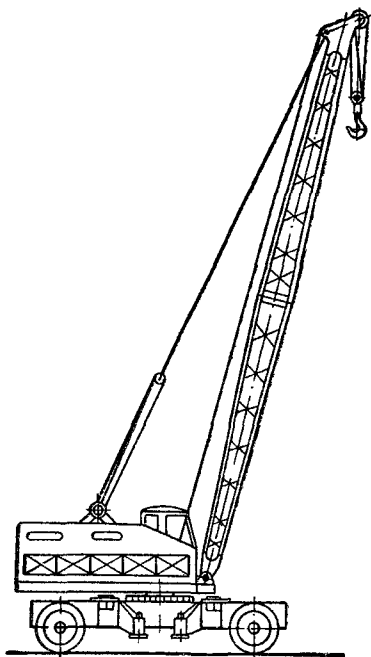
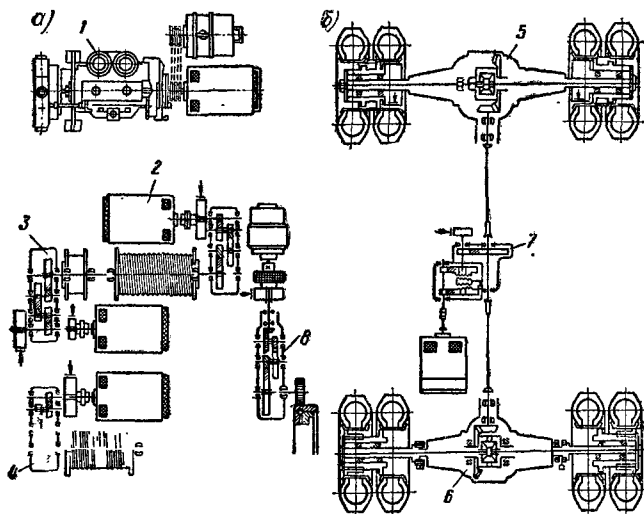


Рис. 108. Кинематическая схема пневмоколесного крана КС-5363 (К-255А)

а — механизмы поворотной части; *б* — механизм передвижения; 1 — дизель-генераторная установка; 2 — грузоподъемная лебедка основного подъема; 3 — стреловая лебедка; 4 — грузоподъемная лебедка вспомогательного подъема; 5 — задний мост; 6 — передний мост; 7 — коробка перемены передач; 8 — механизм вращения крана



Лебедки кранов оснащены канатоукладчиками.

Ходовая часть крана оснащена двумя ведущими мостами, один из которых при ходе крана управляется с помощью гидравлических цилиндров.

С помощью выносных гидравлических опор и приставок база крана может быть увеличена до 5 м.

Кинематическая схема механизмов крана КС-5363 (К-255А) приведена на рис. 108.

Кран МКП-40 (рис. 109) грузоподъемностью 40 т многомоторный на переменном токе с дизель-электрическим приводом. Кран оснащен основной стрелой длиной 15 м, которая может быть удлинена до 20, 26, 30 и 35 м. На эти стрелы устанавливаются неуправляемый гусек.

Кран МКП-40 по своей конструктивной схеме существенно отличается от автомобильных кранов, построенных по общепринятым схемам.

Передняя часть шасси этого крана устанавливается на седельное устройство одноосного тягача МАЗ-529В, а задняя часть шасси — на приводной одноосный мост автомобильного типа с дифференциалом и встроенными планетарными редукторами в каждое колесо этого моста.

Приводной мост используется при маневрировании во время работы крана на монтажной площадке и движения крана по тяжелым дорогам.

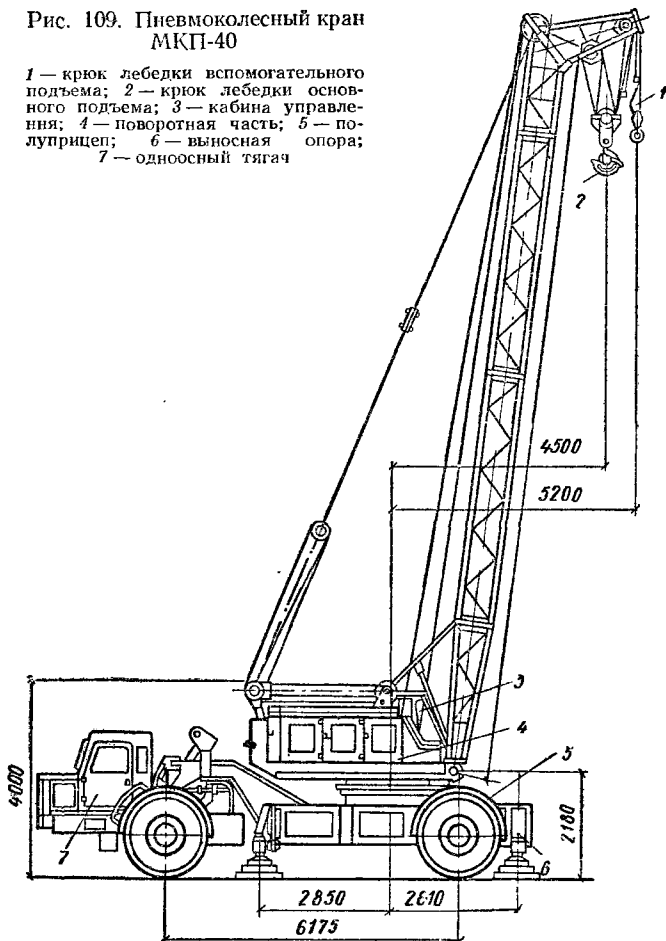
На седельном устройстве имеются два гидравлических цилиндра рулевого назначения, позволяющие тягачу разворачиваться относительно шасси крана под углом 90° в каждую сторону. При движении крана по хорошим дорогам и на большие расстояния приводной мост шасси отключается.

Кран оборудован четырьмя выносными гидравлическими опорами. Привод крана осуществляется от двигателя тягача через коробку отбора мощности, выходной вал которой вращает генератор трехфазного тока. Вырабатываемый генератором ток поступает к двигателям исполнительных механизмов. Питание электродвигателей крана может производиться также и от внешнего источника тока.

На поворотной платформе установлены исполнительные механизмы: грузовая лебедка основного и вспомогательного подъема, лебедка стреловая и механизм поворота. Грузовая лебедка основного подъема имеет плане-

Рис. 109. Пневмоколесный кран МКП-40

1 — крюк лебедки вспомогательного подъема; 2 — крюк лебедки основного подъема; 3 — кабина управления; 4 — поворотная часть; 5 — полуприцеп; 6 — выносная опора; 7 — одноосный тягач



тарную передачу, позволяющую получать скорости подъема и спуска основного крюка в пределах 0,6—4,4 м/мин.

В последнее время значительное развитие получают гидравлические стреловые автомобильные краны КС-2571, КС-3571, КС-4572 грузоподъемностью соответственно 4; 6,3; 10 и 16 т. Исполнительные механизмы этих кранов имеют объемный гидропривод. Краны оснащаются телескопическими стрелами коробчатой конст-

Технические характеристики пневмоколесных кранов

Кран	Грузоподъемность, т		Длина основной стрелы, м	Скорость			Количество осей		Тип привода	Марка двигателя	Мощность, кВт	Масса крана с осевой стрелой, т
	на выносных опорах	без выносных опор		подъема и опускания груза, м/мин	вращения поворотной части, об/мин	передвижения крана, км/ч	общее	ведущих				
КС-8361 (К-1001)	100	45	15	0,5—3	0,4—1	0,8—14	4	4	ДЭП	ЯМЗ-236	132	97
КС-7361 (К-631)	63	30	15	0,5—5	0,1—1	3—14	3	2	ДЭП	ЯМЗ-236	132	70
МКП-40	40	11	15	0,6—4,3	0,54	4—25	2	2	ДЭ	ЯАЗ-М206А	132	45
КС-6362 (К-406)	40	15	15	0,25—6	0,5—1,5	2—14	3	2	ДЭ	АМ-41	66	50
МКП-25	25	10	12,5	0,9—6	0,56	2—7,5	2	2	ДЭ	ЯАЗ-204М	79	39
МКШ-25	25	12,5	15	0—10,6	0—1	2—50	4	2	ДЭП	ЯМЗ-238	176	39,5
КС-5363(К-255А)	25	10	15	1—7,5	0,5—2	5—20	2	2	ДЭП	М-204А	66	33
МКП-16	16	12	10	2,3—11	0,35—1,7	1,5—13,5	2	2	ДЭ	СМД-14А	55	25,7
КС-4361 (К-161)	16	9	10	0,5—12	0,9—2,8	0,5—14,7	2	2	ДМ	СМД-14А	55	23,3
К-124	12	10	10	4,4—45	0,4—4	1,8—10	2	1	ДМ	СМД-7Б	40	22

Примечание. В скобках указан старый индекс кранов.

рукции с жесткой подвеской. Все указанные краны изготовляются по единой для всех кранов конструктивной схеме и внедренной унификации узлов и агрегатов.

В табл. 39 приведены технические данные кранов на специальном пневмоколесном ходу.

§ 39. КРАНЫ-ТРУБОУКЛАДЧИКИ

На строительстве магистральных трубопроводов в Советском Союзе нашли широкое применение краны-трубоукладчики, позволяющие максимально механизировать операции по подготовке трубопроводов к укладке.

Эти краны предназначены для работы на сварочных стеллажах во время изготовления плетей трубопроводов, для погрузки плетей трубопроводов на трубовозы, разгрузки и раскладки плетей по трассе, поддержки трубопроводов при их сварке и во время прохождения по трубе очистных и изоляционных машин, а также для укладки трубопроводов в траншеи.

Кран-трубоукладчик (рис. 110) состоит из следующих механизмов: гусенично-тракторного шасси *I*, навесного оборудования *II* и системы управления. Для шасси трубоукладчиков большей частью применяют базовые шасси серийно выпускаемых гусеничных тракторов.

Навесное оборудование состоит из механизма отбора мощности и привода лебедки *8*, лебедки *3*, грузовой стрелы *1* с полиспадами и грузовым крюком гидравлического цилиндра *5* для подъема и опускания груза и боковой рамы *6* для подвески контргруза. Система управления трубоукладчиком состоит из механизмов управления ходовой частью, обеспечивающих необходимое движение трубоукладчика, и механизмов управления навесным оборудованием, обеспечивающих выполнение грузоподъемных работ.

Кран-трубоукладчик Т-1530В (рис. 111) смонтирован на шасси трактора С-100 с некоторыми переделками ходовой части. Кран предназначен для работ на строительстве трубопроводов диаметром до 820 мм. На этом кране-трубоукладчике увеличены колея гусеничного хода на 500 мм, ширина башмаков гусениц с 500 до 670 мм,

длина гусениц на 815 мм и установлена дополнительная бортовая передача для снижения скорости движения трубоукладчика.

Откидной контргруз 15 в необходимое положение устанавливается при помощи силового гидравлического цилиндра 16.

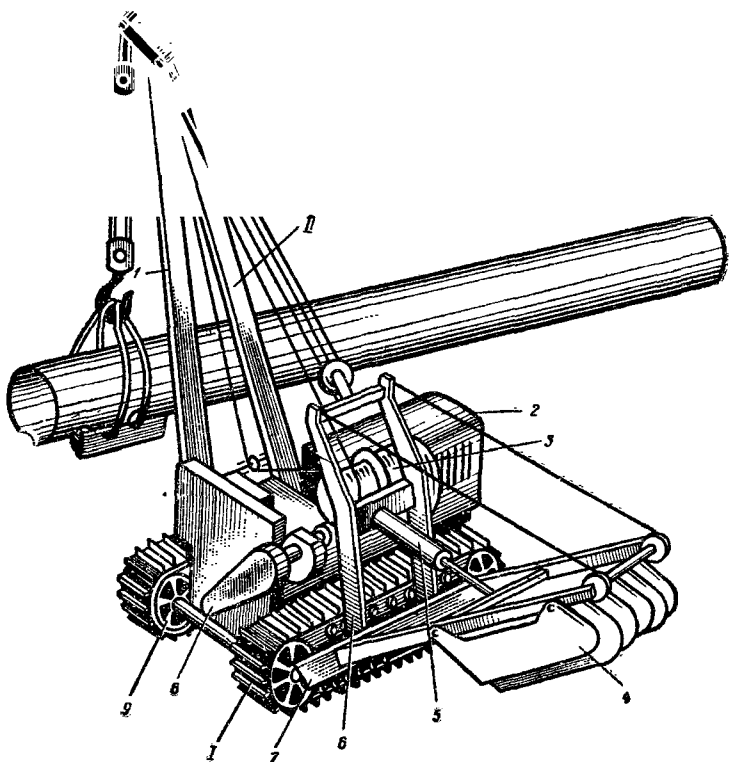


Рис. 110. Кран-трубоукладчик

1 — тракторное шасси; 2 — навесное оборудование; 3 — грузовая стрела; 4 — двигатель трактора; 5 — лебедка; 6 — контргруз; 7 — гидrocилиндр управления контргрузом; 8 — боковая рама; 9 — ходовая часть; 10 — механизм отбора мощности; 11 — силовая передача гусеничного шасси

Кинематическая схема механизмов крана трубоукладчика Т-1530В приведена на рис. 112. При работе грузовой лебедки вращение от муфты 13 отбора мощности через звездочки 11 и 14 передается на входной вал редуктора 10 и с выходного вала редуктора через муфту 9

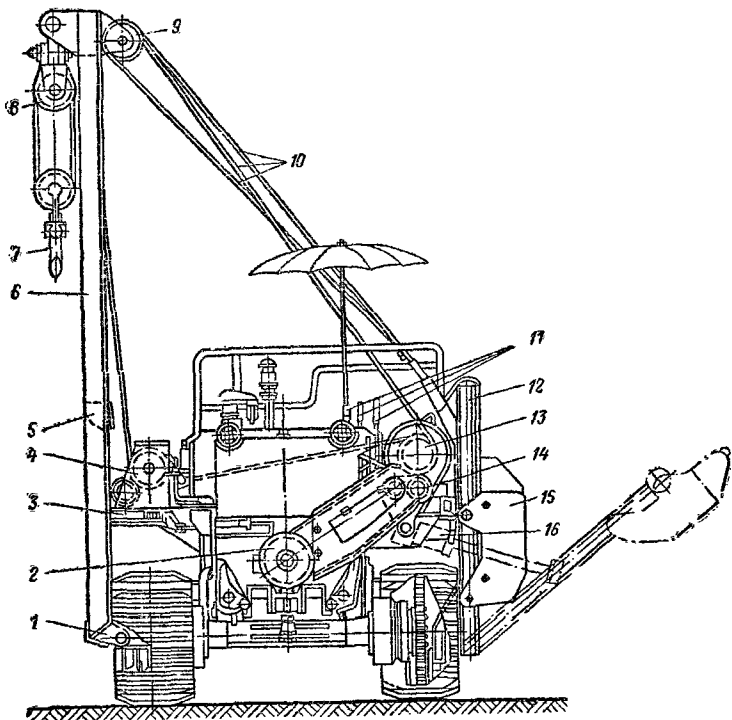


Рис. 111. Кран-трубоукладчик Т-1530В (вид сзади)

1 — опорные кронштейны стрелы; 2 — узел отбора мощности; 3 — предохранительное устройство от поломок стрелы; 4 — отводной ролик рамы; 5 — указатель грузоподъемности; 6 — стрела; 7 — грузовой крюк с подвижным блоком; 8 — подвесной блок; 9 — верхний блок стрелы; 10 — стреловые тросы; 11 — рычаги управления лебедкой и редуктором; 12 — откидная рама контргруза; 13 — лебедка; 14 — редуктор; 15 — контргруз; 16 — силовой гидравлический цилиндр

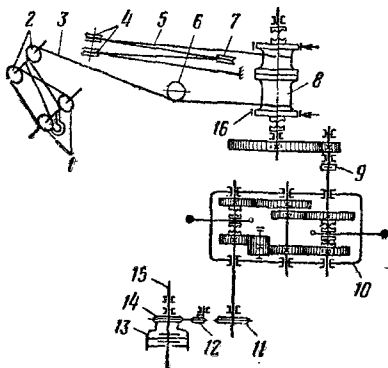


Рис. 112. Кинематическая схема механизмов крана-трубоукладчика Т-1530В

1 — подвижной грузовой блок с крюком; 2 — подвесной грузовой блок; 3 — грузовой канат; 4 — блок стрелового каната; 5 — стреловой трос; 6 — отводной ролик грузового троса; 7 — ролик верхней рамы; 8 — двухбарабанная одновальная лебедка; 9 — муфта; 10 — редуктор; 11 и 14 — звездочка; 12 — натяжная звездочка; 13 — муфта отбора мощности; 15 — вал отбора мощности; 16 — тормозное устройство

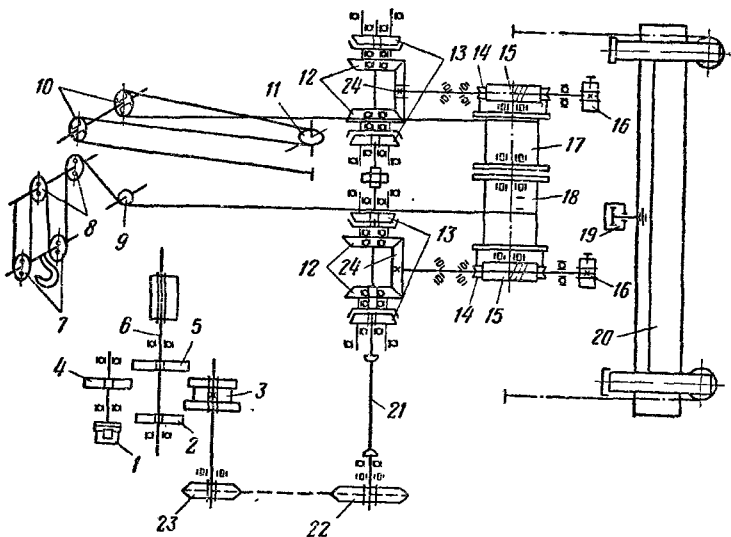


Рис. 113. Кинематическая схема крана-трубоукладчика Т-3560М

1 — масляный насос НШ-40В; 2, 4 и 5 — шестерни; 3 — блок-шестерня; 6 — вал отбора мощности; 7 — блок подвижной с крюком; 8 — блок подвесной; 9 — направляющий блок рамы; 10 — блок стреловой; 11 — верхний блок лебедки; 12, 24 — шестерни конические; 13 — фрикционные муфты включения; 14 — колесо червячное; 15 — червячный вал; 16 — автоматический тормоз; 17 — стреловой барабан лебедки; 18 — грузовой барабан лебедки; 19 — силовой цилиндр контргруза; 20 — контргруз; 21 — карданный вал; 22, 23 — звездочки

передается на вал двухбарабанной лебедки 8. С помощью кулачковых муфт, сидящих на валу лебедки, вращение передается необходимому барабану (стреловому, грузовому).

При необходимости удержать груз на весу производится торможение барабана ленточным тормозом 16. Работа стрелового барабана производится в том же порядке.

Кран-трубоукладчик Т-2040 смонтирован на базе трактора С-100; максимальная грузоподъемность его 20 т. Кран предназначен для работ по прокладке трубопроводов диаметром до 1020 мм.

При изготовлении этого крана использованы все узлы крана-трубоукладчика Т-1530 с некоторыми изменениями; масса контргруза увеличена на 2 т; усилено крепление стрелы к раме; повышена жесткость рамы контргрузов.

Технические характеристики кранов-трубоукладчиков

Показатель	Краны трубоукладчики			
	ТО-1224В	Т-1530В	Т-204С	Т-3560М
Максимальная грузоподъемность, т	12	15	20	35
Момент устойчивости на горизонтальной площадке, кН·м	33,6	42,0	56,0	74,0
Наибольший вылет крюка при подъеме максимального груза на горизонтальной площадке, м	2	2	2	1,7
Коэффициент запаса собственной устойчивости на уклоне 10° в сторону контргруза . .	1,45	1,45	1,4	1,17
Максимальный вылет крюка, м	4,5	5	5	5,5
Максимальная высота подъема крюка, м	4	4,6	4,6	5,2
Максимальная глубина опускания крюка, м . . .	2	2	2	2
Трактор	Т-100М	Специальное шасси	С-100	Д-804
Двигатель:				
марка	Д-108	Д-108	КДМ-100	6КДМ-50Т
номинальная мощность, кВт	80	80	73,6	133
частота вращения коленчатого вала, об/мин	1050	1050	1050	1000
Масса крана с оборудованием, т	19,2	24,1	28	36,4

Кран-трубоукладчик Т-3560М смонтирован на специальном тракторе Д-804, максимальная грузоподъемность крана 35 т. Он предназначен для работы на строительстве трубопроводов диаметром свыше 1020 мм.

Кинематическая схема механизмов крана-трубоукладчика Т-3560М приведена на рис. 113. При работе крана-трубоукладчика вращение от вала 6 отбора мощности передается через шестерни 5 и 3 и звездочки 23 и 22 на

карданный вал 21, затем на фрикционные муфты включения реверсивных коробок 13. Для передачи вращения к барабанам лебедок включают необходимую фрикционную муфту 13 и вращение от главной трансмиссии начинает передаваться через шестерни 24, червячный вал 15 на барабан 17 или 18.

Опускание и подъем контргруза в необходимое положение производятся при помощи гидравлического цилиндра 19.

Необходимое давление масла для гидравлического цилиндра выдвижения и подтягивания контргруза и управления тормозами, муфтами лебедок и механизма отбора мощности обеспечивается гидравлическим насосом 1 марки НШ.

Технические характеристики наиболее распространенных кранов-трубоукладчиков в СССР приводятся в табл. 40.

§ 40. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ КРАНЫ

Железнодорожными называются самоходные полноповоротные краны, смонтированные на платформах, которые оснащены железнодорожными ходовыми тележками нормальной колеи.

Железнодорожные краны предназначаются для погрузочно-разгрузочных работ на складах и заводских путях, могут также применяться для погрузочно-разгрузочных и монтажных работ на строительстве промышленных предприятий и сооружений.

Ходовую платформу железнодорожного крана обычно устанавливают на двух ходовых тележках. На поворотной платформе смонтированы привод и все механизмы крана, кроме механизма передвижения, а также кабина, закрывающая все механизмы крана. Механизм передвижения крана получает вращение от главной трансмиссии или от индивидуальных двигателей.

Краны оснащаются рабочим оборудованием: нормальными и удлиненными стрелами с гуськами и грейферами. Стрелы крана имеют указатели грузоподъемно

сти, автоматически действующие в зависимости от вылета стрел.

Железнодорожные краны могут транспортироваться в составе поезда без разборки, вписываясь в габарит, при этом к крану прицепляют железнодорожную платформу, на которую укладывают его крюковую обойму; стрела крана, обращенная в сторону платформы, остается подвешенной на канатах, а поворотная платформа крана надежно расклинивается.

Железнодорожные краны имеют четыре рабочих движения: подъем груза, поворот стрелы, передвижение крана и изменение вылета стрелы.

Для увеличения грузоподъемности краны оснащаются выдвижными опорными балками (аутригерами).

Железнодорожные краны бывают с паровыми, дизельными и дизель-электрическими приводами.

В табл. 41 приведены технические характеристики железнодорожных кранов, выпускаемых машиностроительными заводами Советского Союза.

На паровых кранах привод всех механизмов приводится в действие от горизонтальной сдвоенной паровой машины. Силовое оборудование крана состоит из парового котла с системой питательных труб, паропроводов паровой машины и трубогенератора для электроосвещения.

На кранах с двигателями внутреннего сгорания движение всех механизмов крана осуществляется от этих двигателей (карбюраторный двигатель или дизельный), а на кранах с дизель-электрическим приводом — от индивидуальных электродвигателей, установленных у исполнительных механизмов. Электродвигатели этих кранов питаются током от собственного генератора или от внешней сети.

Железнодорожный дизель-электрический кран СК-30 (рис. 114) имеет максимальную грузоподъемность 30 т на выносных опорах при стреле длиной 15 м и вылете 6 м. Электростанция ДСС-3 крана состоит из дизеля типа КДМ-100 мощностью 73,6 кВт и генератора типа СГ-60/6 мощностью 60 кВт. Ток переменный, трехфазный, напряжением 380 кВт. Суммарная мощность установленных электродвигателей 87,5 В.

На рис. 115 приведена кинематическая схема крана СК-30. Все механизмы, в том числе и силовая установка, выполнены и смонтированы как отдельные блоки.

Технические характеристики железнодорожных кранов

Показатель	Краны							
	паровые				дизель-электрические			
	ПК-6	ПКЦУМЗ-15	Я-15	Я-45	КДЭ-151	КДВ-15	СК-30	КДЭ-50
Длина стрелы, м	11,3	12—18	15—20	14—30	15—20	14—18	15—20— 25	12,5
Вылет стрелы, м	5—10,5	4,5—18	4—18	4—26	4,5—18	4,5—18	5—23	5,5—13
Грузоподъемность, т	2—5	1,3—15	15	8—45	15	15	5—30	11—50
Высота подъема крюка, м	6,5—10,5	5,5—17	7—22	7—20	7—22	7—19	8,4—24,3	5,5—9,75
Скорость:								
подъема груза, м/мин	12,3	17,6	9	6	17,6—26,5	15,4—20,5	6—9,85	7,2
вращения платфор- мы, об/мин	2,5	2,5	2	2	3	2,9	0,7	0,14—1,5
передвижения крана, км/ч	4,3	10	10	10	12,9	11,6	3,9	6
Мощность двигателей, кВт	35	73,6	51	110	73,6	73,6	68	110
Масса крана, т	29	49	71,5	110	54,2	49,6	72,9	107

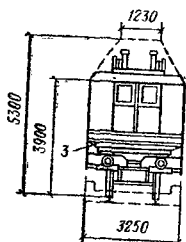
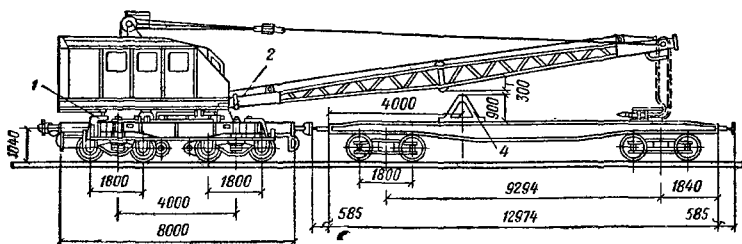


Рис. 114. Транспортное положение железнодорожного крана СК-30

1 — ринт для подпирания хвостовой части крана;
2, 3 — тяги из круглой стали с резьбой для крепления крана от разворота; 4 — козллок

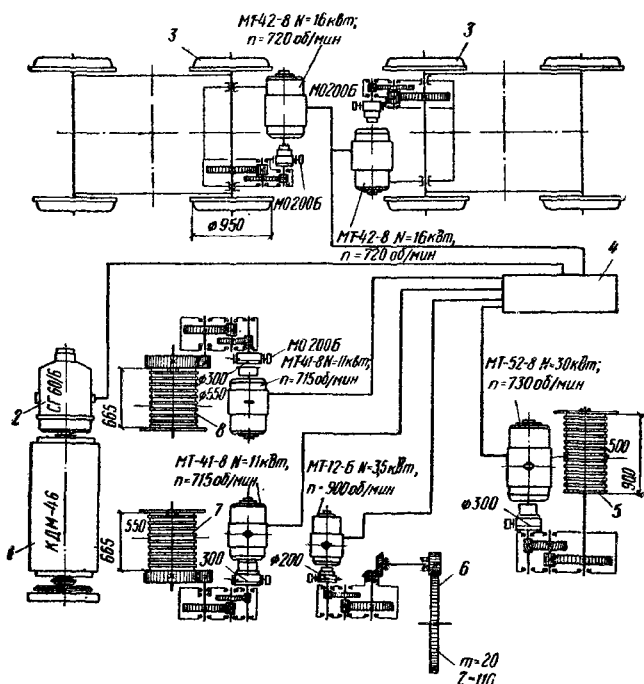


Рис. 115. Кинематическая схема механизмов железнодорожного крана СК-30

1 — дизель; 2 — генератор; 3 — механизм передвижения; 4 — пульт управления;
5 — лебедка основного подъема; 6 — механизм вращения крана; 7 — лебедка вспомогательного подъема; 8 — лебедка подъема стрелы

Барабаны лебедок имеют нарезку и рассчитаны на двухслойную навивку.

На всех механизмах установлены двухступенчатые редукторы. Механизмы оснащены электродвигателями трехфазного тока и электромагнитными тормозами. Редукторы с электродвигателями соединяются зубчатыми муфтами.

Железнодорожные краны применяются на заводах с хорошо развитой железнодорожной сетью, на постоянно действующих складах, а также на строительных площадках, имеющих железнодорожную сеть.

§ 41. УСТОЙЧИВОСТЬ САМОХОДНЫХ КРАНОВ

Устойчивость самоходных кранов против опрокидывания обеспечивается их собственной массой. Поднимаемый груз стремится опрокинуть кран. Если центр тяжести крана находится внутри опорного контура, положение крана устойчивое. При работе крана без выносных опор опорный контур образуется точками соприкосновения ходовых колес крана с грунтом.

Применение выносных опор (аутригеров) позволяет увеличить размеры опорного контура, повышая при этом устойчивость крана. Степень устойчивости крана характеризуется коэффициентом устойчивости и представляет собой отношение восстанавливающего момента к сумме моментов сил, опрокидывающих кран:

$$K = \frac{M_{\text{восст}}}{M_{\text{опр}}}.$$

Произведение массы крана G (без противовеса) на плечо b_1 плюс произведение массы противовеса q на плечо b_2 называется восстанавливающим моментом (рис. 116):

$$M_{\text{восст}} = Gb_1 + qb_2,$$

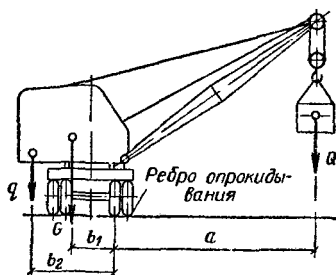


Рис. 116. Схема нагрузок на самоходный кран

где $M_{\text{восст}}$ — момент восстанавливающий, кг·м;
 G — масса крана без противовеса, кг;
 b_1 — расстояние от центра тяжести крана до ребра опрокидывания, м;
 q — масса противовеса, кг;
 b_2 — расстояние от центра тяжести противовеса до ребра опрокидывания, м.

Произведение массы груза Q (см. рис. 116) на плечо a называется опрокидывающим моментом:

$$M_{\text{опр}} = Qa,$$

где $M_{\text{опр}}$ — опрокидывающий момент, кгс·м;
 a — масса наибольшего поднимаемого груза, кг;
 Q — расстояние от центра грузового крюка до ребра опрокидывания, м.

Коэффициент устойчивости K , согласно правилам Госгортехнадзора, для самоходных кранов должен быть не менее 1,4.

Опрокидывающий момент увеличивается при дополнительных нагрузках на кран: инерционные силы, возникающие при торможении, центробежные силы, возникающие при вращении поворотной части крана; ветер, когда он направлен в сторону опрокидывания. С учетом этих дополнительных нагрузок правилами Госгортехнадзора СССР установлен минимальный коэффициент устойчивости для самоходных кранов 1,15.

Когда самоходный кран находится на наклонной площадке, восстанавливающий момент уменьшается, так как расстояния b_1 и b_2 при этом уменьшаются, а опрокидывающий момент увеличивается, так как расстояние a становится больше. Чтобы уменьшить дополнительные опрокидывающие нагрузки, рабочие движения крана следует производить плавно. При работе крана на уклоне выносные опоры должны устанавливаться так, чтобы угол наклона не превышал 3° .

Чтобы обеспечить безопасную работу кранов и предупредить возможность опрокидывания их от чрезмерной перегрузки, правилами Госгортехнадзора СССР предусматривается оборудование всех вновь изготавливаемых стреловых самоходных кранов ограничителями грузоподъемности, автоматически отключающими механизм подъема или его двигатель при подъеме груза, масса которого превышает величину грузоподъемности для установленного вылета.

§ 42. КОЗЛОВЫЕ И ПОРТАЛЬНЫЕ КРАНЫ

Козловые краны применяются при монтаже сборного железобетона, на строительстве бункерных эстакад доменных цехов, вращающихся цементных печей, отдельных цехов и других промышленных сооружений.

Козловые краны, применяемые на строительстве перечисленных объектов, должны иметь высоко расположенный ригель с таким расчетом, чтобы портал крана полностью охватывал монтируемое здание.

Козловые краны используют также для обслуживания складов, открытых площадок для изготовления металлоконструкций, полигонов железобетонных изделий и др.

Козловые краны большой грузоподъемности применяют при монтаже гидротурбин, на строительстве крупных гидроэлектростанций, на монтаже крупных цементных вращающихся печей.

Козловый кран (рис. 117) состоит из ригеля решетчатой конструкции, опирающегося на две ноги с ходовыми тележками. Как правило, опоры (ноги) крана имеют четыре ходовые тележки, при этом две из них (на разных рельсах) приводные.

Передвигается кран по рельсам, уложенным на шпалах по щебеночному или песчаному балласту.

На верхнем поясе ригеля уложены рельсы, по которым передвигается грузовая тележка.

В настоящее время для обслуживания промышленного строительства и монтажа технологического оборудования применяют козловые краны К-182, К-202, К-305, К-405, К-505 и др.

Технические характеристики указанных кранов приведены в табл. 42.

Козловые краны К-182, К-205, К-305, К-405 и К-505 имеют одинаковую решетчатую конструкцию и отличаются один от другого количеством стандартных средних секций ригеля или высотой ног. Грузовые тележки на этих кранах передвигаются тяговыми лебедками.

Для монтажа вращающихся цементных печей диаметром 5 м и длиной 180 м применяют козловые краны грузоподъемностью 120 и 150 т, а для монтажа печей диаметром 7 м и длиной 230 м — грузоподъемностью 320 т.

Технические характеристики козловых кранов, применяемых для монтажа вращающихся цементных печей, приводятся в табл. 43.

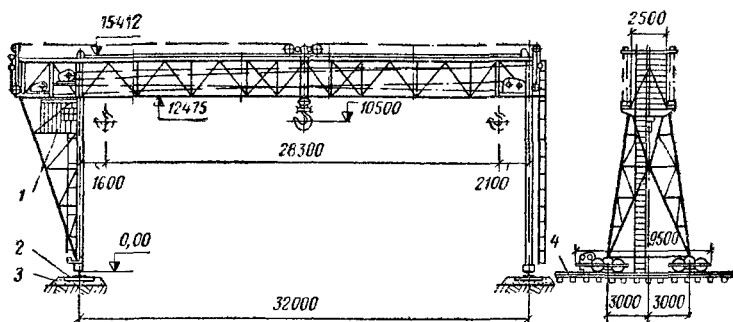


Рис. 117. Козловой кран грузоподъемностью 30 т
 1 — пункт управления; 2 — полушпала; 3 — балласт из щебня; 4 — рельс

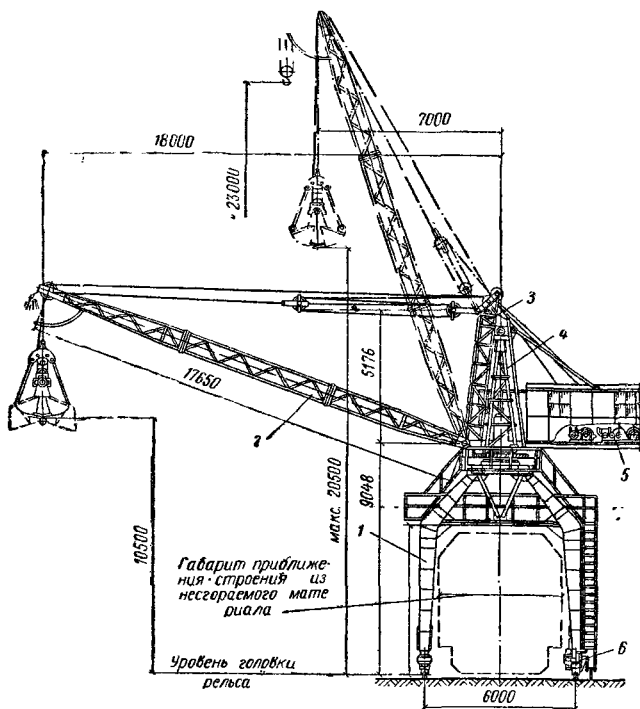


Рис. 118. Кран-погрузчик КП-10
 1 — портал; 2 — стрела; 3 — неподвижная колонна; 4 — поворотная головка;
 5 — платформа лебедок механизмов; 6 — ходовая тележка

Таблица 42

Технические характеристики козловых кранов

Показатель	Кран				
	К-182	К-202	К-305	К-405	К-505
Грузоподъемность, т	18	20	30	40	50
Скорость подъема груза, м/мин	7,5	8,6	7,5	5	5
Скорость передвижения тележки, м/мин	22,1	22,4	22,1	22,1	22,1
Скорость передвижения крана, м/мин	20	24	20	20	20
Высота подъема крюка, м	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Пролет крана, м	44	20	32	26	20 и 32
Масса крана, т	69	30	60	55,5	51

Портальные краны получили широкое распространение на строительстве крупных гидроэлектростанций.

Таблица 43

Технические характеристики козловых кранов, применяемых для монтажа вращающихся цементных печей

Показатель	Кран			
	КМК-120	КМК-150	КМК-200	КМК-320
Грузоподъемность, т	120	150	200	320
Количество крюковых обойм, шт.	4	4	4	4
Грузоподъемность одной грузовой обоймы, т	30	37,5	50	80
Максимальная высота подъема крана, м	18,5	30	28	30
Скорость подъема и опускания груза, м/мин	0,99	1,2	1,5	1,9
Скорость передвижения грузовой тележки, м/мин	7,5	7,5	8	11
Скорость передвижения крана, м/мин	11	11	11	11
База ходовых тележек, м	12	12	14	14
Колея крана, м	20	24	27	35
Масса, т	114	125	212	574

Разновидностью порталного крана является применяемый на строительных площадках кран-погрузчик КП-10 (рис. 118).

Портал сконструирован из четырех ног, соединенных продольными и поперечными связями. Ходовая часть крана имеет четыре ходовые тележки, из которых две приводные.

Кран-погрузчик КП-10 предназначен для погрузочно-разгрузочных работ на строительных площадках, заводах металлоконструкций, складах и других объектах.

Кран оснащен крюковой обоймой для работ общего назначения и двухканатным грейфером емкостью 1,5 м³ для работ с сыпучими грузами.

Под порталом крана может свободно проходить железнодорожный состав, что позволяет использовать этот кран для обслуживания прирельсовых складов.

Техническая характеристика крана-погрузчика КП-10

Грузоподъемность, т, при вылете стрелы, м:	
18	5
7	10
Максимальная высота подъема крюка крана, м, при вылете стрелы, м:	
18	13
7	23
Скорость, м/мин:	
подъема груза крюком	10,6
» » грейфером	21,2
опускания груза	4,1
передвижения крана	27
Скорость поворота, об/мин	1
Мощность электродвигателей, кВт	53,5
Масса крана, т	46,8

§ 43. МОСТОВЫЕ КРАНЫ

В промышленности широкое распространение получили мостовые краны с электрическим приводом. Эти краны называются мостовыми потому, что их несущие конструкции выполнены в виде моста, перекинутого через пролет цеха или открытой крановой эстакады на колоннах. В зависимости от характера выполняемых работ мостовые краны подразделяются на краны металлургические, устанавливаемые в металлургических цехах, и краны общего назначения.

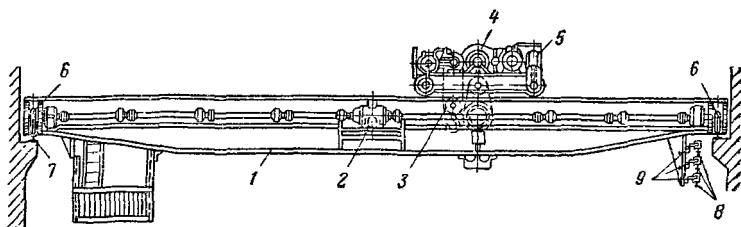


Рис. 119. Электрический мостовой кран

1 — мост; 2 — механизм передвижения моста; 3 — грузовая тележка; 4 — механизм подъема; 5 — механизм передвижения грузовой тележки; 6 — ходовые колеса; 7 — подкрановые пути; 8 — троллей; 9 — токосъемники

Мостовые краны общего назначения являются основными в механических и сборочных цехах, на складах и вспомогательными — в металлургических цехах. Управление всеми электродвигателями мостового крана осуществляется крановщиком и сосредоточено в будке (кабине), прикрепленной к мосту крана.

Мостовой электрический кран (рис. 119) состоит из моста 1, на котором установлен механизм 2 передвижения моста. Вдоль моста укреплены пути, по которым передвигается грузовая тележка 3 с механизмом передвижения 5 и механизмом подъема 4. Мостовой кран передвигается на ходовых колесах 6 по подкрановым путям 7.

Питание электроэнергией мостового крана осуществляется с помощью жестких троллеев 8, укрепленных на изоляторах вдоль цеха, и токосъемников 9, расположенных на мосту крана и скользящих по троллеям.

К двигателям тележки электроэнергия подводится троллеями, расположенными вдоль моста.

В качестве троллеев для мостовых кранов применяют угловую сталь или железнодорожные рельсы.

Мостовые краны могут иметь два механизма подъема: главный и вспомогательный; смонтированные на одной тележке. Это вызвано технологией производства (краны заливочные и литейные), например необходимостью наклонять ковши при заливке чугуна в миксер или мартеновскую печь либо поднимать легкие грузы.

Грузоподъемность мостового крана, имеющего два механизма подъема, обозначают дробным числом: в числителе указывают грузоподъемность главного, а в знаменателе — вспомогательного подъема, например, 15/5; 20/5; 30/10; 100/20 т и т. д.

Мост крана состоит из жестко соединенных между собой главных и концевых балок. Главные балки мостовых кранов выполняют в виде решетчатых ферм или конструкций коробчатого сечения.

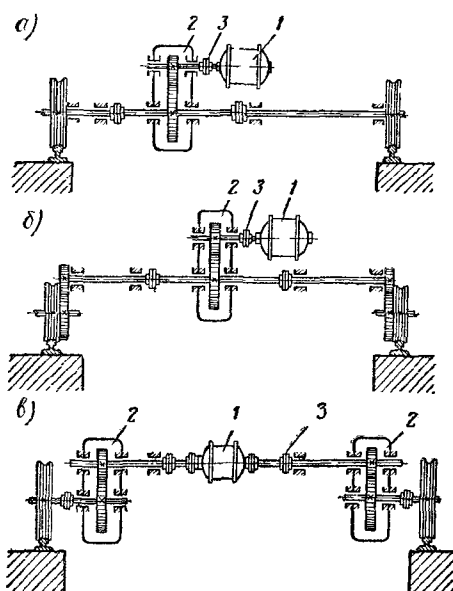


Рис. 120. Типы механизмов передвижения моста крана

а — механизм с тихоходной трансмиссией; *б* — механизм со среднеходовой трансмиссией; *в* — механизм с быстроходной трансмиссией; 1 — двигатель; 2 — редуктор; 3 — муфта

В настоящее время мосты почти всех кранов делают сварными. Для ответственных сварных конструкций моста, воспринимающих динамическую нагрузку, применяют маргеновскую сталь марки СтЗсп.

Механизмы передвижения моста могут быть с трансмиссионным валом или с отдельными электродвигателями на каждую сторону крана.

При применении механизма передвижения моста с тихоходным трансмиссионным валом (рис. 120, *а*) двигатель 1 и редуктор 2 устанавливают на середине моста. Вал электродвигателя соединен с валом редуктора эластичной муфтой. Выходной вал редуктора жесткими муфтами соединен с трансмиссионным валом, который в свою очередь соединяется с валами ведущих ходовых колес.

При применении механизма со среднеходовой трансмиссионным валом (рис. 120, *б*) концы трансмиссии соединяют с валами ходовых колес через зубчатые передачи и венцовые шестерни, находящиеся на ходовых колесах.

Схема механизма передвижения моста с быстроходным трансмиссионным валом показана на рис. 120, в. Ходовым колесам движение передается двумя редукторами, установленными с обеих концов трансмиссионного вала. Механизмы передвижения мостов кранов с быстроходными трансмиссионными валами применяют только на кранах малой грузоподъемности.

Быстроходные трансмиссионные валы легче среднеходовых и тихоходных, однако тихоходные валы более надежны в эксплуатации.

Число ходовых колес, на которых перемещается кран, зависит от грузоподъемности крана. Краны грузоподъемностью до 50 т имеют 4 ходовых колеса, грузоподъемностью 75—150 т — 8 ходовых колес, грузоподъемностью 200—630 т — 16. Краны с 8 или 16 ходовыми колесами оснащены уравновешивающими балансирами для равномерного распределения нагрузки на колеса.

На грузовой тележке крана (рис. 121) устанавливаются механизмы подъема груза и передвижения тележки. Ходовые колеса тележки приводятся в движение механизмом 1, который состоит из электродвигателя, редуктора и вала, передающего движение от редуктора

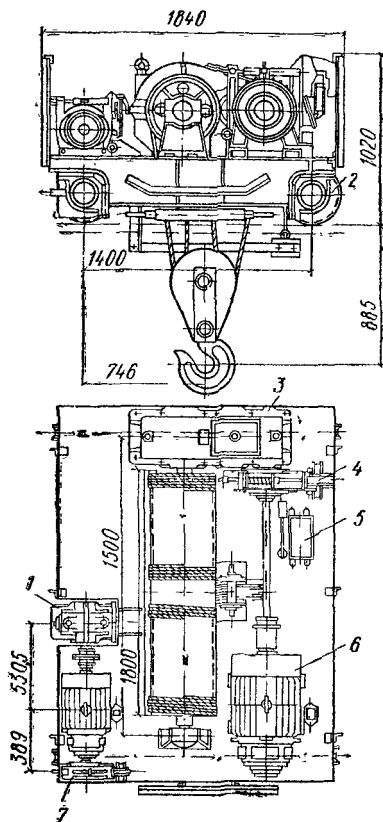


Рис. 121. Грузовая тележка мостового крана грузоподъемностью 10 т

1 — механизм передвижения тележки; 2 — ходовые колеса; 3 — механизм подъема; 4, 7 — электротормоза; 5 — ограничитель подъема; 6 — электродвигатель

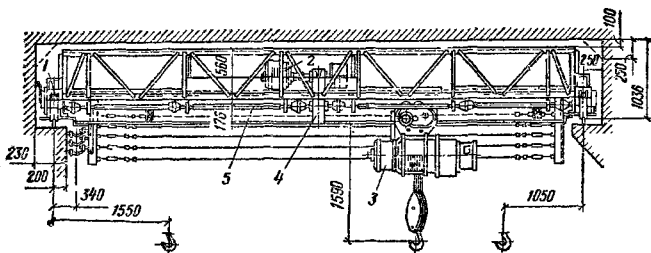


Рис. 122. Электрическая кран-балка

1 — ходовые колеса; 2 — электродвигатель механизма; 3 — электрическая таль; 4 — редуктор механизма передвижения моста; 5 — трансмиссионный вал

ходовым колесам. Механизмы подъема 3 и передвижения тележки 1 снабжаются электромагнитными тормозами 4 и 7.

В цехах с небольшим грузооборотом применяют ручные или электрические кран-балки (рис. 122) с одной или двумя несущими балками двутаврового сечения (иногда с добавочным креплением в виде шпренгеля). Грузоподъемность их обычно не превышает 5 т.

По нижнему поясу балки передвигается электрическая таль 3 или ручной грузоподъемный механизм (кошка с талью). Механизм передвижения кран-балки с электрическим приводом состоит из электродвигателя 2, редуктора 4 и трансмиссионного вала 5, передающего вращение через зубчатые передачи в концевых балках на ведущие колеса 1 ходовых тележек крана-балки.

Управляют электрической кран-балкой обычно с пола цеха с помощью свисающего с кран-балки кабеля, на котором закреплена коробка кнопочного управления. Иногда на кран-балке подвешивается кабина крановщика, из которой и осуществляется управление.

Несущие балки испытывают основную нагрузку, действующую в вертикальной плоскости, от массы поднимаемого груза, крановой тележки и от собственной массы балок.

Масса поднимаемого груза и масса крановой тележки создают суммарную сосредоточенную нагрузку; нагрузка от собственной массы кран-балки распределяется равномерно.

Суммарная сосредоточенная нагрузка действует на главную балку через ходовые колеса грузовой тележки в двух точках, но так как расстояние между ходовыми ко-

лесами по сравнению с пролетом крана невелико, с некоторым допущением принимают ее действующей в одной точке.

Исходными данными для расчета являются:

- Q_1 — максимальная масса поднимаемого груза, кг;
- Q_2 — масса крановой тележки, кг;
- Q — суммарная масса тележки с поднимаемым грузом, кг;
- L — длина пролета крана, м;
- l — расстояние между колесами тележек крана, м;
- f — стрела прогиба балки, см;
- G — собственная масса балки, кг;
- I — осевой момент инерции, см⁴;
- E — модуль упругости для стали ($E = 2\ 100\ 000$ кгс/см²);
- W — осевой момент сопротивления сечения, см³;
- g — масса 1 м двутавровой балки, кг.

При ориентировочных расчетах считают, что масса крановой тележки в зависимости от сложности конструкции составляет 10—25% максимальной грузоподъемности крана; в среднем принимают $Q_2 = 0,2 Q_1$. Тогда нагрузка на балку крана $Q = Q_1 + Q_2 = 1,2 Q_1$.

Обозначив сосредоточенную нагрузку на каждую балку через P , имеем: для однобалочных кран-балок $P = 1,2$; для двухбалочных — $P = \frac{1,2Q_1}{2} = 0,6Q_1$.

Наибольший изгибающий момент возникает посередине балки, он равен:
от сосредоточенной нагрузки

$$M'_n = \frac{QL}{4};$$

от собственной массы балки (равномерно распределенная нагрузка)

$$M''_n = \frac{gL^2}{8}.$$

Суммарный изгибающий момент посередине балки

$$M_n = M'_n + M''_n = \frac{QL}{4} + \frac{gL^2}{8}.$$

Необходимый осевой момент сопротивления сечения

$$W = \frac{M_n}{[\sigma_n]},$$

где σ_n — допускаемое напряжение на изгиб, принимаемое в зависимости от режима работы крана от 850 до 1400 кгс/см².

В соответствии с найденным значением W по справочникам подбирается ближайший профиль двутавровой балки.

Практически расчет кран-балок производится в два этапа: сначала находят приближенное значение W только по сосредоточенной нагрузке от максимальной массы поднимаемого груза и массы грузовой тележки, принимая при этом несколько пониженное значение допускаемого напряжения на изгиб $[\sigma_n]$; затем ведут расчет, вводя в него нагрузку от собственной массы балки.

После определения необходимого сечения балок находят стрелу прогиба по формуле

$$f = \frac{QL^3}{48EI}.$$

Стрела прогиба не должна превышать:

в кран-балках с ручным приводом

$$f = \left(\frac{1}{600} \div \frac{1}{800} \right) L;$$

в электрических кран-балках

$$f = \left(\frac{1}{800} \div \frac{1}{1000} \right) L.$$

Пример 23. Рассчитать главную несущую балку для однобалочной кран-балки грузоподъемностью $Q=5$ т с пролетом $L=8$ м. Переведем данные задачи в единицы СИ: $Q=5$ т=5000 кг=5000×10 Н=50 000 Н (Ньютон); $L=8$ м=800 см.

Решение. Сосредоточенная нагрузка на кран-балку составляет:

$$P = 1,2Q = 1,2 \cdot 50\,000 = 60\,000 \text{ Н} = 60 \text{ кН}.$$

Наибольший изгибающий момент от сосредоточенной нагрузки

$$M_n = \frac{QL}{4} = \frac{60 \cdot 800}{4} = 12\,000 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Принимаемый момент сопротивления поперечного сечения балки при $[\sigma_{и}] = 1100 \text{ Н} \cdot \text{см}^2$

$$W = \frac{M_{и}}{[\sigma_{и}]} = \frac{12\,000\,000}{11\,000} = 1091 \text{ см}^3.$$

В соответствии с найденным значением подбирается по справочнику ближайший профиль двутавровой балки.

В данном случае необходимо принять двутавровую балку № 45, для которой момент сопротивления поперечного сечения $W = 1220 \text{ см}^3$. Так как пролет кран-балки сравнительно невелик, собственная масса балки на расчет будет влиять незначительно, поэтому второй этап расчета с нагрузкой от собственной массы балки не производим.

Стрела прогиба определяется по формуле

$$f = \frac{QL^3}{48EI} = \frac{60\,000 \cdot 800^3}{48 \cdot 21\,000\,000 \cdot 274\,500} = 1,18 \text{ см};$$

$I = 274\,500 \text{ см}^4$ — момент инерции двутавровой балки № 45, Н;
 $E = 21\,000\,000 \text{ Н/см}^2$ — модуль упругости стали, Н.

В рассматриваемом случае $f = \frac{L}{700} = \frac{800}{700} = 1,14 \text{ см} < 1,18 \text{ см}$,

что в пределах допустимого.

В нашем примере кран-балка однобалочная, поэтому наибольший изгибающий момент от сосредоточенной нагрузки возникает в середине концевых балок, а расчет концевых балок производится аналогично расчету главной несущей балки.

§ 44. ИСПЫТАНИЕ КРАНОВ

Надзор за эксплуатацией грузоподъемных машин. Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзор СССР) утверждены 5 июля 1956 г. «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Эти правила являются обязательными для всех ведомств и распространяются на все краны, подъемные механизмы и вспомогательные при них приспособления для подъема и перемещения тяжестей.

Механизмами для подъема и перемещения грузов являются тали, блоки, полиспасты, лебедки, домкраты и другие подъемные механизмы.

Вспомогательными приспособлениями для производства такелажных работ считаются стропы, грузозахватные устройства, крюки, кольца, петли, траверсы для подъема груза двумя кранами и другие приспособления.

Согласно правилам Госгортехнадзора, краны всех типов, а также подъемные машины и вспомогательные при них приспособления допускаются к эксплуатации только после их испытания, технического освидетельствования и регистрации.

В зависимости от типа грузоподъемного механизма регистрацию его производит инспекция Госгортехнадзора или техническая администрация организации, эксплуатирующая механизм.

В соответствии с правилами Госгортехнадзора ответственность за обеспечение исправного состояния и безопасного действия грузоподъемных кранов предприятия или участка возлагается приказом руководства организации на инженерно-технического работника соответствующей квалификации, чаще всего на главного механика участка или управления. Ответственным лицом может быть назначен лишь инженерно-технический работник, которому подчинен персонал, обслуживающий краны и подъемные механизмы, после проверки комиссией с участием представителя Госгортехнадзора знания им «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Номер и дата приказа о назначении ответственного лица, а также должность, фамилия, имя, отчество и расписка его должны быть занесены в паспорт подъемного механизма.

Лицо, ответственное за исправное состояние и безопасное действие грузоподъемного крана, обязано обеспечить:

сохранность документации на грузоподъемный механизм;

содержание подъемных механизмов в соответствии с требованиями правил;

обслуживание механизмов обученным и аттестованным персоналом, имеющим удостоверение об обучении.

Ответственное лицо должно присутствовать при контрольных проверках кранов и технических освидетельствованиях, производимых инспектором Госгортехнадзора или представителем технической администрации, осуществляющим надзор за грузоподъемными механизмами.

Регистрации в органах Госгортехнадзора не подлежат: все типы кранов с ручным приводом, а также краны, у которых для подъема груза применяется пневматический подъемный цилиндр;

краны мостовые и консольные, управляемые с пола, земли или с неподвижной площадки;
стреловые краны с постоянным вылетом;
мачтово-стреловые краны грузоподъемностью до 1 т;
кабельные краны с неподвижными опорами;
переносные стрелы;
ручные и электрические лебедки и тали;
все вспомогательные захватные приспособления, подвешиваемые к грузоподъемному органу машин.

Обязательной регистрации в органах Госгортехнадзора до пуска в работу подлежат следующие грузоподъемные машины:

краны всех типов, за исключением перечисленных выше;

экскаваторы, предназначенные для работы с крюком или грейфером;

грузовые электрические тележки с кабиной управления, передвигающиеся по наземным рельсовым путям.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемных машин, подлежащих регистрации органами Госгортехнадзора, выдается инспектором Госгортехнадзора на основании письменного заявления с приложением паспорта машины и результатов ее технического освидетельствования. Каждой грузоподъемной машине присваивается постоянный регистрационный номер.

Разрешение на пуск в работу подъемных механизмов и вспомогательных приспособлений, не подлежащих регистрации органами Госгортехнадзора, выдается лицом, осуществляющим надзор за подъемными механизмами на предприятии на основании технической документации и результатов технического освидетельствования.

Техническое освидетельствование новых грузоподъемных машин и вспомогательных приспособлений производит завод-изготовитель, а результаты освидетельствования заносятся в паспорт, которым снабжаются каждая машина и каждое приспособление.

Паспорт должен быть общепринятой стандартной формы и содержать полную характеристику машины, сведения о материале и качестве изготовления, а также чертеж общего вида машины. Подъемная машина сопровождается также инструкцией по ее монтажу и эксплуатации.

По прибытии на место эксплуатации новые грузоподъемные машины и вспомогательные приспособления долж-

ны быть освидетельствованы администрацией предприятия без испытания грузом. Краны или другие подъемные машины, зарегистрированные в органах Госгортехнадзора, должны иметь разрешения на пуск в работу. Без этого кран не может быть допущен к эксплуатации.

При передаче грузоподъемной машины другому владельцу вместе с машиной должен быть передан ее паспорт. При регистрации машины, не имеющей заводского паспорта, необходимы следующие данные:

паспорт, составленный организацией, владеющей машиной;

заключение о прочности машины, составленное на основании расчета;

лабораторные данные о качестве металла;

расчет крюка и данные химического анализа материала, из которого изготовлен кран;

акт проверки качества сварных швов.

Техническим освидетельствованием устанавливаются: соответствие крана или подъемного механизма своему назначению и требованиям правил Госгортехнадзора;

исправность крана или подъемного механизма;

качество обслуживания крана.

Грузоподъемные машины, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию не реже чем через 12 месяцев, а также каждый раз после капитального ремонта, модернизации или перестановки на новое место и после смены крюка, грузовых, стреловых, вантовых и несущих канатов.

Перед осмотром крана лицо, производящее освидетельствование, проверяет содержание паспорта и наличие в нем записей о регистрации крана, наличие журнала периодических осмотров крана и содержание записей в нем, а также выполнение графика осмотра крана и подкрановых путей.

Освидетельствование заключается в осмотре, статическом и динамическом испытаниях кранов. Такому освидетельствованию подвергаются не реже одного раза в год краны всех типов, ручные и электрические тали, приводные и ручные лебедки, домкраты реечные, винтовые и гидравлические.

Статическое испытание новых грузоподъемных машин производится нагрузкой, на 25% превышающей их грузоподъемность, а при периодических и внеочередных

освидетельствованиях это испытание производится на грузкой, превышающей грузоподъемность лишь на 10%.

При статическом испытании подъемной машины крюком или заменяющим его устройством поднимают предельный груз на высоту примерно 100 мм и выдерживают в таком состоянии в течение 10 мин. После этого поднимают груз, по массе на 25% превышающий номинальную грузоподъемность, и 10 мин выдерживают его в подвешенном состоянии на высоте 100 мм от земли.

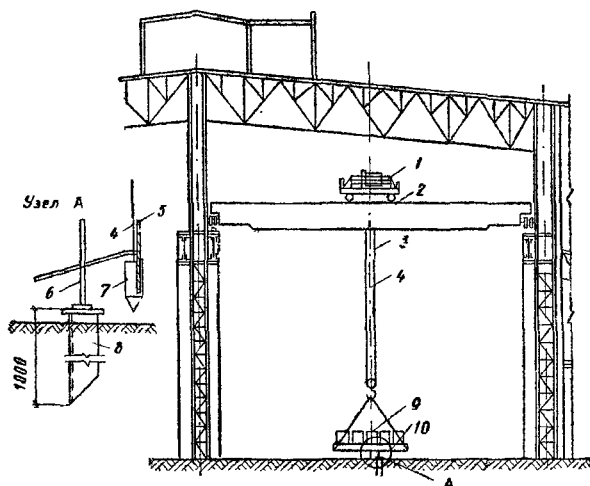


Рис. 123. Устройство для замера деформации мостов электрических кранов

1 — грузовая тележка крана; 2 — балка моста; 3 — полиспаст; 4 — струна; 5 — измерительная линейка; 6 — рейсмус; 7 — отвес; 8 — забитый в землю уголок; 9 — грузы; 10 — площадка для грузов

Затем осматривают кран или подъемную машину. Упругая деформация под действием предельной нагрузки не должна превосходить допускаемую нормами; остаточная деформация не допускается.

Устройство для замера деформации мостов при их испытании представлено на рис. 123.

Мостовой кран при испытании устанавливают над опорами (колоннами) подкрановых путей, а его грузовую тележку — на середине моста крана. Затем краном поднимают контрольный груз, превышающий на 25% номинальную грузоподъемность крана, на высоту 150—200 мм,

выдерживают в течение 10 мин и измеряют стрелу прогиба обеих главных ферм крана. Производится это с помощью отвесов 7, подвешенных к каждой ферме на струне 4.

К отвесу прикрепляется измерительная линейка 5, по которой рейсмусом 6 определяется стрела прогиба, равная разности отсчетов до подъема груза и после выдержки его на весу в течение 10 мин. Записав результаты испытаний, груз опускают на землю, после чего рейсмусом определяют остаточную деформацию ферм моста. Для установки рейсмуса в грунт около отвеса забивают уголок длиной 1 м, на верх которого приваривают строганую площадку.

Первичное испытание вновь изготовленных стреловых кранов, имеющих механизм изменения вылета стрелы, производится дважды — при наименьшем и наибольшем вылетах стрелы. При испытании поворотную часть стреловых кранов устанавливают в положение, соответствующее наименьшей устойчивости крана.

Динамическое испытание крана производят после получения удовлетворительных результатов статического испытания. Во время динамического испытания подъемной машины повторно поднимают и опускают груз, превышающий на 10% массу наибольшего рабочего груза. Одновременно осматривают и проверяют в работе все движущиеся механизмы и электрооборудование, автоматические ограничители, конечные выключатели, металлические конструкции и приборы безопасности (тормоза, аппараты, управления, освещение и сигнализацию), испытывают цепи и канаты подъемных механизмов.

Результаты технического освидетельствования записывают в журнал периодических осмотров грузоподъемной машины. При удовлетворительных результатах в паспорт записываются разрешение на ее работу и дата следующего освидетельствования. Если обнаружены опасные дефекты, грузоподъемную машину не разрешается допускать к работе, о чем в паспорте делается мотивированная запись.

Нормальная эксплуатация механизмов во многом зависит от организации систематического планово-предупредительного и капитального ремонтов, проводимых в мастерских или на ремонтных заводах. После капитального ремонта механизмы обязательно испытывают.

Стальные канаты, цепи, пеньковые и хлопчатобумажные канаты, а также стропы, скобы, кольца и другие

съемные вспомогательные приспособления испытывают на статическую пробную нагрузку, в два раза превышающую допускаемую рабочую.

Траверсы, клещи и другие вспомогательные приспособления должны испытываться нагрузкой, на 25% превышающей их номинальную грузоподъемность. Эту нагрузку приспособления должны выдержать в течение 10 мин без остаточной деформации и заметных удлинений.

Все вспомогательные грузозахватные приспособления кроме испытаний должны подвергаться периодическому осмотру лицом, на которое возложено их обслуживание, в сроки, установленные владельцем, но не реже чем через каждые 6 мес. — при осмотре траверс и коромысел, через 1 мес. — при осмотре клещей и других захватов, через каждые 10 дней — при осмотре чалочных канатов и цепей.

Винтовые и реечные домкраты испытывать нагрузкой необязательно. Техническое освидетельствование их производят обычно путем осмотра. Домкрат с износом резьбы винта или гайки, превышающим 20%, к использованию не допускается. Статическое испытание пневматических и гидравлических домкратов производится нагрузкой, превышающей их номинальную грузоподъемность на 10%, с выдержкой поршня в крайнем верхнем положении в течение 10 мин. Все результаты испытания и осмотра записывают в специальный журнал осмотра вспомогательных грузоподъемных приспособлений.

Обычно при осмотре крана лицо, производящее освидетельствование, проверяет по журналу сроки осмотра чалочных приспособлений и выборочно осматривает их, устанавливая фактическое состояние, маркировку и соответствие выполняемым работам.

Для испытания такелажной оснастки применяют различные приспособления, в том числе гидравлические и пружинные динамометры, показывающие усилие, действующее при испытании. Одно из таких приспособлений — стенд с гидравлическим динамометром, разработанный по предложению А. Ф. Применко, широко используется в монтажных организациях Минмонтажспецстроя СССР.

Стенд (рис. 124) служит для испытания лебедок, талей, полиспастов и блоков. Полиспасты испытывают на усилие до 60 т, а другие приспособления — до 20 т.

Испытание на стенде производят следующим образом: полиспаст 4 крепят на стенде к стойкам рамы 6; неподвижную нить каната полиспаста прикрепляют к динамометру 7. Ролик 5 служит для направления неподвижной нити полиспаста по оси динамометра. Предварительное натяжение каната полиспаста производится лебедкой 2, к которой присоединяют сбегающую нить каната. После натяжения каната сбегающую нить крепят к штырю 1 и выключают лебедку 2. Дальнейшее натяжение каната до получения необходимого усилия для испытания полиспаста производят гидравлическим динамометром.

Другие такелажные приспособления при испытании крепят к стойке 3 стенда и динамометру 7. Гидравлический динамометр 7 состоит из корпуса, штока с поршнем

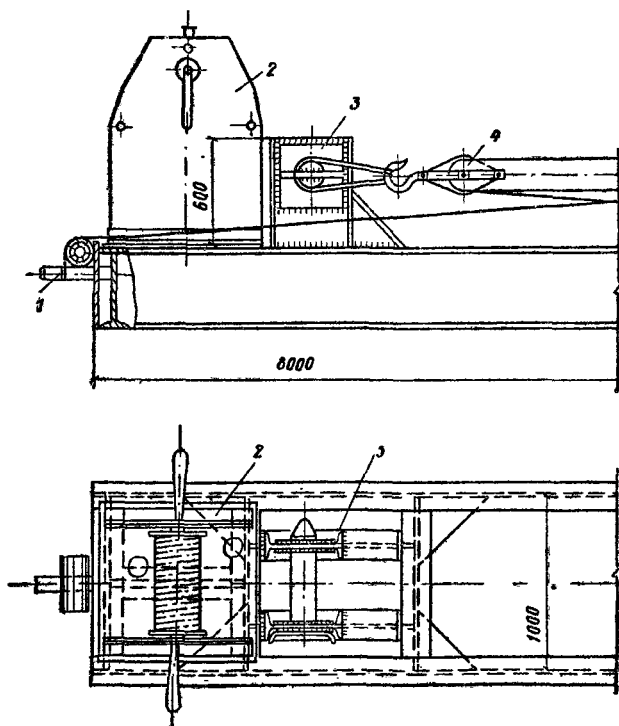


Рис. 124. Стенд для испыта

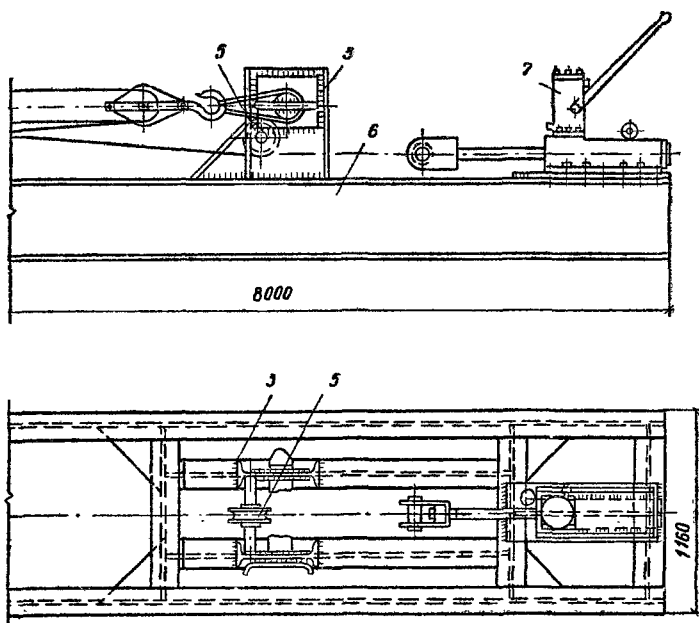
1 — штырь для закрепления каната; 2 — ручная лебедка; 3 — стойка; 4 — испы-
динамо

и резервуара для масла. Внутри последнего помещен насос, приводимый в действие рукояткой.

При качании рукоятки масло из резервуара подается в полость цилиндра, расположенного внутри корпуса динамометра. Под давлением масла поршень цилиндра перемещается вправо и увлекает за собой шток с грузовой серьгой, к которой прикреплен канат или крюк испытываемого приспособления. Величина развиваемого усилия определяется по установленному на корпусе манометру.

Для обеспечения безопасных условий работы при испытании такелажного оборудования и приспособлений вместо ручного насоса устанавливается масляный насос с электрическим приводом.

Длина стнда 8000, ширина 1160, высота 1050 мм. Масса стнда с лебедкой и динамометром 3638 кг. Рабочий ход поршня динамометра 400 мм.



ния такелажной оснастки

— приемный полиспаст; 5 — направляющий ролик; 6 — рама; 7 — гидравлический метр

§ 45. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВ И УХОД ЗА НИМИ

Общие требования. К управлению кранами допускаются специально обученные крановщики не моложе 18 лет, имеющие на руках удостоверения, выданные экзаменационной комиссией. Крановщик и его помощник обязаны:

подробно изучить устройство и назначение всех механизмов крана и приборов безопасности;

знать правила строповки грузов;

четко себе представлять влияние на устойчивость крана различных факторов: массы груза и крана, вылета и высоты подъема крюка, скоростей механизмов поворота, передвижения, подъема стрелы и крюка, силы ветра, угла наклона рабочей площадки и угла наклона от неравномерной осадки подкранового основания;

определять возможность установки для работы крана с допустимой максимальной нагрузкой на данном грунтовом основании;

определять пригодность к употреблению различных чалочных и грузозахватных приспособлений.

К работе в качестве стропальщика (такелажника) допускаются также специально обученные лица, имеющие на руках соответствующие удостоверения.

Перед допуском к работе такелажнику выдается под расписку производственная инструкция, включающая в себя правила обвязки грузов, показанные графически.

Такелажник не имеет права приступать к работе, не осмотрев предварительно грузозахватные и чалочные приспособления; при обнаружении дефектов он обязан сообщить о них лицу, ответственному за такелажные приспособления. Использовать неисправные грузозахватные приспособления категорически запрещается.

Такелажник и крановщик должны знать правила сигнализации для визуального контакта, грузоподъемность и грузовой момент крана при различных вылетах стрелы (крюка), основные сведения об устройстве крана.

Такелажник и крановщик должны знать массу предназначенного для подъема груза; при отсутствии данных она должна быть определена расчетным путем с участием лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов.

Чалочные и захватные приспособления должны иметь паспорта и клейма заводов-изготовителей.

До начала работ кран испытывают в соответствии с действующими правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденных Госгортехнадзором.

Кран должен иметь:

предупредительные надписи «Не стой под стрелой», «Не стой под грузом» и плакаты о предельной грузоподъемности крана;

сменный журнал приема и сдачи смен (если кран работает не в одну смену);

исправный инвентарь, комплект необходимого инструмента и приспособлений для смазки узлов крана.

Приказом кран закрепляется за крановщиком. Если кран работает в несколько смен, то назначается старший крановщик, за которым и закрепляется кран.

Знания крановщиков по технике безопасности и эксплуатации крана ежегодно проверяются. Крановщики, переведенные с одного предприятия на другое или с крана одного типа на другой, а также после перерыва в работе по специальности больше года должны быть вновь обучены и аттестованы.

Крановщик должен выполнять все требования по управлению и обслуживанию крана, изложенные в инструкции для крановщиков, утвержденной Госгортехнадзором СССР. Несоблюдение правил техники безопасности и инструкции по эксплуатации крана может привести к аварии или несчастному случаю.

Перед началом работы крановщик обязан произвести общий осмотр крана и убедиться в его исправности. Особое внимание должно быть уделено проверке грузоподъемных механизмов, тормозных устройств, канатов и грузозахватных приспособлений.

Крановщик не должен приступать к работе при наличии неисправностей указанных механизмов и трещин в металлоконструкциях кранов. Не разрешается приступать к работе также при неисправности ограждений механизмов или токоведущих частей электрооборудования.

Нельзя поднимать груз, масса которого превышает грузоподъемность крана при данном вылете стрелы.

Запрещается открывать краном засыпанные или примерзшие грузы, подтаскивать грузы по земле при ко-

сом натяжении каната. Не разрешается поднимать неправильно застропованный груз.

При ветре более 6 баллов (12,4 м/с) или при приближении грозы (для башенных кранов) работу прекращают, кран укрепляют противоугонными захватами за рельсы, а стрелу устанавливают по ветру.

Смазка. Одним из наиболее существенных условий хорошей работы кранов является своевременная смазка его механизмов. Все механизмы крана необходимо содержать в чистоте и порядке. Грязь и разлитое масло необходимо удалять. Смазочные материалы необходимо хранить в закрытых сосудах, предохраняя их от загрязнения и влаги. Употреблять следует только чистую смазку. Грязная смазка, попавшая в места трения, ведет к задирам и усиленному износу деталей.

Для смазки кранов применяют как жидкую, так и консистентную (густую) смазку. Густую смазку подают к местам трения ручным шприцем (рис. 125, а) или солидолонагнетателем и пресс-масленкой (рис. 125, б). Заправка резервуара шприца 2 смазкой производится при снятой головке 4 цилиндра и поршне 3, находящемся в исходном положении. Вращающийся шток 1 благодаря имеющейся на нем нарезке сообщает поршню поступательное движение, которым смазка выжимается из резервуара к месту потребления смазки через гибкий шланг 5 и накидную головку 6, надеваемую на заплечики пресс-масленки 7.

Пресс-масленку перед надеванием на нее наконечника шприца тщательно протирают.

Уход за стальными канатами. Канаты — ответственные детали механизма и требуют внимательного ухода. Для увеличения срока службы канатов необходимо соблюдать следующие условия.

При продолжительной стоянке крана канаты следует снять с барабанов, смазать и поместить на хранение в закрытое помещение.

Необходимо следить, чтобы во время наматывания канатов на барабан витки не пересекались и плотно прилегали один к другому и к телу барабана.

Срок службы канатов увеличивается при правильной намотке первого слоя на барабан: если первый слой каната будет намотан правильно, каждый последующий также будет наматываться правильно.

Чтобы повысить долговечность канатов, следует

плавно менять скорость подъема. Нельзя внезапно начинать подъем или резко останавливать груз при спуске. Резкие движения, рывки могут вызвать разрыв каната.

Перегрузка канатов против расчетной не допускается. Если канавки блоков очень изношены, необходимо их выровнять на тескарном станке, так как зазубрины в канавках вызывают быстрое изнашивание каната.

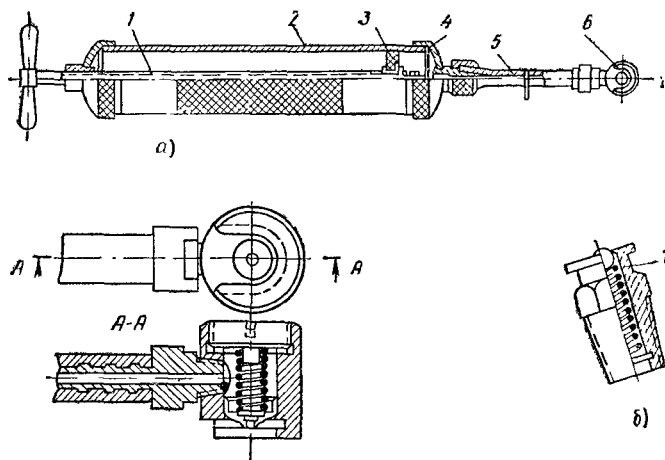


Рис. 125. Приспособления для смазки кранов

a — ручной шприц; *б* — пресс-масленка; *1* — шток с резьбой; *2* — цилиндр шприца; *3* — поршень шприца; *4* — головка цилиндра; *5* — гибкий шланг; *6* — накидная головка шприца; *7* — пресс-масленка

Необходимо систематически осматривать канаты и заменять их, как только они изнаются, не допуская появления разрывов (нормы браковки канатов по числу обрывов проволок приведены в табл. 9).

Нельзя применять канаты, диаметры которых не соответствуют перечисленным в паспорте крана.

Перед смазыванием канат очищают от грязи и старой смазки тряпкой и керосином. Очищать канаты металлическими щетками и другими острыми предметами не допускается.

Перед смазкой канат необходимо высушить. Канатную смазку предварительно подогревают, для того чтобы она свободно проникала между прядями.

Подготовка крана к работе. При транспортировании

к месту работы происходит расслабление многих узлов крана. По прибытии на место работы необходимо:

тщательно осмотреть все механизмы крана, убедиться в отсутствии повреждения деталей;

затянуть все болты, гайки и контргайки;

смазать все подшипники и другие трущиеся части, обращая внимание на обильную смазку центральной цапфы поворотной платформы;

проверить правильность работы рычагов управления и тормозов;

осмотреть канаты и закрепление их концов;

закрепленную поворотную платформу освободить;

вести в зацепление паразитные шестерни механизма передвижения крана (для железнодорожных кранов);

опробовать все механизмы крана на холостом ходу;

проверить работу привода рычажно-тормозной системы и всех механизмов.

Выявленные ненормальности в работе механизмов должны быть устранены, так как во время эксплуатации они могут вызвать аварии.

Нельзя оставлять груз, магнит или грейфер после окончания работ в подвешенном положении.

Перед окончанием работы крановщик обязан:

поставить кран в предназначенное для стоянки место; установить стрелу и крюк в положение, указанное в инструкции завода — изготовителя крана;

остановить двигатель; у электрических кранов отключить питание током в будке крановщика. Если кран питается от внешнего источника тока, то рубильник перед кабелем отключить, а шкаф запереть на замок;

не оставлять железнодорожный кран на участке пути, имеющем уклон;

не оставлять без надзора паровой кран с котлом под давлением и с огнем в топке;

башенные краны закрепить противоугонными захватами за подкрановые рельсы:

о всех неполадках в работе крана делать записи в журнале приема и сдачи смен, сообщая об этом сменщику.

Г Л А В А X
ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

§ 46. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТАХ

Такелажными называются работы, связанные с подъемом и перемещением грузов. При монтаже оборудования, стальных конструкций и трубопроводов такелажные работы выполняют с помощью различного рода грузоподъемных устройств и механизмов, приспособлений и машин, о которых говорилось в предыдущих главах книги.

Такелажные операции должны выполняться на основе заранее разработанного проекта производства работ, предусматривающего рациональную, наиболее прогрессивную их технологию. В проекте производства работ расчетом должен быть определен состав такелажного оборудования и приспособлений.

Технология производства такелажных работ обуславливается наличием технических средств для выполнения этих работ, количеством и массой поступившего оборудования, массой отдельных мест, машин и узлов, а также состоянием и технической оснащенностью монтажной площадки, состоянием и ходом строительных работ к моменту начала монтажа, состоянием подъездных дорог, наличием электрической энергии, сжатого воздуха и т. д.

Горизонтальное перемещение грузов

От завода-изготовителя до монтажной площадки и по ней оборудование и конструкции перевозят чаще всего железнодорожным, реже автомобильным транспортом.

Поперечное очертание грузов, погруженных для перевозки на железнодорожный транспорт, должно вписываться в общесоюзный габарит очертания подвижного состава, приведенный на рис. 126.

Для грузов, поперечное сечение которых не вписыва-

ется в габарит, установлены три степени негабаритности, при которых возможно отгрузить элементы, выходящие за нормальный габарит, главным образом по ширине. Провоз негабаритных грузов должен согласовываться с управлением дороги в соответствии с действующими правилами Министерства путей сообщения СССР.

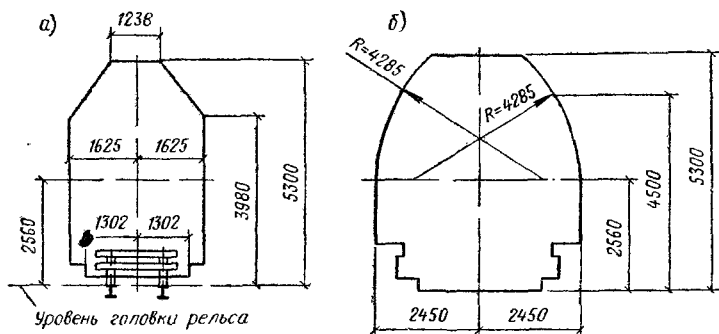


Рис. 126. Железнодорожный габарит

а — нормальный габарит вагона; б — габарит приближения строений

Оборудование и конструкции перевозят на четырехосных платформах грузоподъемностью 50—60 т, двухосных платформах грузоподъемностью 20 т, а также в полувагонах-гондолах грузоподъемностью 60 т.

В зависимости от длины груза его элементы могут перевозиться на одной платформе или на сцепках из двух или трех платформ. Длина элементов при погрузке на двухосную платформу должна быть не более 10 м, а масса — не более 20 т; на четырехосную платформу — 13,77 м и 60 т; при погрузке в гондолы — 12 м и 60 т. Элементы большей длины, не превышающие грузоподъемности одной платформы, перевозят на двух платформах, причем опирание, как правило, приходится на одну платформу, вторая служит страховочной для свеса груза.

Наибольшая длина и масса элемента, отправляемого на сцепе, составляет:

При двух двухосных платформах . . .	13 м, 20 т
При двух четырехосных платформах . . .	18 м, 60 т
При трех двухосных платформах . . .	16 м, 20 т
При трех четырехосных платформах . . .	22 м, до 30—40 т

Кроме указанного, при погрузке длинномерных элементов на железнодорожный транспорт необходимо проверить возможность прохода груза по кривым, так как при этом продольная ось груза отклоняется от оси пути и концы транспортируемого элемента могут выйти из габарита. В связи с этим ширину погрузки при большей длине элемента соответственно уменьшают.

Более тяжелые элементы грузят на сцеп из двух платформ, при этом нагрузка передается на обе платформы. На каждую платформу нагрузка передается только через одну прокладку, причем на одной из платформ должен быть поворотный турникет, позволяющий разворачивать груз относительно продольной оси платформы.

Все грузы, укладываемые на платформы для транспортирования, следует крепить как в продольном, так и в поперечном направлениях с помощью стоек, проволочных стяжек диаметром 6 мм, прокладок и клиньев для того, чтобы при движении и торможении они не сдвигались под действием сил инерции.

Расчет крепления груза производится в соответствии с действующими техническими условиями погрузки, крепления грузов, а также использования грузоподъемности вагонов МПС.

Грузы перевозят также безрельсовым транспортом. Груз массой до 12 т перевозят автомашиной, а большей массы — на тяжеловозах-трайлерах, буксируемых трактором или тягачом. При большой длине элементов используют автомашины с прицепом.

При перевозке на автомашине с прицепом опирание груза должно обеспечить поворот прицепа на кривых, для чего применяют поворотные турникеты.

Тяжеловозы (трайлеры) 2-ПТ-20 (Т-151-А) и ЧМЗАП-5523 имеют грузоподъемность 20 т, ЧМЗАП-5208—40 т, ЧМЗАП-5212—60 т и ЧМЗАП-5530—120 т.

Тяжеловозы снабжены специальными откидными пандусами — площадками для заезда и съезда с прицепа перевозимого самоходного оборудования (тракторы, экскаваторы, краны).

Постоянно растущий уровень индустриализации монтажных работ предъявляет все новые требования к транспортным устройствам.

Для транспортирования оборудования и конструкций

значительных габаритов и массы за последние годы созданы и внедряются специальные транспортные устройства повышенной грузоподъемности.

Так, например, по инициативе рационализаторов и изобретателей треста Востокметаллургмонтаж было создано автотранспортное устройство АТУ-150 грузоподъемностью 150 т (рис. 127), которое успешно используется для перевозки технологического (включая негабаритного) оборудования массой до 150 т, а также грузоподъемных механизмов — стреловых кранов различной грузоподъемности без их разборки.

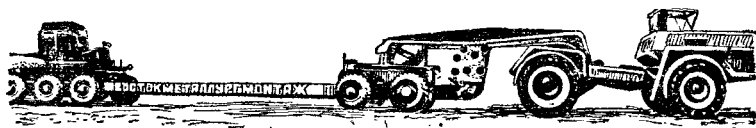


Рис. 127. Автотранспортное устройство АТУ-150 грузоподъемностью 150 т

В монтажной зоне часто приходится перемещать на небольшие расстояния различные оборудование и материалы.

Лучшими средствами для перемещения грузов при монтаже являются тракторы, передвижные краны различных конструкций и грузоподъемности, трубоукладчики, электротали, автопогрузчики, если поверхность пола позволяет пользоваться ими.

При отсутствии указанного оборудования применяют электрические лебедки, монтажные блоки, полиспасты, тали, а также простейшие приспособления — сани, доски и катки.

В процессе монтажа оборудование часто приходится перетаскивать по грунту или какому-нибудь настилу, при этом возникает сопротивление движению в виде касательной (тангенциальной) силы. Эта сила действует в направлении, противоположном движению груза, и называется *силой трения*.

Сила трения вызывает потерю энергии, величина которой зависит от рода трения и условий возникновения. Различают трение скольжения (первого рода) и качения (второго рода); иногда рассматривают смешанное трение (третьего рода), которое представляет собой трение качения с добавочным скольжением.

Сила трения зависит от многих факторов, в частности от материалов и состояния трущихся поверхностей (грунт, доски, гладкая поверхность, шероховатая, сухая, смазанная).

Иногда, чтобы облегчить процесс перетаскивания тяжелого груза по каткам, грунт застилают досками толщиной 40—50 мм.

Если грунт мягкий, под доски укладывают, кроме того, еще деревянные брусья или шпалы. Настил применяют также в качестве защиты готового пола при перемещении по нему груза.

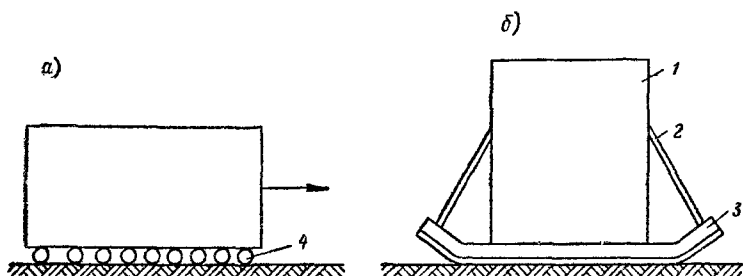


Рис. 128. Схема горизонтального перемещения грузов

а — на катках; б — на санях; 1 — груз; 2 — растяжки; 3 — сани; 4 — катки

На короткие расстояния грузы перетаскивают обычно на катках (рис. 128, а), так как сила трения качения всегда меньше силы трения скольжения, которая возникает при перетаскивании груза без катков (например, на санях). Тяговое усилие для перемещения груза в первом случае меньше, чем во втором. Требуемое тяговое усилие для перемещения груза уменьшается при применении деревянного настила под катками, так как сопротивление качения катков по доскам ниже, чем по земле.

Катки бывают деревянные (из дуба, клена) или из обрезков стальных труб, длина которых должна быть на 100—300 мм больше ширины груза. Количество катков зависит от массы и длины груза, а также состояния поверхности, по которой перемещают груз. Расстояния между катками из труб 0,5—0,8 м.

Горизонтальное усилие P , требуемое для перемещения груза на катках, определяется по формуле.

$$P = Q\mu,$$

где Q — масса перемещаемого груза, кг;
 μ — коэффициент сопротивления.

Значения коэффициента сопротивления, возникающего при перемещении грузов на катках, приведены в табл. 44.

Таблица 44

Значения коэффициентов сопротивления μ при перемещении грузов на катках

Материал верхней и нижней поверхностей, соприкасающихся с катками	Деревянные катки			Металлические катки		
	Диаметр катков, мм					
	150	200	260	50	100	150
Металл—металл . . .	0,053	0,04	0,03	0,026	0,013	0,09
Металл—камень . . .	0,06	0,045	0,036	0,032	0,016	0,011
Камень—камень . . .	0,067	0,06	0,039	0,04	0,02	0,013
Металл—дерево . . .	0,08	0,06	0,046	0,091	0,046	0,03
Камень—дерево . . .	0,087	0,065	0,05	0,16	0,05	0,03
Дерево—камень . . .	0,106	0,08	0,06	0,16	0,08	0,053

Пример 24. Требуется переместить на катках по горизонтали металлическую станину массой 30 т по деревянному настилу. Определить требуемое усилие для перемещения данного груза.

Решение. Принимаем катки из стальных труб диаметром 100 мм. Пользуясь табл. 44, определяем величину горизонтального усилия, требующегося для перемещения груза, по формуле

$$P = Q\mu,$$

где μ — коэффициент сопротивления для сочетания металла по дереву, равный 0,046.

Следовательно,

$$P = 30 \cdot 0,046 = 13,8 \text{ кН.}$$

Сани (рис. 128, б) для перемещения груза в пределах монтажной зоны делают обычно деревянными или металлическими. Полозья деревянных саней рекомендуется обивать полосовой сталью, чтобы уменьшить сопротивление трения при передвижении.

В практике такелажных работ часто вместо саней используют металлический лист с загнутой передней частью и приваренными к нему петлями для тягового каната.

Для определения тягового усилия лебедки, необходимого для перемещения груза по горизонтальной плоскости на санях, рекомендуется пользоваться табл. 45.

Тяговые усилия при перемещении грузов лебедкой по горизонтальной плоскости

Масса перемещаемого груза, т	Тяговое усилие для перемещения груза, кН			
	на санях с полозьями, обитыми стальной полосой		на санях с деревянными полозьями, поставленными на катки из труб \varnothing 100 мм	
	по земле	по снегу	по земле	по деревянному настилу
3	13	3	0,8	0,6
5	21	5	1,3	1
10	42	10	2,5	2
15	63	15	3,8	3
20	84	20	5	4
30	—	30	—	6
40	—	40	—	8
50	—	50	—	10

Приведенные в таблице тяговые усилия относятся к движущемуся грузу, а для сдвига груза с места требуется тяговое усилие на 50% выше табличного.

Так, например, для сдвига и перемещения груза массой 20 т по снегу в горизонтальном направлении на санях с полозьями, обитыми полосовой сталью, требуется лебедка с тяговым усилием не 20 кН, как это указано в табл. 45, а 30 кН.

Груз большой высоты при транспортировании необходимо укреплять, чтобы предотвратить его опрокидывание. Тяжелое оборудование рекомендуется передвигать лебедками по рельсовому настилу, уложенному на шпалах. Усилие передвижения по рельсам составляет около 20% массы самого груза, а на катках — 5—6%.

Лебедками грузы перемещают, как правило, на сравнительно короткие расстояния (до 200 м). На большие расстояния по горизонтали, а также по кривой или под углом перемещать грузы лебедкой неудобно: требуется слишком длинный канат, специальная лебедка с барабаном повышенной канатоемкости, а также частое перемещение и новое закрепление самой лебедки. В таких случаях на монтаже, если позволяет тяговое усилие, применяют гусеничные тракторы.

В процессе монтажа оборудования возникает иногда

необходимость переместить груз вверх по наклонной плоскости (с земли на возвышенный фундамент, железнодорожную платформу, автомашину и т. д.) или опустить его по наклонной плоскости.

Такое перемещение производят также лебедкой или трактором. Для плавного опускания груза по наклонной плоскости его обычно придерживают (притормаживают) канатом с помощью лебедок.

Величина тягового усилия при перемещении оборудования вверх зависит от массы груза и угла наклона плоскости.

Требуемое тяговое усилие для перемещения грузов по наклонной плоскости можно определять по табл. 46.

Таблица 46

Тяговое усилие при перемещении грузов по наклонной плоскости

Масса груза, т	Тяговое усилие, кН при углах наклона плоскости, град		
	5	10	15
3	3	6	8
5	5	10	14
10	11	19	28
15	16	28	42
20	21	38	56
30	32	57	94
40	43	76	112
50	54	95	14

Подъем и опускание грузов

Вертикальное перемещение груза лучше всего выполнять универсальными механизмами — кранами различных конструкций. При подъеме и опускании груза применяют также специальные приспособления: наклонную плоскость, штабель, козлы.

Для устройства штабеля используют обычно деревянные брусья и шпалы. Поднимаемый груз устанавливают и закрепляют на салазках. Поднимают его домкратами, устанавливаемыми на нижних брусьях штабеля, затем подкладывают в клетку штабеля новый ряд шпал.

Наклонную плоскость применяют для подъема грузов

на небольшую высоту (1—1,5 м) и сооружают ее из шпал и брусьев соответствующего сечения.

Часто для выполнения подъемов, выходящих за пределы возможностей имеющихся на площадке передвижных кранов как по высоте подъема, так и по грузоподъемности, или подъемов в цехах с разрытыми котлованами применяют монтажные мачты, а также другую такелажную оснастку.

В зависимости от массы груз поднимают с помощью одного, двух или четырех полиспастов.

При выполнении такелажных работ, в особенности при подъеме грузов, весьма важной и ответственной операцией является строповка. Очень тщательно нужно увязывать укрупненные узлы оборудования большой массы. Все углы должны быть обязательно скруглены специальными подкладками или подкладками из шпал и бревен.

При выполнении строповки необходимо использовать имеющиеся на оборудовании приливы, цапфы, лапы, проушины, рым-болты и другие детали, специально предусмотренные в конструкции машины для ее подъема и транспортирования.

Необходимо помнить, что строп нельзя увязывать за чисто обработанные или легко деформируемые детали.

При строповке груза важно правильно определить центр его тяжести. Для обеспечения устойчивого равновесия груза блок подъемного механизма должен находиться строго над его центром тяжести.

В грузе простой конфигурации с равномерным распределением материала по всему узлу центр тяжести находится в геометрическом центре. Опытные такелажники определяют центр тяжести практически довольно точно. В грузах сложной конфигурации центр тяжести определяют подсчетом.

Погрузочно-разгрузочные работы

Оборудование и металлические конструкции чаще всего привозят на приобъектный склад строительной площадки и там сгружают. Особо тяжелое оборудование доставляют непосредственно в монтажную зону. Это вызывается, как правило, отсутствием на приобъектных складах большегрузных кранов, а также желанием снизить трудоемкость монтажа.

В зависимости от конкретных условий, наличия механизмов, степени готовности объекта и других технологических возможностей определяется метод выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

Наиболее рациональным и экономически целесообразным является механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ. Механизацию работ осуществляют: мостовыми кранами; кранами-погрузчиками, козловыми кранами; различными передвижными кранами и другими подъемными механизмами и приспособлениями.

При отсутствии необходимых механизмов, условий и возможностей для выполнения погрузочно-разгрузочных работ механизированным способом их выполняют полумеханизированным способом. Для этого применяют электрические подъемные лебедки, полиспасты, электротали, монтажные мачты, треноги, наклонные плоскости и другие приспособления.

§ 47. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

Началу монтажных и такелажных работ предшествуют подготовительные операции: получение бригадой конкретного задания от производителя работ или мастера; ознакомление с проектом производства работ; изучение чертежей, схем и инструкций на монтаж данного оборудования; проверка строительной готовности объекта и получение оборудования полностью или по частям в соответствии с технологией производства работ.

На монтаж небольших и несложных объектов проект производства работ не разрабатывают, в этом случае составляют технологическую записку либо привязывают существующие типовые решения по производству работ.

Особенно тщательно следует подготовиться к подъему тяжеловесного оборудования. Необходимое такелажное оборудование и оснастку для осуществления сложных и тяжелых подъемов указывают в проекте производства работ (ППР) либо в технологической записке. Разработку ППР осуществляют специализированные проектные организации или группы проектировщиков специализированных трестов. Технологические записки составляют работники монтажных управлений. ППР и технологические записки утверждает главный инженер монтажного управления, для отдаленных участков технологические записки утверждает начальник монтажного участка.

Проект производства работ является планом строительства, планом проведения комплекса мероприятий, обеспечивающих полное и рациональное использование монтажных механизмов, рабочих кадров и материалов, снижение стоимости и сокращение сроков строительства. Проект производства работ содержит: календарный график производства работ; график поступления оборудования, основных материалов и конструкций; график движения рабочих по профессиям; график работы основных машин; генеральный план организации площадки с расположением постоянных и временных транспортных путей, схем электроснабжения, водоснабжения, теплоснабжения кранов, складов и других сооружений для нужд строительства; конкретные указания по технике безопасности, а также краткую пояснительную записку, содержащую необходимые обоснования основных решений проекта с приведением технико-экономических показателей. В пояснительной записке должны быть изложены рациональные способы ведения работ с учетом применения наиболее эффективных монтажных механизмов, механизации сборочных, слесарных и сварочных работ на современном техническом уровне.

При разработке проектов производства работ или технологических записок должны быть учтены реальные фактические условия производства работ и наличие подъемно-транспортных средств на данной монтажной площадке, иначе этот проект может оказаться нереальным.

Правильный выбор монтажной площадки, рациональная расстановка грузоподъемных средств имеют большое значение для успешного ведения работ.

Наиболее рациональной организацией такелажных работ является монтаж оборудования и конструкций «с колес», при котором привезенное для монтажа оборудование без промежуточных перегрузок снимают краном с железнодорожной платформы или автомашины и устанавливают непосредственно на проектный фундамент.

Когда монтируемое оборудование и конструкции не представляется возможным завозить прямо в цех, его разгружают самоходными кранами в непосредственной близости от данного цеха.

Оборудование, механизмы, приспособления и такелажная оснастка, предусмотренные проектом производ-

ства работ, должны быть своевременно доставлены на монтажную площадку; при необходимости следует заблаговременно позаботиться о том, чтобы оно было изготовлено. Подъемные средства должны быть всегда в полной исправности, испытаны, оснащены необходимыми блоками, канатами, захватными приспособлениями, проверены и смазаны.

§ 48. МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

Методы производства монтажных и, в частности, такелажных работ, зависят от состояния строительной площадки, готовности конструкций промышленных зданий, наличия грузоподъемных средств, имеющейся такелажной оснастки и других факторов.

Сам процесс подъема и перемещения грузов обычно не представляет собой сложности, в то время как подготовка к нему — часто сложная и трудоемкая задача.

Поэтому монтажники всегда стремятся выбрать тот метод производства работ, который требует наименьших трудозатрат для выполнения полученного задания.

Так, например, до недавнего времени монтаж оборудования и особенно электромостовых кранов производили часто с использованием монтажных мачт, установка которых требует больших трудовых и материальных затрат. В последние годы все чаще применяют так называемый безмачтовый метод монтажа оборудования и конструкций, когда вместо мачт используют строительные конструкции (колонны, фермы, ригели, прогоны и др.) промышленных зданий. Этот метод производства работ резко сокращает сроки выполнения работ и снижает их стоимость.

Использование конструкций промышленных зданий для подъема грузов возможно только с письменного разрешения организации, проектировавшей здание.

Широкое применение в отечественной и зарубежной практике крупноблочного монтажа оборудования и строительных конструкций все чаще вызывает необходимость производить горизонтальные перемещения особо тяжелых грузов. Такие перемещения практикуются также при реконструкции доменных и мартеновских печей, прокатных станов, при строительстве мостов, шахт и других крупногабаритных сооружений, обладающих весьма большой массой.

Метод передвижки (рис. 129) за последние годы применялся многократно на различных металлургических заводах страны при реконструкции доменных печей.

Практика совмещения строительных и монтажных работ, значительно сокращающая сроки строительства, явилась главной причиной того, что метод предварительной сборки с последующей передвижкой особо тяжелых грузов получил широкое применение при строительстве и реконструкции промышленных предприятий.

Целесообразность применения метода передвижки

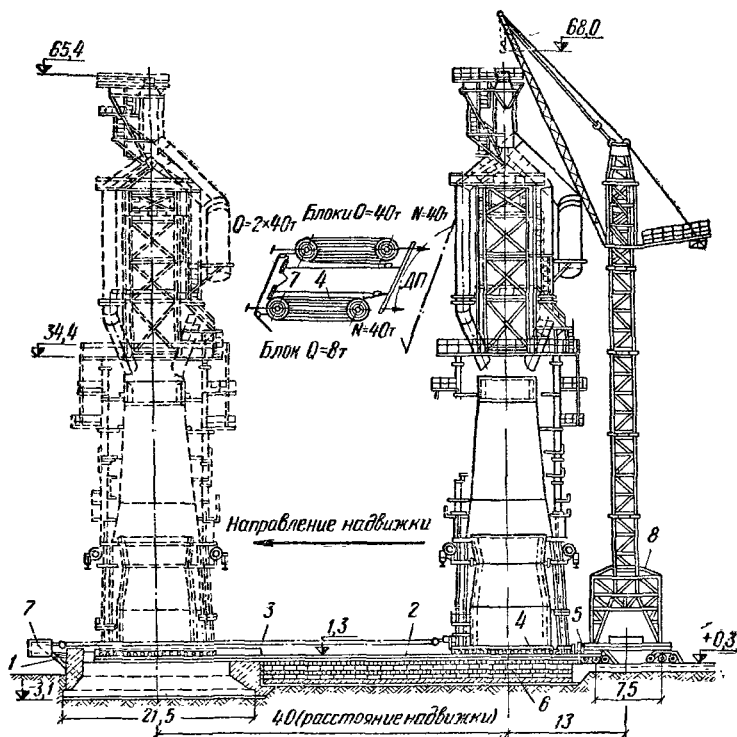


Рис. 129. Схема надвигки доменной печи на Косогорском металлургическом заводе в Туле

1 — якорь на усилие 800 кН, заложенный в фундамент печи; 2 — нижние баблочные пакеты; 3 — тяговый полиспагт грузоподъемностью 2×40 т; 4 — верхние рельсовые пакеты; 5 — упоры для гидравлических домкратов; 6 — ленточные фундаменты из сборных блоков; 7 — тяговые электролебедки; 8 — башенный кран

при реконструкции. например, доменных печей, так же как и на других работах, заключается в том, что пока новую доменную печь собирают вблизи действующей печи, последнюю продолжают нормально эксплуатировать, т. е. она не прекращает выпуск чугуна.

Сущность технологии передвижки доменной печи заключается в следующем. Вблизи реконструируемой доменной печи на стенде собирают новую, более мощную доменную печь. Высотную отметку стенда принимают на 20—30 мм выше фундамента печи с учетом осадки стенда. По окончании сборки конструкций и монтажа оборудования новой печи (массой 9000 т и более) действующую печь останавливают и демонтируют, а затем на ее фундамент всего лишь за несколько часов надвигают новую доменную печь. Такая технология производства работ обеспечивает сокращение простоя печи до 1,5—2 мес. (вместо обычных 4—6 мес.).

Со стенда на постоянный фундамент доменную печь передвигают с помощью специальной платформы, изготовленной из рельсовых пакетов. Перемещение может быть осуществлено на катках и методом скольжения. В первом случае платформу устанавливают на стальные катки, во втором — днище платформы выполняют в виде салазок из листовой стали. Передвижение на катках гарантирует плавный сдвиг печи и ровное ее перемещение со скоростью 3—5 м/ч. Потребное горизонтальное усилие при этом способе составляет обычно 2000 кН. Передвижение способом скольжения менее надежно и требует усилия до 7500 кН при трогании с места и 2750 кН при движении печи.

Платформу собирают из восьми катковых тележек, связанных между собой металлической обоймой. Диаметр катков 150 мм, шаг в обоймах 400 мм, длина 1200 мм. Ширина ходовых путей должна соответствовать длине катков.

Тяговое усиление для передвижки печи создают электрическими лебедками грузоподъемностью 12 т и полиспастами в зависимости от массы печи грузоподъемностью 130—280 т. Надвижка может также быть осуществлена домкратами соответствующей грузоподъемности.

Способ передвижки с помощью лебедок и полиспастов обеспечивает непрерывное движение печи на всем пути перемещения. Равномерность нагрузки полиспастов

обеспечивается уравнительным блоком, который обычно связывают с динамометром.

Гидравлическими домкратами обеспечивается плавное трогание пещи с места в заданном направлении. Домкраты устанавливают на консоли передвижной платформы: одним концом упирают в специальный упор платформы, а другим — в передвижной упор, заклиниваемый в гнездах ходовых путей по мере выхода поршня домкрата.

При перемещении большегрузного блока доменной печи применяют шесть домкратов с усилием по 2000 кН каждый. Четыре домкрата устанавливают по ходу движения, а два — с противоположной стороны на случай необходимости передвижки печи в обратном направлении. Из четырех домкратов попеременно работают два, а вторую пару в это время вместе с упором перемещают и устанавливают в новое положение. Затем первую пару переключают на перестановку, а вторую — на рабочий ход. Это обеспечивает непрерывное перемещение печи.

Особо тяжелые грузы передвигают чаще всего электрическими лебедками с применением полиспастов. В этом случае гидравлические домкраты используют только в начальный момент для создания дополнительных усилий, помогающих лебедкам сдвинуть груз с мертвой точки. Дальнейшую передвижку осуществляют лебедками и полиспастами. Якоря представляют собой металлические рамы, являющиеся закладными элементами фундамента печи.

Таким же методом в Нижнем Тагиле при строительстве шахты «Магнетитовая-бис» были собраны в стороне стальные конструкции надшахтного копра с оборудованием, который представляет собой многоярусный стальной каркас высотой 70 м; размер его в плане 21×21 м.

К моменту окончания сборки копра был закончен и забетонирован железобетонный фундамент. После этого копер массой 3500 т был целиком надвинут на свое постоянное основание всего лишь за несколько часов. Для сборки копра и его надвижки был сооружен накаточный стенд, состоящий из двух монолитных железобетонных лент с уложенными на них опорными листами и катками. Железобетонные ленты (дорожки) были заглублены до отметки 2,85 м и имели ширину в основании 5 м, в верхнем уступе 1,5 м. Нижний лист толщиной 60 и шириной 1300 мм опирался на бетон через шпальные металличе-

ские полосы сечением 100×60 мм, длиной 1400 мм, расположенные через каждые 500 мм.

По достижении бетоном 100%-ной прочности, зачистки и проверки нижних опорных листов устанавливали опорные катки длиной 1400 и диаметром 120 мм. Катки между собой соединяли по 6—8 шт. в секции стальными сепараторами, а секции соединяли в общую цепь планками. Расстояние между катками в сепараторе было принято 200 мм. На опорные катки укладывали верхние опорные плиты — стальные листы сечением 1200×85 мм, длиной 8 м. На этих плитах собирали, а впоследствии и передвигали надшахтный копер.

Для сборки оборудования и конструкций в этом случае применяют обычные грузоподъемные механизмы, в том числе башенные, гусеничные и другие монтажные краны.

До последнего времени подъем тяжеловесного оборудования и конструкций башенного типа производился, как правило, с помощью порталов и вертикально или наклонно стоящих монтажных мачт. Такой способ подъема требует такелажной оснастки большой грузоподъемности, в том числе большегрузных мачт и полиспастов. Кроме того, этот способ позволяет монтировать аппараты массой до 200 т, более тяжелые аппараты и конструкции приходится монтировать по частям. Данный метод требует также устройства большого количества расчалок и якорей для их крепления.

В последние годы широкое применение получил способ подъема вертикальных аппаратов и конструкций методом поворота вокруг шарнира. Этим методом поднимают аппараты и конструкции массой до 500 т, высотой до 75 м.

Сущность подъема аппарата методом поворота вокруг шарнира заключается в том, что его укладывают горизонтально на землю так, чтобы его нижнее основание было расположено у приготовленного для него фундамента, который используют при подъеме в качестве основного якорного устройства. К фундаменту и нижнему основанию аппарата прикрепляют болтами или на сварке шарнир, причем последний должен быть закреплен с таким расчетом, чтобы поднятый затем аппарат встал точно на предназначенное для него место.

Монтируемые конструкции или оборудование до подъема должны быть полностью собраны: оснащены соот-

ветствующими площадками, лестницами, ограждениями; все должно быть окрашено, а при необходимости заизолировано, с тем чтобы верхолазные работы были минимальными.

При подъеме методом поворота вокруг шарнира наиболее целесообразно использовать самоходные краны, если их параметры это позволяют. В противном случае применяют вспомогательные мачты, порталы, шевры; в качестве тяговой силы используют также грузовые лебедки, тракторы, краны с полиспастами и т. д.

Эффективность подъема методом поворота достигается использованием такелажных средств, грузоподъемность которых меньше массы поднимаемых аппаратов, так как значительная часть массы воспринимается шарниром.

При этом методе имеется возможность испытать такелажные средства перед подъемом, так как максимальная нагрузка на подъемные средства возникает в первоначальный момент отрыва груза от земли.

Большой экономический эффект дает подъем группы рядом стоящих аппаратов как с помощью кранов, так и с использованием ранее установленных аппаратов в качестве опорных конструкций для крепления подъемного полиспаста. В этом случае сначала устанавливают кранами более легкие аппараты, применяя метод поворота вокруг шарнира (при ограниченных параметрах кранов), а затем этим же методом поднимают более тяжелые рядом стоящие аппараты с помощью полиспастов, закрепленных за ранее установленные аппараты.

Метод поворота вокруг шарнира все больше применяется в различных отраслях промышленности при установке вертикальных конструкций и оборудования, дымовых труб, аппаратов скрубберного типа, этажерок, колонн и т. д.

Безъякорный метод подъема тяжелых конструкций башенного типа является развитием метода поворота вокруг шарнира, но существенно отличается от него кинематической схемой.

Обычные методы подъема конструкций требуют устройства значительного количества якорей и отличаются большой трудоемкостью подготовительных работ, связанных с установкой и демонтажем мачт, падающих шевров и расчалок.

Основное преимущество безъякорного метода подъема

ма грузов заключается в более простой оснастке по сравнению с такелажной оснасткой при подъеме методом поворота вокруг шарнира. Кроме того, отпадает необходимость иметь головной якорь на большое усилие. Отсутствие расчалок позволяет применять этот метод в стесненных условиях, что особенно важно при производстве монтажных работ в процессе реконструкции действующих предприятий.

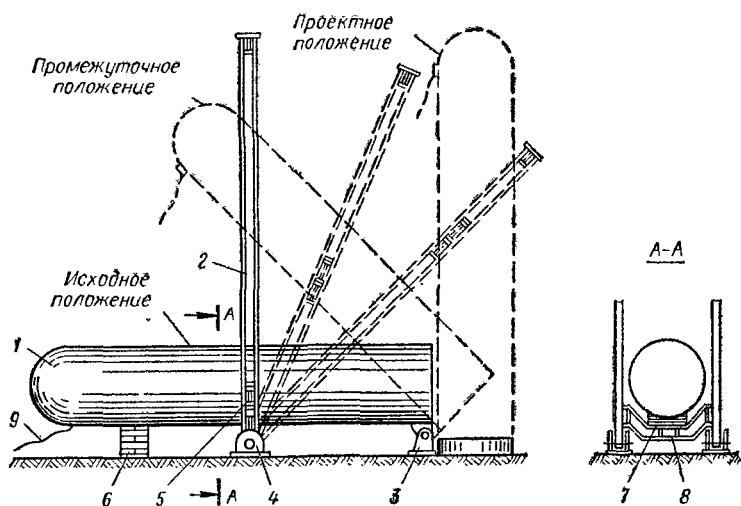


Рис. 130. Схема подъема аппарата колонного типа бестросовым методом

1 — поднимаемый аппарат; 2 — портал; 3 — шарнир аппарата; 4 — шарнир портала; 5 — специальный спаренный гидравлический домкрат; 6 — шпальная клетка; 7 — шарнир между опорой аппарата и траверсой; 8 — траверса; 9 — оттяжка

Бесканатный метод (рис. 130) незначительно отличается от безъякорного. При этом методе подъема полиспасты и канаты не применяют, поэтому он и получил название бесканатного. В качестве грузоподъемного механизма используют спаренные домкраты 5, которые перемещаются по portalу 2. Последний может быть с жесткими рамными узлами сверху или с боковыми вантами.

Монтируемый аппарат устанавливают в исходное положение на шпальную клетку 6 и шарнир 3. Портал 2 закрепляют на шарнире 4, а спаренные домкраты 5 помещают между стойками портала и закрепляют на тра-

версе 8. В свою очередь траверсу через шарнир 7 соединяют с опорой, которая жестко прикреплена к поднимаемому аппарату.

Во время подъема первые спаренные домкраты медленно поднимают траверсу, а вместе с ней аппарат на 150—200 мм и специальным крюком закрепляют за портал. Далее включаются в работу следующие спаренные домкраты, которые поднимаются на такую же высоту и также закрепляются за конструкции портала. Затем цикл повторяется. По мере подъема траверсы с домкратами поднимается аппарат и постепенно переходит в промежуточное положение.

Так как траверса шарнирно закреплена с аппаратом в определенной точке, портал во время подъема переходит в наклонное положение, поворачиваясь вокруг шарнира 4, а аппарат в это время поворачивается вокруг шарнира 3. При подходе аппарата близко к вертикальному расположению в работу включается оттяжка 9, с помощью которой аппарат плавно опускается в проектное положение.

Наряду с другими прогрессивными способами монтажа оборудования башенного типа и конструкций применяют метод «выжимания». Этот метод используется также при монтаже самомонтирующихся козловых кранов и опор кабельных кранов.

На рис 131 показана схема монтажа аппарата колонного типа методом «выжимания». Подготовленный к подъему аппарат 1 устанавливается на шпальные клетки 7. Аппарат оснащается трубопроводами, площадками и лестницами и в готовом виде устанавливается в вертикальное положение. Нижний конец аппарата помещается на шарнир 4, вокруг которого аппарат будет поворачиваться при переходе из исходного положения в проектное.

Аппарат обвязывают хомутом 3, который имеет верху шарнир для соединения с толкателями 2, расположенными с двух сторон. Толкатели шарнирно соединены с опорными монтажными тележками 8, к которым крепятся стяжные полиспасты 5, соединенные другими концами с шарниром 4. Монтажные тележки устанавливаются на рельсы 6, по которым они передвигаются. Для подъема аппарата включаются в работу стяжные полиспасты 5. Сокращаясь по длине, они толкателями 2 выжимают аппарат.

Во время работы тележки передвигаются по рельсам, и аппарат выходит в промежуточное положение. Перед выходом аппарата в проектное положение в работу включается оттяжка 9, которая дает возможность аппарату плавно, без рывков опуститься на фундамент. Эта оттяжка удерживает аппарат от опрокидывания в последний момент установки.

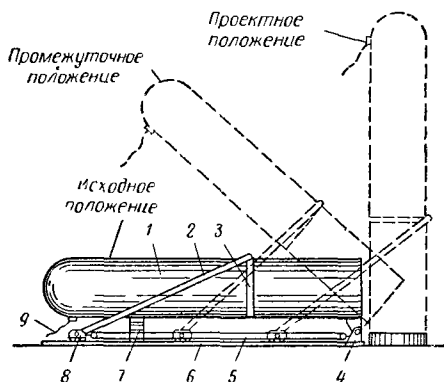


Рис. 131. Схема монтажа аппарата колонного типа методом «выжимания»

- 1 — поднимаемый аппарат;
- 2 — толкатель; 3 — хомут;
- 4 — шарнир; 5 — полиспаст;
- 6 — рельсы; 7 — шпальная клетка; 8 — тележка; 9 — оттяжка

В тех случаях когда описанные выше методы монтажа невозможно использовать, применяют **метод скольжения** с использованием монтажных мачт (см. § 26, рис. 61).

За последние годы при выполнении монтажных работ в местах, труднодоступных для обычных грузоподъемных средств, используют **вертолеты**. Они завоевывают все более широкую популярность в самых разнообразных областях народного хозяйства и все чаще применяются в промышленном строительстве, при строительстве линий электропередач, газопроводов, мостов, подвесных канатных дорог, при подъеме стальных дымовых труб, телевизионных башен, электрофильтров.

Вертолеты, используемые на строительномонтажных работах, называются *воздушными кранами*. Вертолет специальным стропом поднимает груз, перемещает его и затем плавно и мягко опускает в назначенное место. В отдельных случаях использование вертолетов на транспортных, такелажных и монтажных работах не только значительно сокращает сроки их выполнения, но является также экономически целесообразным, например при строительстве газопроводов, линий электропередач в болотистых местностях, так как применение в тех же це-

лях наземных механизмов требует устройства лежневых дорог; при строительстве в гористых и прочих труднодоступных для наземных кранов местах.

В поисках рациональных и экономически целесообразных способов производства работ монтажники Минмонтажспецстроя СССР совместно с Научно-исследовательским институтом гражданского воздушного флота разработали схему монтажа башен и другого оборудования вентиляционной системы при помощи вертолета МИ-6 грузоподъемностью 10 т.

Для монтажных работ применяют вертолеты разных марок. Вертолет ЯК-24 был успешно применен при прокладке газопровода Серпухов — Ленинград по заболоченному участку протяженностью 1,7 км. При помощи вертолета МИ-4 была сооружена силовая линия Симферополь — Алушта, отдельные участки которой проходили через район горного перевала. За 18 летних часов вертолет доставил и установил 50 стальных опор. Только транспортирование одной опоры обычными методами в аналогичных условиях занимает не менее 10 ч.

Указанные марки вертолетов обладают тем недостатком, что с них очень трудно производить точный монтаж, так как спуском груза командует по телефону или радио бортинженер, который находится в это время у открытого люка.

Поэтому отечественной авиационной промышленностью был освоен выпуск вертолетов МИ-10К (рис. 132), предназначенных в основном для строительного-монтажных работ. На этом «летающем кране» опусканием и установкой груза управляет второй пилот, который в момент зависания вертолета находится в стеклянной кабине — фонаре, расположенном под фюзеляжем. Отсюда ему хорошо видны поднимаемый груз и место, куда он должен быть опущен. Грузоподъемность этого вертолета 11 т.

На Синарском трубном заводе с помощью вертолета этого типа в 1973 г. были смонтированы, в труднодоступном для наземных кранов месте электрофильтры общей массой 400 т. Масса отдельных блоков составляла до 10 т. Монтаж производился специальными стропами с дистанционным управлением.

Дальнейшее применение вертолетов будет способствовать развитию индустриальных методов монтажа и сокращению сроков строительства.

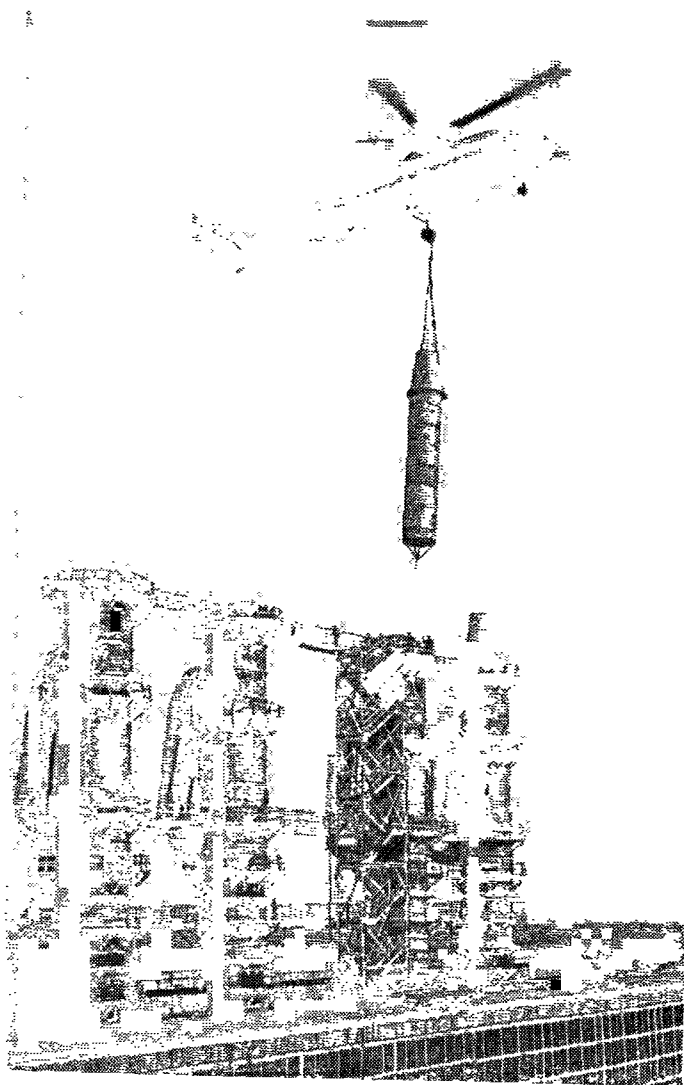


Рис. 132. Монтаж электрофильтров на Синарском трубном заводе с помощью вертолета типа МИ-10К

Большие перспективы перед строителями и монтажниками открывает электровертолет. По сравнению с обычными он обладает рядом преимуществ: не нуждается в частом приземлении для заправки горючим, двигатель его надежнее бензинового, а стоимость эксплуатации значительно ниже. Кроме того, в отдельных случаях этот вертолет может управляться автоматами.

Дальнейшее более широкое применение вертолетов будет способствовать развитию новых форм индустриального строительства.

§ 49. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Монтаж башенных кранов

Наиболее распространенными способами монтажа башенных кранов в настоящее время являются:

монтаж с помощью «падающей» стрелы;

монтаж с помощью монтажной стрелы;

монтаж подрачиванием башни крана снизу с последующим самоподъемом башни.

Первым способом в основном монтируются башенные краны легкого типа грузоподъемностью не более 5 т.

Монтаж башенных кранов должен проводиться по разработанному проекту производства работ в соответствии с инструкцией по монтажу, демонтажу и эксплуатации, прилагаемой к крану заводом-изготовителем, с соблюдением всех требований техники безопасности.

Перед началом монтажа крана необходимо проверить подкрановый путь. Затем можно приступить к раскладке узлов крана и к укрупнительной сборке металлоконструкций крана в соответствии с принятым способом монтажа.

При подъеме башенного крана с помощью «падающей» стрелы (рис. 133) на подкрановых путях самоходным стреловым краном устанавливают портал и затем, опирая на портал и выдвижные кóзлы 2, собирают в горизонтальном положении башню крана с противовесом и стрелой с запасованными канатами. К башне крана канатной петлей 3 подсоединяют «падающую» стрелу 4, которая монтажным полиспастом 5 соединяется синвентарной рамой 8 с балластом. После выполнения указанных операций кран поднимается электрической лебедкой 10.

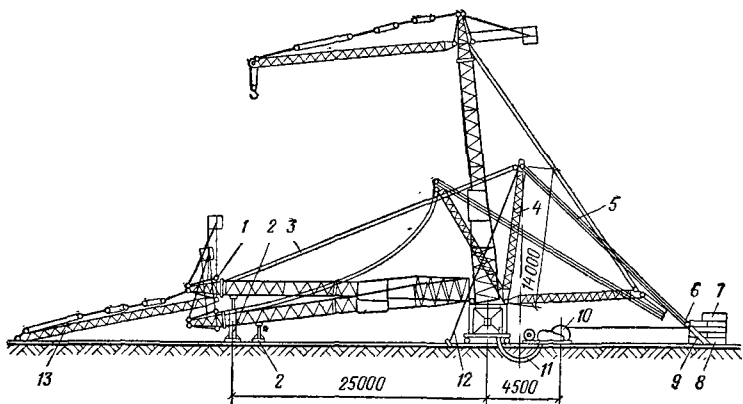


Рис. 133. Схема монтажа башенного крана с помощью «падающей» стрелы

1 — оголовок башни с противовесом; 2 — выдвижные козлы; 3 — канатная петля; 4 — «падающая» стрела, 5 — монтажный полиспаст; 6 — четырехблочная обойма; 7 — балласт; 8 — инвентарная рама; 9 — петля; 10 — электрическая лебедка; 11 — кабель лебедки; 12 — боковые расчалки; 13 — стрела

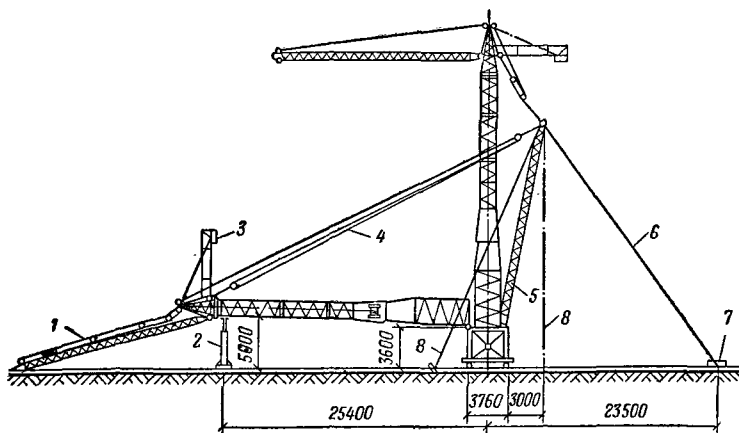


Рис. 134. Схема монтажа башенного крана с помощью монтажной стрелы

1 — стрела; 2 — выдвижные козлы; 3 — противовес; 4 — монтажный полиспаст; 5 — монтажная стрела; 6 — канатная петля; 7 — якорь; 8 — боковые расчалки

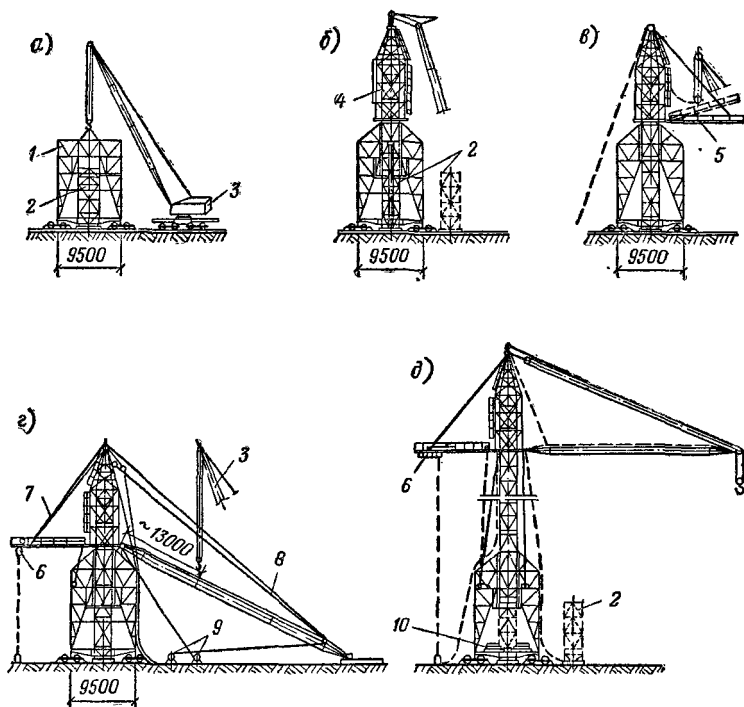


Рис. 135. Схема монтажа крана БК-406А

а — установка портала и секции башни; *б* — установка секции башни и поворотной головки; *в* — установка противовесной консоли; *г* — подъем стрелы, запасовка ее полиспаста и установка плит противовеса; *д* — подъем башни, установка секций, плит балласта и противовеса, запасовка канатов; 1 — ферма портала; 2 — сменная секция башни; 3 — железнодорожный кран ($Q=25$ т); 4 — поворотная головка; 5 — консоль противовеса; 6 — плита противовеса; 7 — монтажный канат; 8 — полиспаст; 9 — монтажные лебедки; 10 — плиты балласта

Подъем башенного крана с помощью монтажной стрелы (рис. 134) отличается от предыдущего способа тем, что вместо «падающей» стрелы устанавливается монтажная.

Монтаж начинается с установки на подкрановых путях портала крана, затем собирается башня крана — одним концом на портале, другим — на временной опоре (кóзлах) 2. После этого поднимают монтажную стрелу 5, которая монтажным полиспастом 4 подсоединяется к

головке крана, при этом монтажная стрела расчаливается боковыми расчалками 8, прикрепляемыми к якорям.

Кран поднимают монтажным полиспастом 4 и лебедкой, которая установлена в башне крана.

Монтаж башенного крана подрачиванием башни снизу с последующим самоподъемом башни (рис. 135) начинается с монтажа на подкрановых путях портала 1 крана, под который затем подводится и соединяется с ним необходимая по очередности секция 2 башни. Эта секция башни внутри портала поднимается самоходным краном, после чего подводится вторая секция, которая соединяется с предыдущей.

Операции производятся до тех пор, пока секции башни не выйдут сверху из портала, после чего приступают к монтажу поворотной головки 4 крана, противовеса 5 и стрелы тем же самоходным краном.

По окончании монтажа поворотной головки, противовеса и стрелы дальнейший подъем башни крана ведут механизмом самоподъема башенного крана с помощью встроенных в портал полиспастов.

Монтаж башенных кранов подрачиванием башни снизу с последующим самоподъемом башни применяют для монтажа башенных кранов большой грузоподъемности.

При использовании всех перечисленных способов монтажа башенных кранов перед подъемом башен производится ревизия, а при необходимости — и соответствующий ремонт всех основных механизмов кранов.

Монтаж мостовых кранов

На место установки мостовые краны поставляют в разобранном виде: мост в виде отдельных балок или ферм, тележки небольшой грузоподъемности в сборе с механизмами, тележки большой грузоподъемности — узлами.

Монтаж мостового крана должен производиться по заранее разработанному проекту производства работ. Производство монтажа без проекта производства работ не разрешается.

Наиболее ответственная часть монтажа крана — подъем моста и грузовой тележки. При монтаже мостовых кранов приняты следующие способы подъема мостов.

1. Подъем половинок моста и тележки гусеничными или железнодорожными кранами. Этот способ наиболее рациональный и экономичный.

2. Подъем моста крана в собранном виде с установленной на нем тележкой с помощью одной мачты с двумя полиспастами (рис. 136, а). При установке моста на подкрановые пути производится его разворот.

При этом способе сборка моста, его выверка, клепка или сварка производятся на земле на специально уложенных для этой цели рельсах. Рельсы, на которые устанавливаются для сборки половинки моста, должны быть

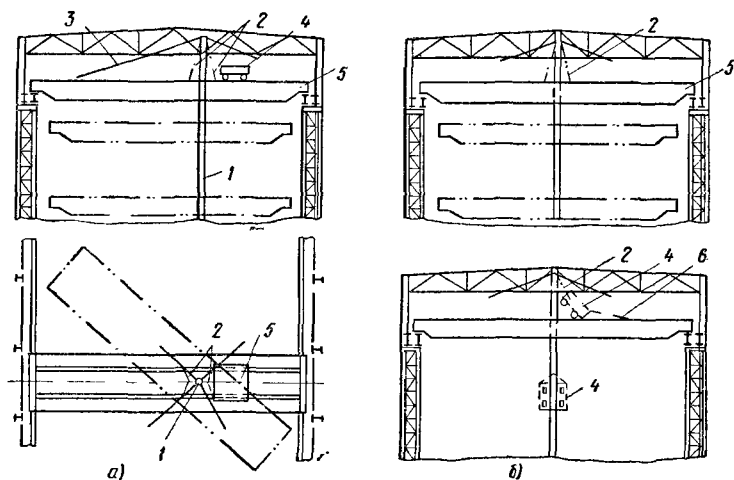


Рис. 136. Монтаж мостовых кранов с помощью одной мачты

а — подъем моста в сборе; б — подъем моста крана и тележки раздельно;
1 — мачта; 2 — подъемные полиспасты; 3 — расчалки; 4 — тележка крана;
5 — мост крана с закрепленной на нем тележкой; 6 — оттяжка

параллельны между собой и установлены горизонтально, на одной высоте.

Мачту устанавливают с некоторым эксцентриситетом с учетом массы тележки. Этот способ применяют для монтажа кранов сравнительно небольшой грузоподъемности.

3. Подъем моста в собранном виде с помощью одной мачты с разворотом его над подкрановыми путями и последующим подъемом тележки (рис. 136, б). При этом способе мост крана собирают также на земле.

4. Подъем моста крана полумостами (с разворотом) одной или двумя мачтами, с последующим подъемом те-

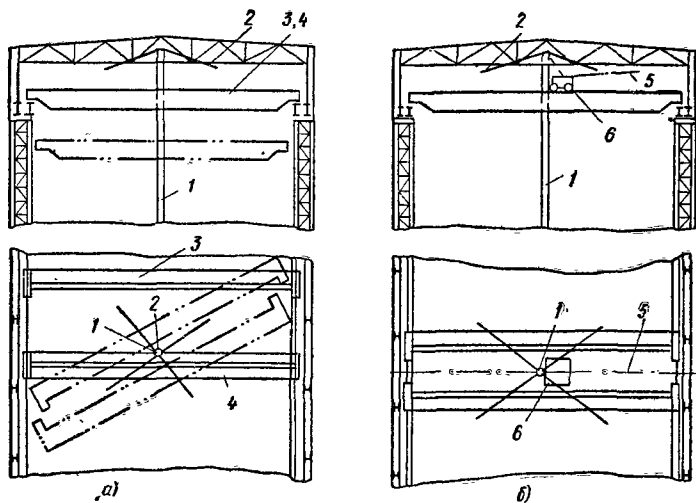


Рис. 137. Монтаж моста крана полумостами (с разворотом) с последующим подъемом тележки

a — подъем полумостов; *б* — подъем тележки; 1 — мачта; 2 — расчалки; 3, 4 — полумосты; 5 — оттяжка тележки; 6 — тележка

лежки (рис. 137). Этот способ применяют для монтажа кранов большой грузоподъемности.

5. Подъем моста крана полумостами и тележки с помощью башенных кранов. Этим способом с успехом могут быть смонтированы мостовые краны крупных прокатных цехов, доменных печей и др. Монтаж мостовых кранов производится по мере готовности подкрановых путей и при наличии мостовых кранов на строительной площадке.

6. Подъем полумостов крана и тележки с использованием строительных конструкций здания. Этот способ в последнее время находит широкое распространение. Подъем производится полиспастами, закрепленными за колонны или фермы здания. При этом способе монтажа необходимо соответствующими расчетами убедиться в допустимости приложения к конструкциям здания возникающих дополнительных нагрузок. В случае необходимости возможно дополнительное усиление конструкций здания, обеспечивающее безопасный подъем при этом способе.

Безопасность работы при подъеме мостов кранов обеспечивается правильной строповкой, поэтому строповка узлов кранов для подъема должна производиться опытными монтажниками под обязательным контролем бригадира и мастера.

Монтаж козловых кранов

На строительную площадку, как правило, козловые краны поступают разобранными на отдельные узлы и элементы. Перед началом монтажа крана обязательно проводят ревизию его механизмов, после чего приступают к укрупнительной сборке элементов (ригель, ноги), обращая внимание на обеспечение при сборке необходимого заданного строительного подъема.

У кранов, прошедших контрольную сборку на заводе-изготовителе, строительный подъем при сборке получается без особых затруднений, однако в процессе монтажа необходимо организовать непрерывный контроль за величиной строительного подъема. При замеченных отклонениях в строительном подъеме производят необходимые поправки подъемом или опусканием нижнего пояса ригеля.

Как правило, заводы-изготовители поставляют конструкции кранов с рассверленными отверстиями под чистые болты. Сборка ригеля с исправлением строительного подъема производится на месте монтажа крана рассверловкой отверстий под больший диаметр болтов.

Элементы крана в горизонтальном положении собирают на стеллажах высотой не более 1 м, опоры (ноги) собирают иногда в вертикальном положении методом наращивания. Монтаж козловых кранов ведется по следующим схемам.

1. Подъем крана в сборе из положения «лежа на боку» применяется для монтажа легких козловых кранов. При этом способе кран полностью собирается «лежа на боку», опоры при этом устанавливают на салазки, а ходовые тележки — в стороне на подкрановые пути. Кран поднимают наклонной мачтой с полиспадом и оттяжками, прикрепленными к салазкам.

После подъема крана в проектное положение салазки снимают и ходовые тележки подкатывают и закрепляют на своих местах.

2. Подъем моста мачтой, установленной внутри моста, производится с последующим разворотом и установкой на опоры (рис. 138, а). При этом способе кран собирают по элементам: ригель собирают полностью вдоль подкрановых путей, опоры — перпендикулярно подкрановым путям.

После сборки опоры поднимают в вертикальное положение, затем поднимают ригель крана с последующим разворотом его и установкой на опоры.

3. Подъем моста с опорами наклонной мачтой с двумя полиспастами (рис. 138, б) применяют только на кранах, имеющих специальные шарнирные соединения в стыках соединения моста и опор. При этом способе элементы крана собирают и раскладывают, как указано на рисунке. Одновременно с мостом поднимают также и опоры, которые в свою очередь соединяют с ходовыми тележками.

После подъема моста в необходимое положение окончательно крепят стыковые соединения.

4. Подъем моста и опор отдельными полиспастами, закрепленными на двух мачтах (рис. 138, в). При этом способе элементы крана собирают и раскладывают поперек подкрановых путей, а мачты устанавливают, как указано на рисунке.

Подъем производится четырьмя полиспастами, при этом мост крана подвешивают в трех точках. При подъеме моста на необходимую высоту под эти точки с помощью четвертого полиспаста подводятся опоры.

5. Подъем моста с помощью двух мачт (рис. 138, г), расположенных по его торцам с последующей подкаткой опор. При этом способе мост крана собирают поперек подкрановых путей, а опоры — в стороне на подкрановых путях наращиванием.

После окончательной сборки перечисленных элементов крана поднимается мост с последующей подкаткой опор ручными лебедками. После подкати опор мост опускают на них и окончательно закрепляют стыки.

Поднимать козловые краны при монтаже их на открытых площадках (вне зданий) следует в безветренную погоду. При ветре со скоростью 7—8 м/с работы должны быть прекращены, а уже поднятые элементы кранов надежно закреплены для предотвращения раскачивания.

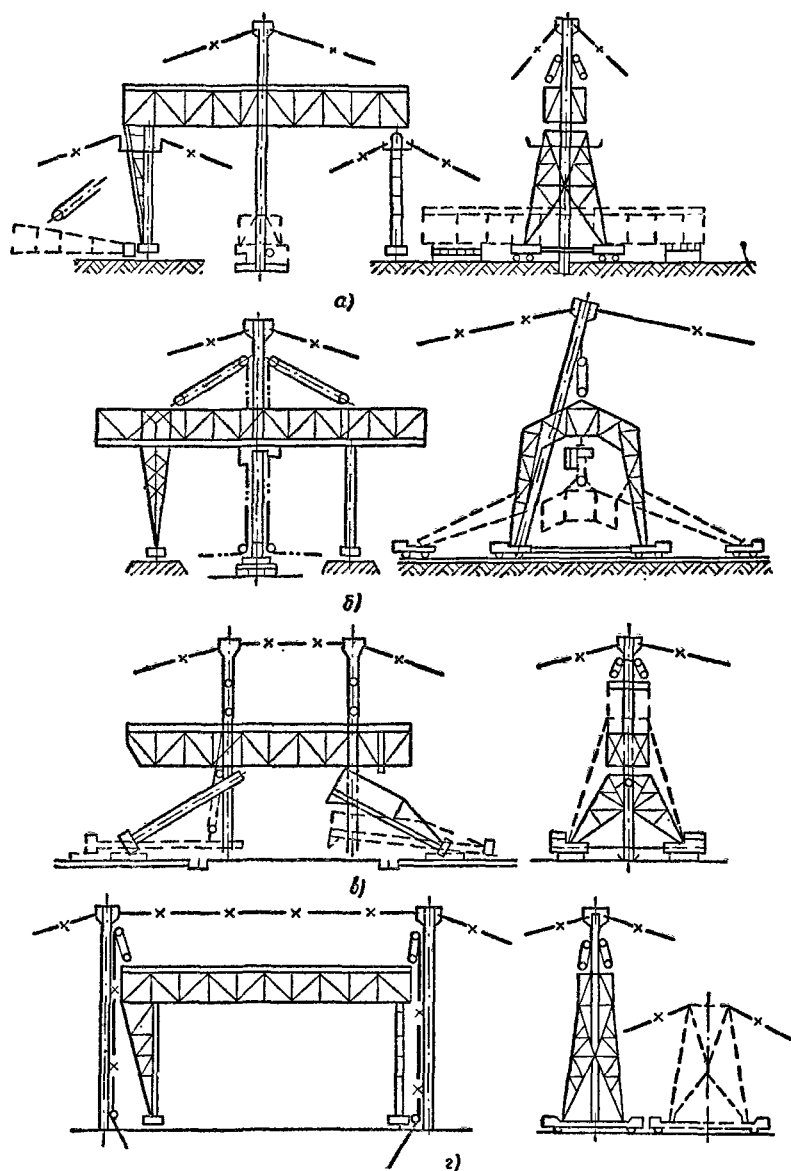


Рис. 138. Схема подъема мостов козловых кранов

a — подъем моста мачтой, установленной внутри моста; *б* — подъем моста с опорами наклонной мачтой с двумя полиспастами; *в* — подъем моста и опор отдельными полиспастами; *г* — подъем моста с помощью двух мачт

поднятых элементов или угона крана по подкрановым путям.

Все козловые краны, установленные на открытых площадках, оснащают противоугонными приспособлениями для прикрепления опор крана к подкрановым рельсам при возникновении сильного ветра.

Монтаж порталных кранов

Портальные краны можно монтировать с помощью гусеничных, железнодорожных и действующих порталных кранов соответствующей грузоподъемности. При отсутствии на площадке упомянутых кранов монтаж ведется наклонными мачтами.

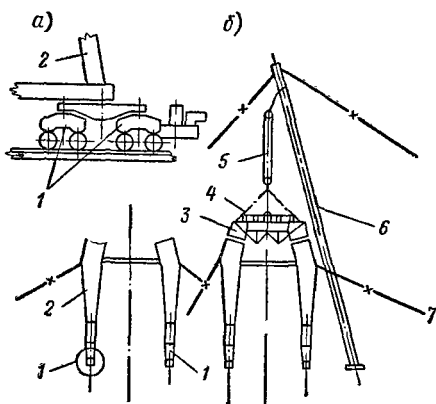


Рис. 139. Схема монтажа порталного крана

а — сборка нижней части портала; *б* — монтаж верхней части портала и опорно-поворотного устройства; 1 — ходовая тележка; 2 — укрупненный элемент портала; 3 — верхняя часть портала; 4 — опорно-поворотное устройство; 5 — подъемный полиспаст; 6 — мачта; 7 — временная расчалка

Портальный кран монтируют (рис. 139) по разработанному проекту производства работ, начиная с ходовых тележек 1 на подкрановых рельсах, на которые устанавливают узлы портала 2 и 3. крана. Затем портал откатывают в сторону от мачты, под которой собирают и поднимают опорно-поворотный круг 4 с цевочным зацеплением; далее портал подкатывают на старое место, опорное кольцо опускают и центрируют специальным приспособлением. Особое внимание должно быть обращено на расположение опорного кольца по отношению к центральной цапфе поворотного устройства

После этого портал вновь откатывают в сторону, осво-

бождая место под мачтой для укрупнительной сборки поворотной платформы крана.

Далее на раму поворотной платформы на земле устанавливают основные механизмы крана. При установке и сборке узлов крана необходимо пользоваться инструкцией завода-изготовителя. После установки всех узлов, механизмов поворотную платформу поднимают, а портал подкатывают для дальнейшего монтажа. Вслед за установкой всех механизмов поворотной части крана монтируют стрелку крана и противовесное устройство.

Монтаж порталных кранов производится в безветренную погоду. При ветре до 7—8 м/с работы по монтажу должны быть прекращены и приняты соответствующие меры по закреплению портала крана к рельсам подкранового пути.

По окончании монтажа каждый механизм крана опробуется вхолостую, а затем электродвигателем; при этом проверяется правильность срабатывания концевых выключателей. После опробования механизмов производятся статическое и динамическое испытания крана в соответствии с правилами Госгортехнадзора и регулировка ограничителя грузоподъемности.

Ограничитель грузоподъемности должен срабатывать при превышении нормального груза на 10%.

Все порталные краны должны быть оснащены противогонными устройствами.

Монтаж мачтово-стреловых кранов

Мачтово-стреловые краны монтируют с помощью «падающей» мачты. Монтаж начинают с подготовки необходимой площадки в месте установки крана, после чего устанавливают опорную раму, на которой монтируют шаровую пятю опоры мачты.

Мачту собирают в горизонтальном положении, проверяя все стыковые соединения, поворотный оголовок, в который зачаливают канаты постоянных вант, а также грузовой полиспаст. После этого мачту крана с помощью «падающей» мачты и временных вант поднимают в вертикальное положение, а постоянные ванты прикрепляют к якорям. На фундамент устанавливают лебедки, поднимают в рабочее положение стрелу, после чего кран готов к испытаниям.

§ 50. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Такелажные работы при монтаже доменных печей

Современные доменные печи с полезным объемом 3200 м³ и выше — очень сложные инженерные сооружения, поэтому строительство их требует весьма тщательной подготовки к производству строительных и монтажных работ, составления проекта производства и графика работ.

Проект производства работ должен предусматривать максимальную механизацию такелажных и монтажных работ.

Объем работ по монтажу технологического оборудования собственно доменной печи объемом 3200 м³ составляет около 6000 т.

На монтаже строительных металлоконструкций, сборного железобетона и технологического оборудования доменной печи используют башенные, гусеничные, козловые, автомобильные и железнодорожные краны, а также механизмы и краны, устанавливаемые для эксплуатационных целей: монтажная тележка колошника грузоподъемностью 150 т, электромостовой кран литейного двора, кран-балка здания воздухонагревателей, кран-балка скипового подъемника, консольно поворотные краны для монтажа атмосферных клапанов, канатных шкивов и др.

Монтаж стальных конструкций. Возведение доменной печи начинается с монтажа стальных конструкций печи и воздухонагревателей. Значительная масса стальных конструкций центрального блока доменной печи, большая высота (до 70 м), а также сжатые сроки для монтажа этих конструкций требуют применения совершенных подъемно-транспортных механизмов и методов монтажа.

В недалеком прошлом монтаж стальных конструкций доменных печей производился с помощью малопроизводительных грузоподъемных механизмов (мачтово-стреловые краны, мачты и др.), стальные конструкции на заводах-изготовителях не подвергались контрольной сборке, она производилась на месте монтажа, поэтому строительство доменных печей длилось чрезвычайно долго.

В настоящее время на монтаж поступают металлоконструкции доменной печи только после контрольной сборки на заводе-изготовителе.

При контрольной сборке все элементы маркируют и устанавливают на них фиксаторы, обеспечивающие их быстрое взаимное расположение в процессе монтажа.

На строительной площадке для лучшего использования грузоподъемных средств и сокращения сроков строительства монтаж конструкций производится крупными блоками, поэтому все поступающие на строительную площадку металлоконструкции должны пройти укрупнительную сборку до максимальной массы, которая может быть поднята краном.

Укрупнительная сборка металлоконструкций производится не основными монтажными кранами, а вспомогательными, например железнодорожными, гусеничными, автомобильными. Это позволяет разгрузить основные грузоподъемные механизмы от вспомогательных операций и максимально использовать их для подъема крупных узлов.

Основными механизмами для работ по монтажу металлоконструкций и оборудования при возведении доменных печей объемом 3200 м³ в настоящее время являются башенные краны БК-406А грузоподъемностью 25 т, БК-1425 грузоподъемностью 75 т, гусеничные СКГ-100 грузоподъемностью 100 т, СКГ-63 грузоподъемностью 63 т и др.

Монтаж технологического оборудования. Наиболее ответственным на доменной печи является монтаж засыпного устройства, которое служит для загрузки шихты в доменную печь, правильного распределения шихты слоями и герметизации печи во время ее работы.

Правильная установка и центровка засыпного устройства обеспечивают хорошую работу доменной печи, а также длительную работу засыпного устройства без ремонтов. Монтаж засыпного устройства может быть произведен башенным краном, а также специально предназначенной для этой цели монтажной балкой грузоподъемностью 150 т.

Монтаж засыпного устройства монтажной балкой наиболее рационален, так как этим способом можно монтировать самые крупные узлы, что сокращает сроки монтажа. Обычно стремятся смонтировать монтажную балку и монтажную тележку в первую очередь.

При монтаже засыпных устройств особое внимание уделяют взаимной центровке чаши и большого конуса, распределителя шихты и балансирного устройства. В пос-

леднее время машиностроительные заводы начали выпускать засыпные устройства с приспособлениями для самоцентрировки.

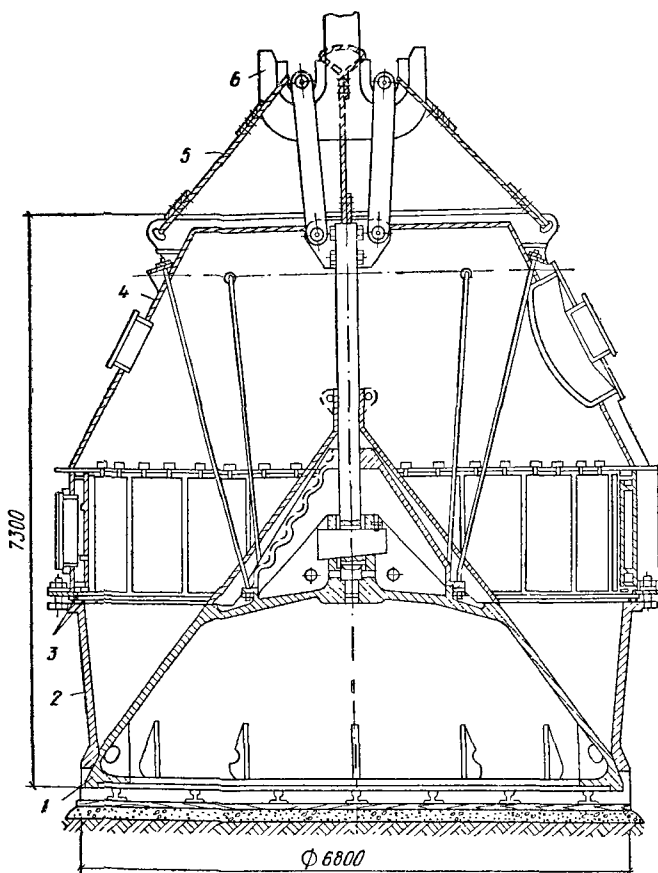


Рис. 140. Схема строповки крупненного узла засыпного устройства

1 — большой конус; 2 — чаша; 3 — асбестовый шнур; 4 — газовый затвор;
5 — строповый канат; 6 — крюк монтажной тележки

Такелаж засыпного устройства при монтаже монтажной балкой производится в следующем порядке.

За первый подъем (рис. 140) монтируют большой конус, чашу большого конуса и газовый затвор, которые

на нулевой отметке строительной площадки окончательно собраны между собой.

Масса этого укрупненного блока для доменной печи с полезным объемом 3200 м^3 составляет 132 т.

После подъема и установки в проектное положение на опорном колошниковом фланце указанного блока поднимают и монтируют второй укрупненный блок, состоящий из распределителя шихты в собранном виде, малого конуса со штангой и штанги большого конуса.

На рис. 141 представлены схема строповки распределителя шихты и последовательность подъема и опускания укрупненного блока на верхний фланец газового затвора. Для монтажа засыпного устройства по указанному методу необходимо на вспомогательной тележке для грузов балансирного устройства установить вспомогательную лебедку для оттяжки штанг большого и малого конусов.

Балансирное устройство укрупненным блоком поднимают башенным краном с последующим подъемом контргрузов (рис. 142). Монтаж канатных шкивов для скипов можно производить и с помощью специальных консольных кранов, установленных для замены шкивов во время эксплуатации доменной печи, однако целесообразнее монтировать шкивы башенным краном.

Монтаж скипов главного подъема производится башенным или железнодорожным краном или специальным устройством для замены скипов (монорельсовая балка с электроталью), вмонтированным в наклонный мост скипового подъемника.

Скиповую лебедку главного подъема и лебедку управления конусами устанавливают в специально построенном машинном зале. Скиповая лебедка предназначена для подачи сырых материалов (шихты) в доменную печь по наклонному мосту в скипах. Лебедка управления конусами предназначена для опускания и подъема большого и малого конусов во время работы доменной печи. Их монтаж ведется железнодорожным (гусеничным) краном или специальным порталом с монорельсом и электроталью, входящей в машинный зал. Детали лебедок можно поднимать также башенным краном при условии, что крыша здания скиповок лебедки еще не возведена.

Наиболее рациональным следует считать подъем деталей лебедок железнодорожным краном. Таким же спо-

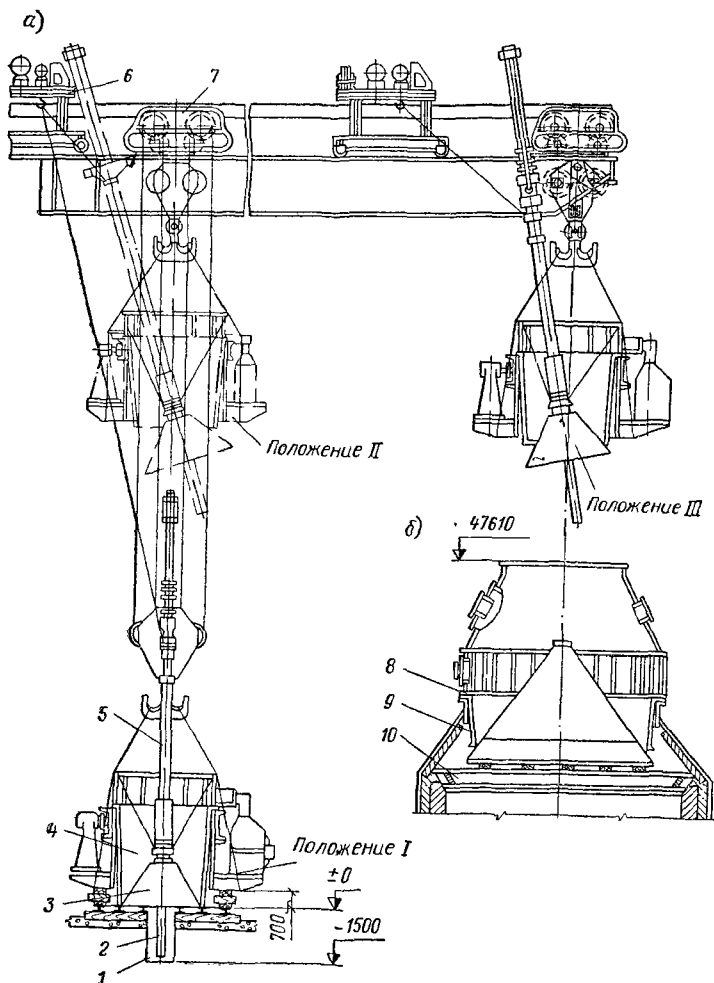


Рис. 141. Схема строповки и монтажа распределителя шихты доменной печи объемом 3000 м³

a — подготовка к подъему укрупненного блока массой 132 т; *б* — установка укрупненного блока массой 132 т; 1 — прямок для опускания конца штанги при сборке; 2 — штанга большого конуса; 3 — малый конус; 4 — вращающаяся воронка; 5 — штанга малого конуса; 6 — лебедка вспомогательного подъема; 7 — тележка главного подъема; 8 — нижний фланец газового затвора; 9 — чаша большого конуса; 10 — временная площадка для установки большого конуса

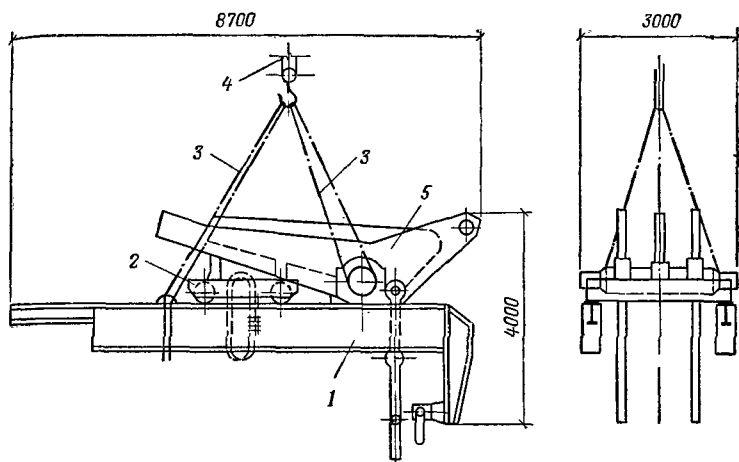


Рис. 142. Схема строповки укрупненного узла балансирного устройства

1 — опорные конструкции балансирного устройства; 2 — опорная тележка под грузы балансиров; 3 — стропы универсальные; 4 — крюк башенного крана; 5 — рычаги балансиров

собом производится и такелаж деталей лебедки маневрирования конусами.

При монтаже мостового крана литейного двора мост крана подается на литейный двор башенным краном и поднимается на подкрановые пути полиспастами с использованием конструкций здания литейного двора.

Монтаж электропушки и машины для вскрытия чугуновой летки производится мостовым краном. Электропушка служит для забивания (закрывания) чугуновой летки после каждого выпуска чугуна. Одновременно наращивается внутренняя стенка горна в районе чугуновой летки.

Машина для вскрытия чугуновой летки (перед каждым выпуском чугуна) оснащена двумя механизмами — для бурения и пробивки летки. Монтаж этих механизмов производится мостовым краном. Желоба для чугуна и шлака устанавливаются на литейном дворе; они предназначены для пропуска по ним в необходимом направлении чугуна и шлака. Монтаж желобов для чугуна и шлака выполняется мостовым краном, подача желобов на литей-

ный двор производится по железнодорожным путям на платформах. Способ строповки желобов показан на рис. 143.

Клапаны холодного дутья (по одному на каждый воздухонагреватель) предназначены для отделения возду-

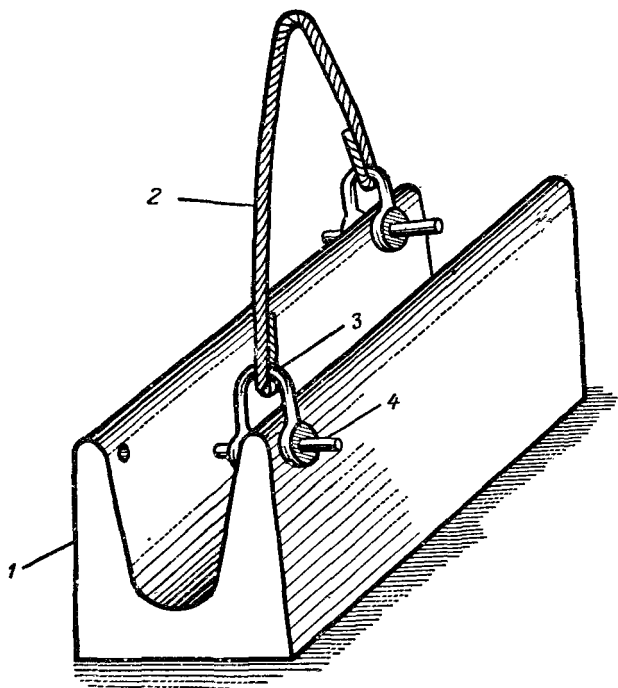


Рис. 143. Схема строповки желобов

1 — желоб; 2 — строп; 3 — скоба; 4 — штырь

хонагревателей во время их нагревания от воздуходувной машины.

Клапаны горячего дутья (по одному на каждый воздухонагреватель) устанавливают между воздухонагревателями и прямым участком трубы горячего дутья; они предназначены для отделения воздухонагревателей от трубы горячего дутья во время нагревания воздухонагревателей.

Дымовые клапаны служат для отделения воздухонагревателей от борова дымохода на время работы воздухонагревателя на дутье. На каждый воздухонагреватель устанавливают по два дымовых клапана.

Воздушно-разгрузочный клапан предназначается для быстрого отделения доменной печи от воздухопровода подачи воздуха без остановки воздуходувной машины.

Монтаж клапанов холодного дутья (рис. 144) производится монорельсом с электроталью 3; клапанов горячего дутья, газовых горелок, дроссельных автоматических клапанов — электромостовым однобалочным краном 6. Дымовые клапаны 8 монтируют гусеничным или железнодорожным кранами.

Воздушно-разгрузочный клапан монтируют башенным краном; при расположении клапана вне сферы действия башенного крана его можно монтировать гусеничным или железнодорожным краном.

Для грубой очистки доменного газа от пыли служат пылеуловители. На каждой доменной печи обычно устанавливают два пылеуловителя: один для первичной очистки, другой для вторичной, более тонкой очистки газа.

На пылеуловителях для первичной очистки газа расположено следующее оборудование:

отсекающий клапан, который служит для отделения доменной печи от общей газовой сети завода на время остановки доменной печи на ремонты: монтируют его башенным краном;

винтовые транспортеры — увлажнители пыли, предназначенные для выпуска и увлажнения колошниковой пыли из пылеуловителей. На каждый пылеуловитель устанавливают один винтовой увлажнитель пыли. Монтируют увлажнители пыли гусеничным или железнодорожным краном.

Электрофильтры предназначены для тонкой очистки доменного газа электростатическим методом. При монтаже электрофильтров наиболее сложным является монтаж отсеков, осадительных электродов и насадок. Значительный объем составляют также такелажные работы по подъему на большую высоту этих элементов, поэтому правильный выбор грузоподъемных средств и организация такелажа имеют большое значение.

Для монтажа оборудования электрофильтров применяют различные грузоподъемные средства: кран-мачты

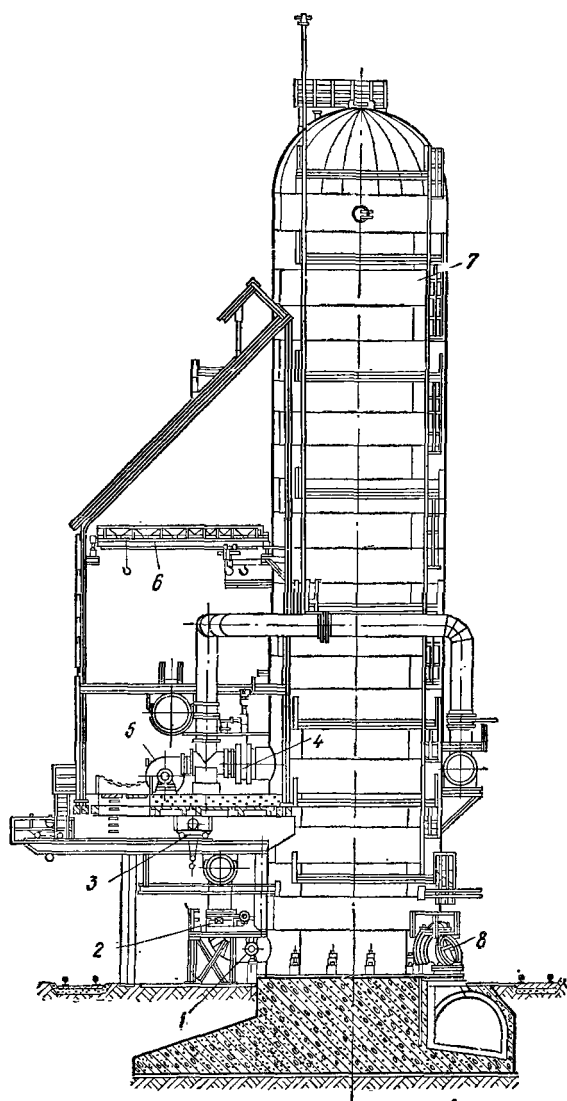


Рис. 144. Схема расположения арматуры и грузоподъемных устройств в здании воздухонагревателей

1 — перепускной клапан, 2 — клапан холодного дутья; 3 — электрическая таль; 4 — отсеchnый клапан газовой горелки; 5 — вентилятор газовой горелки; 6 — электромостовой однобалочный кран; 7 — воздухонагреватель; 8 — дымовой клапан

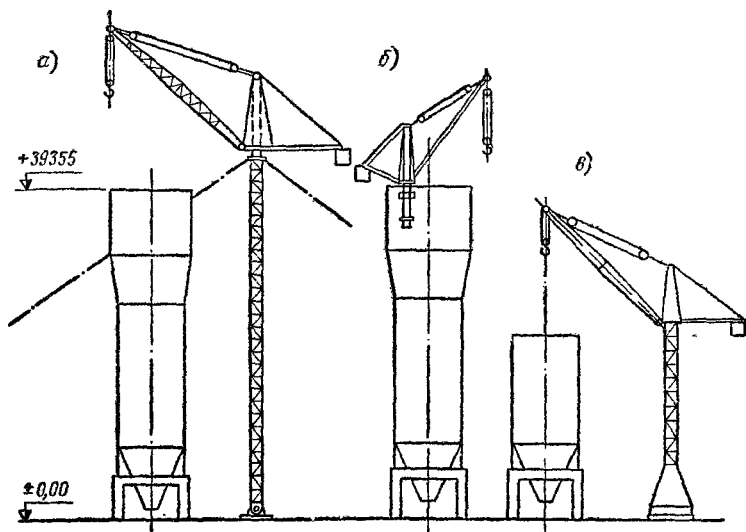


Рис. 145. Механизмы, применяемые для монтажа оборудования электрофильтров

a — кран-мачта; *б* — полноповоротный кран; *в* — башенный кран

грузоподъемностью 1—1,5 т (рис. 145, *a*), полноповоротные краны, установленные на конструкциях электрофильтра (рис. 145, *б*), башенные краны грузоподъемностью 2—5 т (рис. 145, *в*), перемещаемые по путям вдоль линии электрофильтров. Наиболее рационально монтировать электрофильтры полноповоротным башенным краном.

Такелажные работы при монтаже вращающихся печей цементных заводов

Машиностроительными заводами выпускаются цементные печи производительностью 1200 т/сутки, размером 4,5×170 м; производительностью 1800 т/сутки, размером 5×185 м и производительностью 3400 т/сутки, размером 7×230 м.

Монтаж новых печей на строительных площадках усложнился вследствие того, что все сочленения корпуса печи выполнены сваркой; на машиностроительных заводах не производят контрольной сборки и сборки элемен-

тов в укрупненные узлы, так как их габариты не позволяют транспортировать эти узлы по железной дороге; обечайки корпусов печей изготовляют на заводе из отдельных элементов, так называемых «третинок» — третьей части обечайки, которые на месте монтажа собирают и сваривают в блоки массой до 125 т и выше (для печи 7×230 м блоки массой до 305 т).

Монтаж цементных печей диаметром до 3,6 м до недавнего времени производился по так называемому эстакадному методу, когда на всю длину печи сооружалась металлическая эстакада, на которой по рельсовым путям передвигался козловой кран упрощенной конструкции. Этим краном монтировалась печь.

Практика показала, что эстакадный метод весьма неэкономичен, так как на сооружение эстакады требовалось много металла, лесоматериалов и большие затраты труда.

Эстакадный метод монтажа цементных печей может быть рекомендован только при реконструкции действующих предприятий цементной промышленности, учитывая то, что в условиях действующих цехов невозможно применять другие, более рациональные методы монтажа.

Очень часто цементные печи монтировали накаткой укрупненных блоков печи по наклонной плоскости. Этот метод может быть рекомендован для монтажа цементных печей диаметром до 3 м или при отсутствии необходимого оборудования для монтажа.

Опыт работы по монтажу крупных цементных печей показал, что наиболее рациональным является монтаж с применением специальных козловых кранов.

Для монтажа цементных печей размером 4,5×170 м проектом производства работ предусматривается специально отведенная площадка для укрупнительной сборки и сварки элементов печи в монтажные блоки.

На площадке (рис. 146) размещают козловой кран КМК-120, два роликовых стенда 5 для сварки обечаек, два стенда 8 для сборки «третинок», две тележки 4 для транспортирования блоков печи к месту монтажа и склад 1 «третинок».

Продольные швы обечаек 6 сваривают на неприводном стенде электрошлаковой сваркой, подбандажные обечайки также сваривают на этих стендах. Поперечные швы обечаек сваривают на роликоопорных стендах 5.

Укрупненные блоки транспортируют с этой площадки

на двух тележках 4 трактором С-100 в зону монтажа печи, где установлен второй козловой кран грузоподъемностью 120 т, под которым производится дальнейшее укрупнение элементов печи в узлы массой до 120 т (насадка бандажей и венцовых шестерни).

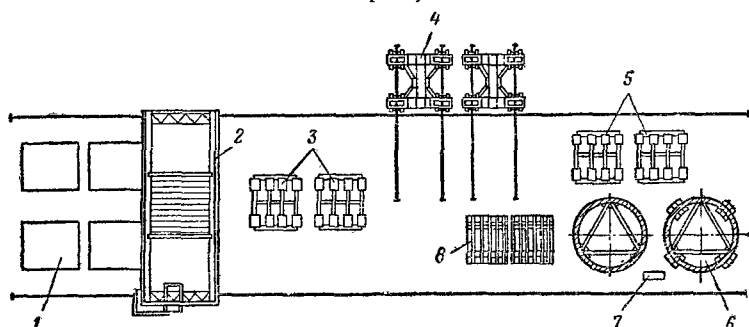


Рис. 146. Площадка для укрупнительной сборки и сварки обечаек цементных печей

1 — место для складирования «третинок»; 2 — козловой кран КМК-120; 3 — роликовые стенды для сборки блоков; 4 — тележки для передачи блоков на монтаж; 5 — роликовые стенды для сварки обечаек; 6 — обечайка, установленная вертикально для электрошлаковой сварки; 7 — навес для сварочной аппаратуры; 8 — стенд для сборки «третинок» на болтах

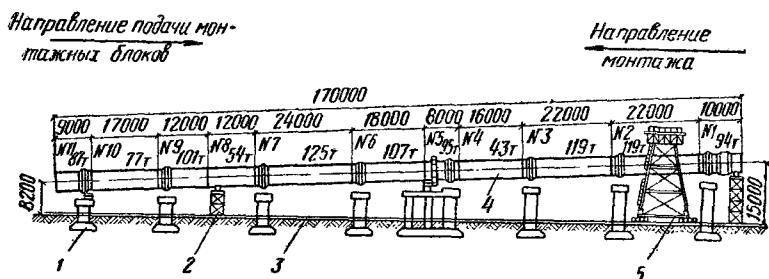


Рис. 147. Схема монтажа вращающейся цементной печи укрупненными блоками

1 — постоянные железобетонные опоры; 2 — временные монтажные опоры; 3 — пути под козловой кран; 4 — цементная печь; 5 — козловой кран

Монтаж опорных плит, рам с роликовыми опорами, насадка бандажей на подбандажные обечайки, насадка венцовых шестерни и монтаж главного привода печи также производятся козловым краном.

Корпус цементной печи монтируют от холодного (высокого) конца печи к горячему в направлении подачи

блоков, как указано на рис. 147. Печь собирают из 11 укрупненных блоков.

В процессе монтажа устанавливают дополнительные временные опоры под свободные концы монтируемых блоков № 1, 4, 8 и 10.

Для монтажа цементной печи размером $4,5 \times 170$ и 5×180 м необходимо иметь на строительной площадке следующее подъемно-транспортное оборудование:

Козловые краны КМК-120 и КМК-150 грузоподъемностью 120 и 150 т	2
Гусеничный кран грузоподъемностью 20 т	1
Кран на пневмоколесном ходу грузоподъемностью 10 т	1
Автокран грузоподъемностью 5 т	1
Кран-трубоукладчик грузоподъемностью 10 т	1
Трактор	2
Траилер грузоподъемностью 140 т	1
Автоприцепы одноосные	2

Если невозможно выделить отдельную площадку для укрупнительной сборки, все указанные сборочно-подготовительные работы могут производиться в зоне действия козлового крана на монтаже печи, что, конечно, значительно снижает производительность монтажной площадки в целом. В этом случае рекомендуется на линии монтажа цементной печи установить два козловых крана.

Как уже говорилось, на монтаже корпусов цементных печей производится укрупнительная сборка и сварка отдельных блоков печи массой до 125 т и более. Строповка и монтаж этих блоков — ответственные операции, поэтому их выполняют квалифицированные монтажники под наблюдением производителей работ или мастеров. Применяемые для этой цели универсальные стропы изготовляют строго по расчету.

Пример 25. Рассчитать универсальный строп для подъема отдельных блоков корпуса цементной печи. Масса одного блока 125 т. Решение. Каждый строп должен выдержать нагрузку $Q = \frac{125 \text{ т}}{2}$, где 2 — количество стропов, которыми поднимается блок печи, тогда

$$Q = \frac{1\,250\,000}{2} = 625\,000 \text{ Н (Ньютон)}.$$

Принимаем строп, в котором нагрузку воспринимают восемь ветвей, тогда каждая ветвь воспринимает нагрузку:

$$Q_{\text{в}} = \frac{625\,000}{8} = 78\,000 \text{ Н}.$$

Принимаем шестикратный запас прочности и коэффициент неравномерности натяжения ветвей 0,75, тогда каждая ветвь рассчитывается на груз

$$Q_{в} = \frac{78\,000 \cdot 6}{0,75} = 624\,000 \text{ Н.}$$

По табл. 1 выбираем канат (тип ТК6×37=222) диаметром 36,5 мм с пределом прочности проволоки при растяжении 1700 Н/мм² или диаметром 39,5 мм с пределом прочности проволоки при растяжении 1400 Н/мм². Длина каната принимается по расчету.

На рис. 148 приведена схема строповки блока корпуса цементной печи массой 125 т универсальным стропом. Концы стропа можно сращивать счаливанием или металлическими сжимам.

На рисунке показано расположение сжимов в месте сращивания. При строповке необходимо строго следить за тем, чтобы все ветви были нагружены равномерно; при обнаружении ненагруженных ветвей должна быть произведена перестроповка.

Учитывая, что на монтаже цементных печей размером 5×185 м отдельные блоки превышают грузоподъемность козлового крана КМК-120, промышленностью выпускаются козловые краны грузоподъемностью 150 т.

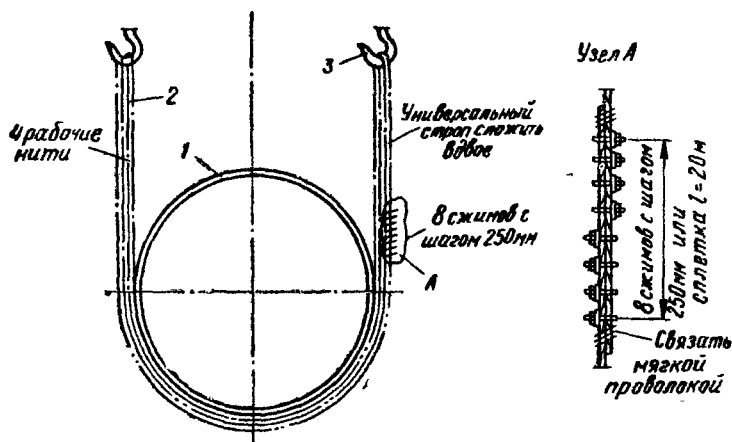


Рис. 148. Схема строповки укрупненного блока цементной печи

1 — укрупненный блок печи; 2 — строп; 3 — крюки крана

Такелажные работы при монтаже кранов-перегрузателей

Краны-перегрузатели (рис. 149) устанавливают на рудных дворах доменных цехов, складах угля коксохимических заводов и других предприятиях.

Они служат для перегрузки и усреднения поступающих на предприятия сырых материалов. Краны-перегрузатели используют также при загрузке бункеров эстакады доменных печей сырыми материалами.

Основные узлы крана-перегрузателя: мост, две опоры, механизмы передвижения моста крана и грейферная тележка.

Современные краны-перегрузатели имеют пролет (расстояние между опорами) до 76,2 м и более, грузоподъемность грузовой тележки 30 т. Общая масса кранов-перегрузателей в зависимости от их пролета достигает 1300 т, при этом полезная грузоподъемность достигает 15 т.

Металлические конструкции кранов-перегрузателей в прошлом изготовлялись только решетчатой конструкции, клепаными, контрольная сборка элементов крана на заводах-изготовителях не производилась. Конструкции крана имели огромное количество заклепок (свыше 60 тыс. шт.), которые приходилось клепать на месте монтажа. В процессе эксплуатации кранов-перегрузателей заклепочные соединения часто ослаблялись и отдельные элементы конструкций выходили из строя, что приводило к аварийным остановкам. Краны-перегрузатели решетчатой конструкции с производства сняты.

Все выпускаемые в настоящее время краны-перегрузатели для замены изношенных решетчатой конструкции изготовляются машиностроительной фирмой Германской Демократической Республики в новой конструкции с элементами крана сплошного коробчатого сечения.

Мост этого крана состоит из пролетного строения 6 (ездовых балок), несущая способность которых увеличена шпренгелями 8, расположенными между опорами и на консолях. Дополнительная жесткость жесткой опоре кроме шпренгелей придана еще дополнительно подкосами 4, соединяющими пролетное строение с опорой; гибкая опора имеет шарниры 12.

Опоры крана (ноги) через систему балансирных траверс 15 опираются на ходовые тележки.

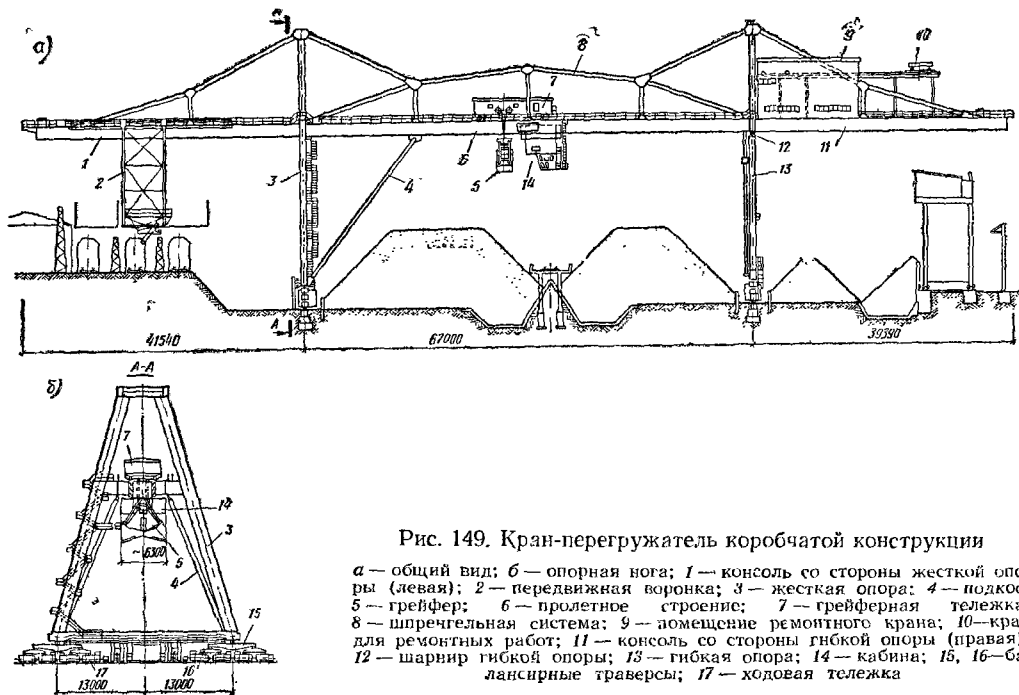


Рис. 149. Кран-перегрузчик коробчатой конструкции

a — общий вид; *б* — опорная нога; 1 — консоль со стороны жесткой опоры (левая); 2 — передвижная воронка; 3 — жесткая опора; 4 — подкос; 5 — грейфер; 6 — пролетное строение; 7 — грейферная тележка; 8 — шпренгельная система; 9 — помещение ремонтного крана; 10 — кран для ремонтных работ; 11 — консоль со стороны гибкой опоры (правая); 12 — шарнир гибкой опоры; 13 — гибкая опора; 14 — кабина; 15, 16 — балансирующие траверсы; 17 — ходовая тележка

Монтаж первых двух кранов-перегрузателей новой конструкции на Магнитогорском металлургическом комбинате осуществлялся по методу «сборка в проектном положении».

Сущность этого метода заключается в том, что пролетную часть моста (ездовые балки) собирали на временной эстакаде, пилоны которой располагали на каждом стыке элементов пролетной части и консолей на временных фундаментах. Последовательность сборки элементов крана-перегрузателя приведена на рис. 150.

Для выверки пролетной части моста по горизонтали на каждой стороне стыка элементов ездовых балок ставили гидравлические домкраты.

Опорные ноги монтировали методом подъема в вертикальное положение после сборки их лежа на земле. После окончательной выверки пролетной части и консолей, сборки опор и шпренгельной системы производилась клепка стыков. После клепки всех стыков домкраты убрали, а ноги устанавливали на ходовые тележки хода моста крана.

Все такелажные работы по монтажу пилонов, металлоконструкций и механизмов кранов-перегрузателей выполнялись самоходным гусеничным краном СКГ-100 с вылетом стрелы 35 м. Укрупнительная сборка элементов перегружателя производилась гусеничным краном МКГ-25 и автомобильным краном К-104.

Метод сборки моста крана-перегрузателя «в проектном положении» на временных металлических опорах — наиболее прогрессивный, поэтому он рекомендован как типовой для монтажа кранов-перегрузателей новой конструкции.

Ввиду того что краны-перегрузатели решетчатой конструкции в будущем изготавливаться не будут, метод монтажа этих кранов на нулевой отметке с дальнейшим их подъемом ленточными гидравлическими подъемниками в настоящей книге не приводится.

Монтаж металлорежущих станков

Обычно в механических цехах машиностроительных заводов устанавливают станки, относящиеся в основном к группе мелких и средних (массой до 10 т), и значительно реже — крупные станки, относящиеся к группе уникальных.

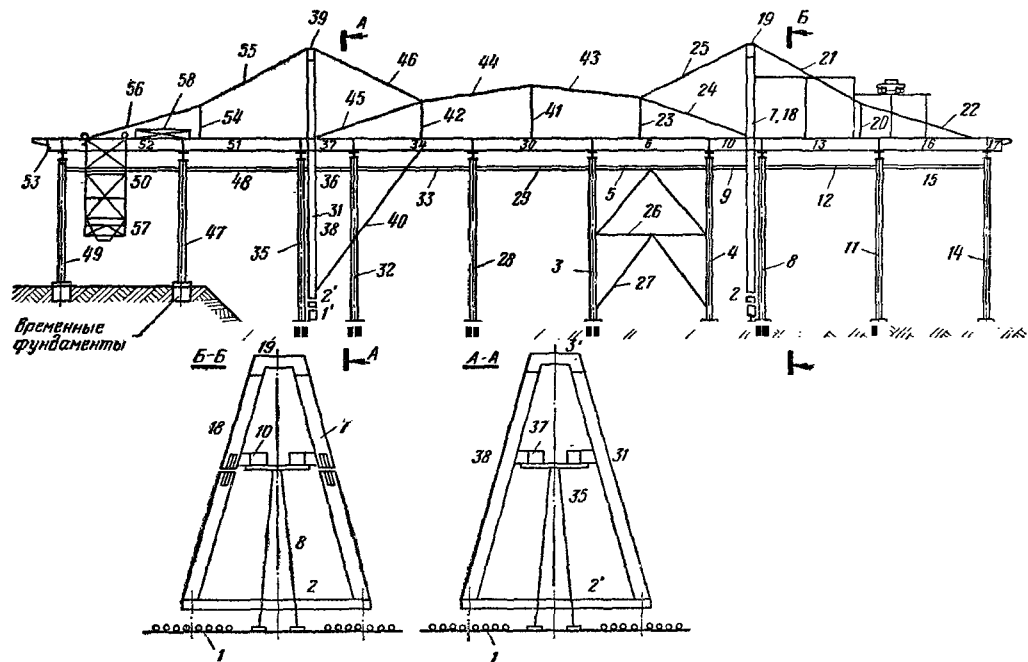


Рис. 150. Последовательность сборки крана-перегрузчика новой конструкции (1—58)

Фундаменты для металлорежущих станков, как правило, изготавливают по проекту в соответствии с чертежами. При расстановке оборудования следует сохранять межстаночные проходы, установленные правилами техники безопасности. Не допускается, чтобы движущиеся части станков (столы, суппорты, шпиндели) в своих крайних положениях касались стоящих рядом станков.

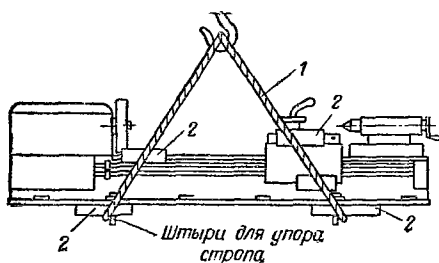


Рис. 151. Схема строповки металлорежущего станка

1 — строп; 2 — деревянные подкладки

Мелкие станки могут быть установлены без изготовления специальных фундаментов непосредственно на бетонный пол или на междуэтажное перекрытие.

Уникальные тяжелые станки, имеющие станины недостаточно жесткой конструкции или состоящие из нескольких частей, должны устанавливаться на одном прочном фундаменте.

Фундамент придает дополнительную жесткость станине станка, и при неравномерной осадке фундамента разные части станка не будут испытывать деформации (изгиб, растяжение).

Мелкие и средние станки, как правило, поступают упакованными. На месте установки их распаковывают, осматривают и составляют акт о приемке станка к монтажу.

Крупные станки отгружают отдельными частями. Технический осмотр и составление актов о их приемке производятся по мере их получения.

Мелкие и средние станки поднимают одним стропом. Необходимо надежно закреплять их и принимать меры против соскальзывания стропы по станине. Отдельные части крупных станков также поднимают и транспортируют одним стропом.

Размер стропы и диаметр каната, из которого изготовлен строп, принимается по расчету. На рис. 151 приведена наиболее распространенная схема строповки станков. Перед установкой станка отдельные его части очищают, все обработанные места, защищенные от коррозии (смазка, окраска), смывают растворителями (керосин, бензин, скипидар), насухо вытирают и покрывают тонким слоем масла.

Мелкие и средние станки устанавливают на фундамент на металлических прокладках.

Уникальные станки и станки с длинными станинами рекомендуется устанавливать на специальные устройства — регулируемые клинья, которые позволяют при эксплуатации станков периодически выверять их, регулируя положение станины.

Установка станин металлорежущих станков — наиболее ответственная операция при монтаже, от ее точности зависит монтаж всего станка и, следовательно, качество обрабатываемых на нем деталей.

Основные требования при выверке станин: прямолинейность направляющих станин и их горизонтальность в продольном и поперечном направлениях. Наклон направляющих не должен превышать 0,02 мм на 1 м длины станины и быть не более 0,05 мм на всю ее длину.

Во время выверки станину станка не притягивают к фундаменту фундаментными болтами — гайки фундаментных болтов не должны заворачиваться. Для выверки необходимо пользоваться уровнем с ценой деления основной ампулы 0,02—0,05 мм на 1 м. Для выверки длинных станин целесообразно применять гидростатический уровень.

После окончательной выверки станины разрешается залить ее бетонным раствором. В малых и средних станках заливают раствором всю станину станка выше нижнего уровня подошвы на 30 мм.

В уникальных и длинных станинах заливают бетоном только специальные устройства — регулируемые клинья.

После затвердения бетона станину станка окончательно выверяют, фундаментные болты затягивают одновременно со всех сторон, при этом необходимо следить за показаниями уровня на станине.

После окончательной выверки станины и затяжки фундаментных болтов разрешается производить дальнейшую сборку станка.

Монтаж электрических двигателей

Как правило, в соответствии с проектом производства монтажных работ электродвигатель устанавливают после того, как машина, агрегат смонтированы.

Мелкие и средние электрические двигатели на монтаж поступают в собранном виде, крупные же электродвигатели и генераторы отгружают отдельными частями или узлами, собирают их на монтажной площадке.

Мелкие и средние электродвигатели устанавливают (монтируют) на раме или плите уже установленного агрегата.

Электродвигатели выверяют по полумуфтам, шкивам клиноремной передачи или другим соединениям, после чего сверлят отверстия (если они отсутствуют) в раме для закрепления электродвигателей.

При строповке и подъеме электродвигателя необходимо стремиться к тому, чтобы он был в горизонтальном положении.

Все современные электрические двигатели и генераторы имеют устройства (рым-болты, проушины), которыми и следует пользоваться для подъемов, причем следует учитывать, что рым-болты могут воспринимать только осевые усилия по вертикали, другие поперечные силы вызывают изгиб рым-болта и могут привести к поломке его и падению электродвигателя.

На рис. 152 приведен правильный способ строповки электродвигателя за рым-болты. Чтобы не было изгиба рым-болтов, между ветвями стропа 2 закладывают деревянную распорку 1.

Крупные электродвигатели и генераторы монтировать гораздо сложнее, так как они поставляются на монтажную площадку отдельными узлами и деталями.

Крупный электродвигатель или генератор опускают на раму или плиту агрегата (литую или сварную), установленную на фундамент.

На раму устанавливают корпуса подшипников и статор электродвигателя.

Успех монтажа крупного электродвигателя обеспечивается прежде всего правильностью установки рамы (основания) агрегата на фундаменте.

Рама электродвигателя устанавливается с обеспечением необходимого высотного положения ее, горизонтальности и прицентровки к агрегату.

Допускается отклонение рамы от горизонтальности: вдоль оси электродвигателя — 0,05 мм на 1 м и поперек оси электродвигателя — 0,1 мм на 1 м.

До установки на раме намечают продольную ось, по которой затем и прицентровывают раму к агрегату.

По высоте раму необходимо устанавливать с небольшим занижением для возможного регулирования при установке корпусов подшипников и статора электродвигателя.

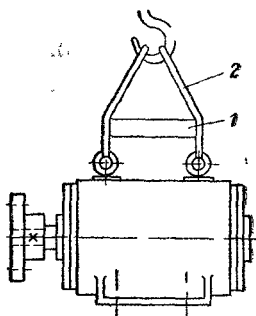


Рис. 152. Схема строповки мелких и средних электродвигателей

1 — деревянная распорка; 2 — строп

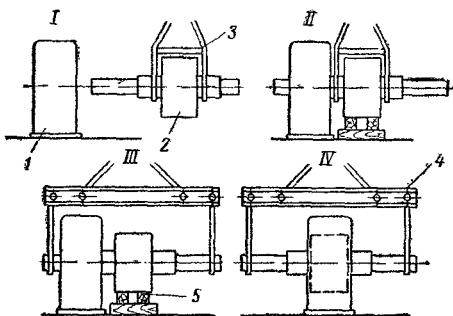


Рис. 153. Последовательность установки ротора в неразъемный статор крупного электродвигателя

1 — статор; 2 — ротор; 3 — строп; 4 — траверса; 5 — деревянные подкладки

Вслед за рамой устанавливают корпуса подшипников, укладывают ротор и по муфтам проверяют центровку валов электродвигателя и агрегата с предварительной шабровкой вкладышей подшипников.

Несовпадение по высоте устраняют установкой соответствующих подкладок между рамой и корпусом подшипника или опусканием и подъемом рамы клиньями.

Окончательно выверив точность установки, раму подливают бетоном, после затвердевания которого производят окончательный монтаж: закрепление рамы, установку подшипников, шабровку вкладышей подшипников, установку статора с фиксацией его положения по ротору. Необходимое положение статора регулируют металлическими подкладками между рамой и статором и смещением по раме в пределах зазоров в болтовых отверстиях.

При необходимости производится рассверловка указанных отверстий.

Точность установки статора проверяют щупом по зазору между статором и ротором.

На рис. 153 показаны строповка и последовательная установка ротора в неразъемный статор крупного электродвигателя.

Монтаж начинают с установки статора *I*, который слегка закрепляют на раме, затем в статор заводят ротор *II* и опускают его на деревянные подкладки. На крюк крана надевают траверсу *III*, которой ротор заводится в проектное положение *IV*. После этих операций устанавливаются стойки подшипников.

Монтаж трубопроводов

В промышленном строительстве широко применяется индустриальный метод монтажа технологических трубопроводов. При этом методе трубозаготовительные работы отделены от монтажных; заготовка деталей и сборка их в транспортабельные узлы производятся в специальных мастерских с последующей их транспортировкой к месту монтажа.

Изготовление трубных узлов в указанных мастерских приближается к заводским условиям, которые позволяют применять прогрессивные методы труда, обеспечивающие хорошее качество монтажных работ и сокращение сроков их выполнения.

На рис. 154 показан план расположения оборудования в трубозаготовительной мастерской с годовой программой изготовления 650 т трубных заготовок.

В трубозаготовительной мастерской производится гибка труб диаметром до 219 мм. Трубы большего диаметра гнут на специально оборудованных трубогибочных площадках, расположенных рядом с мастерской.

В трубозаготовительных мастерских выполняют следующие операции:

изготавливают детали трубопроводов (фланцы, отводы, прямые участки труб, крепеж и уплотнительные прокладки);

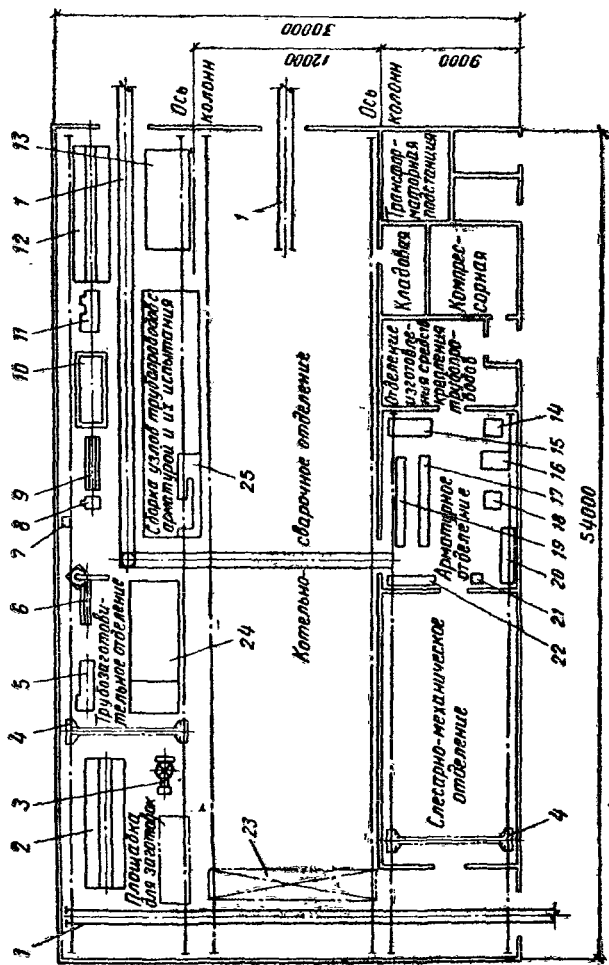
сваривают узлы трубопроводов;

собирают узлы трубопроводов;

собирают узлы с арматурой;

проводят гидравлическое испытание узлов;

Рис. 154. План расположения оборудования трубно-обогатительной мастерской



- 1 — узкоколейный путь; 2 — стеллаж для сборки и приватки узлов трубопроводов; 3 — станок-манипулятор для полуавтоматической сварки; 4 — электрический кран-балка; 5 — токарно-винторезный станок; 6 — трубогибочный станок; ТМ 38-108; 7 — пост газовой резки; 8 — труборез конструкции Центрэнерго-монтажа; 9 — розьганг; 10 — стол для отрезанных заготовок и маркировки их; 11 — труборезный станок; 12 — стеллаж для разметки труб; 13 — стеллаж для труб; 14 — станок для гидравлического испытания; 15 — станок для притирки задвижек; 16 — станок для притирки уплотнительных колец арматуры; 17 — ванна для промывки труб; 18 — вертикально-сверлильный станок; 19 — ванна для травления труб; 20 — сборочный верстак; 21 — станок для вырезки прокладок; 22 — стеллаж для арматуры; 23 — мостовой электрический кран $Q=5$ т; 24 — стеллаж для ручной сварки труб; 25 — стеллаж для сборки узлов трубопроводов с арматурой и гидравлических испытаний

маркируют;
складируют.

В настоящее время широко внедрен метод монтажа трубопроводов узлами по аксонометрическим схемам в соответствии с монтажными чертежами технологической части проекта и техническими условиями.

Монтаж обвязочных внутрицеховых трубопроводов ведется теми же грузоподъемными механизмами, что и монтаж технологического оборудования строящегося цеха.

Кроме этого, для монтажа трубопроводов применяют «малую» механизацию: монтажные блоки, тали и другие механизмы.

Подъемные механизмы и приспособления необходимо прикреплять к прочным элементам строительных конструкций здания, что проверяется расчетом. Подвеска грузоподъемной оснастки к узлам конструкций здания без расчета не допускается.

Узлы трубопроводов для подъема их к месту монтажа стропуют с учетом того, чтобы не приходилось делать на весу лишние развороты и наклоны для установки их и закрепления в проектное положение.

При монтаже трубопроводной арматуры запрещается завязывать строп за штурвалы, шпиндели, сальники, рычаги и другие детали, так как при этом возможны повреждения. Строповку арматуры трубопроводов следует производить только за фланцы корпуса арматуры. На рис. 155 показан способ строповки арматуры.

Межцеховые или наружные трубопроводы в отличие от обвязочных внутрицеховых имеют больший диаметр. Это в основном прямолинейные участки, которые подразделяются на надземные и подземные.

Наземные трубопроводы монтируют на металлических или бетонных колоннах или эстакадах. На проектную отметку эти трубопроводы поднимают автомобильными или гусеничными кранами.

До начала монтажа трубопроводов должны быть выполнены все подготовительные операции, т. е. подготовлена и расчищена трасса, изготовлены временные подмости и специальные стойки, расставлены такелажные приспособления в соответствии с проектом производства работ, рассортированы и развезены по трассе трубы. Трубы развозят по трассе как отдельными, так и звеньями, соединенными сваркой в плети.

Сборку труб в плети производят так, чтобы продольные швы каждой трубы были смещены относительно швов смежной трубы на 100 мм.

До начала монтажа трубопровода производят геодезическую съемку верхних частей стоек (опор), проверяют соответствие отметок проектному уклону трубопроводов и составляют акт с указанием исполнительных отме-

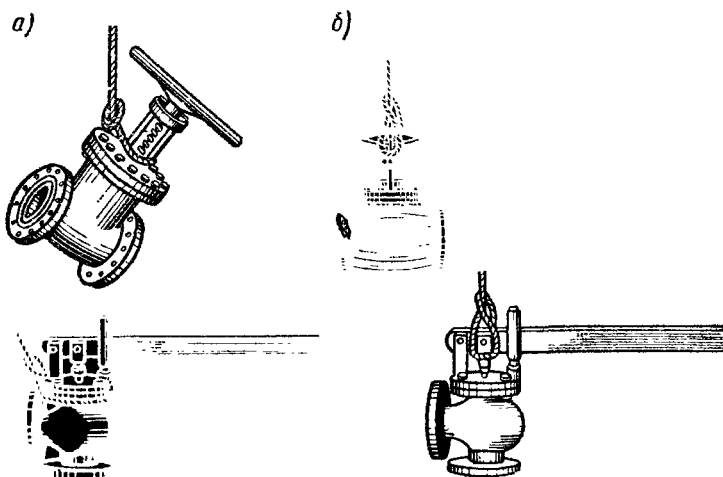


Рис. 155. Способ строповки арматуры
а — правильно; б — неправильно

ток опор. При положительных результатах проверки трубопровод поднимают на проектную отметку. Плетни трубопроводов поднимают различными механизмами. Обычно для этой цели применяют трубоукладчики или краны. Плетни трубопроводов значительной длины укладывают только при наличии двух или более кранов.

Поднимать и перемещать трубы или плетни по трассе следует плавно, без рывков, с применением надежных захватных приспособлений. Строповка узлов и плетей трубопроводов должна быть выполнена так, чтобы не приходилось делать лишние развороты.

Подземные трубопроводы опускают в траншеи или лотки, как правило, трубоукладчиками. При монтаже трубопроводов в траншеях необходимо до опускания

труб проверить качество подготовки «постели» и соответствие отметок траншеи проектным.

До укладки в траншеи трубопроводы сваривают в секции из двух-четырех труб, изолируют согласно указаниям проекта, затем трубопроводами развозят и укладывают вдоль траншеи у ее бровки. Здесь отдельные секции соединяют сваркой в общую плеть, длина которой нередко достигает нескольких километров. В траншее трубы следует укладывать снизу вверх по заданному уклону.

Захват трубы с изоляционным покрытием, ее подъем, перемещение и опускание должны производиться с помощью стропа, исключая возможность повреждения изоляции. Для этих целей применяют обычно специальные захваты. Освобождать трубы от захватных и подъемных приспособлений разрешается после надежной укладки трубы. В траншее трубопровод укладывают таким образом, чтобы все продольные швы находились сверху и были доступны для осмотра.

§ 51. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

Современное строительно-монтажное производство характеризуется высокой степенью механизации монтажных работ, которые производят различными грузоподъемными кранами, грузозахватными устройствами и приспособлениями. Работа, как правило, ведется одновременно строителями и монтажниками по совмещенному графику и нередко на нескольких ярусах.

Широкое внедрение индустриальных методов производства монтажных работ часто связано с подъемами на различные высотные отметки блоков больших габаритов и значительной массы. В этих условиях обеспечение безопасности строительно-монтажных и, в частности, такелажных работ приобретает особое значение.

При выполнении монтажных и такелажных работ рабочие и инженерно-технический персонал должны руководствоваться СНиП III-A.11-70 «Техника безопасности в строительстве», а также Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Госгортехнадзора СССР.

Вопросам охраны труда и обеспечения безопасных условий производства работ в нашей стране уделяется ог-

ромное внимание. На улучшение условий труда монтажные организации ежегодно расходуют значительные ассигнования, которые составляют 0,25% прямых затрат.

Все монтажные работы и особенно ответственные подьемы необходимо выполнять только при наличии проекта производства работ или технологической записки, содержащих основные решения по технике безопасности при производстве монтажных работ.

К такелажным, верхолазным и стропальным работам допускаются рабочие не моложе 18 лет, физически здоровые, прошедшие медицинское освидетельствование, ознакомленные с инструктивными указаниями по технике безопасности, хорошо знающие правила обращения с порученными им машинами, механизмами, инструментами, вспомогательными приспособлениями, а также условия, при которых возможно поражение электрическим током.

Учащиеся профессионально-технических учебных заведений и техникумов допускаются к верхолазным работам в возрасте до 18 лет, но не моложе 17 лет и не более чем на 3 ч в день для прохождения производственной практики под постоянным руководством и наблюдением за ними мастера производственного обучения и работника, назначенного приказом строительно-монтажной организации.

Руководители организаций не должны допускать к работе лиц без соответствующей спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений.

Администрация монтажной организации или предприятия обязана обеспечить рабочих и служащих спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями требуемых размеров в соответствии с условиями, характером выполняемой работы и типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим, занятым на соответствующих работах.

Все вновь поступившие на производство рабочие допускаются к работе только после прохождения вводного инструктажа по охране труда и технике безопасности, а также инструктажа на рабочем месте.

Вводный инструктаж проводит инженер по технике безопасности, инструктаж на рабочем месте — производитель работ или мастер при каждом переходе на другую работу или при изменении условий труда.

Прошедшим обучение и проверку знаний техники безопасности выдают под расписку специальное удостоверение. Проверку знаний необходимо проводить ежегодно.

Правила техники безопасности при такелажных работах должны быть вывешены на видном месте. Необходимо также систематически проводить инструктаж на рабочем месте и осуществлять постоянный надзор за правильной организацией труда.

Сложные такелажные работы разрешается выполнять только под руководством мастера или производителя работ и строго по проекту производства монтажных работ.

Зона, где производятся такелажные работы, является опасной; находиться под поднятым грузом или выполнять какие-либо работы в районе движения крана с грузом, а также исправлять такелажные механизмы и приспособления во время подъема или опускания груза запрещается.

При работе с электромеханизированным инструментом (электросверлилки, электрические шлифовальные машинки и др.) и использовании переносной лампы напряжение должно быть не более 36 В, а переносных осветительных ламп при работе в закрытых металлических сосудах и во влажных условиях — 12 В. Электроинструментом с двойной изоляцией можно работать на напряжении тока, который подается в заводскую сеть.

Весьма ответственной операцией при выполнении такелажных работ является строповка грузов. К выполнению этих операций допускаются опытные монтажники, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и получившие соответствующее удостоверение. Стропальщик должен быть особенно внимательным к выполнению своих обязанностей, так как малейшее нарушение инструкции по технике безопасности может привести к несчастному случаю. Он должен знать грузоподъемность механизма, массу поднимаемого груза, его размеры и в соответствии с этим подбирать нужные стропы, проверять их исправность и срок испытания. Следует иметь в виду, что пользоваться неисправными или случайными стропами неизвестной грузоподъемности нельзя — это может привести к аварии.

На каждом грузоподъемном приспособлении обязательно прикрепляется табличка или бирка с указанием предельной рабочей нагрузки, на которых должны быть проставлены дата испытания и его инвентарный номер.

Работать грузоподъемной машиной, имеющей неисправности, угрожающие безопасной работе, а также трещины в узлах металлоконструкций, недопустимый износ канатов, цепей и механизмов подъема, неисправности тормозного устройства, ограничителей подъема и грузоподъемности, не разрешается.

Каждый раз перед ответственным подъемом надлежит тщательно проверять состояние блоков, полиспастов, канатов, лебедок и других подъемных приспособлений. В случае выявления какой-либо неисправности последняя до начала подъема должна быть обязательно устранена.

Спуск тяжелого оборудования по наклонному скату, особенно на салазках по каткам, представляет собой сложную операцию и требует от исполнителей большого внимания и аккуратности. Такой спуск производят обычно двумя лебедками: одной стаскивают груз со стороны ската, а другой, установленной с противоположной стороны, притормаживают груз с тем, чтобы предотвратить возможные рывки.

Резко тормозить и при движении переключать на обратный ход грузоподъемные устройства запрещается.

Нельзя поднимать грузоподъемным устройством зацепившийся груз или груз примерзший (в зимнее время), так как это может вызвать значительную перегрузку подъемного механизма и разрыв грузовых канатов. Запрещается также подтаскивать груз крюком грузоподъемного механизма при косом натяжении каната или путем поворота крана.

Работать грузоподъемными механизмами непосредственно под электролиниями, находящимися под напряжением, разрешается только под руководством производителя работ или мастера и при наличии соответствующего письменного разрешения лица, ведающего электросетью.

Пусковые устройства грузоподъемных механизмов должны быть закрыты металлическим кожухом, запирающимся на замок. Для обеспечения безопасности металлический корпус подъемного механизма и его двигатель, а также металлический кожух пускового устройства и рельсовые подкрановые пути необходимо заземлять.

Грузоподъемные механизмы в нерабочее время должны находиться в положении, исключающем возможность их пуска посторонними лицами, для чего пусковые приспособления выключают и закрывают.

Нельзя пренебрегать никакими требованиями правил техники безопасности, даже если они кажутся на первый взгляд малозначительными, например работать в незастигнутой одежде и без рукавиц, так как это может привести к несчастному случаю.

При работе на высоте нужно пользоваться обувью с нескользкой подошвой и предохранительным поясом, прикрепляя его к надежным конструкциям или к специально натянутому для этой цели стальному канату.

Тяжелый и сложный по конфигурации груз надлежит предварительно поднять на высоту 300—500 мм, осмотреть обвязку и подвеску на крюке и, если будут обнаружены неисправности, груз опустить, произвести надлежащие исправления и только после этого можно приступить к его вторичному подъему. В таких случаях подъемом должен руководить мастер или производитель работ.

Расстроповку устанавливаемого оборудования или конструкции можно производить только после надежного их закрепления.

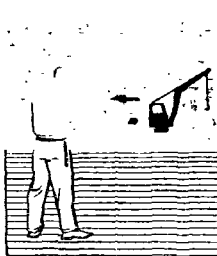
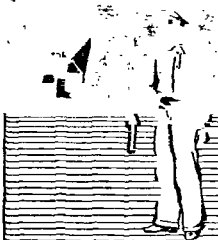

Весьма важное значение для безопасности при такелажных работах имеет согласованность в работе монтажников, машинистов кранов, строповщиков, машинистов лебедок, тракторов и т. п., а также внимательное отношение к подаваемым сигналам. При такелажных работах помимо словесных применяют также зрительные сигналы. При перемещении грузов подъемными механизмами применяют общепринятую знаковую сигнализацию, предусмотренную инструкцией Госгортехнадзора (табл. 47).

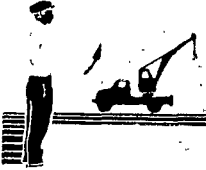
В особых случаях, когда пользоваться общепринятой знаковой сигнализацией затруднительно, способ сигнализации и порядок пользования ею устанавливает ответственное лицо от администрации по согласованию с инспектором Госгортехнадзора.



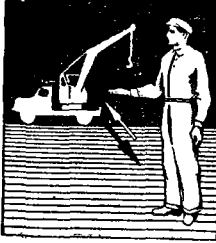
При монтаже оборудования и конструкций на большой высоте (доменная печь, кран-перетружатель, ствол шахты и др.) применяют двустороннюю радио- и телефонную связь.

Согласно правилам техники безопасности ответственные подъемы на открытом воздухе могут производиться только при благоприятных условиях. При силе ветра 6 баллов, гололедице, сильном снегопаде, в грозу и дождь подъем необходимо прекращать.

Знаковая сигнализация, применяемая при перемещении грузов кранами

Движение крана, груза	Схема сигнализации	Действие сигнальщика
<p>Передвинуть кран вперед</p>		<p>Движение вытянутой руки, ладонью по направлению требуемого движения крана</p>
<p>Поднять груз или крюк</p>		<p>Прерывистое движение руки перед грудью вверх, ладонью кверху; рука согнута в локте</p>
<p>Опустить груз или крюк</p>		<p>Прерывистое движение руки вниз перед грудью, ладонью вниз; рука согнута в локте</p>

Движение крана, груза	Схема сигнализации	Действие сигнальщика
<p>Повернуть стрелу вправо</p>		<p>Движение руки, согнутой в локте, ладонью вправо</p>
<p>Повернуть стрелу влево</p>		<p>Движение руки, согнутой в локте, ладонью влево</p>
<p>Передвинуть кран назад</p>		<p>Движение вытянутой руки ладонью по направлению требуемого движения крана</p>

Движение крана груза	Схема сигнализации	Действие сигнальщика
<p>Поднять стрелу</p>		<p>Подъем вытянутой руки, предварительно опущенной до вертикального положения; ладонь раскрыта</p>
<p>Опустить стрелу</p>		<p>Опускание вытянутой руки, предварительно поднятой до вертикального положения; ладонь раскрыта</p>
<p>Стоп (пре- кратить подъем или передви- жение)</p>		<p>Резкое движение рукой вправо и влево на уровне пояса; ладонь обращена вниз</p>

Движение крана, груза	Схема сигнализации	Действие сигнальщика
<p>Осторожно (применяется перед подачей какого-либо из перечисленных выше сигналов, когда требуется незначительное перемещение)</p>		<p>Кисти рук обращены ладонями одна к другой на небольшом расстоянии; руки при этом подняты вверх</p>

Стоять под поднятым грузом или на пути его движения, а также находиться около тяговых канатов очень опасно, так как возможен обрыв каната и падение перемещаемого груза.

При производстве такелажных работ вблизи сварки канаты должны быть защищены от попадания на них брызг расплавленного металла.

Длинномерные грузы в горизонтальном положении (валы, трубы и т. д.) необходимо поднимать не менее чем двумя стропами; при этом они должны иметь угол наклона к горизонту не менее 45° и должны быть закреплены распорками так, чтобы при подъеме груза не произошло сдвига стропы. Поднимать длинномерные грузы одним стропом запрещается.

При транспортировании на трубовозах трубы следует укладывать правильными рядами так, чтобы концы их не выступали за габариты трубовоза более чем на 1,5 м, а также укреплять трубы, чтобы они не распались.

Место производства работ по подъему и перемещению грузов должно быть хорошо освещено. При слабом освещении или сильном снегопаде, когда машинист крана не видит подаваемых сигналов, работа краном должна быть прекращена, а машинист крана обязан сообщить об этом лицу, которому подчинен.

Подъем груза одновременно двумя кранами допускается только в особых случаях и под непосредственным

руководством начальника участка или производителя работ.

Для безопасной эксплуатации кранов очень важным является соответствие вылета стрелы массе поднимаемого груза, так как при увеличении вылета стрелы крана грузоподъемность его уменьшается. Практика показывает, что до 70% аварий с самоходными кранами происходит вследствие их перегрузки. В связи с этим в кабинах кранов должны быть вывешены таблицы грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы, запрещающие нагрузки сверх допустимых величин.

При работе кранов запрещается:

поднимать груз, масса которого превышает грузоподъемность крана при данном вылете стрелы;

поднимать обойму крюка до соприкосновения со стрелой;

двигать их до конца рельсового пути, когда возникает опасность схода крана с рельсов. Для этого устанавливают автоматические ограничивающие устройства, состоящие из двух основных элементов: ограничителя, который реагирует на движение или массу груза, и электрического конечного выключателя, отключающего электропитание механизма при воздействии на него ограничителя.

Таблица 48

Нормы и сроки испытания подъемных механизмов и приспособлений

Механизмы или приспособления	Испытательная нагрузка		Продолжительность испытания, мин	Периодичность технического освидетельствования
	статическая	динамическая		
Краны, лебедки приводные и ручные, электротали и ручные тали, все виды домкратов	1,25P	1,1P	10	1 раз в мес.
Стальные канаты, пеньковые и хлопчатобумажные канаты, цепи, стропы, скобы, кольца	1,25P	—	10	Через каждые 10 дней
Траверс	1,25P	—	10	Через 6 мес.

Примечание. P — предельный рабочий груз в кг или т.

Существуют различные конструкции ограничителей: обычно ограничитель массы груза конструктивно совмещены с ограничителем высоты подъема крюка и действуют на один и тот же электрический выключатель.

Новые, а также прошедшие капитальный ремонт или переданные другой организацией подъемные механизмы и приспособления до их использования должны быть обязательно испытаны. Нормы и сроки испытаний приведены в табл. 48.

При периодических технических освидетельствованиях краны и подъемные механизмы после статического испытания предельным рабочим грузом испытываются динамической нагрузкой, на 10% превышающей их грузоподъемность.

Кроме изложенных в настоящей главе общих указаний по технике безопасности при выполнении такелажных работ и эксплуатации грузоподъемных машин необходимо также соблюдать дополнительные требования применительно к конкретным условиям, по виду выполняемых работ и типу грузоподъемной машины. Указания по безопасным методам производства работ кратко даны в соответствующих разделах данной книги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсов И. П., Станковский А. П. Строительные машины и их эксплуатация. М., Стройиздат, 1971.
2. Бахта Ф. М., Левицкий Ю. Н., Стюнеков Д. Г. Монтаж технологического оборудования крупными блоками. М., Стройиздат, 1970.
3. Вайнсон А. А. Строительные краны. М., «Машиностроение», 1971.
4. Вайнсон А. А., Андреев А. Ф. Специализированные крановые грузозахваты для штучных грузов. М., «Машиностроение», 1972.
5. Дронов В. Г., Заленский В. С., Штелинг Г. А. Башенные краны и подъемники для строительства зданий повышенной этажности. М., Стройиздат, 1972.
6. Дудоладов Ю. А. и др. Краны-трубоукладчики. М. «Высшая школа», 1972.
7. Епифанов С. П., Казаринов В. М., Онуфриев И. А. Справочное пособие по строительным машинам. М., Стройиздат, 1972.
8. Кичихин Н. Н. Такелажные работы. М., «Высшая школа», 1971.
9. Крылов В. А. Монтаж мостовых кранов и перегружателей. М., Стройиздат, 1971.
10. Левин М. Л. Монтаж технологического оборудования металлургических заводов. М., Стройиздат, 1972.
11. Мышкин В. Г. Автомобильные краны. М., Машгиз, 1967.
12. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М., «Металлургия», 1972.
13. Сборник инструкций по безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М., «Недра», 1972.
14. Соколова А. Д., Ходов М. П. Подъемно-транспортное и такелажное оборудование для монтажа строительных конструкций. М., Стройиздат, 1971.
15. Справочное пособие по строительным машинам, вып. 6. Машины для монтажных работ и вертикального транспорта. Под общ. ред. С. П. Епифанова и др. М., Стройиздат, 1972.
16. Технические характеристики строительно-монтажных кранов и подъемников. М., Стройиздат, 1972.
17. Финкель А. Ф. Монтаж оборудования металлургических и коксохимических заводов. М., «Высшая школа», 1972.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Канаты и цепи	7
§ 1. Канаты	7
§ 2. Цепи	24
§ 3. Вязка узлов и сращивание канатов	27
§ 4. Крепление канатов, сжимы, коуши и стяжки	33
§ 5. Браковка, хранение и смазка канатов	39
Глава II. Стропы и грузозахватные приспособления	47
§ 6. Стропы и захватные приспособления	47
§ 7. Полуавтоматические стропы и захваты	52
§ 8. Цепные стропы	56
§ 9. Специальные стропы и грузозахватные приспособления	57
§ 10. Подбор и расчет стальных канатов для стропов	60
Глава III. Монтажные блоки и полиспасты	64
§ 11. Блоки	64
§ 12. Полиспасты	72
§ 13. Расчет и подбор полиспастов	74
§ 14. Запасовка полиспастов	83
Глава IV. Тали, кошки и тельферы	87
§ 15. Тали	87
§ 16. Кошки	89
§ 17. Электрические тали	92
Глава V. Домкраты	96
§ 18. Винтовые домкраты	96
§ 19. Гидравлические домкраты	100
§ 20. Реечные домкраты	106
§ 21. Клиновые домкраты	107
Глава VI. Лебедки	110
§ 22. Ручные лебедки	110
§ 23. Лебедки с машинным приводом	114
§ 24. Установка и эксплуатация лебедок	120
Глава VII. Монтажные мачты и шевры	124
§ 25. Конструкции монтажных мачт и шевров	124
§ 26. Установка монтажных мачт и шевров	131

	Стр.
§ 27. Передвижка и демонтаж мачт	135
§ 28. Определение усилий в элементах и оснастке монтажных мачт	137
Глава VIII. Анкерные устройства	157
§ 29. Деревянные якоря	157
§ 30. Бетонные и металлические якоря	163
§ 31. Инвентарные якоря	164
Глава IX. Монтажные краны	168
§ 32. Общие сведения о кранах	168
§ 33. Легкие монтажные краны	172
§ 34. Стреловые краны	178
§ 35. Башенные краны	184
§ 36. Гусеничные краны	208
§ 37. Автомобильные краны	220
§ 38. Пневмоколесные самоходные краны	229
§ 39. Краны-трубоукладчики	236
§ 40. Железнодорожные краны	241
§ 41. Устойчивость самоходных кранов	245
§ 42. Козловые и порталные краны	247
§ 43. Мостовые краны	250
§ 44. Испытание кранов	257
§ 45. Основные правила эксплуатации кранов и уход за ними	266
Глава X. Такелажные работы	271
§ 46. Общие сведения о такелажных работах	271
§ 47. Подготовка к выполнению такелажных работ	280
§ 48. Методы производства такелажных работ	282
§ 49. Такелажные работы при монтаже подъемно-транспортного оборудования	293
§ 50. Такелажные работы при монтаже технологического оборудования и трубопроводов	304
§ 51. Техника безопасности при выполнении такелажных работ	330
Список литературы	341

33	Одние свед	33	Одние свед
34	Строительн	34	Строительн
35	Лекции мон	35	Лекции мон
36	Книжки	36	Книжки
37	Книжки	37	Книжки
38	Книжки	38	Книжки
39	Книжки	39	Книжки
40	Книжки	40	Книжки
41	Книжки	41	Книжки
42	Книжки	42	Книжки
43	Книжки	43	Книжки
44	Книжки	44	Книжки
45	Книжки	45	Книжки
46	Книжки	46	Книжки
47	Книжки	47	Книжки
48	Книжки	48	Книжки
49	Книжки	49	Книжки
50	Книжки	50	Книжки

Петр Платонович Ипатов
Абрам Фроймович Финкель

**МОНТАЖНЫЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
И ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ**

Редакция литературы
по технологии строительных работ
Зав. редакцией Е. А. Ларина
Редактор Е. И. Борисова
Мл. редактор И. Н. Полетаева
Технические редакторы З. С. Мочалина,
Т. В. Кузнецова
Корректоры Е. А. Степанова, Н. П. Чугунова

Сдано в набор 12X—1974 г. Подписано к печати 6/II—1975 г.
Т-02868. Формат 84X108^{1/32} д. л. Бумага типографская № 1.
18,06 усл. печ. л. (уч.-изд. 18,25 л.) Тираж 40.000 экз.
Изд. № III—3914. Зак. № 378. Цена 71 к.

Стройиздат
103006, Москва, Калевская, 23а

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.