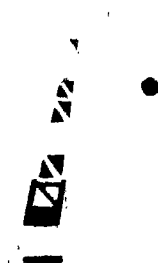


ПОДЪЕМНО- ТРАНСПОРТНОЕ И ТАКЕЛАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ



МОСКВА
ТРОЙИЗДАТ
1987

ББК 38.6—44

С 59

УДК 69.057.7 : 621.86.06(075.32)

Рецензент — канд. техн. наук *Е. И. Кременецкий*, зав. сектором ВНИИмонтажспецстроя.

Соколова А. Д., Визильтер В. С.

- С 59 Подъемно-транспортное и такелажное оборудование для монтажа строительных конструкций: Учеб. для техникумов.— 5-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1987. — 332 с.: ил.

Даны сведения о такелажном оборудовании и основных подъемно-транспортных машинах, применяемых для монтажа строительных конструкций. Даны конструктивные решения наиболее важных узлов подъемно-транспортных машин, методы и примеры расчета. Приведены общие указания по эксплуатации и выбору оборудования и машин.

Авт. 4-го изд. (1971 г.) А. Д. Соколова, М. П. Ходов.

Для учащихся строительных техникумов.

С $\frac{3204010000-418}{047(01) - 87} - 151-87$

ББК 38.6—44

© Стройиздат, 1987

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года, утвержденных XXVII съездом КПСС, одной из главных задач выдвигается подъем на качественно новый уровень капитального строительства за счет коренного улучшения строительного производства, существенного повышения качества и снижения стоимости работ, активного внедрения прогрессивных методов. Предусматривается ускоренное создание и внедрение прогрессивной технологии, систем машин и механизмов, обеспечивающих комплексную механизацию строительно-монтажных работ, осуществление мероприятий по значительному сокращению затрат ручного труда.

В большой программе капитального строительства, намеченной на двенадцатую пятилетку, значительную часть занимают строительно-монтажные работы, которые связаны с перемещением и подъемом на высоту грузов большой массы. Это диктуется дальнейшим развитием индустриализации строительства, т.е. превращением строительного процесса в механизированную, точную сборку сооружений из элементов заводского изготовления на основе новых конструктивных решений и повышения заводской готовности конструкций. В результате большая часть работ по укрупнению и сборке элементов перенесена с высоты вниз в безопасные условия. Блоки покрытий промышленных зданий собирают на конвейерных линиях и затем устанавливают в проектное положение. Грузовысотные характеристики применяемых кранов полностью обеспечивают все потребности монтажной технологии. Самый мощный рельсовый кран имеет грузовой момент 3500 тм.

Работа с грузоподъемными машинами неизменно связана с такелажными работами. При такелажных работах, выполняемых при погрузке и разгрузке конструкций, используют полиспасты, блоки, подъемные мачты, лебедки, домкраты.

В учебнике освещены вопросы использования грузо-

подъемных машин и такелажного оборудования при производстве строительно-монтажных работ.

В 5-е издание учебника внесены изменения, связанные с обновлением парка грузоподъемных машин, приспособлений и оборудования, внедрением в строительство новых конструкций и методов работы, а также в связи с изданием целого ряда нормативных и инструктивных материалов, ГОСТов и ОСТов.

Главы I, VI, VII, IX—XIII написаны А. Д. Соколовой, главы II—V и VIII — В. С. Визильтером. Авторы выражают благодарность инж. Е. С. Сивицкому за помощь в подготовке главы XIII.

1. Канаты

При выполнении такелажных и монтажных работ широко применяют стальные, пеньковые и капроновые канаты в качестве стропов, расчалок, для оснастки грузоподъемных средств мачт, шеев, кранов разнй конструкции и монтажных полиспастов.

Стальные канаты изготовляют из отдельных тонких проволок высокой прочности диаметром 0,2—5 мм. На монтажных работах применяют канаты с пределом прочности проволок на растяжение 1373—1764 МПа.

Стальные канаты подразделяют:

по конструктивным признакам — по числу проволок в прядях, числу прядей, направлению свивки прядей в канате и проволок в прядях и по материалу сердечника. На монтажных работах применяют канаты двойной свивки, т. е. проволоки свиты в пряди, а из прядей свит канат. Канаты двойной свивки могут быть одно-, двух- и трехслойными. Канаты тройной свивки, свитые из канатов двойной свивки, называют кабелями;

по типу прядей — канаты с точечным касанием проволок между слоями (ТК), с линейным касанием проволок между слоями и одинаковым диаметром проволок по слоям пряди (ЛН-О), то же, но с разными диаметрами проволок в наружном слое (ЛК-Р), с линейным касанием проволок между слоями и проволоками заполнения (ЛК-З), с линейным касанием проволок между слоями и прядями (ЛК-РО), с комбинированным точечно-линейным касанием проволок (ТЛК-О и ТЛК-Р). На монтажных работах, как правило, применяют канаты из шести прядей с линейным касанием (ЛК) проволок между слоями и только в виде исключения применяют канаты с комбинированным или точечным касанием;

по материалу сердечника — с металлическим или органическим пеньковым сердечником;

по способу свивки — нераскручивающиеся канаты левой крестовой свивки (рис. 1) как проволок в прядях,

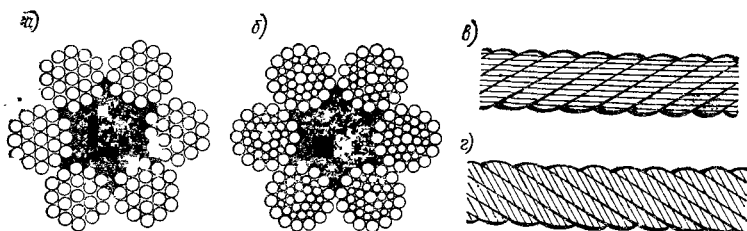


Рис. 1. Канаты

а, б — сечение канатов; в — канат крестовой свивки; г — канат односторонней свивки

так и прядей в канате. Применение канатов односторонней свивки в такелажных приспособлениях запрещается.

Канаты применяют, как правило, грузовые (Г) с проволоками из стали марки I, в редких случаях допускается применение канатов марки II со снижением несущей способности.

Обычно применяют канаты из светлой проволоки с временным сопротивлением разрыву проволоки 1764 МПа и более.

Технические характеристики канатов и их обозначение нормируются ГОСТами. Так, канат по ГОСТ 7668—80, состоящий из шести прядей двойной свивки с линейным касанием проволок в прядях типа ЛК-РО с одним органическим сердечником обозначается ЛК-РО-6××36(1+7+7/7+14)+1 о.с. Условное обозначение каната диаметром 22 мм, грузового назначения нераскручивающегося, крестовой свивки, маркировочной группы проволоки по временному сопротивлению разрыву 1764 МПа марки I — канат 22-Г-1-Н-1764(180) ГОСТ 7668—80.

В особо жестких агрессивных средах используют стальные канаты с оцинковкой для жестких условий работы проволок (ОЖ), а для речной и морской воды оцинковкой для средних условий работы (С). Обозначение вышеописанного каната для жестких агрессивных условий работы — канат 22-Г-1-Ж-Н-1764 (180) ГОСТ 7668—80.

В табл. 1 приведены характеристики канатов, наиболее часто употребляемых на монтажных работах и в грузоподъемных механизмах.

Каждый канат, выпускаемый заводом, снабжают сертификатом (паспортом) с указанием его конструкции и расчетного предела прочности. При определении

1. КАНАТЫ СТАЛЫЕ

Диаметр, мм		Расчетная площадь сечения всех проволок, мм ²	Ориентиро- вочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие, даН, маркировочных групп, МПа			
каната	про- волока в слоях			1470	1568	1660	1764

Канат ЛК-Р конструкции $6 \times 19 (1 + 6 + 6/6) + 1$ о. с. по ГОСТ 2688—80

11	0,8	47,19	461,6	—	6285	6675	—
15	1,1	86,28	844	10700	11450	12200	—
18	1,3	124,73	1220	15500	16600	17600	—
19,5	1,4	143,61	1405	17950	19100	20300	—
21	1,5	167,03	1635	20800	22200	23600	—
22,5	1,6	188,78	1850	23500	25100	26700	—
25,5	1,8	244	2390	30450	32450	34500	—
30,5	2,2	356,72	3490	44550	47500	50450	—
32	2,3	393,06	3845	49050	52350	55600	—

Канат ЛК-РО конструкции $6 \times 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1$ о. с. по ГОСТ 7668—80

8,1	0,5	25,67	253,5	—	—	—	3705
11,5	0,7	51,96	513	—	6675	7095	7510
15	0,9	82,16	812	—	10450	11500	11650
18	1,1	125,78	1245	—	16150	17150	17550
20	1,2	153,99	1520	—	19750	21000	21500
22	1,3	185,1	1830	22250	23750	25250	25850
25,5	1,6	252,46	2495	30350	32400	34400	35250
29	1,8	325,42	3215	39200	41750	44400	45450
31	1,9	369,97	3655	44500	47500	50500	54700
33	2	420,96	4155	50700	54050	57450	58800
36,5	2,2	503,09	4965	60600	64600	68650	70350

Канат ТЛК-О конструкции $6 \times 37 (1 + 6 + 15 + 15) + 1$ о. с. по ГОСТ 3079—80

8,5	0,45	27,02	269	—	3595	3820	3945
11,5	0,6	47,01	468	—	6260	6650	6875
15,5	0,8	85,54	851,5	—	11350	12100	12400
17	0,9	106,94	1065	—	14200	15100	15050
21,5	1,1	167,64	1670	20850	22250	23700	24450
25	1,3	225,39	2245	28100	30000	31850	32850
30,5	1,6	342,16	3405	42700	45550	48400	49900
33	1,7	392,07	3935	48950	52200	55500	57150
39	2	542,2	5395	67700	72200	76700	79100

Канат ТК конструкции $6 \times 37 (1 + 6 + 12 + 18) + 1$ о. с. по ГОСТ 3071—74

8,5	0,4	25,25	246	—	3310	3515	3725
11,5	0,55	43,85	427	—	6105	6255	6795
15,5	0,75	85,77	834,5	—	11200	11900	12200
22,5	1,05	174,84	1705	—	22900	24350	24900
24,5	1,15	211,5	2060	—	27700	29150	30150

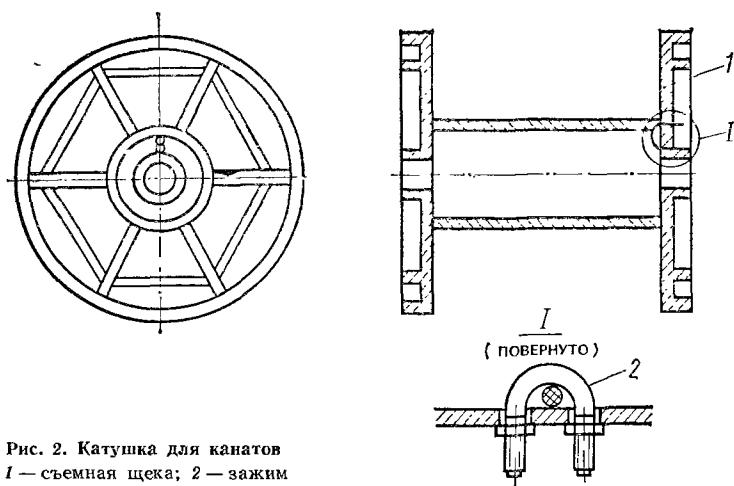


Рис. 2. Катушка для канатов
1 — съемная щека; 2 — зажим

разрывного усилия в канате (испытанием путем разрыва отдельных проволок) в расчет принимается суммарное разрывное усилие всех проволок, умноженное на 0,83 или на соответствующий коэффициент, определенный по ГОСТу для каната данного типа.

Технические требования, правила приемки, методы испытания, маркировка, упаковка, транспортировка и хранение канатов должны соответствовать ГОСТ 3241—80.

Канаты с заводов поступают намотанными на барабаны (катушки) или свернутыми в бухты. Бухты при хранении каната или перед его применением рекомендуется надевать на инвентарные металлические катушки со съемной щекой (рис. 2). Диаметр катушки должен быть не менее 15 диаметров каната.

Канаты следует хранить в закрытых сухих, проветриваемых помещениях с бетонным или деревянным полом или на деревянных подкладках. Канаты перед сдачей на хранение наматывают на барабаны или катушки или сматывают в бухты, перевязывают проволокой и смазывают. Бухты подвешивают вертикально на козлах или укладывают горизонтально на деревянных подкладках, катушки располагают так, чтобы их ось была параллельна полу.

Смазывать канат можно любым маслом, не содержащим кислот, щелочей и других вредных примесей,

например Торсиол-36М или Торсиол-55. Перед смазкой канат очищают от грязи, старой смазки и ржавчины механическими или ручными щетками и протирают обтирочным материалом, смоченным бензином или бензолом. Керосином протирать запрещается. Канаты смазывают при перемотке в ванне, наполненной смазочным материалом. В зимнее время смазку подогревают до 60 °С.

Канаты смазывают при эксплуатации 1 раз в 3 мес и при хранении или разовой работе 1 раз в год.

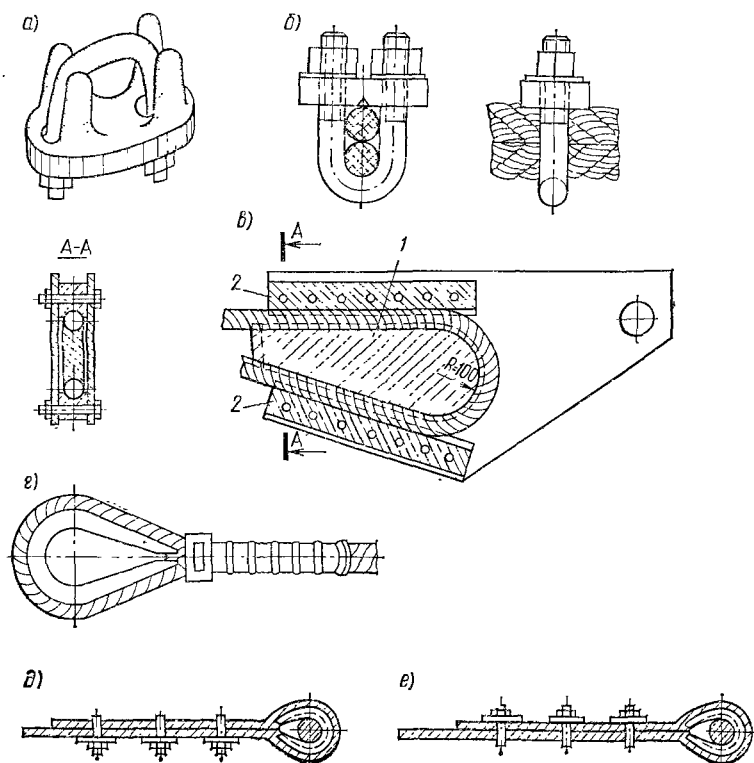
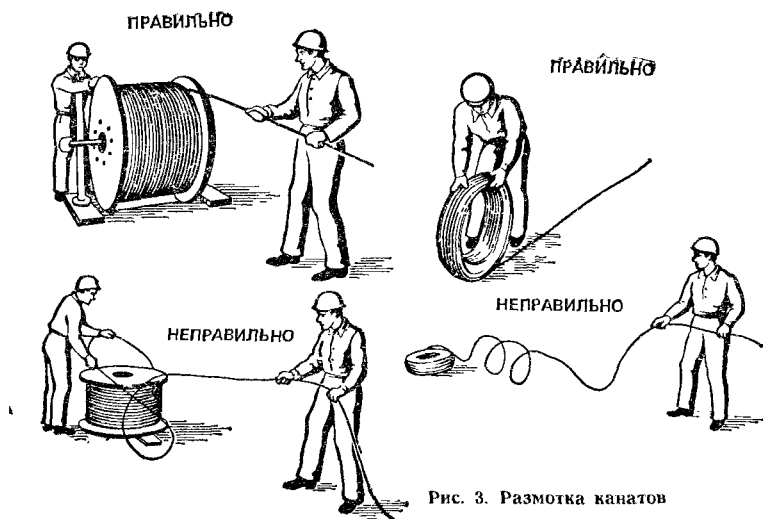
Канат разматывают, вращая бухту или катушку с осью, уложенной на козлы так, чтобы на канате не получилось петель. Снимать канат с катушек или бухт витками не разрешается, так как это вызывает образование петель (заломов) и ведет к расслоению прядей и сердечника (рис. 3).

Канаты изготавливают на заводе длиной 250, 500 и 1000 м и рубят на месте на куски требуемой длины. Для этого с двух сторон от места рубки на расстоянии 100 мм обматывают канат мягкой проволокой диаметром 1—2 мм на длине не менее 1,5 диаметра каната (во избежание раскручивания). Канаты разрезают армированными кругами, дисковыми пилами или электро-сваркой. Канаты диаметром менее 16 мм допускается рубить зубилом. К отрезанному концу каната прикрепляют бирку с указанием диаметра каната, его длины и прилагают копию сертификата или свидетельство об испытании.

Канаты длиной более 1000 м изготавливают по специальным заказам.

К узлам грузоподъемных механизмов и такелажных приспособлений канаты крепят петлями, специальными муфтами и клиновыми зажимами. Петли должны иметь на концах коуши (рис. 4), которые предохраняют канат при перегибе от расплющивания и перетирания проволок и повышают его долговечность. Размеры коушей в зависимости от диаметра каната установлены ГОСТ 2224—72 (с изм.). Коуши изготавливают из чугунного литья или штампованными из листового металла. Применять петли без коушей можно только при огибании цилиндрических деталей диаметром более четырех диаметров каната. При наличии желобов это соотношение должно быть не менее 3,5 диаметра.

Для постоянного закрепления коуша в петле приме-



няют сплетку каната и соединения штамповкой алюминиевых обжимных втулок (см. рис. 4).

Длину сплетки после коуша определяют числом проколов каната каждой прядью при сплетке: для каната диаметром до 15 мм не менее 4, при диаметре 15—28 мм не менее 5, при 28—60 мм не менее 6 проколов. Последний прокол производят половинным числом ее проволок (половинным сечением пряди).

Закрепление каната на коуше опрессовкой алюминиевых втулок на штампе выполняют в соответствии с рекомендациями ВНИИСМ ММСС СССР. Алюминиевые втулки делают из алюминиевых сплавов высокой и средней пластичности с пределом прочности при растяжении соответственно 60—110 и 160—250 МПа.

В табл. 2 приведены размеры труб и овальных втулок для штамповки.

При разъемном креплении каната на коуше применяют зажимы (см. рис. 4), число которых зависит от диаметра каната.

Диаметр каната, мм	7—16	16,5—25	25—40	40—75
Минимальное число зажимов	3	4	5	6

2. РАЗМЕРЫ ТРУБ И ОВАЛЬНЫХ ВТУЛОК, мм, И НЕОБХОДИМОЕ УСИЛИЕ ДЛЯ ОБЖАТИЯ



Диаметр		Толщина стенки	Длина втулки	Размеры овальной втулки		Усилие для обжатия втулок, кН
каната	трубы			a	b	
9	25	5	60	10	20	1000
11,5	32	6	60	13	25	1400
15	43	7,5	70	17	32	2200
19,5	55	9	90	22	40	3200
22	60	10	100	26	46	3800
25	70	11	110	27	49	4500
30,5	80	12	140	36	58	5500

←

Рис. 4. Сжимы и их расположение

a — рожевый зажим; б — кованный зажим; в — клиновой зажим; г — заделка коуша опрессовкой; д — правильное расположение зажимов; е — неправильное расположение зажимов; 1 — клин; 2 — корпус

Различают зажимы рожковые (см. рис. 4, а), состоящие из литой рожковой части, выполненной по профилю каната, и дужки, изогнутой по диаметру каната, и кованые (см. рис. 4, б). Дужку зажима ставят со стороны короткого конца каната (см. рис. 4, д) во избежание порчи каната. Зажим следует затягивать так, чтобы канат был обжат примерно на $\frac{1}{3}$ диаметра. Во время работы зажимы необходимо подтягивать и следить за их состоянием. Расстояние между зажимами должно быть не менее шести диаметров каната.

При больших усилиях в канате и при необходимости часто изменять его длину целесообразно крепить канат клиновым зажимом (см. рис. 4, в).

При натяжении каната клин клинового зажима входит в зону между щеками и зажимает канат. Чем сильнее натяжение каната, тем сильнее он зажимается. Применяют зажимы литые и разборные.

При использовании канатов в качестве инвентарных элементов их крепят муфтами (стаканами), в которых заделывают концы каната. На конец каната надевают муфту (рис. 5), затем конец расплетают. Загибают отдельные проволоки и расплетенный конец каната заливают в стакане муфты расплавленным баббитом или специальным алюминиево-цинковым сплавом.

Крепление на муфтах обыкновенно применяют для жестких канатов без пенькового сердечника (при наличии пенькового сердечника его предварительно вырезают). Концевые муфты работают лучше, чем коуши, поэтому их обычно применяют для постоянного крепления канатов и инвентарных тяг.

Сращивание канатов на прямых участках разрешается только на сплетке его концов или на специальных соединительных звеньях (рис. 6). Сращивание канатов, применяемых в грузоподъемных машинах, не допускается.

Узлы и петли из канатов применяют только для разовых креплений на небольшие усилия (рис. 7).

Формулы расчета прочности канатов грузоподъемных механизмов, а также коэффициенты запасов прочности и допустимые соотношения между диаметрами каната и блока устанавливаются Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР — Госгортехнадзором, который разрабатывает

Рис. 5. Канатная муфта

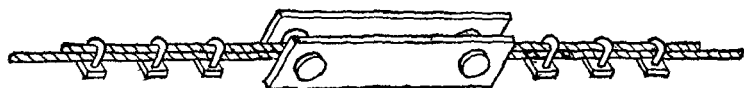
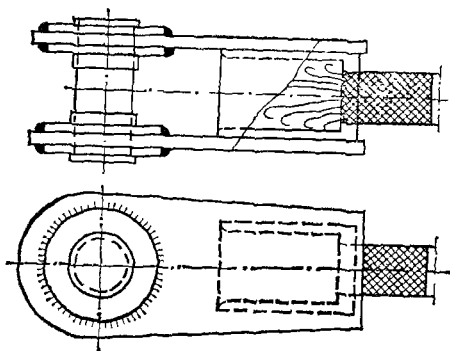


Рис. 6. Соединительное звено

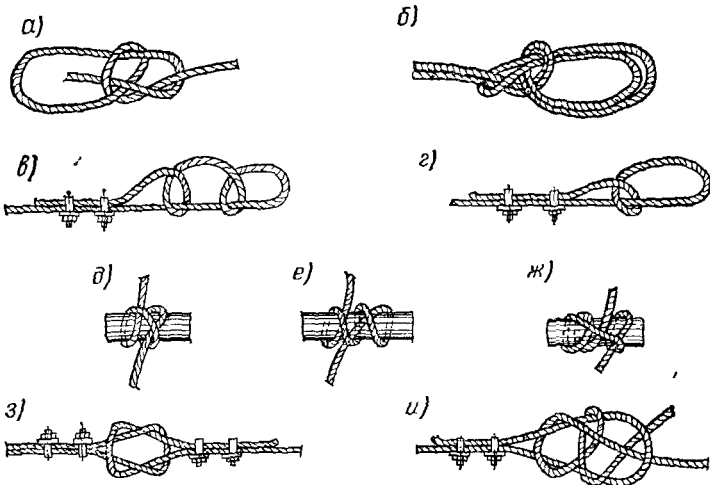


Рис. 7. Узлы и петли

а — беседочный узел; *б* — двойной беседочный узел; *в* — штыковой узел; *г* — полустыковой узел; *д* — простой выбленочный узел; *е* — двойной выбленочный узел; *ж* — задвижной стык; *з* — прямой стык; *и* — брамшкотовый стык

«Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», единые для всей страны.

Коэффициенты запаса прочности и допустимые соотношения между диаметрами каната и блоками для такелажных средств регламентированы отраслевым стандартом «Канаты стальные такелажных средств. Методы расчета и правила эксплуатации» ОСТ 36-73—82.

Стальные канаты, огибаая барабаны или ролики блоков, работают на растяжение и изгиб. При соблюдении допускаемых соотношений диаметра канатов к диаметру блока влияние изгиба не учитывают.

Расчет канатов производят на растяжение по формуле

$$S = R/k_s,$$

где S — наибольшее растягивающее усилие в канате, кН; R — разрывное усилие каната, взятое по справочнику, ГОСТу, сертификату (заводскому паспорту каната) или полученное при испытании каната, кН; k_s — наименьший запас прочности. Для кранов при легком режиме работы $k_s = 5$, при среднем режиме $k_s = 5,5$ (монтажные механизмы относятся к механизмам с легким режимом работы), для стропов $k_s = 6$ и для расчалок $k_s = 3$.

Наименьший допустимый диаметр барабана или блока, огибаемого канатом, определяют по формуле

$$D \geq de,$$

где D — диаметр блока по дну канавки, мм; d — диаметр каната, мм; e — коэффициент, зависящий от типа машины и режима ее работы (табл. 3).

3. НАИМЕНЬШИЕ ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА e ДЛЯ КРАНОВ

Грузоподъемные машины	Привод	Режим работы	e
Краны стреловые	Ручной	—	16
		Легкий	16
	Машинный	Средний	18
		Тяжелый	20
Электротали	—	—	22
Лебедки для подъема груза	Ручной	—	12
	Машинный	—	20
	То же	—	25
То же, для подъема людей	То же	—	25
Прочие грузоподъемные машины	Ручной	—	18
	Машинный	Легкий	20
		Средний	25
		Тяжелый	30

Пример 1. Подобрать канат для электролебедки $Q=50$ кН, установленной на кране, и определить диаметр отводного блока. Наименьшее требуемое разрывное усилие в канате

$$R = Sk_3 = 50 \times 5 = 250 \text{ кН} = 250\,000 \text{ Н.}$$

По ГОСТ 7668—80 подбираем диаметр каната с маркировочной группой проволок разрыву 1764 МПа. Канат $d=22$ мм имеет разрывное усилие $258\,500 > 250\,000$ Н. Канат двойной свивки типа ЛК-РО 6×36. Требуемый диаметр отводного блока

$$D = de = 22 \times 20 = 440 \text{ мм.}$$

Пример 2. Проверить прочность каната растяжки стрелы $d=18$ мм по ГОСТ 7668—80 с маркировочной группой проволок 1764 МПа, $R=175\,500$ Н, при усилии в расчалке $S=48\,000$ Н.

$$k_3 = R/S = 175\,500/48\,000 = 3,7 > 3,5,$$

т. е. прочность каната достаточна.

Коэффициент запаса прочности стальных канатов монтажных полиспастов для такелажных средств (монтажные мачтовые подъемники, порталы, шевры, монтажные балки, гидроподъемники и другие средства, работающие кратковременно, с ограниченным числом подъемов) принимают в соответствии с ОСТ 36-73—82 «Канаты стальные такелажных средств. Методы расчета и правила эксплуатации».

Для монтажных лебедок и полиспастов при $D/d=12...15$ $k_3=3,5$; при $D/d > 15$ $k_3=3$ [D — диаметр блока (по дну канавки) или барабана, d — диаметр каната].

Для канатов расчалок, оттяжек и тяг, не изменяемых по длине под усилием, $k_3=2,5$. При этом отношение диаметра цилиндрического стержня, огибаемого канатом, к диаметру каната должно быть больше 4 ($D/d \geq 4$).

Для многониточных не изменяемых по длине полиспастов соотношение диаметров блоков и диаметров канатов принимают ≥ 10 .

Стальные канаты для монтажных кранов бракуют по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки каната.

*Конструкция каната
крестовой свивки*

Число обрывов на длине шага свивки, при которой канат бракуется (нормальная браковка)

6.19 = 114	12
6.37 = 222	22
6.61 = 366	36

Для определения шага свивки на поверхности одной пряди наносят метку, от которой отсчитывают по длине каната столько прядей, сколько их в сечении каната (обычно шесть), и на следующей (т. е. на седьмой) на-

носят вторую метку. Расстояние между метками равно шагу свивки каната. При меньшем числе обрывов проволок, чем указано выше, канат допускают к работе только при условии тщательного наблюдения за его состоянием и смены после соответствующего износа.

Пользоваться канатом с оборванной пряждю не разрешается.

При подсчете обрывов проволок канатов, свитых из проволок разного диаметра (типа ЛК и ТЛК), обрыв тонкой проволоки принимают за 1, а толстой — за 1,7.

Наличие поверхностного износа при коррозии проволок учитывают при браковке. Уменьшение диаметра каната определяют микрометром. При износе более 40 % канат бракуют. Работать с канатом надо в рукавицах, так как лопнувшие и отогнутые проволоки могут нанести серьезные ранения.

Нормы браковки каната в зависимости от поверхностного износа или коррозии:

*Уменьшение диаметра
проволок от износа
или коррозии, %*

*Число обрывов
проволок на шаге
свивки, % от нор-
мальной браковки*

10	85
15	75
20	70
25	60
30 и болсе	50

Стальные канаты такелажных средств также бракуют по числу обрывов проволок на шаге свивки каната в зависимости от коэффициента запаса k_3 и уменьшения их диаметра вследствие коррозии и износа (табл. 4 и 5).

4. НОРМЫ БРАКОВКИ КАНАТОВ МОНТАЖНЫХ ЛЕБЕДОК И ПОЛИСПАСТОВ

Число обрывов на шаге свивки, при котором канат бракуется		Допустимое уменьшение диаметра проволок в результате износа и коррозии, %	
$k_3 = 3$	$k_3 = 3,5$	$k_3 = 3$	$k_3 = 3,5$
4	5	5	5
3	4	10	10
2	3	15	15
1	2	20	20
0	1	25	25
—	0	—	30

5. НОРМЫ БРАКОВКИ КАНАТОВ РАСЧАЛОК, ОТТЯЖЕК И ТЯГ

Максимально допустимое число обрывов проволок, по ГОСТ		Допустимое уменьшение диаметра каната, %, по ГОСТ	
7669—80	2688—80	7669—80	2688—80
22	11	10	8
15	8	15	10
6	0	20	15
0	—	25	—

Канаты также должны быть забракованы при обрыве пряди каната, выходе внутреннего слоя (сердечника) на поверхность, местной деформации формы каната, образовании петель, заломов, жучков и после пережога каната, если изменился цвет проволок каната.

Пеньковые канаты применяют для расчалок, оттяжек, а также в качестве стропов и грузовых канатов при подъеме небольших грузов вручную через блоки. В механизмах с машинным приводом пеньковые канаты не используют.

Канаты выпускают трехпрядные, пропитанные и бельные. Подразделяют канаты на специальные, повышенной прочности, обыкновенные и приводные повышенной прочности и обыкновенные.

Приводные канаты изготовляют только бельными. Бельные канаты гибки и удобны в работе, но подвержены загниванию, прочность их при размокании резко снижается.

На монтажных работах применяют преимущественно канаты, пропитанные горячей смолой.

Пеньковые канаты выпускают в соответствии с ГОСТ 483—75, которым нормируется диаметр, плотность и разрывное усилие (табл. 6).

Пеньковые канаты проверяют на растяжение по формуле

$$R/S \geq k,$$

где R — разрывное усилие каната, принимаемое по заводскому паспорту, а при проектировании по ГОСТу, даН; S — наибольшее натяжение в ветви каната, даН; k — коэффициент запаса прочности (для чалочных канатов принимают равным 8).

Определение усилий производят с учетом наклона и числа ветвей.

6. КАНАТЫ ПЕНЬКОВЫЕ

Номинальная линейная плотность каната ктекс *	Размеры каната, мм		Разрывная нагрузка каната в целом виде, даН, не менее		
	по окру- жности	ориенти- ровочный диаметр	специаль- ные	повышенной прочности	обычно- венные

Канаты бельные

74,9	30	10	790	710	628
120	40	13	1240	1110	980
195	50	16	1960	1750	1550
270	60	19	2640	2360	2080
375	70	22	3570	3190	2820
480	80	26	4460	3990	3520
614	90	29	5570	4980	4400
764	100	32	6730	6020	5310
1010	115	37	8380	7590	6700
1220	125	40	9880	8960	7900

Канаты пропитанные

88,4	30	10	750	670	600
144	40	13	1180	1060	940
230	50	16	1860	1670	1480
318	60	19	2500	2250	1990
442	70	22	3380	3040	2700
566	80	26	4220	3790	3360
725	90	29	5280	4740	4200
902	100	32	6380	5730	5080
1190	115	37	7930	7260	6370
1430	125	40	9360	8560	7510

* Ктекс — линейная плотность текстиля одного метра каната в килограммах.

Пример 1. Определить допускаемое усилие в обыкновенном пропитанном канате $d=40$ мм. По табл. 6 $R=7510$ даН.

$$S=R/k=7510/8=977,5 \text{ даН.}$$

Пример 2. Определить требуемый диаметр пропитанного каната повышенной прочности при усилии в канате, равном 800 даН,

$$R=Sk=800 \cdot 8=6450 \text{ даН.}$$

По табл. 6 находим диаметр каната $d=37$ мм.

Влажность пеньковых канатов должна быть не более 16 %.

При хранении канаты скатывают в бухты и стягивают в четырех местах вязками, концы которых убирают

в бухту. Концы каната должны быть обмотаны на длине 2—5 см в зависимости от диаметра каната.

Транспортируют канаты в закрытом транспорте. Хранят канаты в бухтах в сухом помещении, закрытом от солнечных лучей, защищенными от масла, бензина, керосина и других растворителей, и на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов.

Капроновые канаты (табл. 7) применяют для стропов и в качестве подъемных для ручных подъемов. Они

7. КАНАТЫ КАПРОНОВЫЕ ПО ГОСТ 10293—77

Размеры каната, мм		Линейная плотность каната, ктекс, не более	Разрывная нагрузка, гН, не менее	
диаметр	длина окружности		обыкновенные	повышенные
8	25	45	990	1155
10	30	56	1215	1420
13	40	105	2200	2660
16	50	167	3530	4180
19	60	239	4970	5900
22	70	325	6700	7990
26	80	425	8700	10370
29	90	569	11860	13700
32	100	679	13670	15880
37	115	920	18000	21000
40	125	1073	20400	23570

имеют большую прочность, водоустойчивость. Для огнестойкости их пропитывают особым составом.

Канаты разделяют на две группы: обыкновенные и повышенные.

Хранят капроновые канаты так же, как и пеньковые.

Перед хранением канаты должны быть промыты от грязи водой и высушены. На открытых площадках канаты должны быть укрыты водонепроницаемой тканью.

2. Стропы

Для соединения грузоподъемных полиспастов кранов с поднимаемым грузом и монтажных полиспастов с грузозахватными средствами и поднимаемыми элементами применяют стропы из стальных канатов (грузозахватные приспособления).

Стропы должны обеспечивать:
безопасность производства работ;
прочность и устойчивость поднимаемых элементов;
наименьшую трудоемкость при строповке и расстроповке;

возможность дистанционной расстроповки.

При монтаже строительных конструкций применяют инвентарные, универсальные (кольцевые) и облегченные стропы.

Универсальный кольцевой строп (рис. 8) изготавливают из каната диаметром 15—30 мм в форме замкнутой петли длиной 8—30 м и применяют для строповки различных конструкций увязкой «на удав» или в обхват. Соединение концов каната универсального стропа производят заплеткой на длине 40 диаметров каната.

Недостатком универсального стропа является необходимость подъема монтажников к узлу крепления стропа для его расстроповки.

Облегченный строп (рис. 9) изготавливают из куска каната диаметром 12—39,5 мм, на концах которого закрепляют с помощью коушей крюки, петли или захваты, что упрощает его крепление к поднимаемому грузу. Крюки и петли не обеспечивают дистанционную расстроповку стропа, что является их недостатком.

Облегченные стропы применяют как одноветвевые, так и двух-, трех- и четырехветвевые.

Одноветвевые стропы (см. рис. 9) закрепляют петлей на крюк крана, а многоветвевые — объединяют на балансирной скобе, позволяющей компенсировать возможную небольшую разницу в длинах стропов. При большой жесткости поднимаемых элементов, неодинаковой длине стропов (что обычно бывает) и отсутствии балансирных петель увеличивается нагрузка на стропы и возникают дополнительные усилия в элементе, которые могут привести к его повреждению. Закрепление стропов на петлях, которые могут поворачиваться, обеспечивает равномерную передачу нагрузки на все ветви стропов даже при некоторой разнице в их длине.

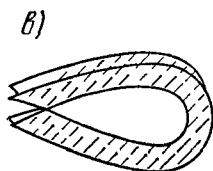
Многоветвевой строп (рис. 10) применяют для строповки элементов за четыре угла в случаях, предусматривающих определенное положение элементов при его установке (например, лестничный марш). Нужно положение элемента в пространстве обеспечивается разной длиной отдельных стропов.

Рис. 8. Универсальный строп и пример его вязки



Рис. 9. Облегченные стропы

а — с крюками; *б* — с коушами; *в* — коуш; *г* — примеры вязки



Многоветвевые стропы применяют при подъеме нескольких элементов, например при подъеме прогонов ригелей. При этом каждый из поднимаемых элементов стропят за одну или две петли.

Двухветвевые стропы применяют для подъема длиномерных элементов при большой высоте подъема мон-

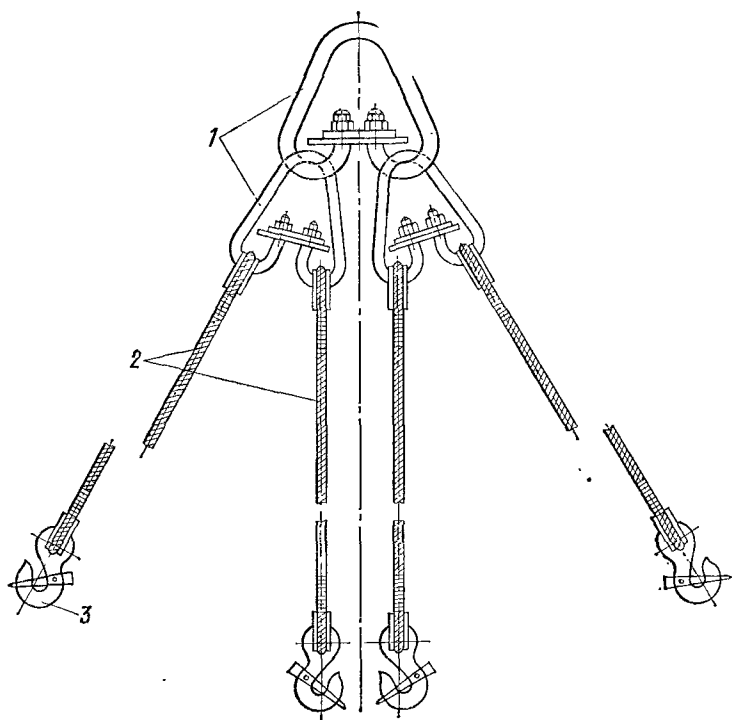


Рис. 10. Четырехветвевой строп

1 — балансирующая петля; 2 — стропы; 3 — крюк

тажного крана и возможности передачи сжимающих усилий на элемент.

Двухветвевой строп (рис. 11) состоит из кольца, подвешиваемого на крюк подъемного механизма, и закрепленных к нему облегченных стропов, на другом конце которых закреплены крюки, серьги, карабины или захваты.

Увязка строп должна обеспечивать требуемое положение груза при подъеме. Стропы крепят к грузу выше центра его тяжести во избежание опрокидывания при подъеме. Узлы и петли (рис. 12) должны гарантировать надежность стропы в работе и легкое развязывание при расстроповке. Конструкции стропов принимают по ГОСТ 25573—82 «Стропы грузовые канатные для строительства».

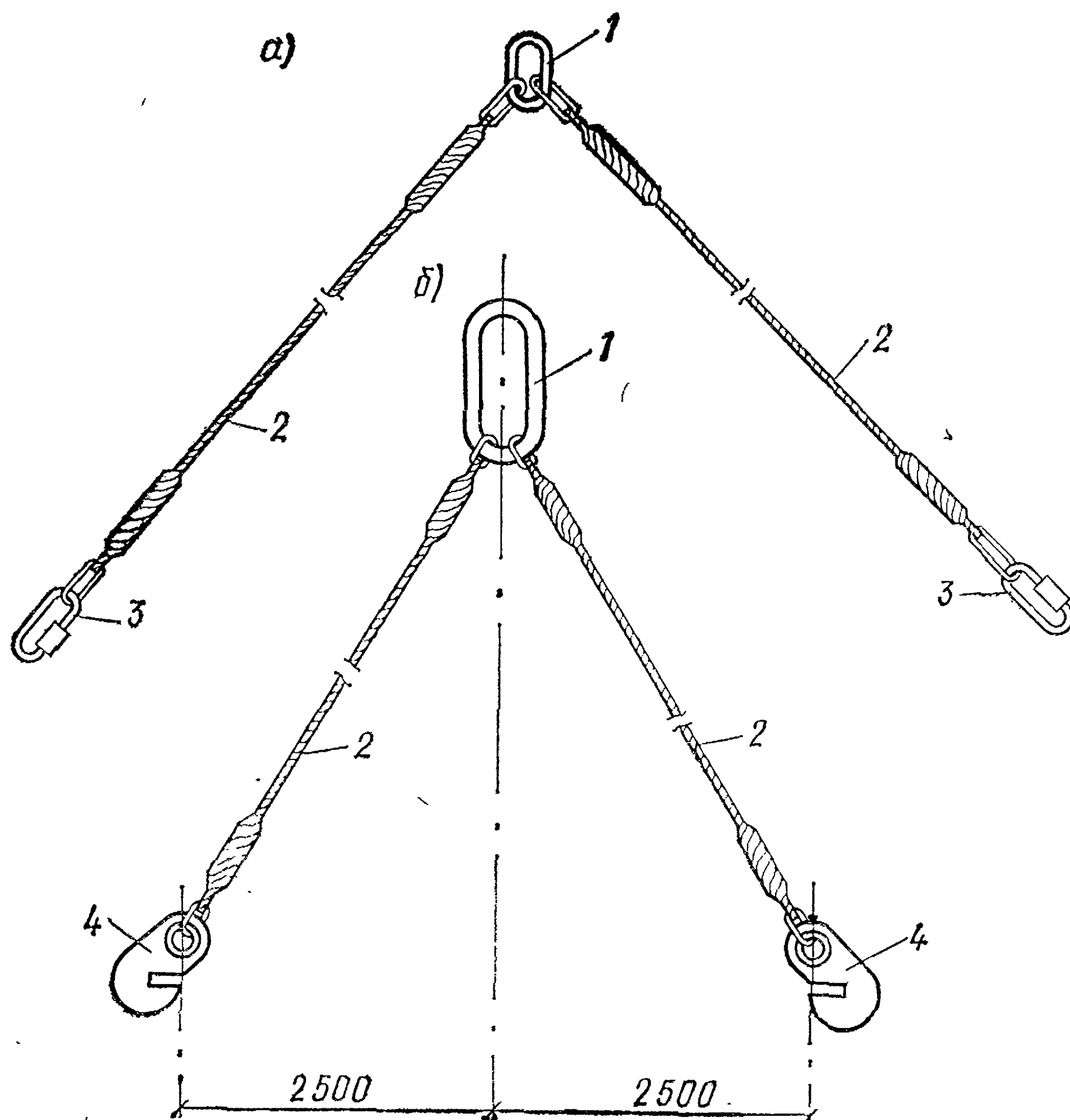


Рис. 11. Двухветвевой строп

a — с карабинами; *б* — с крюками; 1 — кольцо; 2 — канат; 3 — карабин; 4 — крюк

Для изготовления стропов применяют канаты конструкции 6·36+1 о.с. по ГОСТ 7668—80 или канаты конструкции 6·36+1 о.с. по ГОСТ 3079—80 и 3071—74.

Расчет стропов производят по разрывному усилию каната R в зависимости от наибольшего расчетного усилия S в одной ветви стропа. При определении натяжения учитывают угол наклона стропа к вертикали α и число ветвей стропа.

Усилие в ветви стропа (рис. 13) определяют по формуле

$$S = P/m \cos \alpha = nP/m,$$

где P — вес поднимаемого груза, Н; m — число ветвей стропа; α — угол наклона ветви к вертикали.

Значение коэффициента $n = 1/\cos \alpha$ приведено ниже.

α , град	0	30	45	60
n	1	1,15	1,41	2

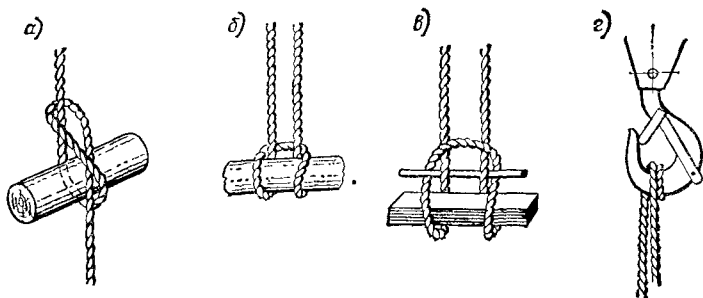


Рис. 12. Узлы строповки

а — восьмерка (удав); *б* — мертвая петля; *в* — мертвая петля с закладной частью; *г* — крепление к крюку

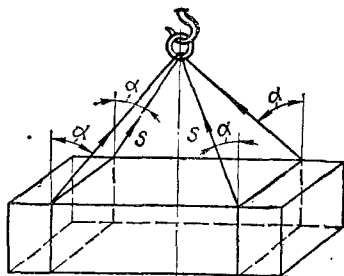


Рис. 13. Схема для расчета стропа

Согласно СНиП III-4-80 инвентарные стропы разрешается применять при угле наклона к вертикали не более 45° . Канаты, применяемые в стропях, рассчитывают с коэффициентом запаса прочности не менее 6.

Пример 1. Подобрать четырехветвевой строп для подъема груза весом $P=140$ кН, $\alpha=30^\circ$.

Усилие в ветви стропа

$$S = nP/m = 1,15 \cdot 140/4 \approx 40,3 \text{ кН.}$$

При коэффициенте запаса прочности, равном 6, необходимое разрывное усилие в канате

$$R = 6 \cdot 40,3 = 241,8 \text{ кН} = 241\,800 \text{ Н.}$$

По ГОСТ 7668—80 принимаем канат ЛК-РО 6·37+1 о. с. диаметром 22 мм маркировочной группы 1764 МПа, имеющий разрывное усилие $R=258\,500 \text{ Н} > 241\,800 \text{ Н}$.

Пример 2. Проверить прочность стропа диаметром 20 мм по ГОСТ 7668—80 маркировочной группы 1764 МПа с $R=215\,000 \text{ Н}$ при подъеме фермы весом 50 кН двухветвевым стропом, $\alpha=45^\circ$.

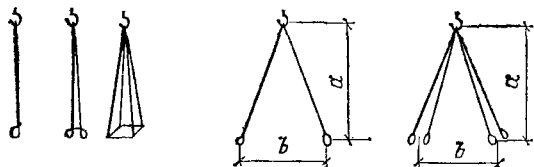
Расчетное усилие стропа

$$S = 1,41 \times 50/2 = 35,25 \text{ кН} = 35\,250 \text{ Н.}$$

Коэффициент запаса $k = 215\,000/35\,200 = 6,1 > 6$.

Подбирать канаты для стропов можно по табл. 8, которая составлена для канатов маркировочной группы

8. ПОДБОР КАНАТОВ СТРОПОВ



Масса поднимаемого груза, т	Число ветвей			2 ветви		4 ветви		
	1	2	4	Заложение (а : в)				
				1:1,5	1:2	1:1	1:1,5	1:2
				Диаметр каната, мм				
2	16,5	11,5	11,5	13,5	13,5	11,5	11,5	11,5
3	20	13,5	11,5	16,5	16,5	11,5	11,5	11,5
5	25,5	18	13,5	20	22	13,5	15	15
7	—	22	16,5	23,5	25,5	16,5	16,5	18
10	—	25,5	18	29	31	20	20	22
15	—	—	22	—	—	22	23,5	25,5

1568 МПа по ГОСТ 7668—80 при коэффициенте запаса, равном 6. Число рабочих ветвей стропов принято по фактическому числу.

Стропы быстро изнашиваются от смятия, истирания, перереза и перетирания проволок об острые углы кромок конструкций, перекручивания и ударов.

Обычный срок службы стропов 2—3 мес, но его можно увеличить, применяя инвентарные приспособления. Для предохранения стропов от повреждения при перегибах на острых углах между канатом и углами конструкции устанавливают инвентарные металлические подкладки (рис. 14).

Стропы после изготовления должны быть испытаны на статическую нагрузку, превышающую расчетную на 25 %.

На каждом стропе закрепляют товарный знак изготовителя с указанием грузоподъемности и даты испытания.

Хранят длинные инвентарные стропы свернутыми в бухты, перевязанными не менее чем в трех местах, подвешенными или уложенными на деревянном настиле. Короткие стропы хранят в подвешенном состоянии.

Перед применением на каждом новом объекте стропы должны проходить техническое освидетельствование.

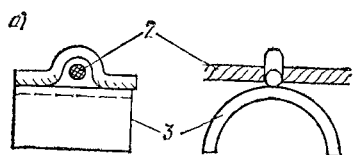
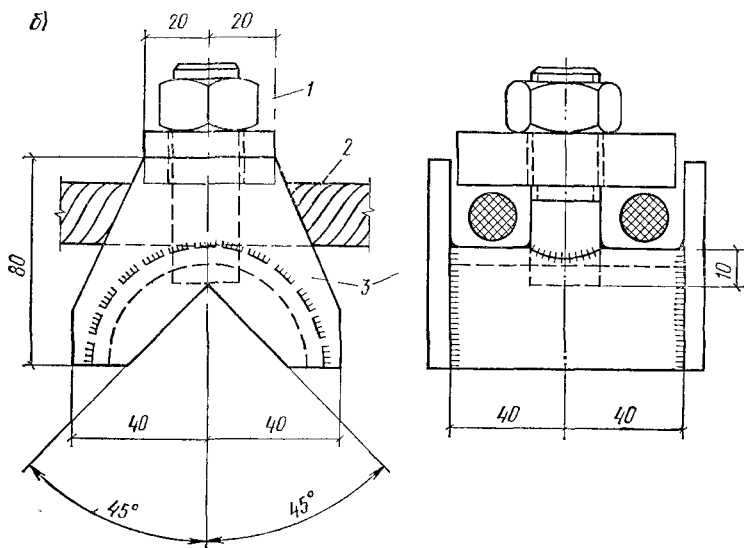


Рис. 14. Инвентарная подкладка
а — тип I; б — тип II; 1 — болт; 2 —
гайка; 3 — подкладка



Техническое освидетельствование выполняет начальник участка, прораб или мастер, руководящий монтажными работами в соответствии с Правилами Госгортехнадзора. Результаты осмотра заносят в «Журнал учета стальных канатов такелажных средств». При техническом осмотре устанавливают по нормам браковки допустимость дальнейшего применения стропа. Применять стропы без технического освидетельствования запрещается.

3. Захваты и траверсы

Для снижения трудоемкости процессов строповки и расстроповки поднимаемых элементов к концам стропов крепят специальные захваты. Конструкция захвата зависит от очертания, веса и числа поднимаемых элементов, а также от условий выполнения работ. Основные требования, предъявляемые к захвату: безопасность при-

Рис. 15. Инвентарные захваты

а — для листового металла; *б* — для балок

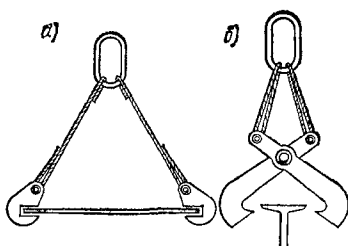
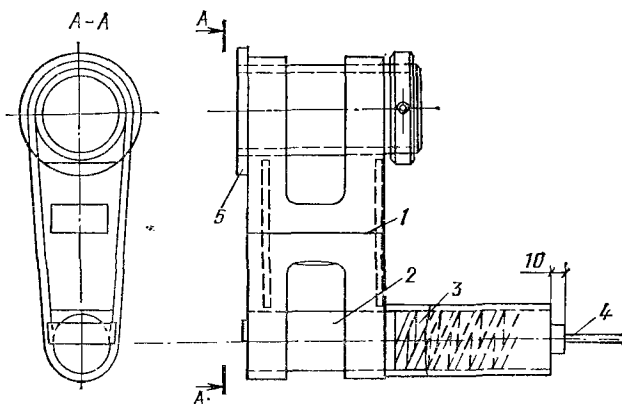


Рис. 16. Полуавтоматический захват

1 — корпус; *2* — выдвижная ось; *3* — пружина; *4* — канат; *5* — неподвижная ось



менения, минимальная трудоемкость строповки и расстроповки.

Для погрузочно-разгрузочных и складских работ при переносе грузов без изменения их положения применяют инвентарные захваты (рис. 15). При подъеме элемент зажимается в захвате натяжением стропов. Снимают захваты после ослабления натяжения стропов. Недостатком таких захватов является необходимость подъема такелажников к месту расстроповки.

Строповка должна обеспечивать безопасность подъема элемента при изменении его положения в пространстве (кантовка, подъем из горизонтального положения в вертикальное), изменении натяжения в ветвях стропа вследствие задевания за другие элементы и ударах. Захваты в этом случае должны иметь страховочные приспособления.

Для возможности расстроповки и снятия захвата без подъема монтажника к месту его крепления применяют

полуавтоматический захват (рис. 16), состоящий из скобы, к которой закреплен конец стропа. После увязки стропа петлю каната крепят к скобе выдвижным валом. После установки конструкции на место и ослабления натяжения стропа вал выдергивают с помощью тонкого каната, конец которого крепят у места проектного крепления элемента, где должны находиться монтажники.

Возможно также применение автоматических захватов с дистанционным управлением из кабины крана. Принцип работы таких захватов аналогичен полуавтоматическим, т.е. расстроповку производят путем выдергивания вала и освобождения конца стропа. Вал вытягивается электромагнитом.

Если поднимаемые элементы не могут воспринять усилий, возникающих при строповке их гибким стропом, а также при недостаточной высоте подъема монтажного крана, применяют траверсы (рис. 17).

Траверсы применяют при монтаже царг кожуха доменных печей, воздухонагревателей, металлических стропильных ферм большого пролета и железобетонных ферм (рис. 18), элементов большой длины и предварительно напряженных конструкций.

При строповке гибкими стропами, закрепленными к поясам ферм близко к середине пролета, в них возникают усилия, обратные по знаку проектным, что может вызвать потерю устойчивости и разрушение поднимаемого элемента. Применение траверс с несколькими стропами приближает условия подъема к условиям, в которых поднимаемый элемент будет находиться в смонтированном сооружении.

Места строповки для некоторых элементов оговаривают в проекте конструкции элемента.

Траверсы также применяют при установке колонн для обеспечения вертикального положения колонны при заводке в стакан фундамента, установке на анкерные болты или совмещении монтажного стыка.

По конструкции различают два типа траверс: работающие на изгиб и на сжатие.

Первые имеют небольшую строительную высоту, но более металлоемкие. Их крепят на крюк крана посредством серьги или кольца. На концах траверсы закрепляют стропы, снабженные захватными устройствами.

Траверсы, работающие на сжатие, имеют более легкую конструкцию. Их выполняют из балочного элемента,

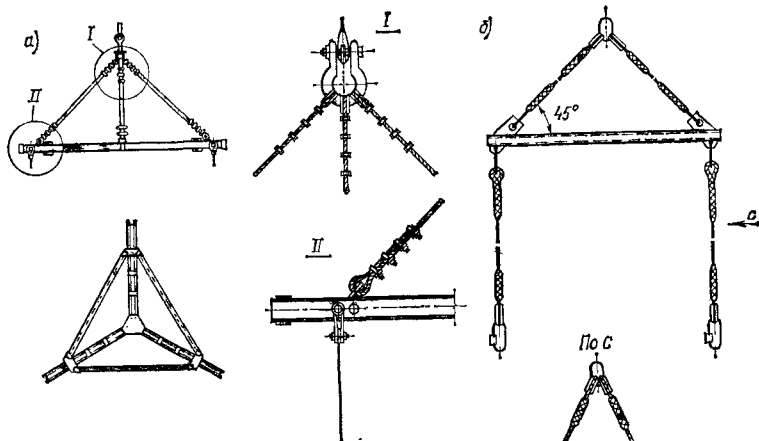
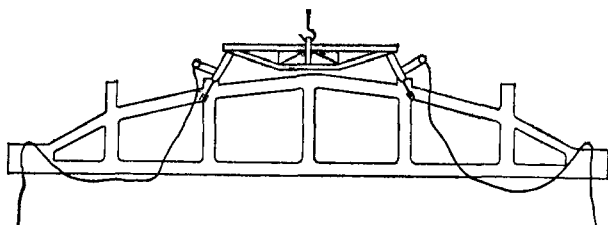
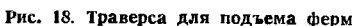


Рис. 17. Траверсы

а — для подъема царг; б — для подъема плит



подвешенного к кольцу гибкими тягами. Такие траверсы требуют большой высоты подъема.

Для дистанционной расстроповки траверсы снабжают специальным упором, который при опускании и упора траверсы в установленный и закрепленный элемент выдвигает запорные валы захватов путем натяжения каната (рис. 19). Расстроповку также можно производить путем выдергивания каждого вала захватов стропов траверсы тросиком.

Для расстроповки колонн без подъема к месту строповки применяют траверсы с дополнительной рамкой, удерживающей колонну в вертикальном положении, а

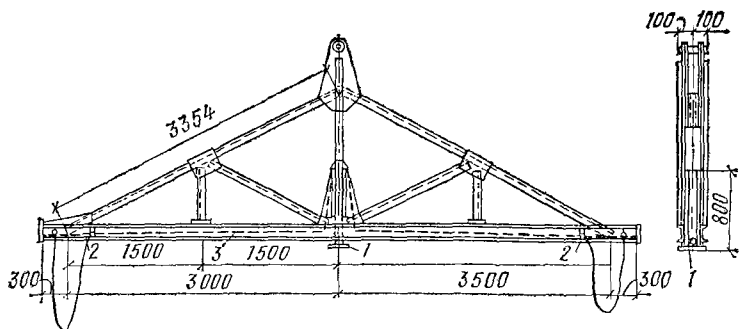


Рис. 19. Траверса с механической расстроповкой
1 — толкатель; 2 — запорный вал; 3 — канат

стропы крепят к низу колонны, чтобы было удобно их отстропить.

При подъеме железобетонных колонн большой высоты и при строповке за оголовки прочность их бывает недостаточна для перевода из горизонтального положения в вертикальное. В этом случае строповку осуществляют с применением траверсы с блоками по концам, что позволяет при строповке колонны за две точки (рис. 20), расположенные несимметрично относительно центра тяжести колонны, повернуть последнюю в воздухе и поднимать вертикально.

При подъеме плит покрытия большой площади или блоков покрытия, когда невозможно передать на них сжимающие усилия от стропов, применяют ступенчатую строповку.

На рис. 21 показан подъем блока покрытия размером 12×24 м.

При массовых подъемах однородных элементов применяют инвентарные приспособления, позволяющие сократить до минимума время, необходимое на строповку и расстроповку.

Размеры и конструкция траверсы зависят от размера монтажного блока, его массы, прочности и устойчивости, а также от особенности подъема и параметров грузоподъемного механизма.

Расчет траверс производят по методу предельных состояний по прочности и устойчивости.

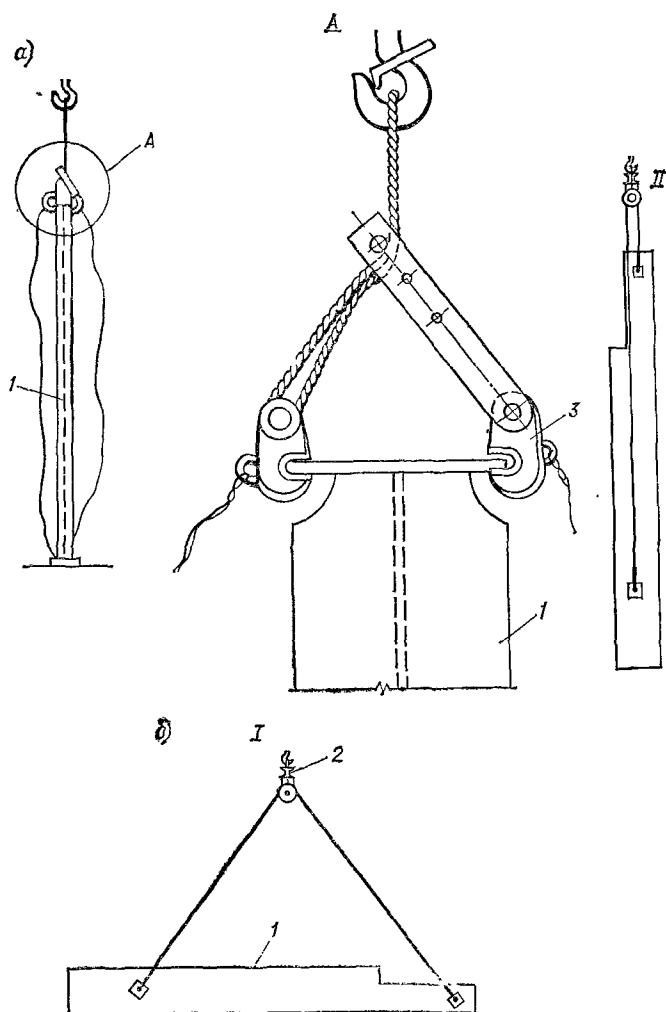


Рис. 20. Строповка колонны

a — строповка за оголовок; *б* — строповка высоких колонн; начало подъема (I); поднятая колонна (II); 1 — колонна; 2 — траверса; 3 — захват

Расчет траверсы, работающей на изгиб (рис. 22), выполняют по максимальному расчетному изгибающему моменту, который равен:

$$M = 1,1Pl/4,$$

где 1,1 — коэффициент перегрузки; P — вес поднимаемого груза, кН; l — длина траверсы, м.

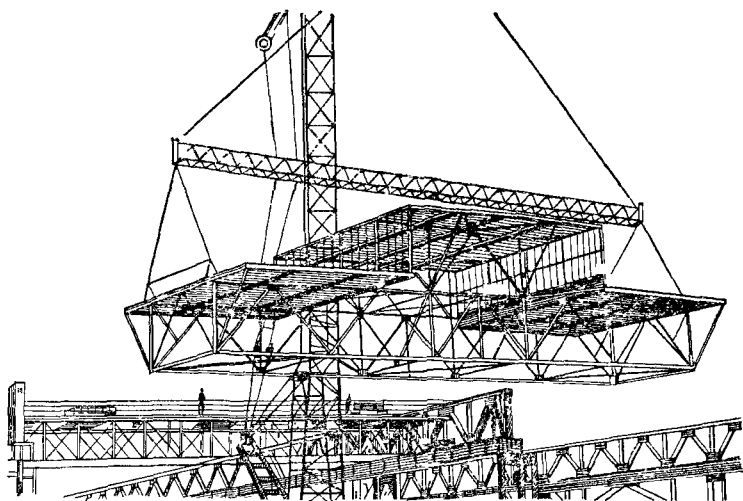


Рис. 21. Подъем блока покрытия цеха

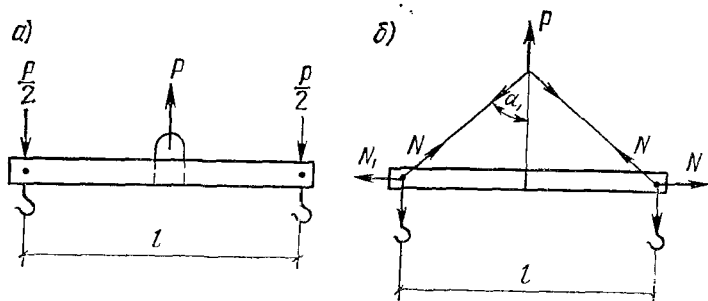


Рис. 22. Расчетная схема траверсы, работающей: на изгиб (а), на осевую силу (б)

При расчете на прочность расчетное сопротивление изгибу R , МПа, в траверсе равно: $R/\gamma_{nm} = M/W$, где γ_{nm} — коэффициент надежности и условий работы (для траверсы грузоподъемностью до 16 т $\gamma_{nm} = 1$, а свыше 16 т $\gamma_{nm} = 1,1$); W — момент сопротивления балки траверсы, см³.

При большой длине балки траверсы необходима проверка сечения на устойчивость, в этом случае

$$R/\gamma_{nm} = M/(W\varphi_y),$$

где φ_y — коэффициент устойчивости балки при изгибе, определяемый в соответствии со СНиП II-23-81 «Нормы проектирования. Стальные конструкции».

Пример (рис. 22,а). Подобрать сечение балки траверсы пролетом $l=1$ м из двух швеллеров из стали СтЗВспб при сосредоточенной нагрузке $P=100$ кН. Расчетный момент

$$M=1,1Pl/4=1,1 \cdot 100 \cdot 1/4=27,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Требуемый момент сопротивления при расчетном сопротивлении изгибу $R_{\text{из}}=228$ МПа для СтЗспб

$$W=M/R_{\text{из}}=27\,500/(228 \cdot 10^6)=121 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3=121 \text{ см}^3.$$

Припимаем сечение из двух швеллеров [14 $2W_x=2 \times 70,2=140,4 > 121 \text{ см}^3$. Сечение подобрано правильно.

Проверку устойчивости траверсы в связи с незначительной ее длиной не производим.

Траверсы большой длины, работающие на изгиб, могут быть выполнены также в виде двускатной фермы (см. рис. 19), подвешенной в центре к крюку крана. В этом случае элементы фермы (пояса и раскосы) будут испытывать усилия сжатия и растяжения. Расчет их выполняют в соответствии со СНиП II-23-81.

Сжатый элемент (распорки) траверсы, работающей на сжатие, рассчитывают на усилие N_1 , возникающее в нем от составляющей усилия в тяге N подвески траверсы:

$$N_1=(1,1P \operatorname{tg} \alpha)/2,$$

где 1,1 — коэффициент перегрузки; N_1 — сжимающее усилие в распорке, кН; α — угол наклона тяги к вертикали, град, P — нагрузка на траверсу, кН.

Требуемую площадь сечения находят с учетом устойчивости элемента в целом.

Гибкость распорки λ не должна превышать 150.

$$R/\gamma_{\text{нм}}=N_1(A_{\text{б}}\varphi).$$

где $A_{\text{б}}$ — площадь сечения (брутто), см^2 ; φ — коэффициент продольного изгиба, зависит от гибкости элемента.

Усилие в тягах траверсы

$$N_{\text{т}}=1,1P/(2 \cos \alpha).$$

По усилию в тяге подвески подбирают диаметр каната исходя из условия коэффициента запаса прочности в тяге $k=3,5$.

Пример (рис. 22,б). Подобрать сечение траверсы длиной $l=5$ м, работающей на изгиб, на нагрузку $P=80$ кН. Угол наклона тяг к вертикали $\alpha=45^\circ$. Сжимающее усилие в траверсе

$$N_1=(1,1P \operatorname{tg} \alpha)/2=1,1 \cdot 80 \cdot 1/2=40 \text{ кН}.$$

Требуемый минимальный радиус инерции при гибкости распорки $\lambda = 150$

$$r_{\min} = l/\lambda = 500/150 = 3,33 \text{ см}$$

По сортаменту принимаем швеллер [10.

Принимаем сечение из 2 [10, при этом $r_{\min} = 3,99$.

Гибкость $\lambda_x = 500/3,99 = 125$.

Расстояние между швеллерами принимаем равным 60 мм, тогда $r_y = 3 + 1,44 = 4,44 \text{ см}$ и

$$\lambda_y = 500/4,44 = 107 < 125.$$

Коэффициент продольного изгиба находим по таблице: $\varphi = 0,42$.

Площадь сечения $A = 2 \times 10,9 = 21,8 \text{ см}^2$.

Таким образом,

$$R = 40\,000 / (21,8 \cdot 0,42 \cdot 10^{-4}) = 4860 \cdot 10^4 \text{ Па} = 48,6 \text{ МПа}.$$

Из-за большой длины распорки следует учесть влияние изгиба от собственного веса.

Изгибающий момент от собственного веса распорки при $q = 2 \cdot 8,6 \cdot 1,1 = 18,9 \text{ Н}$

$$M = ql^2/8 = 18,9 \cdot 5^2/8 = 59 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент сопротивления сечения из двух швеллеров [10 $W = 69,6 \text{ см}^3$.

Тогда $R = 590 / (69,6 \cdot 10^{-6}) = 8,5 \cdot 10^6 \text{ Па} = 8,5 \text{ МПа}$, $\Sigma R = 48,6 + 8,5 = 57,1 < 210 \text{ МПа}$, т. е. прочность сечения обеспечена.

4. Цепи

Кроме канатов для стропов применяют также сварные и пластинчатые цепи (рис. 23).

Сварные цепи изготовляют из круглой горячекатаной и калиброванной стали с пределом прочности на разрыв $R = 380\text{—}450 \text{ МПа}$ по ГОСТ 2319—81 (табл. 9) и ГОСТ 7070—75.

Цепи повышенной прочности изготовляют из стали с $R = 700\text{—}800 \text{ МПа}$.

9. СВАРНЫЕ ГРУЗОВЫЕ И ТЯГОВЫЕ ЦЕПИ (ГОСТ 2319—81)

Калибр цепи d	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса 1 м цепи, кг	Калибр цепи d	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Масса 1 м цепи, кг
6	14	0,75	10	40	2,25
7	18	1	11	46	2,7
8	≥ 6	1,35	12	66	3,8
9	32	1,8	13	102	5,8

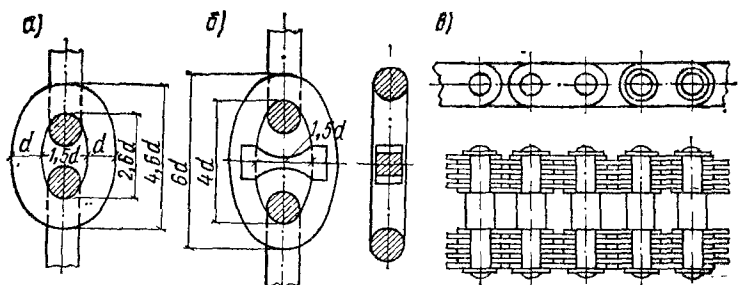


Рис. 23. Цепи

а — короткозвенные сварные; *б* — якорные; *в* — пластинчатые

Для подъема грузов применяют короткозвенные цепи и цепи с распорками (якорные). Цепи с длинными звеньями в грузоподъемных механизмах не применяют, так как при огибании барабанов и роликов в них возникают дополнительные напряжения.

Цепи из круглой стали небольших диаметров должны иметь стык в средней (прямолинейной) части звена, из стали больших диаметров — в полукруглой. Для устранения внутренних напряжений цепи должны быть термически обработаны.

Для стропов применяют некалиброванные цепи, а в грузоподъемных механизмах только калиброванные, т. е. цепи с выдержанными допусками.

Цепи рассчитывают на растяжение по формуле

$$N = R/k,$$

где N — допускаемое усилие, кН; R — разрушающая нагрузка, кН; k — коэффициент запаса прочности (для ручных кранов $k=3$; для механизмов с машинным приводом на гладком барабане $k=6$; при работе на калиброванной звездочке $k=8$, для стропов $k=5$).

Диаметр барабана и блоков, огибаемых цепью, должен быть равен для ручного привода 20 диаметрам сечения ветви звена, для машинного привода — 30 диаметрам.

Звездочка должна иметь не менее пяти зубцов, причем шаг ее должен соответствовать шагу цепи.

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

В грузоподъемных механизмах применяют также *пластинчатые* или *шарнирные цепи*, собранные из параллельных стальных валиков, расставленных на равных расстояниях (шагах) и попарно соединенных стальными

пластинами. Пластины закреплены расклепкой на шейках валиков при нагрузке до 100 кН и шплинтами при большей нагрузке. Этот тип цепей применяют при огибании узких звездочек грузоподъемных механизмов.

5. Якоря

Якорями называют неподвижные сооружения, способные воспринимать горизонтальные и вертикальные нагрузки. Якоря служат для крепления расчалок (вант) грузоподъемных механизмов, элементов сооружения, лебедок и полиспастов. Якорями могут служить существующие сооружения и конструкции. В этом случае их прочность проверяют расчетом.

Якоря могут быть *постоянными*, являющимися частью сооружения, например для крепления оттяжек радиомачт (в настоящем курсе не рассматриваются), и *временными*, сооружаемыми для закрепления такелажных средств или расчалок.

Временные якоря могут быть *заглубленными* и *наземными* (поверхностными). К заглубленным якорям относятся свайные и бетонные горизонтальные якоря, к наземным (переносным) якорям относятся наборные якоря из инвентарных плит и рамные (ящичные) с пригрузом. Наземные якоря могут быть также бетонными непереносными. Преимуществом переносных якорей является возможность их многократного использования.

Свайные якоря применяют для усилий 15...20 кН, их изготавливают из свай (деревянных или металлических), забитых в землю.

Недостатком таких якорей является трудоемкость забивки и сравнительно небольшие усилия, которые может выдержать якорь. В условиях Севера применяют свайные якоря, воспринимающие усилия до 200 кН, путем замораживания свай в грунте.

Свайные якоря могут быть погружены вибрацией и завинчиванием вручную или с применением электромеханизмов. Преимуществом таких якорей является их инвентарность. После использования якоря могут быть извлечены с применением тех же механизмов. Недостатком этих якорей является необходимость применения для установки специального оборудования.

В качестве металлических свай могут быть использованы трубы, балки или швеллеры. Несущая способность таких свай длиной 2—3 м составляет 30—50 кН,

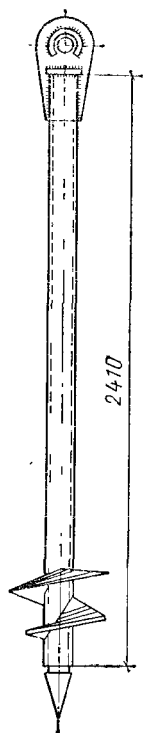


Рис. 24. Винтовой якорь

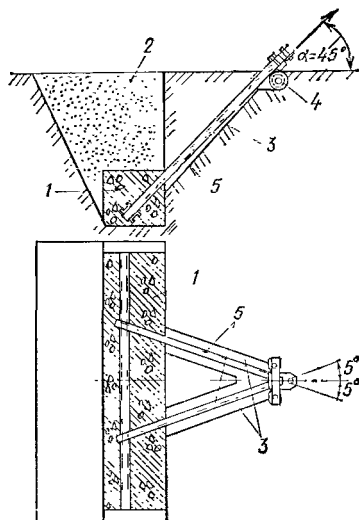


Рис. 25. Заглубленный якорь

1 — бетонная балка; 2 — засыпка; 3 — канавка;
4 — бревно; 5 — тяга

Для погружения свай вибрацией применяют вибропогружатель ВПП-2.

Винтовой якорь изготавливают длиной 2—3 м из трубы-штанги, имеющей на конце два витка спирали диаметром 250—400 мм из листовой стали (рис. 24).

Небольшие якоря можно завинчивать вручную при поддержке штанги треногой с поворотным кольцом в верхней части. Якоря на большие усилия завинчивают с применением механизмов, подвешенных на треноге. Винтовые якоря применяют на усилие 35—100 кН в зависимости от сечения.

Заглубленные бетонные горизонтальные якоря (рис. 25) выдерживают усилие до 50—1600 кН. Такой якорь состоит из горизонтальной бетонной балки (на большое усилие — бетонный массив), заглубленной в грунт на 1,5—3,5 м с заделанной в ней металлической тягой, конец которой выходит на поверхность грунта.

В якорях на большие усилия высота бетонной балки больше ее ширины, что позволяет включать в работу большую площадь грунта. Для заделки тяг в бетон закладывают металлическую балку, к которой приварены тяги. Тяги крепят обычно в четвертях балки, чтобы распределить усилие, и объединяют на конце в общий оголовок, выходящий на поверхность земли.

Направление действия усилия на якорь при выполнении монтажных операций обычно меняется как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Отклонение в горизонтальной плоскости допускается до 15° . В вертикальной плоскости направление усилия к горизонту в зависимости от расчета можно менять от 0 до 45° .

Заглубленные якоря на усилия 50—200 кН могут быть выполнены из бревен. На усилие 30—50 кН якорь выполняют из одного поперечного бревна $d=30$ см, на усилие 75—100 кН из трех бревен, связанных скруткой (рис. 26). Недостатком заглубленных якорей является большой объем земляных работ и значительный расход материалов, остающихся в земле и не используемых в дальнейшем. Применяют такие якоря для закрепления лебедок, расчалок и полиспастов подъемных механизмов, работающих длительное время.

Переносные инвентарные якоря (рис. 27) широко применяют для восприятия небольших усилий, а также при выполнении разовых краткосрочных работ.

Наборные инвентарные якоря выполняют из бетонных блоков по проектам, разработанным ВНИПИ-промсталяконструкция, Гипротехмонтаж и другими организациями.

Размер бетонных блоков (рис. 27, а) $3,5 \times 1 \times 0,5$ м, при весе блока 42,5 кН. Применяют и более тяжелые блоки.

Для увеличения удерживающей силы, воспринимаемой якорем, его заглубляют в грунт, растительный слой которого перед установкой якоря удаляют.

Другим видом переносного якоря является рама или легкий каркас (ящик), загружаемый имеющимися материалами, например плитами, грунтом (рис. 27, б).

Для лучшего закрепления якоря в грунте на нижней плоскости рамы делают шипы, которые при загрузке рамы (ящика) вдавливаются в грунт,

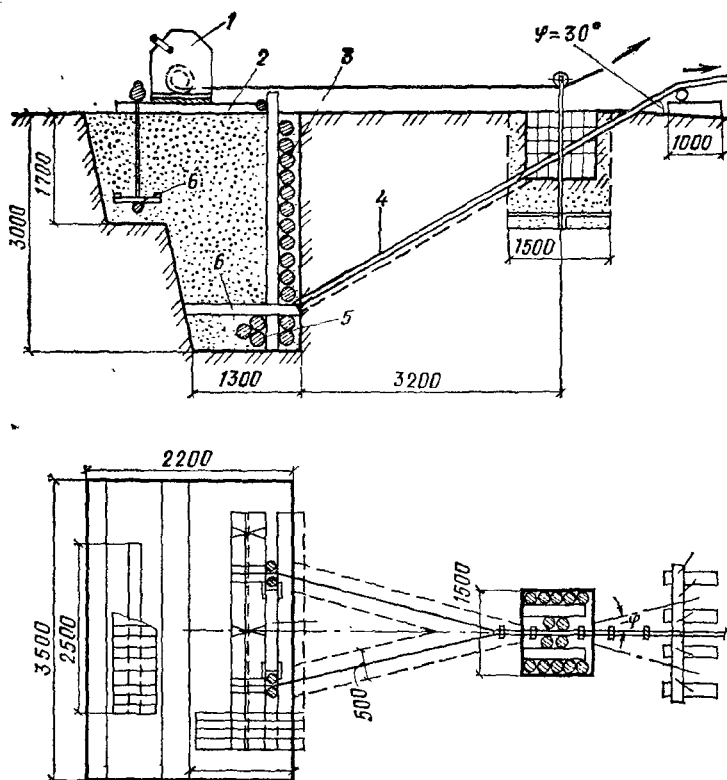


Рис. 26. Якорь для переменного направления усилия
1 — лебедка; 2 — рама; 3, 5 — бревна; 4 — трос; 6 — щит

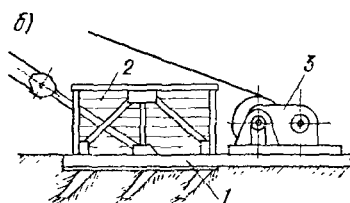
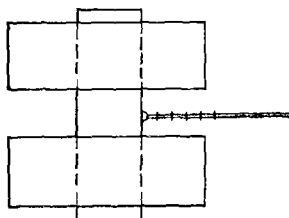
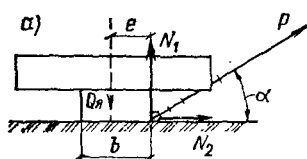


Рис. 27. Переносной якорь
а — из блоков; б — переносная рама:
1 — рама; 2 — плиты загрузе-
ния; 3 — лебедка

Устойчивость якоря от действия горизонтальной силы определяют по формуле

$$N_r L \geq k N_2,$$

где N_r — пассивный отпор грунта перед якорем, кН,

$$N_r = \gamma/2 (H^2 - H_1^2) \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \varphi/2),$$

где γ — плотность грунта, т/м³; H и H_1 — глубина заложения до низа и верха поперечного элемента, м; φ — угол трения грунта (угол естественного откоса) для расчетов принимается 30°; N_2 — горизонтальное усилие, передаваемое на якорь, кН:

$$N_2 = N \cos \alpha.$$

Давление на грунт

$$R_r = N_2 / (\eta L h) < [R_r],$$

где $[R_r]$ — допускаемое давление на грунт на глубине H , МПа; η — коэффициент уменьшения допускаемого давления вследствие неравномерного смятия, принимается для бревен — 0,25, для бетона 0,8; L и h — длина и высота поперечного элемента, м.

Проверка прочности поперечного элемента производится на изгиб. Элемент рассчитывают как балку, нагруженную равномерной нагрузкой от давления грунта и опертую в местах закрепления тяг.

Пример. Проверить прочность заглубленного якоря из бетона марки М 200 на усилие 300 кН при наклоне тяг к горизонту $\alpha = 30^\circ$, длине поперечного элемента $L = 4$ м и заглублении $H = 3$ м и $H_1 = 2,5$ м. Грунт песчаный $\gamma = 1,5$ т/м³, $R = 0,16$ МПа, плотность бетона 2,4 т/м³, $b_1 = 1$ м, $b_2 = 2,2$ м.

Проверяем устойчивость якоря от действия вертикальных сил:

$$P + P_r + T \geq k N_1,$$

$$P = 1 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 24 = 48 \text{ кН},$$

$$P_r = \frac{1 + 2,2}{2} \cdot 3 \cdot 4 \cdot 15 = 288 \text{ кН},$$

$$T = f N \cos 30^\circ = 0,5 \cdot 300 \cdot 0,866 = 130 \text{ кН},$$

$$N_1 = N \sin 30^\circ = 300 \cdot 0,5 = 150 \text{ кН}.$$

Итак, $48 + 288 + 130 = 466 > 3 \cdot 150 = 450$ кН, т. е. устойчивость обеспечена.

Проверяем устойчивость якоря от действия горизонтальных сил: давление на грунт при

$$N_2 = N \cos 30^\circ = 300 \cdot 0,866 = 259,8 \text{ кН},$$

$$R_r = N_2 / (\eta h L) = 259800 / (0,8 \cdot 0,5 \cdot 4) = 162000 = \\ = 0,162 \text{ МПа} \approx 0,16 \text{ МПа}.$$

Определяем прочность бетонного элемента от действия равномерной нагрузки (рис. 28, в) при креплении тяг в пролете

$$q = 259,8/4 = 65 \text{ кН/м}.$$

Момент на опоре

$$M_o = qa^2/2 = 65 \cdot 1^2/2 = 32,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Момент в середине пролета

$$M_n = (qL^2/8) - (qa^2/2) = (65 \cdot 4/8) - (65 \cdot 1)/2 = 0$$

Сечение бетона $1 \times 0,5 \text{ м}$; $W = 1^2 \cdot 0,5/6 = 0,0835 \text{ м}^3$.

$$R = 32\,500/0,0835 = 390\,000 \text{ Па} = 0,39 \text{ МПа}.$$

Тяги выполнены из 2 [16. Усилие в тяге

$$N_\tau = N/(2 \cos 30^\circ) = 300/(2 \cdot 0,866) = 174 \text{ кН}.$$

Расчет переносного якоря (см. рис. 27, а) на устойчивость от действия вертикальной ($N_1 = P \sin \alpha$) и горизонтальной ($N_2 = P \cos \alpha$) сил.

Устойчивость в вертикальной плоскости обеспечивается при условии: $Q_\pi > kN_1$ (Q_π — масса накладного якоря, k — коэффициент запаса).

Если усилие приложено к якорю не центрально, проверяют якорь на опрокидывание по формуле

$$Q_\pi b/2 \geq kN_1 e,$$

где e — эксцентриситет приложения вертикальной силы N_1 ; b — ширина накладного якоря.

Устойчивость в горизонтальной плоскости обеспечивается при условии $fQ_\pi \geq kN_2$ (f — коэффициент трения принимают равным 0,4).

Пример. Проверить расчетом прочность якоря, состоящего из 6 блоков, вес каждого блока 42,5 кН. Усилие 100 кН приложено под углом $\alpha = 45^\circ$.

Определяем действующие усилия:

$$N_1 = N_2 = P \sin \alpha = 100 \cdot 0,707 = 70,7 \text{ кН};$$

$$Q_\pi = 6 \cdot 42,5 = 255 \text{ кН}.$$

Устойчивость якоря в вертикальной плоскости обеспечивается, если

$$k = Q_\pi/N = 255/70,7 = 3,63 > 1,4.$$

Опрокидывание якоря от внецентренного приложения нагрузки ($e = 1\text{м}$) не произойдет, так как

$$k = Q_\pi (b/2)/(N_1 e) = 255 \cdot 1/(70,7 \cdot 1) = 255/70,7 = 3,63 > 1,4.$$

Устойчивость якоря в горизонтальной плоскости обеспечивается, если

$$k = fQ_\pi/N_2 = 0,4 \cdot 255/70,7 = 1,44 > 1,4.$$

6. Блочные обоймы

Блочная обойма — узел, состоящий из одного или нескольких канатных блоков, установленных на оси. Канатный блок — деталь, предназначенная для направления движения каната. Блочные обоймы входят в состав большинства грузоподъемных машин. В зависимости от числа блоков обоймы разделяются на однорольные и многорольные.

Блоки (рис. 29) изготавливают литыми из серого чугуна марки не ниже СЧ15-32 или из стали марки не ниже 25Л-II, а также штамповкой из стали марки ВСтЗсп. Материал ручья блока влияет на срок службы каната. Как показывает опыт эксплуатации, износ каната на стальных блоках больше, чем при работе на чугунных. Для повышения долговечности каната иногда применяют блоки с ручьем, футерованным алюминием или пластмассами. Если принять коэффициент износа каната при чугунном блоке за единицу, то на стальном блоке он будет равен 1,1, при футеровке алюминием — 0,8 и при футеровке капроном — 0,4—0,5.

Диаметр блока зависит от диаметра каната и определяется по формуле

$$D \geq d_{ке},$$

где D — диаметр блока, измеряемый по средней линии навитого каната, мм; d_k — диаметр каната, мм; e — коэффициент, зависящий от типа машины и режима ее работы (см. табл. 3). Для блоков, устанавливаемых в стреловых монтажных кранах, $e=16$.

Профиль желоба блока (рис. 29, в) делается трапециевидным — расширяющимся. Глубина желоба $h = (1,5...2)d_k$; ширина $b = (2...2,25)d_k$; радиус дна $r = (0,6...0,7)d_k$. Такая форма желоба обеспечивает нормальную работу при боковом отклонении каната до 6° .

Блоки на оси вращаются независимо один от другого и устанавливаются на втулках из бронзы или антифрикционного чугуна (подшипники скольжения) или на двух подшипниках качения (рис. 29, а, б). Блоки с подшипниками скольжения применяют на редко работающих механизмах, в которых скорость движения каната не превышает 10 м/мин. Блоки на подшипниках качения более надежны и долговечны в эксплуатации и не требуют частой смазки. Потери на трение в них приблизительно

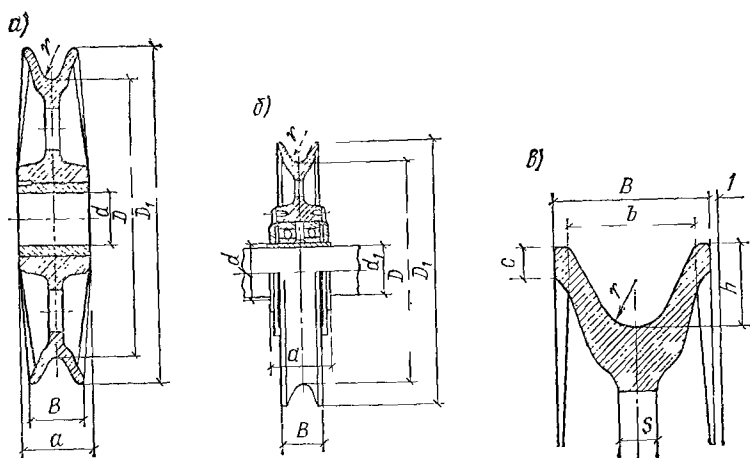


Рис. 29. Канатные блоки

а — с втулкой; б — с подшипниками качения; в — профиль желоба

в 2 раза меньше, чем в блоках с втулками. Подшипники качения выбираются по статической нагрузке и долговечности.

Размеры блоков, применяемых в строительно-монтажных механизмах, приведены в табл. 10.

10. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ

Допустимая нагрузка на блок, кН	Наибольший диаметр каната d_k , мм	Размеры, мм (см. рис. 29)					Масса, кг
		D	D_1	d	B	a	

Для подшипников скольжения

5	6	90	115	15	22	24	0,5
10	8,5	125	155	20	28	30	1,3
20	10	150	200	25	40	45	3
60	16,5	250	310	55	55	65	11
100	20	300	375	70	65	70	17,5

Для подшипников качения

30	13,5	200	250	45	40	68	8,5
60	20	300	360	70	55	80	15
120	22	330	405	80	65	72	26,5
120	22	330	405	160	65	96	40
200	33	500	610	110	90	130	91
200	33	500	610	150	90	140	105

а)

б)

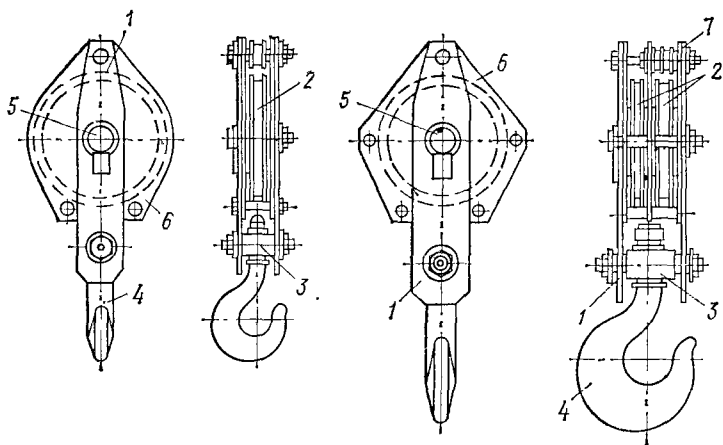


Рис. 30. Крюковые подвески

а — однорольные; б — двухрольные; 1 — корпус; 2 — блок; 3 — траверса; 4 — крюк; 5 — ось блока; 6 — щека; 7 — ось

Для подвески груза применяют крюковую подвеску. **Крюковая подвеска** (рис. 30) состоит из корпуса, внутри которого на неподвижно заделанной оси установлены один или несколько блоков, грузового крюка или петли (скобы), к которым стропами присоединяют поднимаемый груз, и оси для крепления неподвижного конца каната. Крюк или петлю цилиндрической частью подвешивают к траверсе, шарнирно закрепленной в корпусе подвески. Основным несущим элементом подвески являются тяги корпуса, в которых закрепляются ось блоков, траверса и ось для крепления каната.

Снаружи обоймы и между блоками устанавливают щеки. Они соединяются между собой болтами с распорными втулками. Щеки предохраняют блоки от ударов и канат от выпадения из ручья блока.

Для крепления блочных обойм к несущим конструкциям используют оси, устанавливаемые вместо траверсы.

В кранах оси неподвижных блоков полиспастов заделывают в оголовке стрелы или в раме грузовой тележки.

Если необходимо для направления каната на лебедку применить один или несколько отводных блоков, используют грузовые подвески с откидными щеками

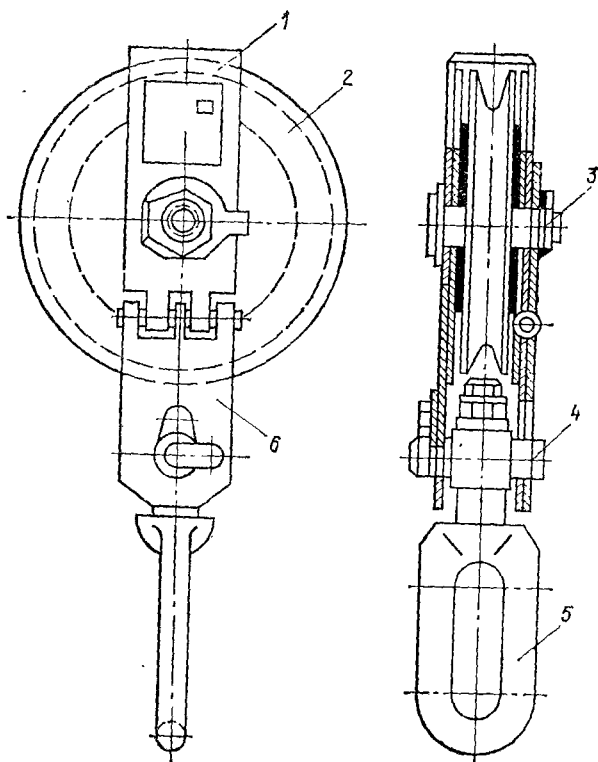


Рис. 31. Одноропельная грузовая подвеска с откидной щекой

1 — корпус; 2 — блок; 3 — ось блока; 4 — траверса; 5 — грузовая скоба; 6 — откидная щека

(рис. 31). Откидные щеки значительно упрощают заправку каната и позволяют снять или установить блок без его разборки и без перепасовки каната.

Усилия в канате и скорость перемещения груза зависят от того, используется подвижная или неподвижная блочная обойма. **Неподвижной** называется такая обойма, ось которой при работе остается неподвижной (рис. 32, а). Усилие в канате, идущем на лебедку и огибающем неподвижную одноропельную обойму без учета сил трения, равно весу груза $S=G$. При этом скорость перемещения груза равна скорости намотки каната на барабан.

Подвижной называется такая обойма, ось которой перемещается при перемещении груза (рис. 32, б). Уси-

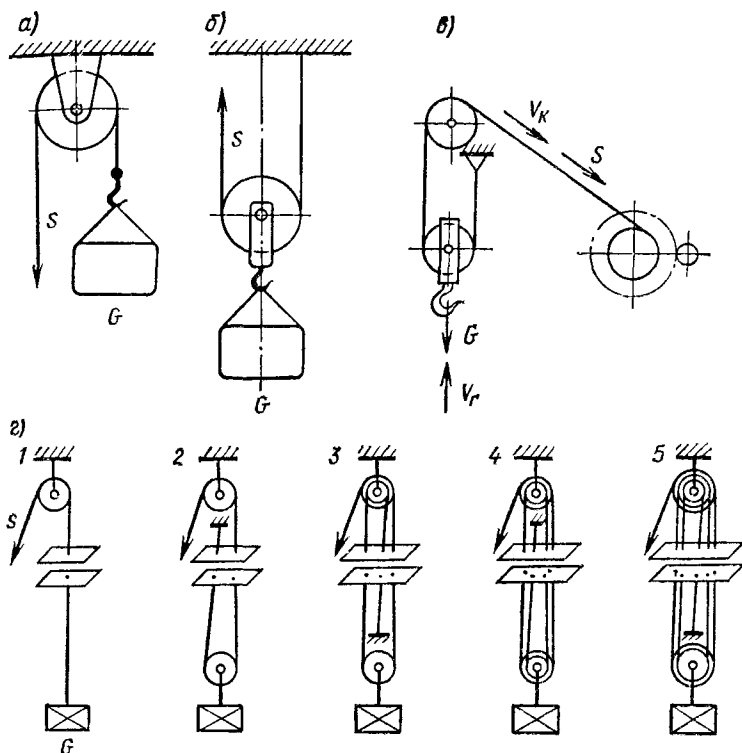


Рис. 32. Блочные обоймы и полиспасты

a — неподвижная блочная обойма; $б$ — подвижная блочная обойма; $в$ — простейший двукратный полиспаст; $г$ — схемы к определению кратности полиспаста; 1—5 — полиспасты с кратностью соответственно 1—5

лие в канате, идущем на лебедку в такой схеме без учета сил трения, равно $S = G/2$.

По сравнению с подъемом груза неподвижной облоймой получается выигрыш в силе в 2 раза. Однако при этом, как видно из схемы, скорость подъема груза уменьшается в 2 раза при одинаковой скорости намотки каната на барабан лебедки.

При работе блок вращается и преодолевает силы трения. Кроме того, возникают потери от сгибания и разгибания каната при движении его по блоку. Поэтому натяжение каната в сбегавшей и набегающей ветви будет отличаться друг от друга.

Коэффициентом полезного действия (КПД) блока является отношение усилия в набегающем канате к усилию в сбегающем канате:

$$\eta = S_n / S_c < 1,$$

где η — КПД; S_n , S_c — усилия соответственно в набегающей и в сбегающей ветвях каната, Н.

Следовательно, при подъеме груза, при котором канат огибает один блок, усилие в канате, идущем на лебедку, будет больше усилия, вызываемого в канате весом груза: для неподвижной обоймы $S_n = G/\eta$, для подвижной обоймы $S_n = G/2\eta$.

При опускании груза, при котором канат огибает один блок, усилие в канате, идущем на лебедку, будет меньше усилия, вызываемого в канате весом груза: для неподвижной обоймы $S_n = G\eta$, для подвижной обоймы $S_n = G\eta/2$.

11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНТАЖНЫХ ОБОЙМ

Грузоподъемность, т	Число блоков, шт.	Наибольший диаметр каната, мм	Диаметр блока по ручью, мм	Габарит, мм			Масса, кг
				ширина	толщина	высота	

Блоки на подшипниках скольжения

1	1	8,7	148	200	78	410	8,6
2	1	11	170	225	82	500	13
3	1	13	200	260	117	604	20
5	1	17,5	250	320	130	747	32
10	1	25	400	500	188	1226	123
10	2	17,5	300	450	220	945	91
20	3	26	400	500	370	1410	278
30	4	26	400	530	460	1530	460

Блоки на подшипниках качения

1,25	1	10	120	170	100	348	6,7
2,5	1	14	160	220	132	485	16,2
5	1	18	200	270	150	670	33,5
10	1	22	300	400	216	925	92,8
10	2	17,5	200	270	186	615	48
20	3	19,5	300	380	280	960	159
30	4	24	300	380	350	985	290
50	5	28,5	350	450	480	980	324
100	5	28,5	700	830	818	1680	1605
130	7	33	550	760	945	1650	2040
160	8	33	450	570	1034	1490	1366
280	11	40	545	690	690	1700	2500

КПД зависит от конструкции и состояния опор, смазки подшипников, жесткости каната, угла обхвата блока канатом. Однако для практических расчетов с достаточной степенью точности можно считать, что КПД зависит только от конструкции опор, так как остальные факторы оказывают незначительное влияние. Принимают КПД блока на подшипниках скольжения равным 0,96, на подшипниках качения — 0,98. Обычно пользуются величиной, обратной КПД $f = 1/\eta > 1$.

Эта величина учитывает потери от трения и жесткости каната при огибании им одного блока и равна при подшипниках скольжения 1,04, при подшипниках качения 1,02.

Широко используют на строительных площадках монтажные обоймы грузоподъемностью 3...50 т. Для подъема особо тяжелых грузов применяют монтажные обоймы грузоподъемностью 63...630 т, изготавливаемые по особому заказу. Характеристики наиболее распространенных монтажных обойм приведены в табл. 11.

7. Полиспасты

Полиспаст представляет собой простейшее грузоподъемное устройство (см. рис. 32), состоящее из системы подвижных и неподвижных грузовых обойм, огибаемых гибким органом (обычно канатом). Полиспасты применяют как самостоятельные механизмы в сочетании с лебедками и как элементы сложных грузоподъемных машин (кранов).

Блоки полиспаста размещаются в двух обоймах — подвижной и неподвижной, и последовательно огибаются одним канатом, к свободному концу или обоим концам которого прикладывается тяговое усилие. Неподвижную обойму крепят к несущей конструкции (мачте, стреле и т.п.), подвижную снабжают грузозахватным органом (крюком, петель, скобой).

Полиспасты используют для выигрыша в силе (реже скорости). Выигрыш в силе тем больше, чем больше кратность полиспаста. Кратность полиспаста показывает, во сколько раз требуемое для подъема груза усилие меньше заданного веса груза (без учета потерь), и равна числу рабочих ветвей каната, на которых подвешена подвижная обойма полиспаста. Следовательно, вес груза, поднимаемый полиспастом, находится в прямой за-

зисимости от числа рабочих ветвей и без учета потерь может быть определен по формуле $G=nS$ (n — число рабочих ниток полиспаста, на которых подвешена подвижная обойма).

Определение усилия в какой-либо нитке полиспаста с учетом коэффициента полезного действия производится по уравнению равновесия груза и полиспаста:

$$S_0 + S_1 + \dots + S_n = G$$

и уравнению потерь на блоке

$$f = S_1/S_0 = S_2/S_1 = \dots = S_n/S_{n-1},$$

или по формуле

$$S_k = (f-1) G f^k / (f^n - 1),$$

где k — номер нитки, f^k , f^n — приведены в табл. 12.

12. ЗНАЧЕНИЕ f^n (f^k)

n (k)	f		n (k)	f	
	1,02	1,04		1,02	1,04
0	1	1	8	1,172	1,368
1	1,02	1,04	9	1,195	1,423
2	1,04	1,082	10	1,219	1,48
3	1,061	1,125	11	1,243	1,539
4	1,082	1,17	12	1,268	1,601
5	1,104	1,217	13	1,294	1,665
6	1,126	1,265	14	1,319	1,732
7	1,149	1,316			

Тяговое усилие в канате на лебедке S_n можно определить по формуле $S_n = \alpha G$. Значения коэффициента α приведены в табл. 13.

Примеры расчета полиспастов, запасованных по схемам, приведены на рис. 33.

Пример 1. Определить усилия S в канатах при подъеме груза весом $G=20$ кН полиспастом, выполненным по схеме *a*. Блоки полиспаста установлены на подшипниках качения ($f_1=1,02$), отводные блоки — на бронзовых втулках ($f_2=1,04$).

Из условия равновесия груза и полиспаста находим усилие в средней нитке полиспаста:

$$S_3 = G/n = 20/7 = 2,86 \text{ кН.}$$

Усилия в остальных нитках:

$$S_2 = S_3/f_1 = 2,86/1,02 = 2,8 \text{ кН;}$$

$$S_1 = S_2/f_1 = 2,8/1,02 = 2,75 \text{ кН;}$$

$$S_0 = S_1/f_1 = 2,75/1,02 = 2,69 \text{ кН;}$$

13. ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА α

Число рабочих ниток полиспаста	Число блоков в обоймах полиспаста	Число отводных блоков											
		при $f = 1,02$						при $f = 1,04$					
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
1	Нет	1	1,02	1,04	1,061	1,082	1,104	1	1,04	1,082	1,125	1,17	1,217
2	1	0,51	0,52	0,53	0,541	0,552	0,563	0,51	0,528	0,549	0,571	0,594	0,617
3	2	0,341	0,348	0,355	0,362	0,369	0,376	0,346	0,36	0,375	0,39	0,405	0,421
4	3	0,259	0,264	0,269	0,275	0,28	0,286	0,265	0,275	0,286	0,298	0,31	0,322
5	4	0,208	0,212	0,216	0,22	0,225	0,229	0,216	0,224	0,233	0,243	0,252	0,262
6	5	0,175	0,179	0,182	0,186	0,19	0,194	0,184	0,191	0,199	0,206	0,215	0,223
7	6	0,151	0,154	0,157	0,16	0,164	0,167	0,16	0,166	0,173	0,18	0,187	0,195
8	7	0,133	0,136	0,139	0,141	0,144	0,147	0,143	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174
9	8	0,12	0,122	0,125	0,127	0,13	0,133	0,129	0,134	0,14	0,145	0,151	0,157
10	9	0,109	0,111	0,114	0,116	0,118	0,12	0,119	0,123	0,128	0,133	0,139	0,144
11	10	0,1	0,102	0,104	0,106	0,108	0,11	0,111	0,114	0,119	0,124	0,129	0,134
12	11	0,093	0,095	0,098	0,099	0,101	0,103	0,102	0,107	0,111	0,115	0,12	0,128
13	12	0,086	0,088	0,09	0,092	0,093	0,095	0,096	0,1	0,104	0,108	0,112	0,117
14	13	0,081	0,082	0,084	0,086	0,088	0,09	0,091	0,095	0,098	0,102	0,106	0,111

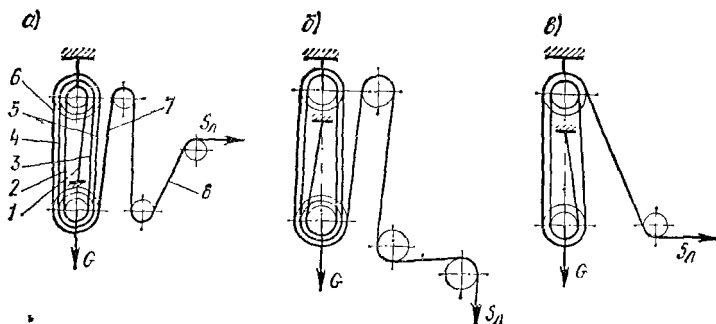


Рис. 33. Схемы полиспастов

а — в семь ниток; *б* — в шесть ниток; *в* — в четыре нитки; 1—8 — номера участков каната

$$S_4 = S_3 f_1 = 2,86 \cdot 1,02 = 2,91 \text{ кН};$$

$$S_5 = S_4 f_1 = 2,91 \cdot 1,02 = 2,97 \text{ кН};$$

$$S_6 = S_5 f_1 = 2,97 \cdot 1,02 = 3,03 \text{ кН};$$

$$S_7 = S_6 f_2 = 3,03 \cdot 1,04 = 3,15 \text{ кН};$$

$$S_8 = S_7 f_2 = 3,15 \cdot 1,04 = 3,28 \text{ кН};$$

$$S_{\pi} = S_8 f_2 = 3,28 \cdot 1,04 = 3,41 \text{ кН}.$$

Для сравнения определим усилие в канате, идущем на лебедку, по формуле:

$$\begin{aligned} S_{\pi} &= (f_1 - 1) G f^n / (f^{n_1} - 1) = (f_1 - 1) G f^6_1 f^3_2 / (f^7_1 - 1) = \\ &= (1,02 - 1) \cdot 20 \cdot 1,126 \cdot 1,125 / (1,147 - 1) = 3,41 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Пример 2. Определить усилие S_{π} в канате, идущем на лебедку, при подъеме груза весом 20 кН полиспастом, выполненных по схеме *б*. Блоки — на бронзовых втулках ($f = 1,04$).

$$S_{\pi} = G \alpha = 0,206 \cdot 20 = 4,1 \text{ кН}.$$

По табл. 13 находим $\alpha = 0,206$.

Пример 3. Определить груз G , который можно поднять лебедкой с тяговым усилием $S_{\pi} = 1,5$ кН полиспастом, выполненным по схеме *в*. Блоки — на бронзовых втулках.

$$G = S_{\pi} / \alpha = 1,5 / 0,286 = 5,25 \text{ кН}.$$

В практике монтажных работ используется метод подъема груза двумя или более полиспастами одновременно (рис. 34). Для обеспечения безопасности работы при подъеме груза сдвоенным полиспастом, согласно

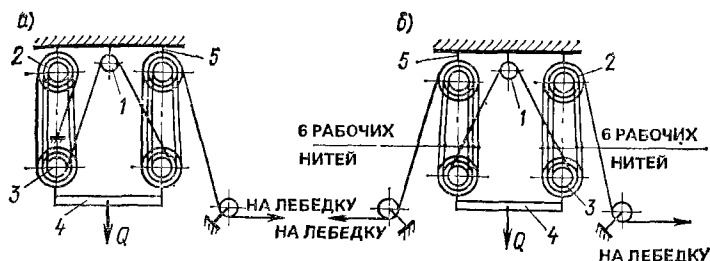


Рис. 34. Схема запасовки сдвоенных полиспастов с одной (а) и двумя (б) приводными лебедками

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

Правилам Госгортехнадзора, обязательна установка уравнительного блока.

Глава III. СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

8. Общие сведения

Для работы грузоподъемных машин, как правило, используется энергия, получаемая от двигателей внутреннего сгорания или от внешней электросети.

Пневматический привод в грузоподъемных машинах применяется крайне редко, например при работе во взрывоопасной среде.

Ручной привод используется редко. Он находит ограниченное применение для машин малой грузоподъемности, работающих с малыми скоростями, и для механизмов вспомогательного назначения. Примером применения ручного привода может служить ручной привод механизма передвижения электроталей малой грузоподъемности (см. § 21).

В зависимости от вида силового оборудования приводов исполнительных механизмов грузоподъемных машин его разделяют на механический, электрический (на переменном и постоянном токе) и гидравлический.

В *механическом приводе* энергия через механические передачи непосредственно направляется к исполнительному органу. В *электрическом приводе* энергия по проводам подается к электродвигателям, приводящим в дей-

ствие исполнительный механизм. В гидравлическом приводе жидкость по трубопроводам подается к гидроцилиндрам или гидромоторам исполнительного механизма.

Механический привод применяется в автомобильных и пневмоколесных кранах малой грузоподъемности, а также в гусеничных кранах, выполненных на базе экскаваторов, имеющих механический привод. Его достоинствами являются: невысокая стоимость; компактность установки; малая масса; независимость от внешнего источника энергии.

Недостатки этого привода — сложность конструкции и невозможность совмещения операций, которые вызываются необходимостью отключения двигателя от механизмов при запуске; необходимостью установки реверсивных устройств, так как двигатель имеет постоянное направление вращения; необходимостью иметь раздаточное устройство для передачи движения к отдельным исполнительным механизмам.

В грузоподъемных машинах, используемых в строительстве, применяют преимущественно электрический привод, работающий на переменном трехфазном токе напряжением 220 и 380 В и получающий питание от внешней электросети. Электрический привод постоянного тока в строительных кранах используют значительно реже. Его применяют при необходимости плавной регулировки скоростей от максимальных рабочих до остановки, включая получение посадочных скоростей, например в некоторых стреловых самоходных (пневмоколесных) кранах.

Недостатком электрического привода является необходимость подвода кабеля к машине, что является существенным недостатком для передвижных самоходных кранов. Этого недостатка лишен дизель-электрический привод, в котором механизмы оснащены индивидуальными электродвигателями, работающими от собственной дизель-генераторной установки или от внешней сети. Поэтому дизель-электрический привод получил наибольшее распространение в стреловых самоходных кранах.

В последние годы широкое применение, особенно в пневмоколесных кранах, получил гидравлический привод. Так же как электрический, гидравлический привод обеспечивает удобную компоновку механизмов, независимую работу исполнительных механизмов, широкое

регулирование скоростей движений, простоту и удобство управления и надежную работу предохранительных устройств. Гидравлический привод способствовал использованию в стреловых пневмоколесных кранах телескопических стрел.

9. Электродвигатели

На грузоподъемных машинах устанавливают крановые электродвигатели, обладающие значительной перегрузочной способностью — отношением максимального момента к номинальному. При малых мощностях применяют иногда электродвигатели общепромышленных типов.

Крановые электродвигатели хорошо приспособлены к повторно-кратковременным нагрузкам, характерным для грузоподъемных механизмов. Эти электродвигатели защищены от попадания пыли, влаги и обладают повышенной механической прочностью.

Крановые электродвигатели выбирают в соответствии с режимом работы механизма, характеризующим продолжительностью включения (ПВ), которая выражается в процентах и представляет собой отношение времени работы электродвигателя ко времени его работы вместе с перерывами.

$$ПВ = 100T / (T + П),$$

где T — время работы электродвигателя, ч; $П$ — продолжительность паузы, ч.

Стандартные ПВ электродвигателей составляют 15, 25 и 40 %.

Общий коэффициент полезного действия (КПД) электродвигателей зависит от коэффициента использования электродвигателя по мощности $\cos \varphi$. При небольших нагрузках крановые электродвигатели обладают малым общим КПД и, наоборот, при увеличении нагрузки КПД повышается.

Мощность электродвигателя лебедки монтажного крана определяют по формуле

$$N \geq Sv_{cp} / (\eta k_n),$$

где S — тяговое усилие, Н; v_{cp} — скорость каната на среднем слое навивки, м/с; η — КПД механизма лебедки; k_n — коэффициент перегрузки (для крановых электродвигателей при ПВ 25...40 % $k_n = 1,3...1,5$; для электродвигателей общего назначения $k_n = 1$).

Крановые электродвигатели имеют жесткую механическую характеристику, т. е. при значительном изменении момента нагрузки частота вращения изменяется незначительно.

В большинстве случаев в грузоподъемных машинах с электрическим приводом применяют асинхронные крановые электродвигатели трехфазного тока с частотой 50 Гц, напряжением 220—380 В. Асинхронные крановые электродвигатели имеют короткозамкнутый или фазовый ротор.

Электродвигатели с короткозамкнутым ротором по своей конструкции проще, чем электродвигатели с фазовым ротором. Запуск и реверсирование электродвигателей с короткозамкнутым ротором осуществляют с помощью рубильника, кнопок с реверсами или контроллеров, однако применение этих электродвигателей ограничено из-за того, что в момент включения пусковой ток в обмотке статора электродвигателей и в сети превышает номинальный ток в 4—6 раз.

Пуск асинхронного электродвигателя с фазовым ротором осуществляется с помощью контроллера или командоконтроллера, которые в момент пуска включают в цепь ротора полное сопротивление. Пусковое сопротивление выводится по мере увеличения частоты вращения электродвигателя (поворотом рукоятки) и к моменту, когда электродвигателем будет достигнута номинальная скорость, оно будет полностью выведено из цепи ротора. Благодаря этому пусковой ток превышает номинальный только в 1,5 раза.

Реже в грузоподъемных машинах устанавливают электродвигатели постоянного тока. Применение электродвигателей постоянного тока с приводом по системе генератор — двигатель позволяет регулировать в широком диапазоне рабочие скорости грузоподъемной машины. Однако электродвигатели постоянного тока сложнее по конструкции и значительно дороже в изготовлении и эксплуатации, чем электродвигатели переменного тока. Кроме того, при переменном токе все электродвигатели грузоподъемной машины питаются или от внешней электросети, или от одного генератора. При постоянном токе в системе генератор — двигатель имеется два или более генераторов, что увеличивает число электрических машин, установленных на грузоподъемной машине, зна-

чительно повышает ее стоимость и снижает КПД источника энергии.

Для изменения рабочих скоростей на грузоподъемных машинах, работающих на переменном токе, широко применяют двухмоторные приводы с дифференциалом, благодаря чему отпала необходимость в применении для этих целей дорогостоящих двигателей постоянного тока.

По сравнению с другими видами приводов электрический привод имеет следующие преимущества:

- высокий КПД;

- возможность питания от внешней электросети;

- исполнение всех механизмов в виде отдельных блоков, не имеющих между собой кинематической связи, что упрощает изготовление, эксплуатацию и ремонт грузоподъемной машины;

- автоматически действующие тормоза и отсутствие муфт сцепления, что повышает безопасность работы и упрощает управление грузоподъемной машиной;

- повышенную надежность работы и упрощенную установку приборов безопасности — ограничителей грузоподъемности, высоты подъема крана, хода тележки и подъема стрелы и т. п.;

- возможность совмещения операций, что повышает производительность грузоподъемной машины (крана).

В подъемно-транспортных машинах применяют преимущественно крановые асинхронные двигатели переменного тока с фазовым ротором или с короткозамкнутым ротором. При использовании асинхронных электродвигателей общепромышленных типов обычно применяют двигатели с повышенным скольжением или с повышенным пусковым моментом.

По конструктивному исполнению электродвигатели различаются способом крепления и защитой от воздействия окружающей среды. Двигатели выпускают с вертикальным и горизонтальным расположением вала. Корпус может иметь для крепления специальные лапы, фланец или одновременно и лапы, и фланец. В ряде случаев используют так называемые встроенные двигатели, не имеющие станины. Такие двигатели встраивают непосредственно в корпус машины, например в барабан электротали.

Находят применение в крановых лебедках и в электроталиях двухскоростные электродвигатели. Они позволя-

ют путем переключения пар полюсов изменять частоту вращения ротора и получать две скорости движения механизма, отличающиеся в 2,5—3 раза.

10. Двигатели внутреннего сгорания

Двигатели внутреннего сгорания широко используют на стреловых самоходных кранах. В этих двигателях топливо, распыленное и смешанное с воздухом, сгорает внутри цилиндров, а выделившиеся при этом газы (продукты сгорания) производят работу, перемещая поршни, расположенные в цилиндрах.

Двигатели внутреннего сгорания подразделяются на карбюраторные и дизельные.

В кранах используют преимущественно дизели четырех- и двухтактные, работающие на тяжелом жидком топливе. *Карбюраторные двигатели*, работающие на бензине, применяют в качестве базовых в автомобильных кранах с механическим приводом. Для тяжелых кранов эти двигатели используют в качестве вспомогательных.

Двухтактные карбюраторные двигатели выпускают сравнительно небольших мощностей и используют при дизелях в качестве пусковых. Пусковой двигатель снабжен маховиком с фрикционной муфтой, редуктором и приводной шестерней, которая сцеплена с зубчатым венцом маховика дизеля. Система охлаждения пускового двигателя общая с системой охлаждения дизеля. Отработанными газами пускового двигателя можно подогреть воздух, засасываемый дизелем в момент его пуска, что особенно важно в зимнее время при низкой температуре наружного воздуха.

Дизельные двигатели по сравнению с карбюраторными имеют следующие преимущества:

- работают на тяжелом топливе, которое дешевле бензина и керосина и менее опасно в пожарном отношении;

- имеют меньший удельный расход топлива;

- просты в эксплуатации;

- постоянную частоту вращения независимо от изменения нагрузки можно поддерживать автоматически с помощью всережимного регулятора, приводимого в действие от шестерни распределительного вала. Регулятор воздействует на насос, подающий необходимое количество топлива в форсунку для впрыскивания в цилиндр.

К недостаткам дизельного двигателя следует отнести: большой удельный вес;

сложность приборов, служащих для подачи топлива в цилиндр (насос, фильтры, форсунки); сложность запуска при низких температурах.

В зимнее время для запуска используют подогреватели, входящие в комплект силового оборудования.

11. Дизель-генераторные установки

Дизель-генераторные установки применяют на самоходных, автомобильных и тракторных кранах, механизмы которых имеют индивидуальные электродвигатели. Чаще всего дизель-генераторные установки выполняют в виде отдельного агрегата, состоящего из дизеля и генератора. Ток, вырабатываемый генераторами, используется для питания электродвигателей крана.

В автомобильных и тракторных кранах привод генератора осуществляется от автомобильного или тракторного двигателя.

В дизель-электрических кранах, работающих на постоянном токе, дизель-генераторные установки оснаща-

14. ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ

Показатель	АД-30-Т/400	ДТ-75-3	У-34А	ДЭА-100
Мощность электростанции, кВт	30	75	100	100
Род тока	Переменный трехфазный			
Частота вращения, мин ⁻¹	1500	1500	1500	1500
Напряжение, В	400	400	400	400
Ток, А	54	135	180	180
Частота, Гц	50	50	50	50
Генератор	ДГФ-82-4Б	ЕСС5-93-4Н	ГСФ-100	ГСФ-100
Дизель	ЯАЗ-М204Г	64Н-12/14	ДС-150АД	ЯМЗ-238
Мощность мотора, кВт	44	85	110	118
Топливо	Дизельное			
Расход топлива, г/ч	220	220	180	180
Габарит, мм:				
длина	2400	2820	2865	2950
высота	960	990	1185	1420
ширина	1270	1420	1570	1570
Масса, кг	2090	2150	2600	2200

ют двумя и более генераторами, привод которых осуществляется от одного дизеля. Кроме того, в этих установках предусматривают привод генераторов от электродвигателя переменного тока, что позволяет питать кран от внешней сети.

В самоходных автомобильных и тракторных кранах, оснащенных дизель-генераторными установками, предусмотрена возможность питания электродвигателей от внешней электросети. Таким образом, они могут работать, получая питание как от собственной дизель-генераторной установки, так и от внешней сети, т. е. привод таких кранов сочетает преимущества многомоторного и группового дизельного привода.

Недостатками дизель-электрического привода являются сравнительно высокая стоимость установки и эксплуатации, большие габариты и вес.

Технические характеристики распространенных на монтаже дизель-электрических агрегатов приведены в табл. 14.

12. Насосы, гидродвигатели, гидроцилиндры

Гидравлический привод грузоподъемных машин состоит из гидравлического насоса, работающего от приводного двигателя, устройств, передающих и регулирующих подачу рабочей жидкости, и гидравлических двигателей.

Каждый механизм грузоподъемной машины с гидроприводом может выполняться с групповым или с индивидуальным приводом. В групповом приводе, который используется преимущественно в машинах малой грузоподъемности, несколько гидродвигателей питаются от одного насоса. Давление жидкости в современных грузоподъемных машинах 6—32 МПа. Увеличение давления позволяет уменьшить габариты привода, но предъявляет более высокие требования к конструкции (прочность, надежность уплотнения).

Гидронасосы характеризуются объемной подачей, развиваемым давлением, полезной мощностью и полным КПД.

Объемная подача — объем жидкости, подаваемой насосом в единицу времени.

Полезная мощность — мощность, сообщаемая насосом подаваемой жидкости и равная произведению давления насоса и его подачи.

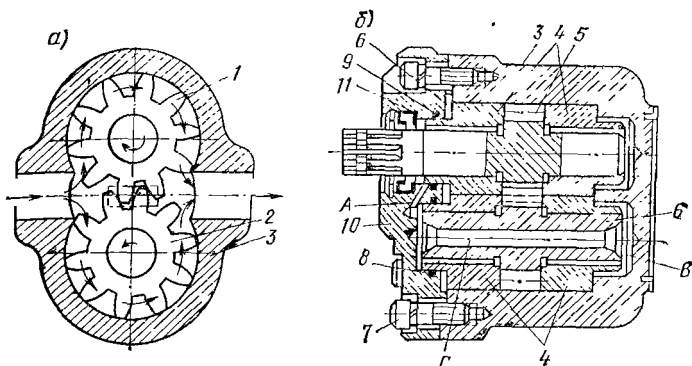


Рис. 35. Шестеренный насос с внешним зацеплением шестерен (а); схема насоса НШ-32 (б)

1, 2 — ведущая и ведомая шестерни; 3 — корпус; 4 — плавающая втулка; 5, 6 — ведущая и ведомая вал-шестерни; 7 — болты; 8, 9 — резиновые кольца; 10 — крышка; 11 — манжетное уплотнение

Полный КПД — отношение полезной мощности к мощности, потребляемой насосом.

В приводе грузоподъемных машин обычно применяют шестеренные и аксиально-поршневые насосы с нерегулируемой подачей. Плавное бесступенчатое регулирование подачи жидкости достигается либо изменением частоты вращения приводящего двигателя, либо дросселированием — изменением величины потока жидкости, подводимой к гидродвигателю.

Шестеренный насос (рис. 35) имеет наиболее простую конструкцию. Ведущая и ведомая шестерни заключены в корпус, имеющий отверстия для подсоединения всасывающей и напорной магистралей. Жидкость от всасывающей полости зубьями шестерен подается к нагнетающей полости. Зубья шестерен, входя в зацепление, препятствуют проникновению жидкости из нагнетающей полости обратно во всасывающую.

Недостатком этого насоса является низкий КПД, вызванный перетеканием части жидкости из напорной полости во всасывающую, особенно при повышении давления.

Чтобы уменьшить радиальное перетекание жидкости, стремятся сделать минимальным зазор между шестернями и корпусом насоса. Для уменьшения торцового перетекания вал-шестерни устанавливают в корпусе на плавающих втулках, которые прижимаются к шестерням под

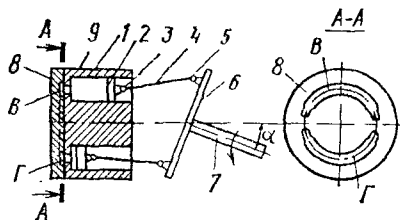
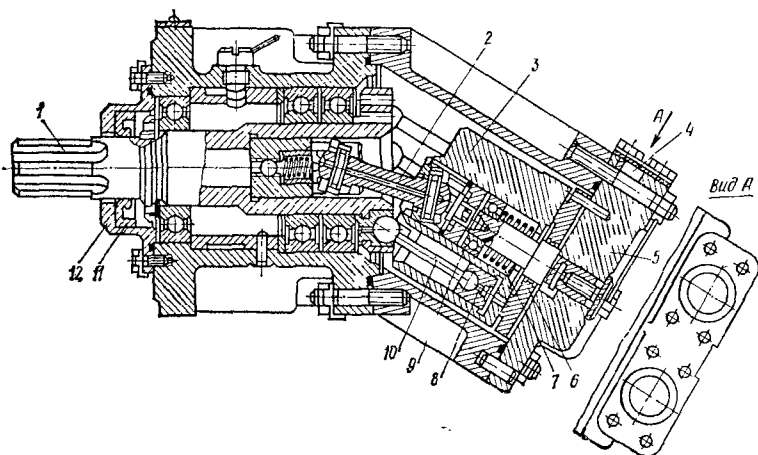


Рис. 36. Аксиально-поршневой регулируемый насос

1 — цилиндр; 2 — поршень; 3, 5 — шарниры; 4 — шток; 6 — диск; 7 — вал; 8 — крышка с пазом; 9 — блок цилиндров

Рис. 37. Аксиально-поршневой нерегулируемый насос с наклонным блоком

1 — приводной вал; 2 — универсальный шарнир; 3 — блок цилиндров; 4 — окна для подвода и отвода жидкости; 5 и 12 — задняя и передняя крышки; 6 — распределительный диск; 7 — пружина; 8 — поршень; 9 — шарикоподшипник; 10 — шток поршня; 11 — манжетное уплотнение

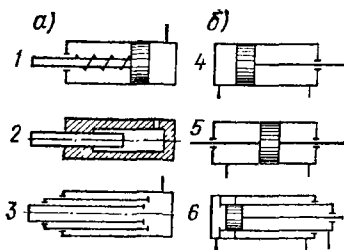


давлением рабочей жидкости, подаваемой в полости Б и В. Поэтому даже при износе торцов шестерен и втулок зазор, а следовательно, и перетекание остаются минимальными. Такой способ уменьшения торцового перетекания называется гидравлической компенсацией торцовых зазоров. Жидкость, просачивающаяся по валам шестерен, поступает через каналы А и Г в полости, соединенные с камерой всасывания.

Эти конструктивные меры позволяют увеличить КПД насоса и удлинить срок его службы.

Аксиально-поршневой насос (рис. 36) имеет высокий КПД, который сохраняется при высоких давлениях, и хорошую компактность. Благодаря наклону оси блока ци-

Рис. 38. Гидроцилиндры одно- (а) и двухстороннего (б) действия
 1 — поршневой; 2 — плунжерный; 3 — плунжерный телескопический; 4 — с односторонним штоком; 5 — с двухсторонним штоком; 6 — телескопический



линдров и оси приводного вала поршни совершают возвратно-поступательные движения. За один оборот каждый поршень совершит один двойной ход (всасывание и нагнетание). Каждый из цилиндров последовательно засасывает рабочую жидкость из полости В, а затем нагнетает ее в полость Г.

Конструкция аксиально-поршневого насоса с нерегулируемой подачей рабочей жидкости показана на рис. 37. Недостатком этих насосов является необходимость в особой тщательной очистке рабочей жидкости, сложности конструкции и недостаточной для подъемно-транспортных машин долговечности основных сборочных единиц.

Гидродвигатели по конструкции аналогичны гидронасосам, т. е. они могут работать как насосы.

Широкое распространение в подъемно-транспортных машинах получили силовые гидроцилиндры, которые значительно проще конструктивно и надежнее в работе. С их помощью осуществляется прямолинейное возвратно-поступательное движение.

Гидроцилиндры (рис. 38) бывают одностороннего действия, в которых шток или плунжер перемещается под нагрузкой от действия рабочей жидкости только в одну сторону (в другую сторону он перемещается под действием внешних сил) или двухстороннего действия (шток и поршень движутся в обоих направлениях под действием рабочей жидкости). В случае необходимости иметь большой ход поршня при малой начальной длине применяют гидроцилиндры с телескопическим штоком. Гидроцилиндры характеризуются внутренним диаметром цилиндра, ходом поршня и рабочим давлением. Конструкция гидравлического цилиндра подъема стрелы гидравлического крана показана на рис. 39.

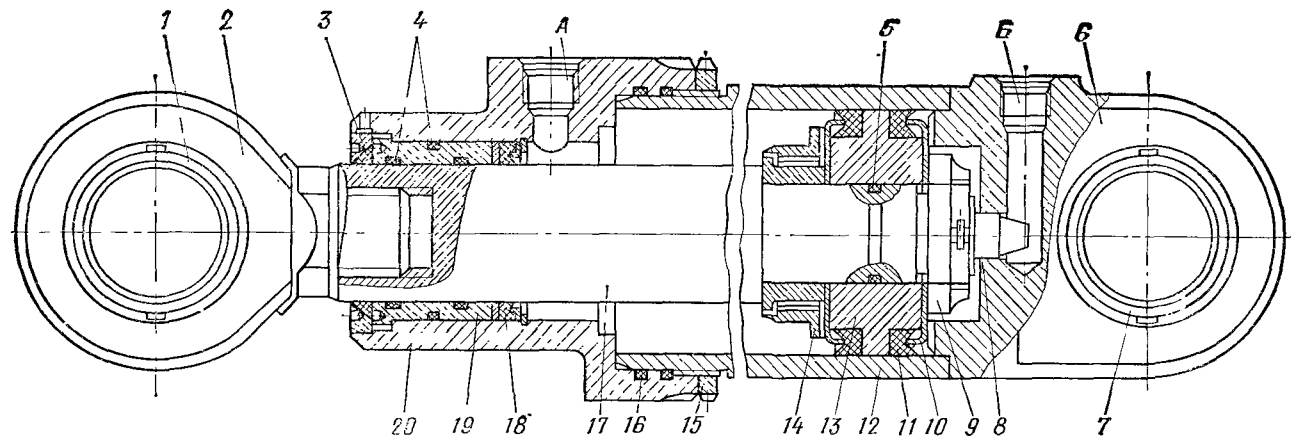


Рис. 39. Гидроцилиндр подъема стрелы гидравлических кранов

1 и 7 — шарнирные подшипники; 2 — проушины; 3 — грязесъемник; 4, 5 и 16 — резиновые кольца; 6 — крышка-проушина; 8 — конец штока; 9 — гайка; 10 — манжетодержатель; 11 — манжетное уплотнение; 12 — гильза; 13 — поршень; 14 — демпфер; 15 — контргайка; 17 — шток; 18 — манжета; 19 — втулка; 20 — крышка

13. Системы управления

Система управления — это комплекс устройств грузо-подъемной машины, предназначенный для передачи и преобразования команд машиниста. Аппаратура управления служит для пуска, перемены направления вращения или передвигения, регулирования скоростей, торможения и остановки, защиты двигателей и механизмов от перегрузок и повреждений, блокировки отдельных механизмов.

По степени автоматизации управление бывает ручным (неавтоматическим), полуавтоматическим и автоматическим.

Применение частичной автоматизации облегчает управление машиной, увеличивает надежность и точность работы, повышает производительность. Обычно в системе управления машиной автоматизируют следующие операции:

- включение, торможение и реверс механизмов;
- защиту механизмов от перегрузки;
- концевое ограничение перемещений;
- блокировку отдельных механизмов;
- защиту систем от перегрузок (предохранительные клапаны, тепловые реле).

По способу преобразования и передачи команд машиниста управление бывает механическим (рычажным), гидравлическим, пневматическим, электрическим или комбинированным (например, электрогидравлическим).

Механическое управление конструктивно наиболее простое — состоит из тяг, рычагов и шарнирных соединений. Оно надежно в эксплуатации и обеспечивает «чувствительность» управления (возможность машиниста чувствовать по усилию на рычаге управления величину усилия, приложенного к механизму).

Существенным недостатком механического управления является невозможность передачи значительных усилий. Кроме того, шарнирные соединения быстро изнашиваются, что ведет к ухудшению качества управления. Поэтому механическое управление используется преимущественно в небольших грузоподъемных машинах.

Гидравлическое безнасосное управление отличается от рычажного тем, что часть рычагов заменена гидравлической системой, состоящей из исполнительного цилиндра, включающего муфту или тормоз,

и командного цилиндра. Оба цилиндра соединены между собой трубкой. Применение гидравлической безнасосной системы дает выигрыш в силе, т. е. позволяет при малом усилии и большом ходе педали или рычага получать большое усилие штока исполнительного цилиндра при малом его ходе и тем самым упрощает рычажную систему (уменьшает количество рычагов и шарниров). Такая система не дает выигрыша в работе.

В гидравлической насосной системе управления к исполнительному цилиндру включения муфт жидкость подается под давлением с помощью насоса, соединенного с ним трубопроводом через золотник управления и аккумулятор. При гидравлическом управлении можно использовать высокое давление, что позволяет применять исполнительные цилиндры малых размеров и компактнее выполнять систему управления.

Гидравлическое управление по сравнению с механическим обеспечивает большую легкость и удобство управления и более высокий КПД. Недостатком этих систем управления является большая сложность конструкции и эксплуатации, необходимость в рабочей жидкости и в ее уплотнении, резкое включение и выключение механизмов.

При пневматическом управлении механизмы включаются сжатым воздухом, подаваемым к исполнительным цилиндрам от компрессора или воздушного баллона через специальный пневмораспределитель и пневмокамеры управления. Это управление применяется в случае, когда на машине имеется система, работающая от сжатого воздуха. Например, тормозная система автомобильных кранов, работающих от воздушных баллонов.

Основным недостатком пневматической системы управления являются большие габариты и малые усилия на рычагах исполнительных цилиндров, так как в системах давление воздуха обычно не превышает 0,6—0,8 МПа. Кроме того, требуется тщательно следить за работоспособностью ее, особенно зимой, когда замерзает конденсат, что выводит из строя всю систему.

Наибольшее распространение получила электрическая система управления, которая, как правило, применяется в грузоподъемных машинах с электрическим или дизель-электрическим многомоторным приводом.

Электрическое управление наиболее полно

удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к системам управления:

высокую надежность, легкость подвода энергии к любому исполнительному органу, компактность и удобство компоновки, малые усилия для включения и выключения механизмов, наличие стандартной аппаратуры и приборов для контроля, регулировки и обеспечения безопасности работы системы, возможность получения в системе управления элементов автоматизации.

Глава IV. ДОМКРАТЫ

14. Общие сведения

Домкратами называют переставные компактные подъемники, которые предназначены для подъема грузов на небольшую высоту. Они нашли широкое применение на монтажных работах при подъемах и выверке как целых сооружений, так и отдельных их частей. Домкрат устанавливают под грузом или сбоку и упирают в него выдвижной частью. Высота рабочего хода домкрата невелика. Подъем груза на высоту, превышающую ход домкрата, производят в несколько приемов. В этом случае под груз подкладывают шпальные клетки. Скорость подъема груза домкратами незначительна.

По конструкции домкраты разделяются на реечные, винтовые и гидравлические.

15. Реечные домкраты

Реечные домкраты (табл. 15) изготавливают грузоподъемностью до 10 т с высотой подъема 0,3—0,4 м и с ручным приводом.

Реечный домкрат (рис. 40) состоит из корпуса, в котором перемещается стальная зубчатая рейка. Верхний конец рейки имеет вращающуюся головку, на которую опирается груз, нижний конец загнут и образует лапу для подъема низкорасположенных грузов. Грузоподъемность на лапе обычно равна половине основной грузоподъемности домкрата.

Рейка поднимается и опускается вращением рукоятки, которая связана с рейкой зубчатыми передачами. Для компактности передачи шестерни выполняются как

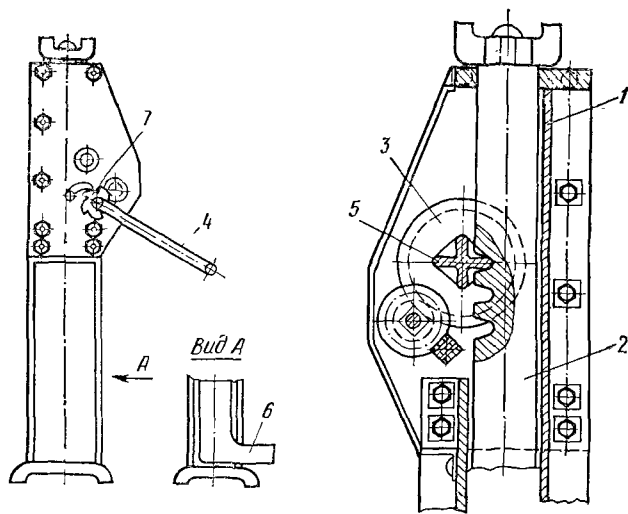


Рис. 40. Реечный домкрат

1 — корпус; 2 — зубчатая рейка; 3, 5 — зубчатые колеса; 4 — рукоятка; 6 — лапа; 7 — храповое колесо

15. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОМКРАТОВ

Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, мм	Высота наименьшая, мм	Масса, кг
Реечные			
3	400	710	27
5	400	724	31,6
10	300	815	62
Винтовые			
3	130	300	6,2
5	235	440	17,5
10	265	480	25,5
15	300	550	38
20	335	615	54,5

одно целое с валами, число зубьев минимальное — четыре. Зубья имеют скорректированный профиль. На приводном валу реечного домкрата заделано храповое колесо, а на корпусе шарнирно — собачка, которая, упираясь в зубья храпового колеса, препятствует опусканию рейки.

Усилие, прикладываемое к рукоятке рабочими при подъеме груза, определяют по формуле

$$P = Gd_{\text{ш}} / (2Ri),$$

где P — усилие на рукоятке (не более 160 кН на одного рабочего), кН; G — вес поднимаемого груза, кН; i — передаточное число зубчатых колес; η — КПД передачи (обычно 0,7); R — плечо рукоятки (не более 40 см), см; $d_{\text{ш}}$ — диаметр начальной окружности шестерни, сцепляемой с рейкой, см.

Скорость подъема груза определяется по формуле

$$v_{\text{гр}} = v_{\text{р}} d_{\text{ш}} / (2Ri),$$

где $v_{\text{гр}}$ — скорость подъема груза, м/с; $v_{\text{р}}$ — скорость вращения рукоятки (не более 1 м/с), м/с.

По Правилам Госгортехнадзора СССР рукоятка домкрата должна иметь грузоупорный тормоз, т. е. быть безопасной (описание безопасной рукоятки приведено в § 19). Это требование связано с конструктивной особенностью реечных домкратов (свободное падение рейки при выведении собачки из зацепления). Поэтому поднимать груз реечным домкратом с откинутой собачкой запрещается.

Реечные домкраты с машинным приводом в строительстве не применяют.

16. Винтовые домкраты

Винтовые домкраты (рис. 41) — табл. 15 изготовляют грузоподъемностью 2—20 т с высотой подъема 0,25—0,35 м.

Винты домкратов имеют трапецидальную или упорную резьбу. Угол подъема резьбы α винтов домкратов должен быть меньше угла трения ρ ($\alpha < \rho$). Этим обеспечивается самоторможение винта и исключается свободный спуск груза. Головка домкрата, упирающаяся в поднимаемый груз, опирается на верхнюю обработанную по сфере часть винта непосредственно или через сферический подпятник. Иногда в головке винтового домкрата устанавливают упорный шарикоподшипник.

В простых винтовых домкратах приводную рукоятку выполняют в виде цилиндрического стержня, вставляемого в отверстие в верхней части винта. Удобнее вращать винт домкрата рукояткой с храповым механизмом — трещоткой.

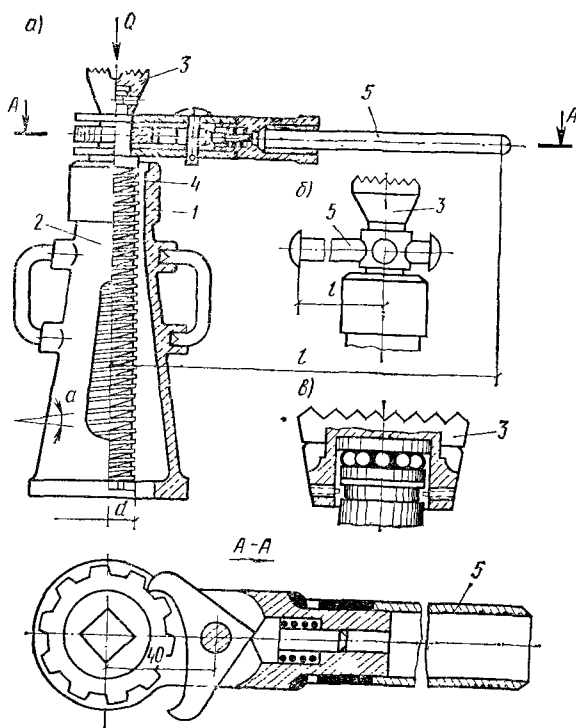


Рис. 41. Винтовой домкрат

a — общий вид; *б* — головка домкрата с цилиндрической рукояткой; *в* — головка домкрата с шарикоподшипником; *1* — корпус; *2* — винт; *3* — головка; *4* — гайка; *5* — рукоятка

Усилие, которое необходимо приложить к рукоятке винта при подъеме груза, определяют по формуле

$$P = G d_{\text{ср}} \operatorname{tg} (\alpha + \rho) K_2 / (2l),$$

где P — усилие на рукоятке, кН; G — вес поднимаемого груза, кН; l — длина рукоятки (плечо), см; $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр резьбы, см; α — угол подъема винтовой линии ($\operatorname{tg} \alpha = t / \pi d_{\text{ср}}$, t — шаг резьбы в см), град; ρ — угол трения ($\operatorname{tg} \rho = \mu$, μ — коэффициент трения в резьбе винта и гайки), град; K_2 — коэффициент, учитывающий сопротивление вращению винта в головке (для головки с подпятником скольжения $K_2 = 1,4$ — $1,6$).

При опускании груза

$$P = G d_{\text{ср}} \operatorname{tg} (\rho - \alpha) K_2 / (2l)$$

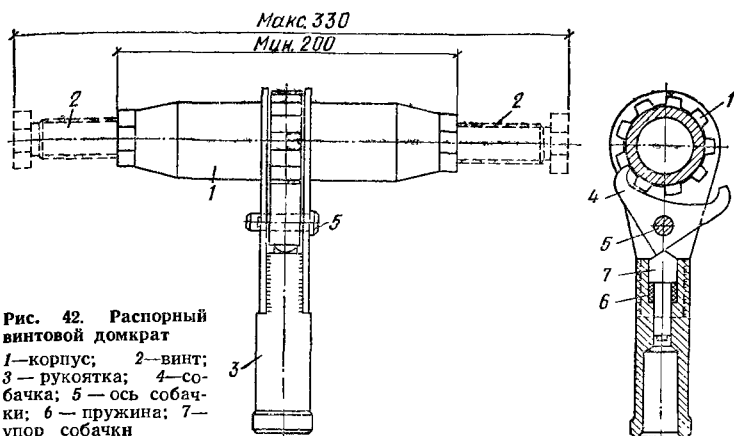


Рис. 42. Распорный винтовой домкрат

1—корпус; 2—винт;
3—рукоятка; 4—собачка; 5—ось собачки; 6—пружина; 7—упор собачки

Винт изготавливается из сталей марок Ст5, 30, 40, а гайка — из антифрикционного чугуна или бронзы ($\mu = 0,1-0,15$; $\rho = 6^\circ$).

При работе в стесненных условиях и при правке элементов конструкций применяют распорные винтовые домкраты грузоподъемностью до 3 т (рис. 42).

Кроме винтовых домкратов общего назначения в монтажных грузоподъемных машинах применяют винтовые подъемники с машинным приводом. Грузоподъемность таких подъемников достигает 200 т, а высота подъема 6,5 м. Так, в башенном кране КП-10 применен винтовой подъемник грузоподъемностью 110 т с высотой подъема 6,5 м. С помощью этого механизма производят подъем и опускание башни при монтаже и демонтаже крана.

17. Гидравлические домкраты

Гидравлический домкрат состоит из цилиндра с поршнем (толкателем), насоса и камеры для жидкости. При ручном приводе насоса все сборочные единицы домкрата соединены в один блок (рис. 43).

В камере находится поршневой насос, приводимый в поступательное движение рычажным устройством. Жидкость засасывается через клапаны в рабочий цилиндр и производит подъем поршня (груза). Для опускания поршня (груза) имеется канал, соединяющий полость рабочего цилиндра с камерой насоса. Канал перекрывается

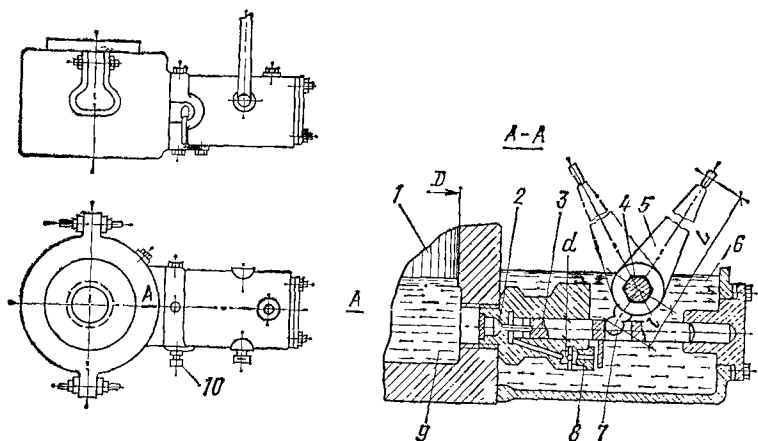


Рис. 43. Гидравлический домкрат

1 — поршень; 2, 8, 10 — клапаны; 3 — поршневой насос; 4, 5, 7 — рычаги; 6 — камера; 9 — рабочий цилиндр

винтовым спускным золотником (клапаном). Скорость опускания поднятого груза регулируется золотником в широких пределах. Чтобы обеспечить уплотнение, на поршне имеется манжета. На корпусе домкрата установлен манометр, показывающий давление жидкости. В качестве рабочей жидкости используют минеральное масло или незамерзающую смесь.

Гидравлические домкраты при сравнительно небольших габаритах и массе имеют грузоподъемность 50—200 т и более, что обеспечивает их широкое применение на установочных операциях при монтаже строительных конструкций и промышленного оборудования (табл. 16). Высота подъема гидравлических домкратов 0,15—0,2 м.

Усилие, развиваемое домкратом, определяют по формуле

$$G = P\pi D^2/4,$$

где P — давление жидкости, Па; D — диаметр поршня, м.

По закону сообщающихся сосудов удельное давление жидкости в камерах цилиндра и насоса одинаковое и передается во все стороны. Усилие, развиваемое цилиндром домкрата, во столько раз больше усилия, развиваемого плунжером (поршнем) насоса, во сколько раз площадь цилиндра домкрата больше площади плунжера

16. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ДОМКРАТОВ

Марка	Грузо-подъемность, т	Высота подъема, мм	Высота домкрата наименьшая, мм	Наибольшее давление жидкости, МПа	Масса, кг
-------	----------------------	--------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------

С ручным приводом

ДГО-20	20	90	170	39	20
—	25	200	365	49	25
ДГО-50	50	100	220	40	63
ДГО-100	100	155	285	48	125
ДГО-200	200	155	304	40	209

Работающие от отдельного насоса

МДГ-10	10	75	185	39	6
МДГА-25	25	75	195	39	9,8
МДГА-50	50	100	280	39	19,6
МДГ-100	100	155	368	39	78
МДГ-200	200	155	400	39	186

насоса. Исходя из этого, усилие, прилагаемое рабочим к рукоятке насоса, определяют по формуле

$$P=G(l/L)(d^2/(D^2\eta)),$$

где P — усилие, создаваемое рабочим, Н; l/L — отношение плеч рычажного устройства привода насоса (см. рис. 43); d — диаметр плунжера (поршня) насоса, м; $\eta \approx 0,8$ — КПД домкрата; D — диаметр цилиндра, м.

При подъеме и передвижении крупногабаритных сооружений применяют батарею домкратов, а иногда и несколько синхронно работающих батарей с питанием жидкостью от одного насоса с электроприводом.

В практике находят применение гидравлические домкраты непрерывного действия (рис. 44). В этих домкратах подвижным является цилиндр, а неподвижным поршень. На рис. 44 показаны последовательные (I—VI) положения частей домкрата и установка под них прокладок при подъеме груза на высоту, превышающую номинальную высоту подъема домкрата.

При эксплуатации гидравлических домкратов необходимо выполнять следующие требования:

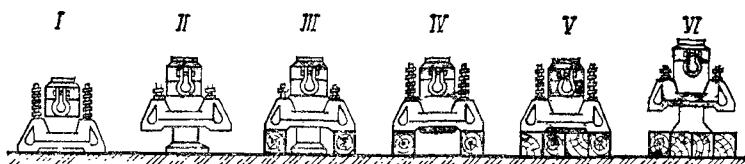


Рис. 44. Последовательные положения частей гидравлического домкрата непрерывного действия (I—VI)

домкраты следует устанавливать на плотное основание, чтобы при подъеме избежать просадки домкрата и перекоса, вызывающего заедание поршня;

под поднимаемый груз, а также под основные корпуса домкрата необходимо укладывать деревянные прокладки, чтобы при возможных неточностях установки корпуса домкрата или поднимаемого груза избежать перекоса поршня;

поднимать поршень домкрата на высоту, большую, чем указано в паспорте, запрещается, так как рабочая жидкость может порвать манжету и вывести домкрат из строя;

для предотвращения аварии при внезапном оседании домкрата или прорыве манжеты между неподвижной частью домкрата и уширенным буртиком сверху поршня следует укладывать прокладки (полукольца);

заливать жидкость в домкрат можно только через сетчатые фильтры;

домкраты могут обслуживаться только рабочими, хорошо изучившими их конструкцию и правила эксплуатации;

работать домкратом без манометра или с неисправным манометром не разрешается;

перед работой плунжерный насос следует промыть, а манжеты смазать салом.

Кроме гидравлических домкратов общего назначения применяют специальные гидравлические домкраты (грузоподъемностью 170 т) с высотой подъема 0,7 м. Гидравлические домкраты применяют в ленточных и других подъемниках.

18. Общие сведения

Лебедка — механизм, тяговое усилие которого передается посредством гибкого элемента (канат, цепь), наматывающегося на барабан или другой тяговый орган.

Барабан представляет собой цилиндр с дисками (ребордами) по краям. *Передачи лебедок* — обычно зубчатые, иногда червячные. Они обеспечивают увеличение вращающего момента на барабане против вращающего момента на приводном валу за счет уменьшения скорости его вращения.

Лебедки широко применяют для подъема или перемещения различных грузов при производстве монтажных и погрузочных работ. Их используют и как самостоятельные механизмы, и как составные части более сложных подъемных машин (крана, подъемника).

Лебедки могут быть с ручным и машинным приводом.

По назначению различают лебедки подъемные, применяемые для подъема груза и изменения вылета стрел; тяговые, используемые для перемещения грузовых тележек; поворотные, применяемые для вращения кранов;

по грузовому — канатные и цепные;

по способу установки — стационарные и передвижные;

по числу барабанов — одно-, двух- и трехбарабанные.

Лебедки снабжают гладкими или нарезными по винтовой линии барабанами, устанавливаемыми, как правило, горизонтально. Лебедки с вертикальным расположением барабанов называются шпильевыми.

Основными параметрами лебедки являются: тяговое усилие, Н или кН; скорость наматывания каната (цепи), м/с; канатоемкость барабана (длина каната, наматываемого на барабан), м.

19. Лебедки с ручным приводом

Лебедки с ручным приводом применяют в тех случаях, когда операции подъема или перемещения грузов совершаются редко, и скорость процесса не имеет существенного значения.

По способу установки лебедки с ручным приводом делятся на напольные и настенные (табл. 17, 18). Для напольных лебедок (ГОСТ 7014—74) установлен следу-

17. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНЫХ НАПОЛЬНЫХ ЛЕБЕДОК

Показатель	Т-68Б	Т-69В	Т-102Б	Т-78Б
Тяговое усилие, кН:				
1-я скорость	12,5	32	50	80
2-я скорость	12,5	18	30	47,5
Диаметр каната, мм	11	16,5	21	27,5
Канатоемкость, м	100	100	150	200
Число слоев навивки каната	6	6	6	6
Диаметр барабана, мм	110	160	250	330
Число обслуживающих рабочих:				
1-я скорость	1	4	4	4
2-я скорость	2	4	4	4
Длина, мм	500	640	900	1250
Ширина без рукояток, мм	655	700	930	1135
Высота, мм	740	875	865	1060
Масса, кг	140	220	460	810

18. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСТЕННОЙ ЛЕБЕДКИ

Тяговое усилие	5 кН
Диаметр каната	7,7 мм
Канатоемкость	22 м
Число слоев навивки каната	2
Скорость навивки каната	1,01 — 0,013 м/с
Усилие на рукоятке	100 Н
Диаметр барабана	150 мм
Длина барабана	196 мм
Габарит	594×570×309 мм
Масса	37 кг

ющий ряд тяговых усилий: 12,5; 32, 50 и 80 кН. Тяговые усилия настенных лебедок 2,5 и 5 кН.

Лебедки с ручным приводом (рис. 45) состоят из нескольких пар (в зависимости от тягового усилия) цилиндрических зубчатых колес и барабана для наматывания каната. В настенных и специальных лебедках иногда для уменьшения размеров применяют червячные передачи.

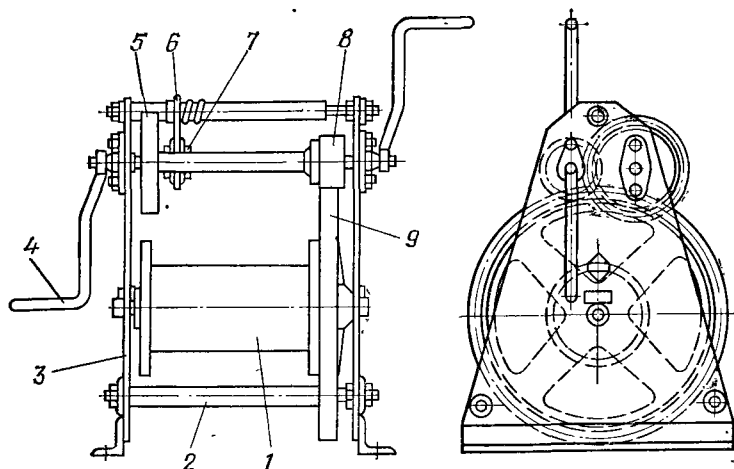


Рис. 45. Ручная лебедка

1 — барабан; 2 — стяжка; 3 — щека; 4 — рукоятка; 5, 8, 9 — зубчатые колеса; 6 — собачка; 7 — храповое колесо

Вращение рукоятки приводного вала лебедки передается через зубчатые колеса к барабану, на который наматывается стальной канат, присоединенный к грузу. Скорость навивки каната на барабан v_k зависит от передаточного числа лебедки i , диаметра D , плеча рукоятки R и определяют по формуле

$$v_k = v_p D / (2Ri),$$

где v_p — средняя скорость движения руки рабочего на рукоятке (не более 1 м/с), м/с; D — диаметр барабана, см; R — плечо рукоятки, см; i — передаточное число лебедки.

Общее передаточное число привода равно произведению передаточных чисел отдельных пар: $i_0 = i_1, i_2, \dots, i_n$.

Передаточное число одной пары зубчатых колес равно отношению числа зубьев зубчатого колеса z_k к числу зубьев шестерни $z_{ш}$: $i = z_k / z_{ш}$.

Передаточное число червячной передачи равно отношению числа зубьев червячного колеса z_k к числу заходов червяка $z_{ч}$: $i = z_k / z_{ч}$.

Необходимое общее передаточное число i_0 привода лебедки по заданному тяговому усилию определяют по формуле

$$i_0 = SD_{ср} / (2PRm\varphi_0),$$

где S — тяговое усилие лебедки, Н; $D_{ср}$ — средний диаметр навивки каната, см; P — усилие на рукоятке, развиваемое одним рабочим,

H ; R — плечо рукоятки (не более 40 см), см; m — число рабочих; φ — коэффициент, учитывающий одновременность использования усилий всех рабочих (для двух рабочих $\varphi=0,8$; для четырех рабочих $\varphi=0,7$); η_0 — коэффициент полезного действия лебедки: $\eta_0 = \eta_6 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n$; здесь η_6 — коэффициент полезного действия барабана (на подшипниках скольжения $\eta_6=0,96$; на подшипниках качения $\eta_6=0,98$); $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ — коэффициенты полезного действия передачи (табл. 19).

19. ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ЛЕБЕДОК

<i>Передача</i>	<i>Для валов на опорах скольже- ния (на опорах качения)</i>
С фрезерованными зубьями, открытая	0,93 (0,95)
То же, в масляной ванне	0,95 (0,97)
Со шлифованными зубьями, в масляной ванне	0,98 (0,99)

Обычно передаточное число одной пары зубчатых колес лебедки с ручным приводом не назначается больше 8—9; минимальное число зубьев принимается 10—12. В лебедках с двумя и более парами зубчатых колес для ускорения подъема грузов, вес которых значительно меньше номинального, скорость изменяют путем переключения зубчатых колес. Переключающие механизмы (переборы) должны предотвращать самопроизвольное осевое перемещение или расцепление зубчатых колес.

Зубчатые колеса в лебедках с ручным приводом выполняют из серого чугуна. Они могут быть необработанными или фрезерованными; последние обеспечивают более высокий КПД привода и поэтому широко применяются.

Расчет зубчатых колес производится только на изгиб зубьев с обязательным обеспечением запаса прочности в материале не менее:

относительно предела прочности при изгибе для литых чугунных колес — 6;

относительно предела текучести для кованных стальных колес — 2; для литых стальных колес — 2,5; для бронзовых колес — 4.

Валы и оси лебедок с ручным приводом изготавливают из стали марок 35 и 45 и рассчитывают: валы — на совместное действие изгиба и кручения, оси — на изгиб. Запас прочности в материале валов и осей должен быть не менее 1,75 относительно предела текучести. Подшипники валов выполняют в виде фланцевых розеток с чу-

гунными (реже бронзовыми) втулками, удельное давление в которых не должно превышать 3 МПа.

Подшипники монтируют в станине, состоящей из двух стальных щитов, жестко соединенных между собой распорными связями. Приводной вал с рукояткой устанавливают на высоте 900—1100 мм над уровнем пола.

Каждая лебедка с ручным приводом снабжена автоматическим тормозом (рис. 46), обеспечивающим торможение барабана при спуске груза, а также мгновенную остановку его при внезапном освобождении рукоятки. Чаще всего применяют винтовые тормоза с храповиком. На тормозном валу (обычно приводном) неподвижно заклинен тормозной диск, по нарезной части вала перемещается гайка, выполненная заодно с приводной шестерней и вторым тормозным диском. Между тормозными дисками свободно на валу насажено храповое колесо. Направление резьбы обеспечивает положение, когда при вращении тормозного вала в сторону подъема его крутящий момент производит сближение тормозных дисков, между которыми зажимается храповое колесо. При этом собачка свободно скользит по зубьям храпового колеса и вращению не препятствует.

После прекращения подъема или случайного освобождения рукоятки лебедки собачка, упираясь в зубья храпового колеса, зажатого тормозными дисками, стопорит тормозной вал, и вращение его под действием груза исключается.

Опускают груз принудительным вращением рукоятки в обратную сторону. При этом гайка с шестерней и тормозным диском перемещается по нарезной части вала и отходит от храпового колеса. Давление между боковыми поверхностями тормозных дисков и храпового колеса становится недостаточным для торможения, и груз опускается. Опускание груза будет происходить до тех пор, пока угловая скорость диска 4 под влиянием ускоренного движения груза не станет равной угловой скорости диска 2, тогда снова произойдет сближение дисков и замыкание тормоза. При дальнейшем принудительном вращении тормозного вала вновь произойдет размыкание тормоза и опускание груза. В результате последовательных перемещений тормозного диска 4 опускание груза будет происходить с переменной скоростью (без заметных толчков), среднее значение которой соответствует средней скорости вала (рукоятки). Для обеспечения бо-

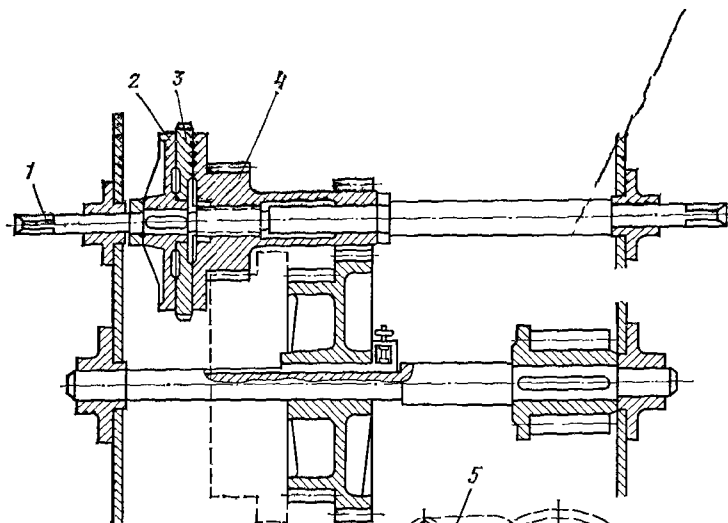


Рис. 46. Зубчатые колеса ручной лебедки, переключаемые для изменения скорости намотки каната, и автоматически действующий тормоз с храповиком

1 — тормозной вал; 2 — тормозной диск; 3 — храповое колесо; 4 — гайка с шестерней и тормозным диском; 5 — собачка

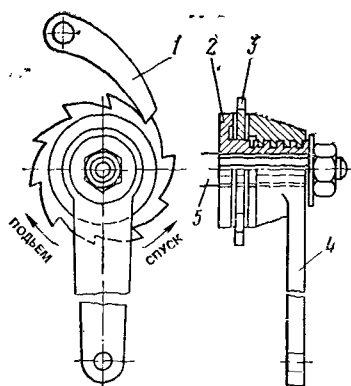
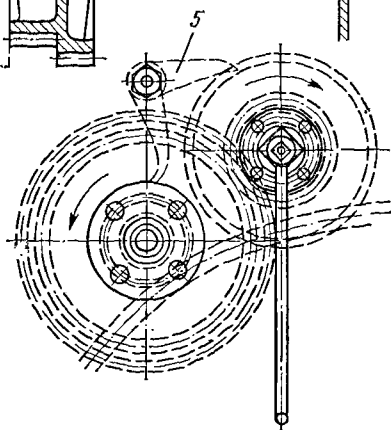


Рис. 47. Безопасная рукоятка

1 — собачка; 2 — втулка с резьбой и тормозным диском; 3 — храповое колесо; 4 — рукоятка с гайкой; 5 — приводной вал

лее плавного торможения при спуске величина угла подъема в резьбе вала назначается больше, чем удвоенная величина угла трения между гайкой и валом.

Приводы ручных лебедок с небольшими тяговыми усилиями 5 кН снабжают безопасными рукоятками (рис. 47), работающими по тому же принципу, что и рассмотренный выше винтовой тормоз с храповиком (см. рис. 46). На приводном валу лебедки заклинена на шпонке втулка с резьбой и тормозным диском. На резьбе накручена гайка, соединенная с рукояткой. На втулке между торцами тормозного диска и гайки свободно насажено храповое колесо, с зубьями которого сцепляется собачка, укрепленная на станине лебедки. При вращении рукоятки в сторону подъема (по часовой стрелке) гайка перемещается по резьбе втулки и своим торцом прижимается к тормозному диску, зажимая храповое колесо. Вращающий момент при этом передается через втулку на приводной вал. После прекращения подъема собачка стопорит храповое колесо, зажатое между тормозным диском и гайкой, и препятствует вращению приводного вала под действием груза.

Спуск груза достигается обратным (против часовой стрелки) вращением рукоятки, при котором гайка отойдет от тормозного диска, освобождая храповое колесо, и втулка с приводным валом под действием грузового момента повернется в направлении опускания груза на угол, равный углу поворота рукоятки.

На некоторых лебедках, снабженных храповыми остановками, применяют управляемые ленточные тормоза открытого типа, которыми пользуются при свободном опускании груза для регулирования скорости спуска.

При эксплуатации лебедок, оборудованных грузопорными винтовыми тормозами, следует учитывать, что они рассчитаны на определенное направление вращения барабана при наматывании каната.

Если канат закреплен на барабане так, что направление вращения барабана для его наматывания обратно направлению, на которое рассчитана лебедка, тормоз лебедки будет бездействовать. Работа лебедкой при таком креплении каната на барабане не допускается.

Подход каната к барабану лебедок с ручным приводом предусмотрен, как правило, снизу. Во время работы необходимо закреплять лебедки, чтобы предотвратить их перемещение.

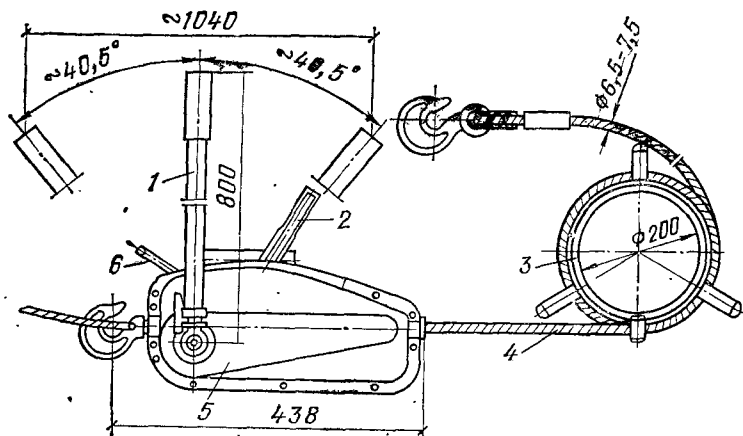


Рис. 48. Ручная рычажная лебедка с тяговым усилием 7,5 кН

1 — съемный рычаг переднего хода; 2 — рычаг обратного хода; 3 — обойма; 4 — канат; 5 — тяговый механизм; 6 — оттяжка

20. Ручные рычажные лебедки

Ручные рычажные лебедки (табл. 20) изготовляют с тяговым усилием 5—50 кН. Они широко применяются при малой механизации строительно-монтажных, погружно-разгрузочных, ремонтных и других работ.

20. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНЫХ РЫЧАЖНЫХ ЛЕБЕДОК

Показатель	Тяговое усилие, кН		
	7,5	15	30
Подача каната за один ход рычага, мм	35	35	35
Наибольшее усилие на рычаге, Н	250	350	350
Диаметр каната, мм	7,5	13	16,5
Масса лебедки без каната, кг	9	17,8	25,9
То же, с канатом, кг	17	31,8	54,5

Лебедка состоит из тягового механизма (рис. 48), съемного рычага переднего хода, каната с крюком на конце, обоймы для каната, рычага обратного хода и оттяжки для заправки каната (открывает сжимы тягового механизма). Длина каната на лебедке 20 м. Для

удобства переноса лебедки на ее корпусе предусмотрена ручка.

Работа тягового механизма лебедки заключается в протягивании каната сжимами захватов, которые попеременно зажимают канат при качении рычага.

При эксплуатации лебедки тяговый механизм с помощью чалочного каната или непосредственно крюком крепят к якорю или к опоре. Для перемещения или подъема груза съемную рукоятку надевают на рычаг переднего (заднего) хода и производят ею плавные колебательные движения. При этом передний и задний захваты будут перемещаться в противоположных направлениях, поочередно подтягивая канат. Для ослабления каната при опускании груза следует работать рукояткой обратного хода, надев на нее съемный рычаг. После освобождения каната от натяжения и крюка от груза надо оттянуть оттяжку и зафиксировать ее на корпусе. Тогда зажимы раскроются и канат можно будет свободно протянуть через тяговый механизм в нужную сторону.

21. Лебедки с машинным приводом

В качестве привода на лебедках, используемых как самостоятельные механизмы, обычно применяют электродвигатели переменного тока. На лебедках, устанавливаемых на подъемных машинах, применяют электродвигатели переменного и постоянного тока и гидропривод.

Гидравлический привод применяется на полногидравлических кранах, в которых все механизмы работают от центральной насосной станции.

Привод на постоянном токе, так же как и гидропривод, позволяет осуществлять плавное регулирование скоростей: от малых (посадочных) скоростей при подъеме тяжелых грузов до больших скоростей холостых движений.

Обычный привод с электродвигателем переменного тока имеет одну рабочую скорость. Для получения посадочной скорости широко применяют лебедки с двумя электродвигателями, соединенными дифференциалом.

На монтаже преимущественно применяют лебедки с электродвигателями на переменном токе. Это связано с тем, что стоимость гидропривода и привода на постоянном токе в 5...7 раз дороже привода на переменном токе; масса привода на постоянном токе в 2...2,5 раза больше массы привода на переменном токе; срок служ-

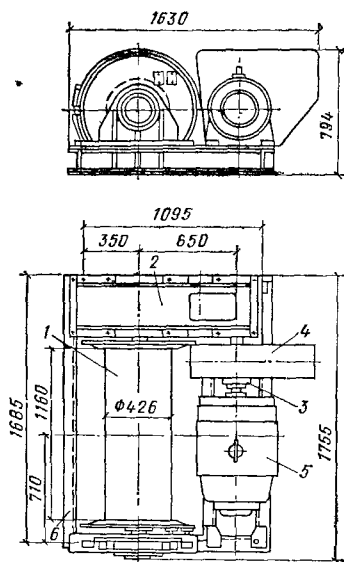


Рис. 49. Электрическая грузоподъемная лебедка с тяговым усилием 50 кН

1 — барабан; 2 — редуктор; 3 — муфта; 4 — тормоз; 5 — электродвигатель; 6 — рама

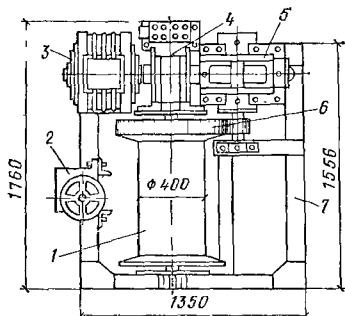
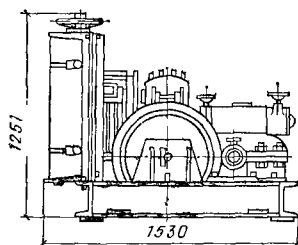


Рис. 50. Электрическая грузоподъемная лебедка с тяговым усилием 50 кН с червячным редуктором и открытой зубчатой передачей

1 — барабан; 2 — контроллер; 3 — электродвигатель; 4 — тормоз; 5 — редуктор; 6 — зубчатое колесо; 7 — рама

бы основных элементов гидроаппаратуры в 2 ... 2,5 раза меньше срока службы лебедки и крана, на котором установлена лебедка.

По способу передачи вращения от вала двигателя на барабан лебедки разделяются на *реверсивные* (*редукторные*), у которых барабан связан с валом двигателя постоянной кинематической связью (зубчатыми колесами редуктора), а груз может спускаться только принудительно (вращением вала двигателя в обратную сторону), и *фрикционные*, у которых включение барабана на подъем осуществляется с помощью фрикционной муфты включения или разъемной передачи. В последнем случае опускание груза производится при барабане, отключенном от привода, и скорость спуска регулируется ленточным тормозом.

Наиболее распространены реверсивные лебедки, применяемые для оборудования строительно-монтажных кранов и других подъемных устройств.

Спуск грузов на таких лебедках производится принудительно (электродвигателем) приблизительно с той же скоростью, что и подъем. Направление вращения барабана изменяется при изменении направления вращения (реверсированием) вала электродвигателя.

Электролебедки оборудуются автоматически действующими тормозами закрытого типа, в которых растормаживание происходит под действием электромагнита или гидротолкателя. Передача вращения от электродвигателя к барабану осуществляется зубчатыми и червячными передачами.

Электролебедки различных типов показаны на рис. 49—51.

Наиболее распространены электролебедки с цилиндрическими зубчатыми передачами — редукторные (см. рис. 51), состоящие из барабана, зубчатого цилиндрического редуктора, соединительной эластичной или зубчато-подвижной муфты с тормозным диском, тормоза закрытого типа, электродвигателя и рамы.

Одним из наиболее ответственных узлов, обеспечивающих безопасность работы электролебедки, является тормоз. Он обеспечивает остановку груза или механизма и удержание его в неподвижном положении. Тормоз устанавливается преимущественно на приводном валу механизма. Такое размещение тормоза дает возможность снизить усилия, необходимые для работы, так как при этом снижается величина потребного тормозного момента.

Величина тормозного момента, развиваемого тормозом, должна обеспечивать торможение с определенным коэффициентом запаса торможения. Коэффициентом запаса торможения называется отношение момента, создаваемого тормозом, к статическому крутящему моменту на тормозном валу, определяемому с учетом потерь.

Коэффициенты запаса торможения регламентируются Правилами Госгортехнадзора.

<i>Привод механизма</i>	<i>Коэффициент запаса торможения</i>
Ручной	1,5
Машинный;	
легкий режим	1,5
средний "	1,75
тяжелый "	2
весьма тяжелый режим	2,5

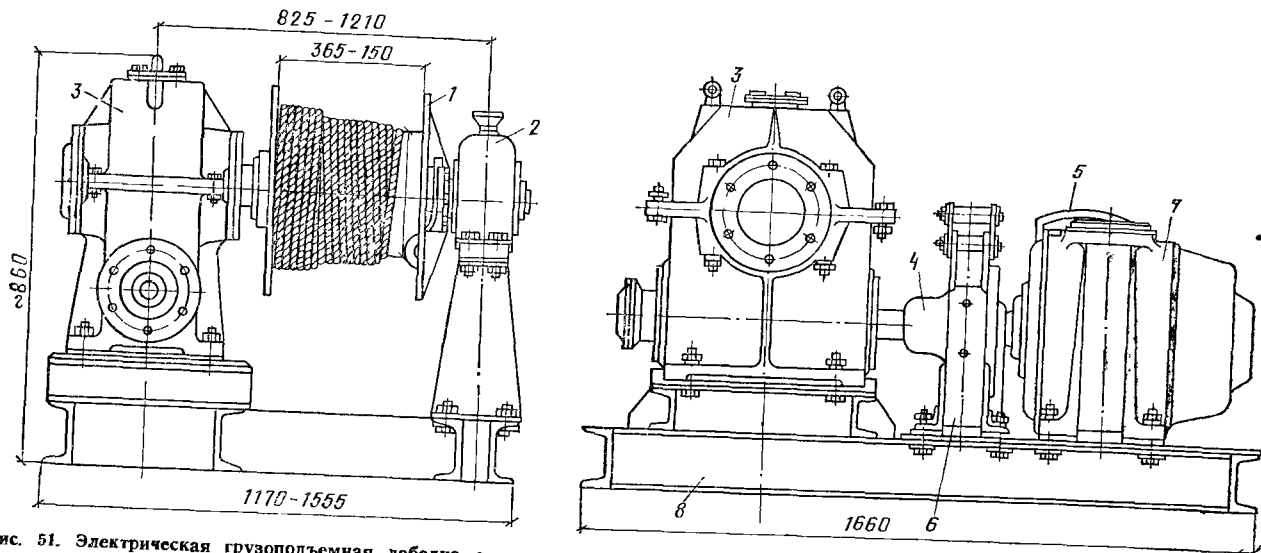


Рис. 51. Электрическая грузоподъемная лебедка с тяговым усилием 20 кН с червячным редуктором
 1 — барабан; 2 — подшипник; 3 — червячный редуктор; 4 — эластичная муфта; 5 — электромагнит; 6 — тормоз; 7 — электродвига-
 тель; 8 — рама

В электролебедках преимущественно применяются двухколодочные, нормально замкнутые автоматически действующие тормоза.

На рис. 52 показан двухколодочный тормоз с электромагнитом. Замыкание колодок в этом тормозе происходит под действием сжатой пружины 5 на рычаги колодок через тягу и шток. При включении электродвигателя электромагнит, закрепленный на рычаге, своим якорем давит на шток, при этом пружина 5 сжимается, рычаг 9 под действием веса электромагнита, а рычаг 2 под действием пружины 3 с колодками отходят от тормозного диска. Зазор между колодками и тормозным диском регулируется изменением длины штока (перемещением гаек по винту). Рукояткой производится растормаживание. Болт служит для регулировки равномерности отхода колодок.

На рис. 53 показан двухколодочный тормоз с гидротолкателем типа ТКГ: ТК — тормоз колодочный; Г — с гидротолкателем. После этих букв ставится число, обозначающее диаметр тормозного шкива в мм. Такой тормоз нашел наибольшее применение в электролебедках. Принцип действия его аналогичен принципу действия тормоза с электромагнитом, только вместо электромагнита растормаживание тормоза производится электрогидротолкателем. Тормоза с гидротолкателем отличаются плавностью торможения.

Промышленность выпускает шесть типоразмеров тормозов типа ТКГ, которые отличаются величиной максимального тормозного момента и диаметром тормозного шкива (табл. 21).

На рабочих поверхностях тормозных колодок крепят тормозную асбестовую ленту. Ее износ не должен превышать 30 % первоначальной толщины. Головки заклепок, закрепляющие тормозную ленту, должны быть утоплены в нее на 1,5—2 мм, чтобы по мере износа ленты они не касались тормозного диска. Тормозные колодки и диски выполняют литыми из серого чугуна или стали. Тормозной диск не должен нагреваться более 200 °С. Рабочая поверхность тормозного диска должна быть чистой, глубина задигов не более 0,3 мм. Пружины изготовляют из углеродистой стали, напряжение в них не должно превышать 600 МПа.

Барабаны электролебедок обычно изготовляют литыми из серого чугуна или сварными из трубы и листов.

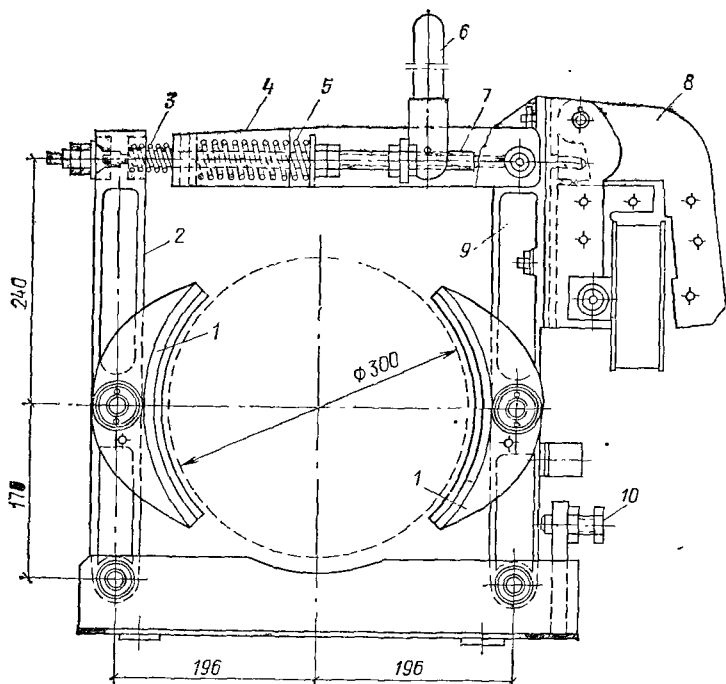


Рис. 52. Двухколодочный пружинный тормоз с электромагнитом

1 — тормозная колодка; 2, 9 — рычаги колодок; 3, 5 — пружины; 4 — тяга; 6 — рукоятка; 7 — шток; 8 — электромагнит; 10 — регулировочный болт

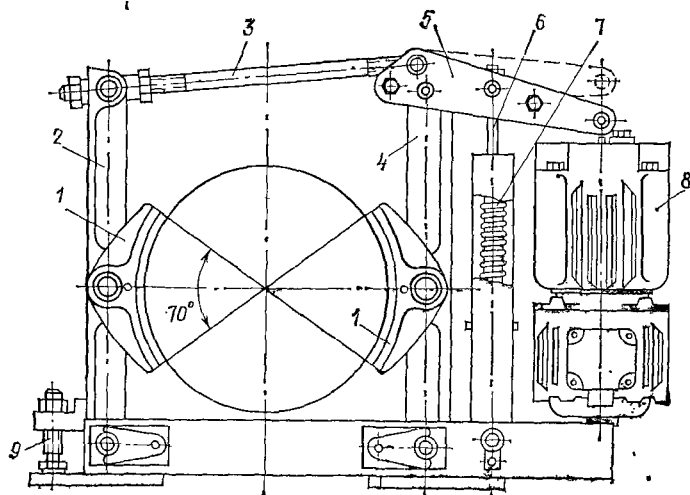


Рис. 53. Двухколодочный тормоз с гидротолкателем

1 — тормозная колодка; 2, 4 — рычаги колодок; 3 — тяга; 5 — рычаг; 6 — шток; 7 — пружина; 8 — электрогидравлический толкатель; 9 — регулировочный винт

21. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОРМОЗОВ ТИПА ТКГ

	ТКГ-160	ТКГ-200	ТКГ-50	ТКГ-300	ТКГ-400	ТКГ-500
Диаметр тормозного шкива, мм	160	200	250	300	400	500
Максимальный тормозной момент, Н·м	1	2,5	4	8	16	25
Усилие гидротолкателя, Н	160	250	250	500	800	800
Максимальный ход штока гидротолкателя, мм	25	32	32	50	50	50
Масса тормоза, кг	25	35	45	100	150	215

Примечание. В тормозах должна быть обеспечена регулировка тормозного момента в диапазоне от 100 до 50 % максимального тормозного момента.

Рабочие поверхности — гладкие, рассчитанные на многослойную навивку каната, или с ручьями, нарезанными по винтовой линии. Барабаны по концам снабжают ребрами, высота которых должна превышать последний слой навивки на 2 диаметра наматываемого каната. Канат хорошо укладывается на барабан с ручьями и поэтому подвергается меньшему износу.

Крепление каната на барабане осуществляется прижимными планками или клиновым зажимом. Крепление каната прижимными планками показано на рис. 54, а, б. Крепление каната клиновыми зажимами на рис. 54, в и рис. 55.

Крепление каната одним клином (рис. 55, а) в плоском сужающемся отверстии, выполненном в теле барабана, обеспечивает зажим каната между внутренними поверхностями отверстия в барабане и клином.

На рис. 55, б показано крепление каната двумя клиньями. Конец каната пропускают последовательно через оба отверстия, а затем забивают клинья. При этом вначале забивают клин 2, расположенный ближе к концу каната, а после натяжения каната — клин 4. Если установить сначала клин 4, то при забивании клина 2 участок каната между клиньями ослабеет и канат будет удерживаться только одним клином. Надежность крепления обеспечивается при условии, если на барабане находится не менее двух витков каната, поэтому необхо-

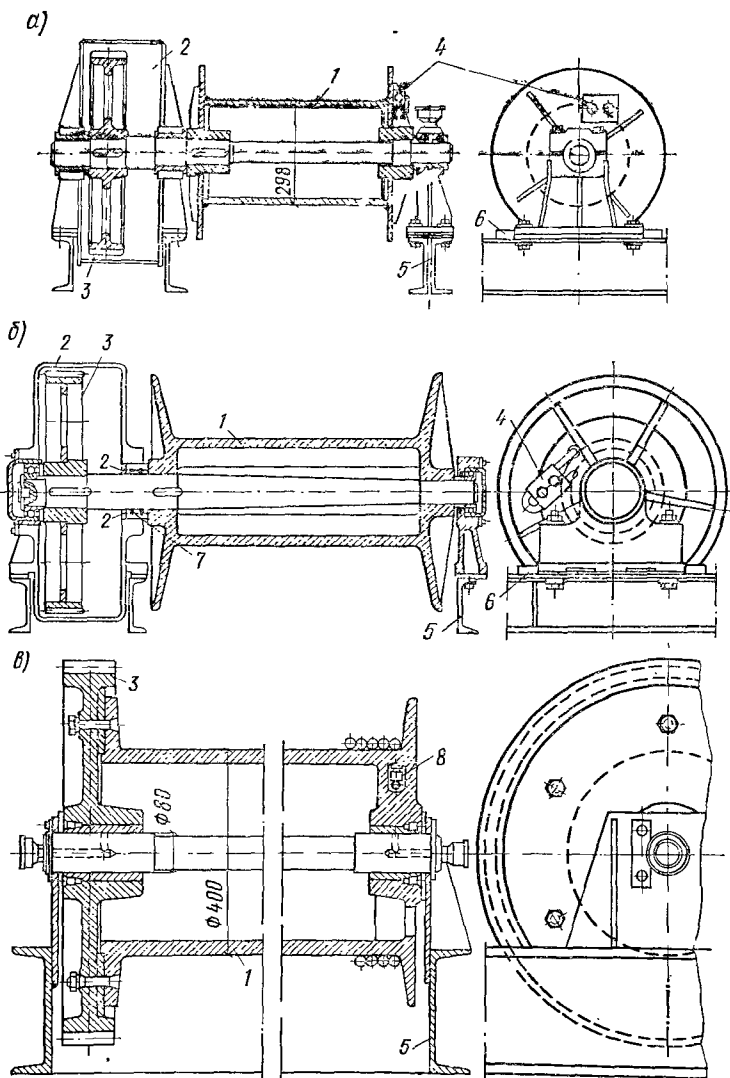


Рис. 54. Установка барабана

а — на выходном валу редуктора и на трех подшипниках скольжения, б — на выходном валу редуктора и на двух подшипниках качения; в — с зубчатым колесом на оси, закрепленной на раме лебедки; 1 — барабан; 2 — редуктор; 3 — зубчатое колесо; 4 — прижимная планка; 5 — рама лебедки; 6 — упор; 7 — уплотнительное войлочное кольцо; 8 — клиновой зажим

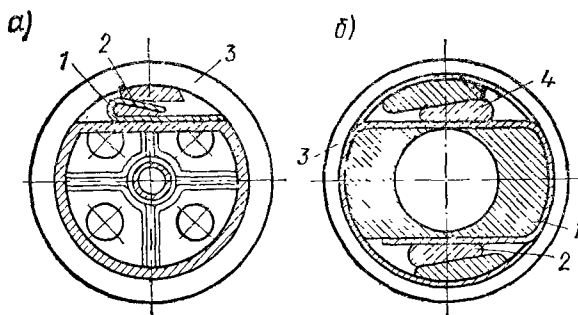


Рис. 55. Крепление концов канатов в барабанах лебедок одним (а) и двумя (б) клиньями

1 — канат; 2, 4 — клинья; 3 — барабан

димо строго следить за тем, чтобы канат полностью не сматывался с барабана и на нем во всех случаях оставалось не менее двух витков каната.

При назначении 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 отклонение каната от плоскости, перпендикулярной оси барабана, было не более 1:40 для гладких барабанов и 1:10 для барабанов с ручьями. При больших отклонениях каната для обеспечения правильной навивки барабан оборудуется канатоукладчиками.

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

Длину каната, наматываемого на барабан (канатоемкость), определяют по формуле

$$W = 0,001 z n \pi (D_6 + d n) - 0,001 2 \pi D_6,$$

где z — число витков каната, укладываемых по всей рабочей длине барабана, $z = L/t$; L — рабочая длина барабана, мм; t — шаг навивки каната, мм (для гладкого барабана $t \approx 1,1d$); n — число слоев навивки каната; D_6 — диаметр барабана, мм; d — диаметр каната, мм; $2\pi D_6$ — длина двух запасных витков каната, которые при работе всегда должны оставаться на барабане, мм.

Стенки барабана при навивании каната испытывают совместное действие сжатия, кручения и изгиба. При барабанах длиной менее трех диаметров напряжения изгиба и кручения не превышают 10—15 % напряжения сжатия и в расчете обычно не учитываются.

Напряжение сжатия в стенке барабана определяют по формуле

$$\sigma_{сж} = S/\delta t,$$

где S — тяговое усилие в канате, Н; δ — толщина стенки барабана, м; t — шаг навивки каната, м.

Коэффициент запаса прочности в материале стенки барабана должен быть не менее 2 относительно предела текучести для стальных барабанов и не менее 5 относительно предела прочности для чугунных барабанов.

Конструкция барабана во многом зависит от способа соединения его с приводом. Наиболее распространено жесткое неразъемное соединение барабана с приводом.

Зубчатые колеса электролебедок изготавливают из стали. Они имеют фрезерованные зубья и при окружной скорости (на делительной окружности) более чем 1,5 м/с для обеспечения надежной смазки их помещают в масляную ванну. Шестерни обычно изготавливают коваными; зубчатые колеса — литыми или сварными. Нарезку зубьев сварного колеса выполняют с таким расчетом, чтобы сварной шов обода располагался под впадиной зуба. Коэффициент запаса прочности в материале относительно предела текучести должен быть: для кованых колес не менее 2, для литых стальных колес не менее 2,5.

Валы электролебедок с частотой вращения более 300 мин⁻¹, как правило, устанавливаются на подшипниках качения, подбираемых так, чтобы их долговечность была: для лебедки с легким режимом работы не менее 1000 ч, со средним режимом работы — не менее 2000 ч. Монтажные механизмы имеют, как правило, легкий режим работы.

Втулки и вкладыши подшипников скольжения изготавливают из бронзы. При расчете валов должны быть учтены напряжения от изгиба и кручения. Коэффициент запаса прочности в материале валов относительно предела усталости не менее 2. Корпуса и крышки редукторов выполняют литыми из стали или из серого чугуна, или сварными из листовой стали марки ВСтЗ. Последние более надежны в работе и менее тяжелы.

В современных конструкциях передача вращающих моментов от электродвигателя к барабану осуществляется цилиндрическими зубчатыми колесами с косыми

зубьями, заключенными в масляную ванну. Применение колес с такими зубьями, установка всех валов на подшипниках качения, выполнение корпуса и крышки редуктора сварными из листовой стали, применение легированных сталей значительно сокращают размеры и вес лебедок, увеличивают их долговечность, повышают коэффициент полезного действия передач и тем самым сокращают потребляемую мощность электродвигателя.

Редукторы с электродвигателем соединяют с помощью подвижных зубчатых или эластичных муфт. Последняя состоит из двух полумуфт, соединенных пальцами с надетыми на них эластичными кольцами из кожи или из резины. Подвижные зубчатые муфты долговечны и применяются в электролебедках последней конструкции.

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

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

Потребную мощность электродвигателя определяют по формуле

$$N = Sv/\eta_0,$$

где N — потребляемая мощность электродвигателя при установившемся движении, Вт; S — тяговое усилие лебедки, Н; v — скорость навивки каната, м/с; η_0 — КПД передачи от двигателя к барабану.

В пусковой период потребляемая мощность увеличивается за счет сил инерции поступательного движения груза и вращательного движения частей механизма. Это увеличение обычно не превышает 10—15 % номинальной расчетной мощности. Так как при эксплуатации электродвигателей кранового типа можно допускать большую перегрузку, то мощность, подсчитанная по этой формуле, во всех случаях является достаточной. Учитывая это обстоятельство, а также большие перерывы в работе, мощность электродвигателей лебедок часто принимают на 10—20 % ниже потребной, определенной для установившегося движения, а электродвигатели выбирают по эквивалентной мощности.

Рамы лебедок выполняют сварными из швеллеров и листов. Редуктор, подшипники, тормоз, электродвига-

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

К эксплуатации допускаются только лебедки (табл. 22), к которым прилагается паспорт завода-изготовителя. Подъемный механизм, на котором устанавливается лебедка, перед пуском должен пройти статические и динамические испытания.

На барабане канат должен крепиться с помощью приспособлений, предусмотренных в его конструкции. Во время работы необходимо следить за правильной навивкой каната на барабан: число слоев каната не должно превышать предусмотренного паспортом, а число витков в первом слое должно быть не менее двух.

Моторист обязан регулярно проверять уровень масла в редукторах и производить смазку подшипников 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. Перед началом работы лебедку и ее тормоз необходимо опробовать вхолостую.

При работе на открытом воздухе тормоз и электродвигатель должны быть закрыты кожухами, предохраняющими их от воды и снега. Необходимо следить за наличием ограждений на открытых зубчатых передачах и ящиках пускорегулирующего сопротивления, а также за их надежным креплением. Пуск электродвигателя контроллерами должен производиться плавно, без рывков.

Кабель и провода для защиты от механических повреждений должны быть проложены в трубах. Сечение и разводка их должны соответствовать паспорту лебедок. Во всех случаях лебедка должна заземляться. При четырехпроводной системе питания для заземления используется нулевая жила питающего кабеля, присоединяемая с надежным контактом к раме лебедки. Все корпуса электрооборудования при этом должны иметь надежный контакт с рамой лебедки.

В настоящее время широко применяют (особенно на кранах) многоскоростные лебедки с двумя электродвигателями, соединенными цилиндрическими дифференциала-

22. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЪЕМНЫХ (МОНТАЖНЫХ) ЛЕБЕДОК

Показатель	Т-66Г	Т-66В	Л-1001	Л-3002М	ПЛ-5-69	СЛ-5	ЛМ-8	ЛМН-12
Тяговое усилие, кН	3,2	5	1	3	5	5	8	12,5
Диаметр каната, мм	6,8	7,7	11	17,5	22	22	28,5	33
Барaban:								
канатоемкость, м	80	80	75	150	450	1200	350	800
число слоев навивки каната	2	3	3	5	5	6	5	7
диаметр, мм	150	150	168	273	426	750	500	750
длина, мм	420	410	470	500	1160	1670	1100	1350
Скорость навивки каната, м/с	0,7— 0,76	0,5— 0,55	0,3— 0,38	0,13— 0,19	0,49— 0,68	0,075— 0,1 0,52—0,7	0,08— 0,12	0,12— 0,13
Габарит, мм:								
длина	740	785	930	1490	1608	2120	2250	2900
ширина	780	800	815	1040	1764	4335	1570	2310
высота	480	735	498	856	829	1365	1276	1800
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	2,8	4,5	7	22	30,5	10	20
Масса лебедки, кг:								
без пусковой аппаратуры	220	—	273	667	1823	—	—	—
с пусковой аппаратурой	—	260	—	—	—	5100	2235	5643

Примечание. Лебедка СЛ-5 оснащена двумя электродвигателями, соединенными дифференциалом для получения посадочной и рабочей скоростей ручным приводом с храповым устройством.

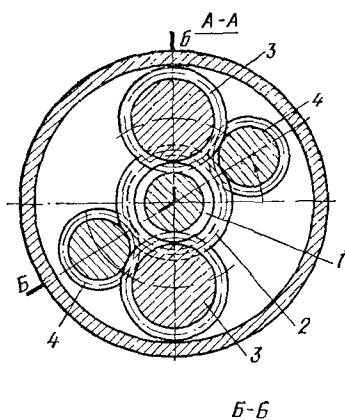
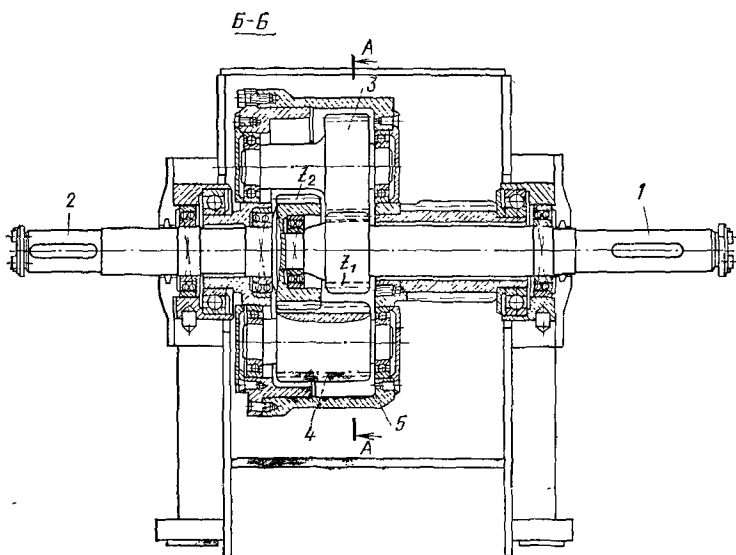


Рис. 56. Дифференциальная передача
1, 2 — входные валы; 3, 4 — сателлиты; 5 — корпус-водило



ми (дифференциальной передач). Дифференциал лебедок (рис. 56) состоит из цилиндрических зубчатых колес, смонтированных в цилиндрическом корпусе-водителе. Он имеет два входных приводных вала с зубчатыми (солнечными) колесами, соединенными между собой сателлитами (зубчатыми колесами), валы которых установлены на подшипниках, заделанных в корпусе-водителе (в целях балансировки применяют удвоенное число сателлитов). Корпус-водитель выполняется заодно с шестерней первой пары редуктора.

Скорость вращения водила и, следовательно, скорость навивки каната на барабан лебедки зависят от скорости и направления вращения входных приводных валов дифференциала. Возможны четыре комбинации работы дифференциала: I — вращается только один правый входной вал; II — вращается только левый входной вал; III — вращаются оба входных вала в одну сторону и IV — вращаются оба входных вала в разные стороны. Каждой комбинации соответствует своя скорость вращения водила. Если вращается только один правый входной вал, то сателлит обегает зубчатое (солнечное) колесо второго (левого) входного вала, вращая водило. Частоту вращения водила в этом случае определяют по формуле

$$n_{B1} = \frac{n_1}{1 + (z_2/z_1)} = \frac{n_1}{i_1},$$

при вращении одного левого входного вала

$$n_{B2} = n_2 / 1 + (z_1/z_2) = n_2 / i_2,$$

при вращении обоих входных валов в одну сторону

$$n_B = n_{B1} + n_{B2} = (n_1 z_1 + n_2 z_2) / (z_1 + z_2) = (n_1 / i_1) + (n_2 / i_2),$$

при вращении обоих входных валов в разные стороны

$$n_B = n_{B1} - n_{B2} = (n_1 z_1 - n_2 z_2) / (z_1 + z_2) = (n_1 / i_1) - (n_2 / i_2),$$

где n_1, n_2 — частота вращения входных валов; n_B, n_{B1}, n_{B2} — частота вращения водила; z_1, z_2 — числа зубьев зубчатых солнечных колес входных валов; i_1, i_2 — передаточные числа дифференциала; $i_1 = 1 + (z_2/z_1)$; $i_2 = 1 + (z_1/z_2)$.

Частота вращения барабана лебедки определяется делением частоты вращения водила на передаточное число i_p редуктора:

$$n_{B1} = n_{B1} / i_p; \quad n_{B2} = n_{B2} / i_p; \quad n_B = n_B / i_p.$$

Скорости навивки каната на барабан определяют по формулам

$$v_1 = \pi D_6 n_1 / (i_p i_1); \quad v_2 = \pi D_6 n_2 / (i_p i_2);$$

$$v = v_1 \pm v_2 = \pi D_6 / i_p (n_1 / i_1 \pm n_2 / i_2),$$

где D_6 — диаметр барабана, м; v_1 — скорость навивки каната при вращении одного первого входного вала дифференциала, м/с; v_2 — то же, при вращении одного второго вала; v — то же, при вращении обоих входных валов.

Мощность на входных валах дифференциала определяют по формулам

$$N_1 = Sv_1/\eta_0; \quad N_2 = Sv_2/\eta_0,$$

где N_1 — мощность на первом валу, Вт; N_2 — то же, на втором валу, Вт; S — тяговое усилие лебедки, Н; η_0 — КПД лебедки: $\eta_0 = \eta_6 \eta_p \eta_d$; η_6 , η_p , η_d — КПД соответственно барабана, редуктора, дифференциала.

Дифференциал, у которого солнечные колеса имеют одинаковое число зубьев, называют симметричным. Если число зубьев у этих колес разное, то дифференциал называют несимметричным. При симметричном дифференциале

$$v_{в1} = n_1/2; \quad n_{в2} = n_2/2; \quad n_{в} = (n_1 \pm n_2)/2.$$

Таким образом, применение в лебедках двух электродвигателей (односкоростных), соединенных дифференциалом, позволяет получить четыре скорости навивки каната.

Изменение скоростей навивки каната производится без нарушения жесткой кинематической связи барабана лебедки с входными валами дифференциала, которые, в свою очередь, жестко связаны с электродвигателями и тормозами, что очень важно для обеспечения безопасной работы.

Четырехскоростная лебедка СЛ-5001А имеет два электродвигателя мощностью 22 и 16 кВт, соединенных несимметричным дифференциалом, размещенным в корпусе цилиндрического двухпарного редуктора. Шестерня первой (быстроходной) пары зубчатых колес редуктора выполнена заодно с водилом дифференциала (см. рис. 56). Входные валы дифференциала непосредственно соединены зубчато-подвижными муфтами с валами электродвигателей. Соединительная муфта имеет тормозной шкив. Максимальная скорость навивки каната ($v = v_1 + v_2$) в этой лебедке достигается включением обоих электродвигателей в одну сторону (на подъем). Вторая по величине скорость навивки каната получается при включении электродвигателя мощностью 22 кВт. Минимальная скорость получается при включении электродвигателей в разные стороны ($v = v_1 - v_2$). Часто вал одного электродвигателя соединяют с валом дифференциала с помощью дополнительного редуктора, а вал второго электродвигателя — непосредственно со вторым валом дифференциала. Это позволяет оснащать лебедку элект-

родвигателями, значительно отличающимися по мощности. В таком случае для получения минимальной скорости навивки каната включают один, меньший электродвигатель (а не пользуются включением электродвигателей в разные стороны), что значительно упрощает управление лебедкой.

Для вращения строительно-монтажных кранов применяют *поворотные электрические лебедки* (табл. 23).

Поворотные лебедки отличаются от подъемных большими тяговыми усилиями (до 300 кН), меньшими скоростями навивки каната и меньшей канатоемкостью барабана. Передаточное число передач у них в 5—10 раз больше, чем у подъемных лебедок. Передача вращающего момента от двигателя к барабану осуществляется зубчатыми колесами, причем первые две-три скоростные зубчатые пары заключаются в масляную ванну.

Для предохранения лебедки и крана от перегрузки силами инерции и ветра на одном из валов лебедок (чаще всего на правом, считая от двигателя) устанавливают фрикционную муфту предельного момента. Барабаны поворотных лебедок имеют ручки для укладки каната. На рис. 57 показана фрикционная муфта, применяемая в механизмах вращения кранов и на поворотных лебедках. Эта муфта одновременно является соединительной. Она соединяет вал электродвигателя с редуктором. Муфта снабжена тормозным шкивом, связь двигателя с механизмом осуществляется через диски. Часть дисков закреплена через шлицы на втулке, жестко соединенной с валом редуктора, другая часть дисков закреплена на диске, жестко соединенном с электродвигателем. Диски прижаты друг к другу постоянной силой, развиваемой сжатыми пружинами. Величина сжатия пружин, определяющая величину крутящего момента, передаваемого муфтой, регулируется резьбовым кольцом.

Расчет деталей поворотной лебедки на прочность производится дважды: по режиму установившегося движения и по пусковому режиму (с учетом инерционных усилий). Запасы прочности в материале деталей при режиме установившегося движения должны быть те же, что и для подъемных лебедок с машинным приводом. При пусковом режиме допускаемые напряжения в материале деталей могут быть повышены в 1,5 раза. На поворотных лебедках устанавливают электродвигатели кранового типа с фазовым ротором. Потребная мощность

23. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЯГОВЫХ И ПОВОРОТНЫХ ЛЕБЕДОК

Показатель	Тяговые лебедки				Поворотные лебедки		
	ТЛ-600	ТЛ-1500	ТЛ-2501	ТЛ-193Б *	ПВЛ-43	ПВЛ-126	ПВЛ-182
Тяговое усилие, кН	6	15	25	50 (5)	40	120	180
Диаметр каната, мм	8,7	13	15,5	22 (7,7)	15,5	28	32,5
Барабан:							
канатоемкость, м	32	32	40	220 (230)	20	20	30
число слоев навивки	1	1	1	4	1	1	1
диаметр, мм	210	230	400	375	275	500	500
длина, мм	540	700	875	895 (340)	595	614	1120
Скорость навивки каната, м/с	0,5	0,37	0,42	0,05 (0,53)	0,08	0,04	0,1
Габарит, мм:							
длина	843	910	1085	1540	1300	1550	2065
ширина	995	1163	1351	1540	1117	1495	1320
высота	468	593	564	896	650	1440	1520
Мощность электродвигателя, кВт	2,2	5	5	4,5	2,2	5	7,5
Масса лебедки, кг (без пусковой аппаратуры)	360	583	708	1875	688	1610	2410

* Лебедка двухбарабанная, в скобках приведены параметры вспомогательного барабана,

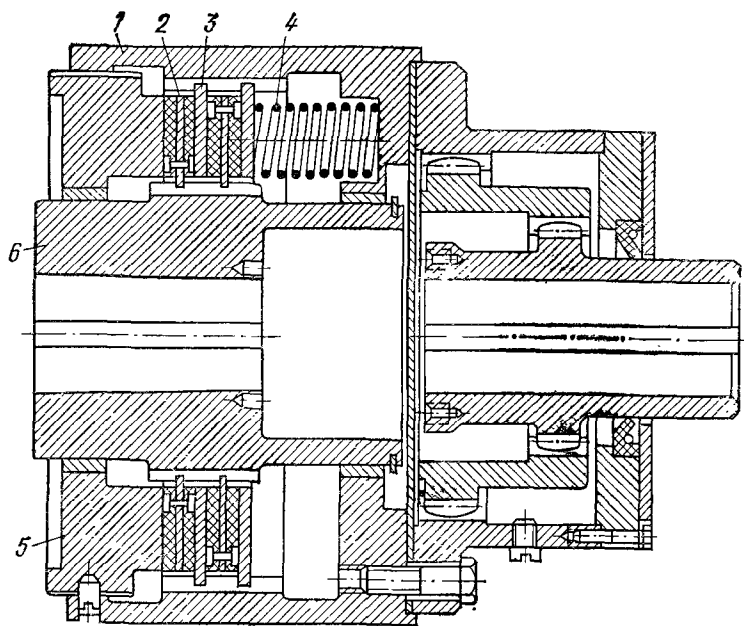


Рис. 57. Муфта предельного момента

1 — тормозной шкив; 2, 3 — тормозные диски; 4 — пружина; 5 — резьбовое кольцо; 6 — втулка

определяется по установившемуся движению. Следует учитывать, что установка на этих лебедках двигателей повышенной мощности ведет к резким толчкам при пуске. Тормоза поворотных лебедок (двухколодочные электромагнитные закрытого или открытого типа) рассчитывают на тот же вращающий момент, что и муфту предельного момента, если они установлены с ней на одном валу.

Для передвижения крановых тележек применяют специальные *тяговые лебедки* (см. табл. 23) с барабанами небольшой канатоемкости и тормозами, рассчитанными на удержание тележек на уклоне при действии на них ветра.

Поворотные и тяговые лебедки для подъема груза непригодны.

Фрикционные лебедки (рис. 58) отличаются от реверсивных (редукторных) наличием разъемной фрикционной связи барабана с двигателем, осуществляемой внут-

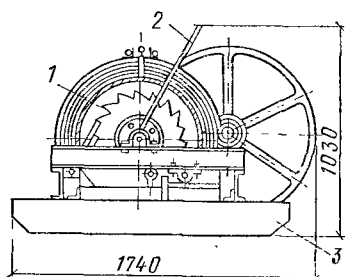


Рис. 58. Лебедка однбарабанная фрикционная

1 — храповик; 2 — рычаг; 3 — рама; 4 — барабан

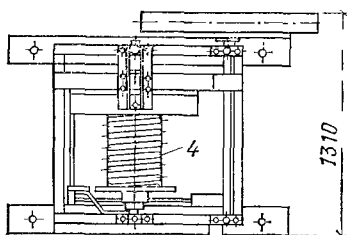
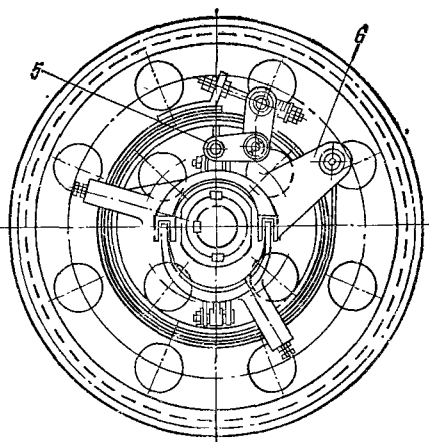
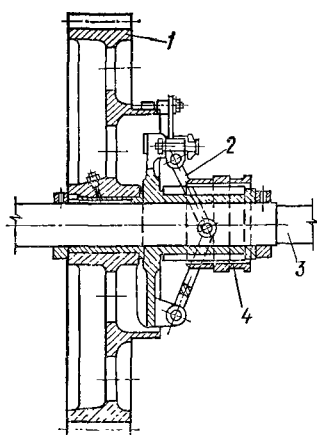


Рис. 59. Наружная ленточная муфта включения

1 — зубчатое колесо; 2 — тяга; 3 — ведущий вал; 4 — нажимная втулка; 5 — коленчатый рычаг; 6 — крестовина



ренными фрикционными конусными (чаще) или ленточными фрикционными муфтами.

Передача вращающего момента фрикционной муфтой осуществляется за счет сил трения, возникающих на рабочих поверхностях полумуфт. Применение фрикционных муфт включения в многобарабанной лебедке позволяет обслуживать ее с помощью одного двигателя.

Важным преимуществом фрикционных лебедок явля-

ется возможность спуска груза или порожнего крюка на больших скоростях (свободный спуск), причем вал двигателя в это время может вращаться в сторону подъема. Спуск производится при выключенном барабане, скорость опускания регулируется ленточным тормозом. Однако фрикционная разъемная связь барабана с двигателем делает эти лебедки менее безопасными в эксплуатации, чем лебедки с жесткой неразъемной связью (редукторные).

В настоящее время фрикционные лебедки применяют для подтаскивания груза (скреперные установки) или для оборудования небольших временных подъемных устройств на строительных работах. Применение их на монтажных работах для подъема груза или стрелы крана не допускается.

На лебедках с фрикционными муфтами включения на барабане или на одном из валов, жестко связанном с ним, ставят ленточные управляемые тормоза замкнутого или открытого типа, причем в последнем случае с обязательной установкой надежно действующего стопорного механизма (обычно храпового останова). Управление муфтой включения и тормозом каждого барабана заблокировано и осуществляется отдельным рычагом.

Для фрикционных лебедок кроме конусных фрикционных муфт включения применяют внутренние и наружные ленточные муфты включения (рис. 59). Ленточные муфты обеспечивают передачу сравнительно больших вращающих моментов при меньшем усилии на рычаге управления, чем конусные, и поэтому применяются во фрикционных лебедках с тяговым усилием 30 кН и более. Муфты включают рычагами через нажимные втулки, перемещающиеся вдоль оси; усилия на ленту передаются нажимными коленчатыми рычагами.

Фрикционные ленточные муфты можно также включать с помощью пневматических, гидравлических и паровых устройств.

Лебедки с двигателями внутреннего сгорания, как правило, имеют фрикционные муфты включения, так как запуск таких двигателей производится без нагрузки.

22. Тали ручные

Таль — механизм, смонтированный в одном корпусе с приводом, предназначенный для подъема груза. Тали устанавливают стационарно или на передвигающихся

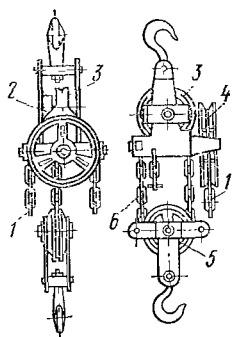
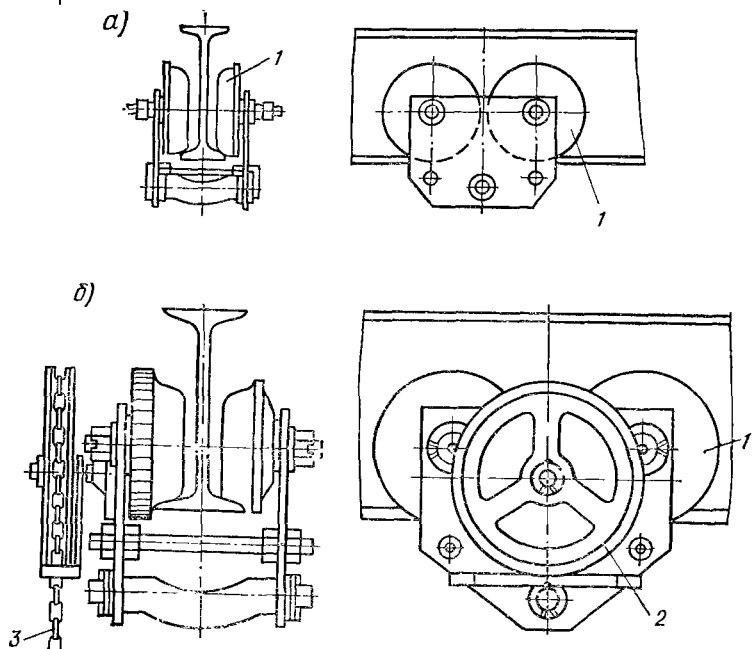


Рис. 60. Таль с червячным механизмом

1 — приводная цепь; 2 — приводная звездочка;
3 — червячная шестерня; 4 — приводное колесо;
5 — нижний блок тали с грузовой звездочкой;
6 — грузовая цепь

Рис. 61. Тележка без механизма передвижения (а); с механизмом передвижения (б)

1 — опорный каток; 2 — приводное колесо; 3 — приводная цепь



тележках. Подъемный механизм тали выполняют с шестеренками или с червячной передачей. Их используют или только для подъема, или для подъема и перемещения грузов в виде самостоятельных механизмов, а также в составе более сложных грузоподъемных машин.

Параметры ручных подвесных шестеренных талей определены ГОСТ 2799—75, ручных подвесных талей с червячным подъемным механизмом — ГОСТ 1107—62. Преимущественное распространение получили тали с червячным подъемным механизмом (рис. 60).

Таль содержит приводное колесо, связанное с червяком. Через колесо перекинута бесконечная цепь — сварная овално-звенная калиброванная или пластинчатая. Натягивая цепь рукавами, вращают приводное колесо и тем самым червячную шестерню, соединенную со звездочкой. Через нижний блок тали и звездочку идет грузовая цепь, рабочая часть которой при вращении червячной шестерни со звездочкой сокращается по длине и поднимает груз.

Вследствие ограниченной зоны действия на монтаже металлоконструкций тали применяют редко. Чтобы увеличить зону действия, тали подвешивают к тележке (рис. 61), передвигающейся по рельсовым путям, обычно по нижнему поясу двутавровых балок (монорельсу). Тали, подвешенные к тележке, перемещаются по рельсу либо при толкании груза, либо тележки снабжают приводным колесом, которое вращаясь с помощью цепи, через приводные шестерни приводит в движение опорные катки тележки.

24. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНЫХ ПОДВЕСНЫХ ТАЛЕЙ С ЧЕРВЯЧНЫМ ПОДЪЕМНЫМ МЕХАНИЗМОМ (ВЫСОТА ПОДЪЕМА ГРУЗА 3 м)

Грузоподъемность, т	Тяговое усилие цепи механизма подъема, Н	Масса, кг
1	350	32
3,2	650	75
5	750	145
8	750	270
12,5	750	410

25. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ТАЛЕЙ (ВЫСОТА ПОДЪЕМА ГРУЗА 3 м)

Грузоподъемность, т	Тяговое усилие цепи механизма, Н		Номера двутавровых балок монорельса	Масса, кг
	подъема	передвижения		
1	350	—	16—30	35
1	350	100	16—30	45
3,2	650	180	22—40	90
5	750	200	30—50	150
8	750	250	40—60	300

Технические характеристики ручных подвесных талей с червячным подъемным механизмом приведены в табл. 24, ручных передвижных червячных талей — в табл. 25.

23. Электрические тали (тельферы)

Электрическая таль (рис. 62) состоит из полиспаста (обычно двухниточного) и барабана для навивки каната. Барабан тали с полиспастом подвешен к тележке, приспособленной для передвижения по нижнему поясу двутавровой балки (монорельсу). Барабан имеет электрический привод. Привод передвижения тележки может быть электрическим и ручным. Благодаря незначительному весу и большой подвижности электротали нашли широкое применение — с их помощью производят разгрузку и погрузку готовых изделий. Электроталими 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 габарит зависят от конструктивного исполнения тали (табл. 26).

ГОСТ 22584—77 (с изм.) предусмотрено девять конструктивных исполнений электроталей. Они отличаются: расположением подъемного механизма относительно пути — продольное, поперечное;

приводом механизма передвижения — стационарные, с ручным или электрическим приводом;

конструкцией тележки — с двумя шарнирными двухкатковыми тележками, с жесткой четырехкатковой и с двумя шарнирными четырехкатковыми тележками;

механизмом подъема груза — односкоростной, двухскоростной от одного электродвигателя и с микроприводом (от двух электродвигателей).

Минимальный радиус закругления пути зависит от грузоподъемности тали и способа крепления тележек к корпусу тали. Он изменяется от 0,5 м (для талей грузоподъемностью 0,5 т) до 2,5 м (для талей грузоподъемностью 5 т).

Управление электроталими осуществляется с помощью кнопок. Коробка с кнопками управления подвешена на гибком кабеле к корпусу электротали. Подвод тока осуществляется с помощью гибкого кабеля или троллей.

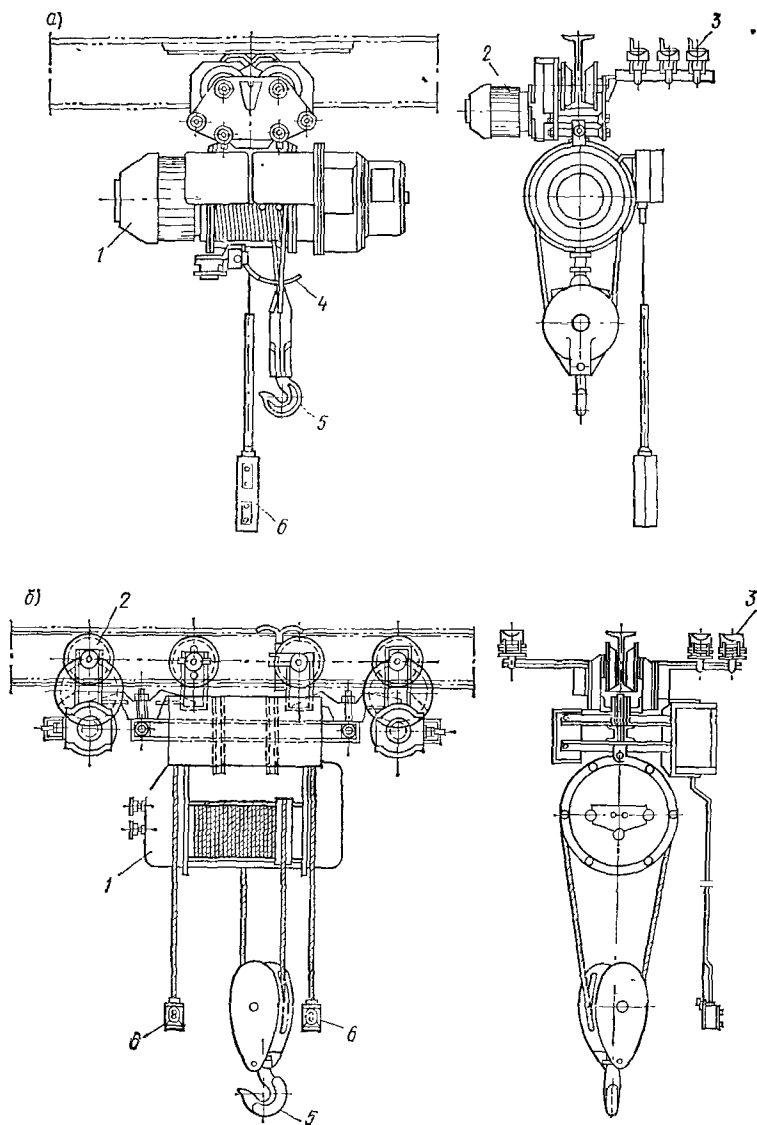


Рис. 62. Электротали

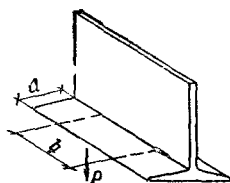
a — грузоподъемностью 2 и 3,2 т; *б* — грузоподъемностью 5 т; 1 — грузоподъемный механизм с барабаном, электродвигателем и тормозом; 2 — ходовая тележка с электродвигателем, с ведущими и холостыми катками; 3 — скользящий токоприемник; 4 — ограничитель высоты подъема; 5 — крюковая подвеска; 6 — кнопки управления

**26. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТАЛЕЙ С ПРОДОЛЬНЫМ
РАСПОЛОЖЕНИЕМ БАРАБАНА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕХАНИЗМОМ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ И
ШАРНИРНЫМИ ТЕЛЕЖКАМИ ПО ГОСТ 22584—77**

Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	Скорость, м/мин		Мощность электродвигателя, кВт		Усилие на каток, кН	Двутавр для подвешенного пути		Масса тали, кг, при высоте подъема, м			Тип конструкции механизма	
		подъема	передвижения	подъема	передвижения		по ГОСТ 19425—74 (с изм.)	по ГОСТ 8239—72 (с изм.)	6	12	18	подъема	передвижения
0,5	6	8	20 или 32	0,75	0,12	3,25	18М; 24М	16—20а, 22, 24	96	—	—	Односкоростной	С одной четырехкатковой тележкой
1				1,7	0,18	5	18М; 24М; 30М; 36М		195	—	—		
2				3	0,4	10	24М; 30М; 36М		290	—	—		
3,2				5	0,6	14,8	470		—	—			
5	6; 12; 18	8/0,5		7,5	1,2	22	30М; 36М; 4 М		700	755	815	ДМ	С двумя четырехкатковыми тележками
				7,5+0,6	0,2	23			740	795	855		
		8/2,7	40/20	7,5/2,5	1,5/0,8				840	890	940	Д	

Примечание: 1. Обозначения: ДМ — двухскоростной с микроприводом от двух электродвигателей
Д — двухскоростной от одного электродвигателя. 2. До косой черты даны значения рабочей скорости, после косой черты — посадочной.

рис. 63. Расчетная схема полки монорельса



В качестве путей для передвижения электротали применяют двутавровые балки, сечение которых определяется размерами тельферной тележки (см. табл. 26).

Выбранное сечение балки должно быть проверено расчетом. От действия катков тележки в монорельсе возникают напряжения от изгиба. Величина изгибающего момента определяется по правилам сопротивления материалов, а напряжение находится по формуле

$$\sigma_{из} = M / (W \phi_b),$$

где M — изгибающий момент, Н·м; W — момент сопротивления балки, м³; ϕ_b — коэффициент понижения допускаемого напряжения в зависимости от пролета монорельса (табл. 27).

27. ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ϕ_b ПРИ РАСЧЕТЕ МОНОРЕЛЬСОВ (ДЛЯ ПРОКАТЫХ ДВУТАВРОВ ГОСТ 8239—72)

Номер балки	Длина, м							
	3	4	5	6	7	8	9	10
20	1	0,93	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

Кроме того, необходимо проверить полки балки на изгиб, предполагая, что она работает как консоль, нагруженная на конце силой P , равной давлению катка (рис. 63).

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

В первом случае напряжение от изгиба полки определяют по формуле $\sigma=2P/\delta^2$, во втором случае по формуле $\sigma=3P/\delta^2$, где δ — толщина полки, м.

24. Мачты

Мачтой называют грузоподъемное (такелажное) оборудование, выполненное в виде стержня, удерживаемого в вертикальной плоскости вантами-расчалками. Расчалки одним концом крепят к верху (оголовку) мачты, а другим к якорям на земле (рис. 64). Число расчалок должно быть не менее трех, т. е. угол между ними должен быть не более 120° . Обычно ставят четыре расчалки, которые предварительно натягивают на усиление 10—20 кН для уменьшения податливости верха мачты при нагрузке. Натяжение расчалок выполняют лебедками или стяжными муфтами (фаркопфами).

Мачты устанавливают вертикально или с наклоном. Угол заложения расчалок к горизонту должен быть не более 45° .

Для подъема груза в оголовке мачты предусматривается небольшая консоль для крепления подъемного (грузового) полиспаста, сбегаящую нитку которого пропускают сбоку или внутри стержня мачты через отводной блок вниз мачты, затем через блоки ее отводят к лебедке.

Обычно применяют электрические лебедки, обеспечивающие большую скорость подъема груза и малую трудоемкость работ.

Лебедки устанавливают вне рабочей зоны для удобства обслуживания мачты в случае перемещения ее при производстве работ.

В процессе работы наклон мачты может изменяться, для чего в расчалках, расположенных в плоскости наклона, должны быть предусмотрены полиспасты, регулирующие длину расчалок. Сбегаящие нитки полиспастов направляют на лебедки. Для облегчения наклона и монтажа мачты в ее основании предусматривают горизонтальный шарнир.

Мачты являются наиболее простым подъемным оборудованием, используемым главным образом для подъема единичных грузов, когда грузоподъемность имеющихся кранов недостаточна или их нет, а доставка кранов экономически нецелесообразна.

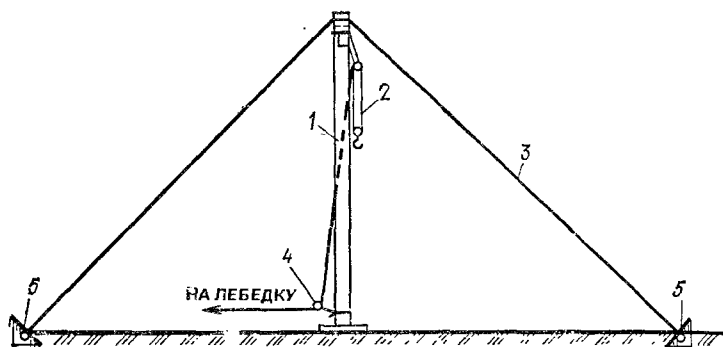


Рис. 64. Общий вид мачты

1 — мачта; 2 — подъемный полиспаст; 3 — ванты; 4 — отводной ролик; 5 — якоря

На монтаже строительных конструкций применяют мачты грузоподъемностью 30—100 т с высотой подъема до 60 м.

При монтаже технологического оборудования используют мачты для подъема аппаратов массой до 1000 т на высоту 60 м.

Металлические мачты небольшой высоты 20—25 м и грузоподъемности 10—20 т делают из труб, при большой высоте изготавливают мачты решетчатой конструкции с поясами из труб или прокатных профилей.

Трубчатые мачты (рис. 65) обычно изготавливают из бесшовных труб диаметром до 426 мм или сварных труб при больших диаметрах. Для удобства транспортировки мачты имеют монтажные стыки на болтах, выполняемых на фланцах или накладках, перекрывающих ребра жесткости в месте стыка.

Решетчатые мачты сварной конструкции с поясами из прокатных профилей (рис. 66) имеют обычно квадратное или прямоугольное сечение. Они собираются из отдельных типовых секций, длина которых определяется условиями транспортирования.

Монтажные соединения секций осуществляют на болтах повышенной точности на накладках или фланцах.

Изменение числа секций позволяет получить мачту переменной высоты.

Мачты большой грузоподъемности могут быть изготовлены также из нескольких труб (трех, четырех) боль-

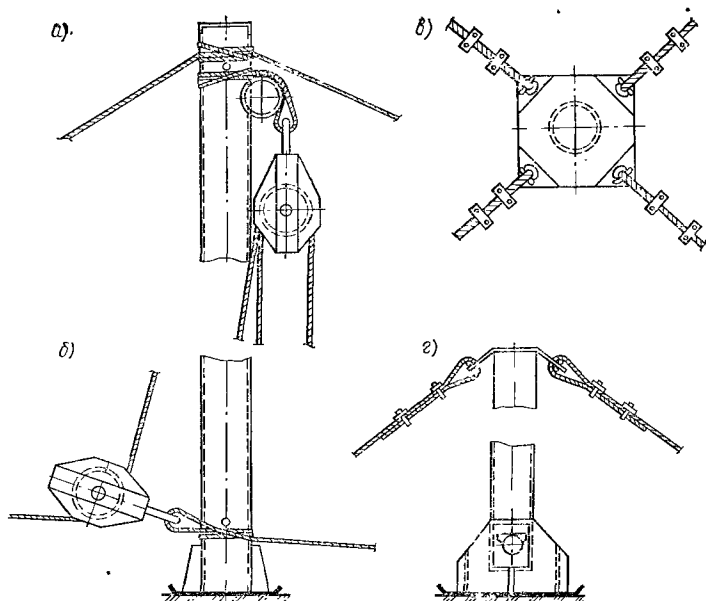


Рис. 65. Трубчатая мачта

а — верхний узел; *б* — опорный узел; *в* — крепление вант мачты к листу; *г* — шарнирная опора

шого диаметра, соединенных между собой планками или решеткой на сварке.

Стыки труб в этом случае выполняют фланцевыми на болтах. В таких мачтах при постоянном направлении подъема груза тяги верхнего блока подъемного полиспаста крепят горизонтальным шарниром к консолям оголовка мачты, что создает жесткое закрепление.

При необходимости поворота мачты при подъеме груза верхний блок подъемного (грузового) полиспаста крепят на гибком стропе (см. рис. 65).

Расчалки к оголовку мачты крепят наглухо или через поворотное приспособление (паук), позволяющее поворачивать мачту относительно вертикальной оси. При креплении наглухо к оголовку мачты приваривают лист, концы которого отгибают под углом, равным углу заложения расчалок; для крепления последних в листе имеются отверстия. При креплении через поворотное приспособление лист (паук) с отверстиями для крепления расчалок свободно надевается на вертикальную ось,

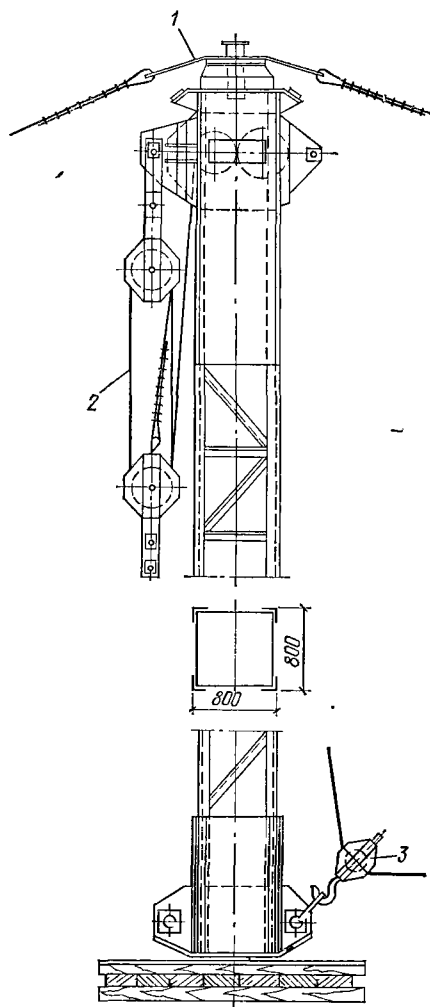
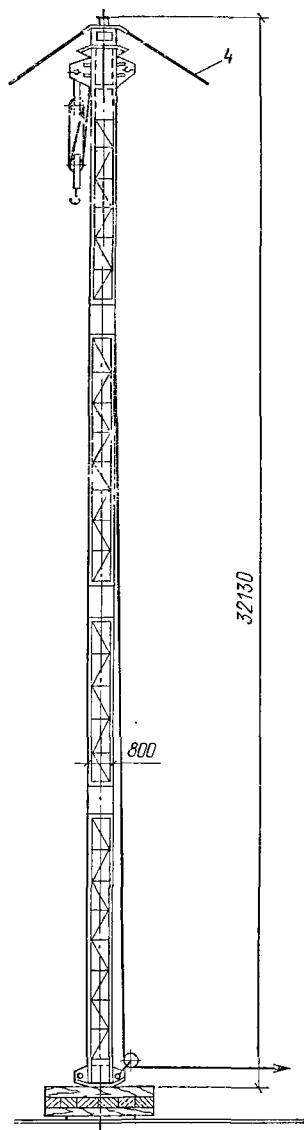


Рис. 66. Решетчатая мачта

1 — паук; 2 — грузовой полиспаст; 3 — отводной блок; 4 — вант

заделанную в оголовке мачты. Это позволяет поворачивать мачту без переноса расчалок.

Сбегающий канат грузового полиспаста отводят от мачты через блок, закрепленный у ее основания.

Мачты небольшой высоты и грузоподъемности имеют в основании опорный лист толщиной 20—30 мм с загнутыми вверх краями, что удобно при перемещении мачты. Высокие мачты грузоподъемностью более 20 т имеют обычно шарнирные опоры. Это позволяет наклонять мачты при работе и облегчает их монтаж. Кроме того, такая опора обеспечивает центральную передачу нагрузки на основание.

Размер опорной площади определяют по допустимому давлению на грунт (при установке мачты без фундамента). Под стационарные мачты большой грузоподъемности обычно предусматривают устройство фундамента, к которому крепят опорный башмак мачты. При отсутствии крепления к фундаменту низ мачты расчаливают, чтобы предотвратить сдвиги ее от усилия в канате, идущем на лебедку и от горизонтальной составляющей усилия в мачте при ее наклоне. Наклон инвентарных мачт при работе составляет $1/10$ — $1/20$ высоты мачты, если конструкция мачты не предусматривает большего наклона.

Поворотные мачты (рис. 67) допускают наклон мачты с грузом более 45° к вертикали и поворот с грузом в плане на угол около 180° . Это достигается креплением низа мачты на горизонтальном шарнире в башмаке, который в свою очередь имеет возможность полного поворота на вертикальном шарнире опорной части, закрепленной на фундаменте. Поворот такой мачты производят только при наклоне 15° к горизонту. Во всех расчалках поворотной мачты включают полиспасты, соединенные с лебедками. Это позволяет менять длину расчалок при наклоне и повороте мачты.

На каждую инвентарную монтажную мачту составляют паспорт с указанием ее грузоподъемности, высоты при различных сборках, характеристики металла, из которого изготовлена мачта, болтов монтажных соединений, подъемного полиспаста, расчалок и лебедок.

При работе мачта испытывает продольное усилие сжатия от силы тяжести поднимаемого груза, усилия от сбегающей нитки полиспаста, вертикальных составляющих усилия натяжения в расчалках от поднимаемого

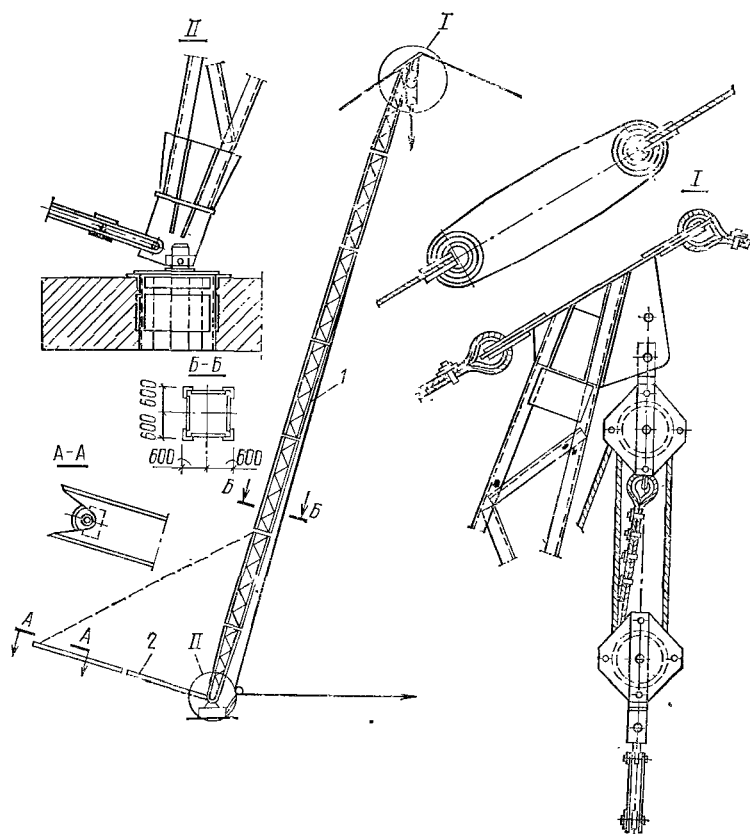


Рис. 67. Монтажная поворотная мачта

I — монтажная мачта; *2* — вспомогательная мачта для подъема монтажной мачты

груза и предварительного натяжения, а также влияния собственного веса мачты.

Кроме сжимающих усилий мачта испытывает изгиб от внецентренной подвески поднимаемого груза и при наклоне мачты от ее силы тяжести.

Определение продольной сжимающей силы и изгибающих моментов выполняют в следующем порядке (рис. 68).

Определяют действующие продольные усилия.

Силу тяжести поднимаемого груза принимают с учетом коэффициента динамичности, равного 1,1, и коэффициента возможной перегрузки, равного также 1,1.

$$Q_r = Q_1 k_1 k_2 + Q_2 k_1.$$

При наклоне мачты сжимающее усилие в ней увеличивается от составляющей усилия в работающих расчалках. В запас прочности принимают, что наклон производится в плоскости одной из расчалок. Тогда продольное усилие от груза может быть найдено из условия равновесия системы относительно точки А.

Продольное усилие от груза

$$N_1 = Q_r (a + l) h / (ac),$$

где Q_1 — сила тяжести поднимаемого груза, кН; k_1 — коэффициент перегрузки, равный 1,1; k_2 — коэффициент динамичности, равный 1,1; Q_2 — вес полиспаста и верхней половины мачты, кН; h — высота мачты, м; a — расстояние от низа мачты до якоря, м; l — величина наклона мачты или груза (вылет), м. При вертикальной мачте l равно эксцентриситету подвески полиспаста; c — расстояние по вертикали от оголовка мачты до земли, м,

$$c = \sqrt{h^2 - l^2}.$$

Определяют усилие в сбегающей нитке полиспаста

$$N_2 = S_{сб}.$$

Определяют усилие от предварительного натяжения расчалок. Условно принимают предварительное натяжение расчалок равным 10—20 кН. При четырех расчалках и наклоне расчалок к горизонту α

$$N_3 = 4T \sin \alpha.$$

Суммарное продольное усилие, действующее в мачте,

$$N = N_1 + N_2 + N_3.$$

Изгибающий момент в оголовке мачты от внецентренного крепления грузового полиспаста

$$M_0 = (k_1 k_2 Q_1 + Q_n k_1 k_2) e,$$

где Q_n — вес полиспаста, кН, e — эксцентриситет крепления полиспаста, м.

Изгибающий момент в сечении мачты на расстоянии $2/3$ ее высоты

$$M_{ср} = 2/3 M_0.$$

При наклоне мачты возникает изгиб от ее собственной силы тяжести.

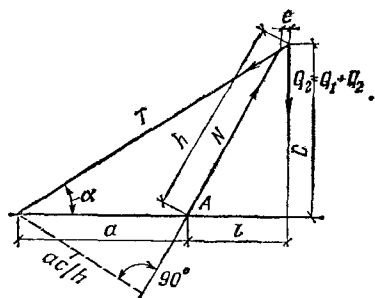


Рис. 68. Определение усилий в элементах мачты

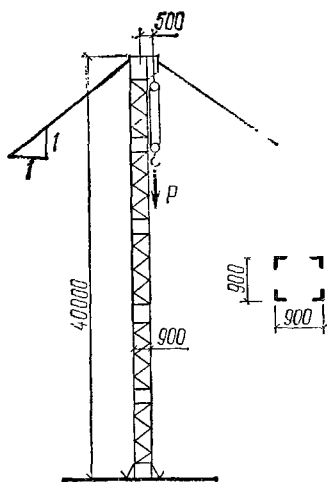


Рис. 69. Расчетная схема мачты

Величина изгибающего момента от собственной силы тяжести составляет

$$M = Q_M l \cos \alpha / 8,$$

где Q_M — вес мачты без оголовка, кН.

Наличие эксцентриситета приложения нагрузки в оголовке уменьшает влияние момента от силы тяжести мачты.

Расчетный момент на расстоянии $2/3$ высоты мачты принимают равным

$$M_{ср} \approx (2M_0/3) - (Q_M \cos \alpha) / 8.$$

При незначительных наклонах мачты ($1/10 \dots 1/15$) и небольшой высоте мачты (20—30 м) разгружающее влияние изгибающего момента от собственной силы тяжести мачты в запас прочности обычно не учитывают.

Прочность поясов мачты проверяют в сечении оголовка на центральное сжатие от суммарного продольного усилия в поясе с учетом влияния изгибающего момента.

Расчетная продольная сила в поясе

$$N_n = N/4 + M_0/(2a),$$

где N и M_0 — продольное усилие и изгибающий момент в данном сечении, кН; a — расстояние между центрами тяжести поясов в плоскости действия момента, м.

Прочность пояса мачты определяют по формуле

$$N_n/A = R_y/\gamma_{nm},$$

где γ_{nm} — коэффициент надежности и условия работы: для мачт грузоподъемностью до 16 т равен 1, свыше 16 т — 1,05; A — площадь сечения мачты, см²; α — угол наклона мачты; R_y — расчетное сопротивление стали.

Устойчивость пояса определяют как центральносжатого стержня с учетом влияния продольного изгиба по формуле

$$N/(\varphi A) < R_y/\gamma_{nm},$$

где φ — коэффициент учета продольного изгиба ветви пояса определяют в соответствии со СНиП II-23-81.

Кроме прочности и устойчивости элементов поясов мачты должна быть проверена общая устойчивость мачты как стержня с шарнирными опорами на концах. Расчетный момент принимают равным моменту в сечении на расстоянии $2/3$ высоты мачты.

Проверку производят по формуле

$$N/(\varphi_{вн} A) \leq R_y/\gamma_{nm},$$

где $\varphi_{вн}$ — определяют для мачт с решетками или планками по плоскостям в зависимости от приведенной гибкости мачты и относительного эксцентриситета

$$m = eAa/I; \quad e = M/N,$$

где M и N — изгибающий момент и продольное усилие на расстоянии $2/3$ высоты мачты; a — расстояние от оси сечения до оси наиболее сжатых поясов мачты, м; I — момент генерации сечения мачты, м⁴.

Проверку прочности наиболее напряженного, т. е. верхнего стыка мачты, производят по формулам на срез болтов на усилие N_b , которое может быть воспринято одним болтом

$$N_b = R_{bs}\gamma_b A_b n_s,$$

на смятие болта

$$N_b = R_{bp}\gamma_b d \Sigma t / \gamma_{nm};$$

на растяжение болта

$$N_b = R_{bt} A_b n,$$

где R_{bs} , R_{bp} , R_{bt} — расчетные сопротивления болтовых соединений соответственно на срез, смятие и растяжение; d — наружный диаметр болта; $A_b = \pi d^2/4$ — расчетная площадь сечения болта; Σt — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении; n — число расчетных срезов одного болта; γ_b — коэффи-

коэффициент условий работы соединения: для болтов повышенной точности $\gamma_6=1$; для обычных болтов при конструкциях из малоуглеродистых сталей $\gamma_6=0,85$.

Стыки мачт выполняют на болтах повышенной точности.

Толщину стыковых односторонних накладок принимают равной толщине поясных уголков.

Обычно ставят двусторонние накладки, так как при односторонних болты работают в худших условиях.

Пример. Проверить прочность металлической мачты высотой 40 м (рис. 69) при подъеме груза весом 450 кН 12-ниточным полиспастом электролебедкой 50 кН. Блоки на шарикоподшипниках. Вес полиспаста 10 кН. Вес мачты $Q_m=80$ кН.

Расчетный вес груза с учетом возможной перегрузки

$$Q_2=1,1 \cdot 450=495 \text{ кН.}$$

Усилие в сбегающей нитке полиспаста

$$N_{сб} = \frac{f-1}{f^{12}-1} Q_p f^{12} = \frac{1,02-1}{1,02^{12}-1} (495+10) 1,02^{12} = 47,7 < 50 \text{ кН.}$$

Суммарная нагрузка на оголовки мачты от полиспаста

$$Q = kQ_r + kQ_{бл} + N_{сб} = 1,1 \cdot 495 + 1,1 \cdot 10 + 47,7 = 603,2 \text{ кН.}$$

Изгибающий момент в оголовке мачты

$$M_{ог} = Qe = 603,2 \cdot 0,5 = 301,6 \text{ кН} \cdot \text{м,}$$

где $e=0,5$ м — эксцентриситет крепления полиспаста.

Изгибающий момент в сечении на расстоянии $2/3 H$ мачты.

$$M_{ср} = (2/3) M_0 = (2/3) \cdot 301,6 = 201,1 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Усилие в мачте от вертикальных нагрузок складывается из нескольких усилий:

Усилие от предварительного натяжения вант по 20 кН в каждом (заложении вант 45°)

$$N_1 = 4T \sin 45^\circ = 4 \cdot 20 \cdot 0,707 = 56,6 \text{ кН.}$$

Усилие от натяжения рабочей ванты

$$N_2 = Qe / (H \cos 45^\circ) = (603,2 \cdot 0,5) / (40 \cdot 0,707) = 10,7 \text{ кН.}$$

Усилие от сбегающего каната

$$N_3 = N_{сб} = 47,7 \text{ кН.}$$

Усилие от поднимаемого груза

$$N_4 = kQ_p + kQ_6 = 1,1 \cdot 495 + 1,1 \cdot 10 = 555,5 \text{ кН.}$$

Усилие от половины собственного веса мачты

$$N_5 = 1,1 Q_m \cdot 0,5 = 1,1 \cdot 80 \cdot 0,5 = 44 \text{ кН.}$$

Усилие от веса оголовка мачты

$$N_6 = 1,1 Q_{ог} = 1,1 \cdot 10 = 11,0 \text{ кН.}$$

Суммарное усилие в оголовке мачты

$$\begin{aligned} N &= N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 = \\ &= 56,6 + 10,7 + 47,7 + 555,5 + 44 + 11 = 681,5 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Сечение мачты квадратное со стороной, равной $b = 900$ мм, постоянное по высоте, из четырех уголков $140 \times 140 \times 10$, решетка из $\angle 63 \times 63 \times 5$, стыки на болтах диаметром 21 мм односрезные. Площадь сечения уголка

$$A_y = 27,3 \text{ см}^2 = 27,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Площадь сечения мачты равна $A_m = 27,3 \cdot 4 = 109,2 \text{ см}^2$.

Момент инерции сечения

$$\begin{aligned} I &= 4(I_1 + A_y a^2) = 4(512 + 27,3 \cdot 41,18^2) = 2048 + 185180 = 187228 \text{ см}^4; \\ a &= (90/2) - 3,82 = 41,18 \text{ см,} \end{aligned}$$

где 3,82 см — расстояние до центра тяжести уголка по ГОСТ 8509—72.

Минимальный радиус инерции уголка $r = 2,78$ см. Размер панели пояса $l = 90$ см.

$$\lambda = b/r = 90/2,78 = 32,4.$$

Значение $\varphi = 0,89$ находим по таблице СНиП.

Суммарное сжимающее усилие в поясе мачты у оголовка

$$\begin{aligned} N_p &= (N_0/4) + M_0/2(b - 2z) = (681,5/4) + (301,6/2)(0,9 - 2 \cdot 0,038) = \\ &= 170,1 + 183 = 353,1 \text{ кН} \approx 353,1 \cdot 10^3 \text{ Н,} \end{aligned}$$

в среднем сечении

$$\begin{aligned} N_p &= (N + N_4/4) + 2M_0/[3 \cdot 2(b - 2z)] = \\ &= (681,5 + 44)/4 + 301,1/[3 \cdot 2(0,9 - 2 \cdot 0,038)] = 181,1 + 61,4 = 242,5 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Проверка прочности наиболее сжатого пояса

$$R = N_p/(\varphi A) \leq R_y/m\gamma_{nm},$$

γ_{nm} — коэффициент надежности и условий работы равен 1,05;

$$R = 353,1 \cdot 10^3 / (0,89 \cdot 27,3 \cdot 10^{-4}) = 146 < 210/1,05 = 200 \text{ МПа.}$$

Устойчивость всей мачты в плоскости действия момента проверяем по формуле

$$R = (N/\varphi_{bn} A) \leq mR_y,$$

условная гибкость стержня $\lambda_{пр} = \lambda_n \sqrt{R/E}$;

$$\lambda_{пр} = \sqrt{\lambda^2 + A_m \left(\frac{\alpha_1}{A_{d1}} + \frac{\alpha_2}{A_{d2}} \right)},$$

где $\alpha_1 = 10a^3/(b^2l)$; здесь a — длина раскоса решетки; b — расстояние между поясами;

для квадратного сечения и решетки под углом 45° $\alpha_1 = \alpha_2 = 28,2$;
при $b = 0,9$, $\alpha_1 = \alpha_2 = 10(b \cdot 1,41)^3 / (b^2 b) = 10 \cdot (0,9 \cdot 1,41)^3 / 0,9^3 = 28,2$;
 $A_1 = A_2 = 6,13$ см² сечения раскосов решетки мачты;

$$\lambda_{\text{пр}} = \sqrt{97^2 + 109,2(28,2/6,13 + 28,2/6,1^3)} = 102;$$

$$\lambda_{\text{пр}} = 102 \sqrt{(2100/2100000)} = 102 \cdot 0,031 = 3,16.$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m_x = eA_m a / I_x,$$

где e — относительный эксцентриситет

$$e = M_{\text{ср}} / N_{\text{ср}} = 201,1 / (681,5 + 44) = 0,278 \text{ м};$$

$$m = 0,278 \cdot 109,2 \cdot 41,18 / 187222 = 0,67;$$

по таблице СНиП находим $m \cong 0,41$;

$$R = \frac{(681,5 + 44) 10^3}{0,41 \cdot 109,2 \cdot 10^{-4}} = 165 < \frac{210}{1,05} = 200 \text{ МПа}.$$

Проверка устойчивости мачты из плоскости действия момента

$$R = N / (c \varphi_y A) \leq R_y / \gamma_{nm}; \quad c = \beta / (1 + \alpha m_x),$$

$\beta = 1$, так как $\lambda = 100$, $\alpha = 0,8$; $m_x = 0,67$.

$$c = 1 / (1 + 0,8 \cdot 0,67) = 0,65;$$

$$R = \frac{725,5 \cdot 10^3}{0,65 \cdot 0,58 \cdot 109,2 \cdot 10^{-4}} = 177 < \frac{210}{1,05} = 200 \text{ МПа}.$$

Проверка прочности стыка мачты.

Усилие и пояском уголке в верхнем стыке

$$N = \frac{N_0}{4} + \frac{4M_0}{5 \cdot 2(b - 2z)} = \frac{681,5}{4} + \frac{4 \cdot 301,6}{5 \cdot 2 \cdot 0,824} = 170,1 + 146 = 316,1 \text{ кН} = 316,1 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Болты повышенной точности односрезные $d = 21$ мм.

Площадь среза болта

$$A_6 = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 21^2 / 4 = 3,48 \text{ см}^2 = 3,48 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Сопротивление срезу болтов при восьми болтах

$$R_{bs} = \frac{N_n}{nA_6} = \frac{316,1 \cdot 10^3}{8 \cdot 3,48 \cdot 10^{-4}} = 114 \text{ МПа} < 170 / 1,05 = 162 \text{ МПа}.$$

Сопротивление смятию уголка при $t = 1$ см.

$$R = \frac{N_n}{ndt} = \frac{316,6 \cdot 10^3}{8 \cdot 2,1 \cdot 1 \cdot 10^{-4}} = 189 \leq 260 / 1,05 = 248 \text{ МПа}.$$

Мачты небольшой высоты монтируют кранами без применения каких-либо приспособлений. При отсутствии кранов нужной грузоподъемности и высоты подъема монтаж мачт выполняют с применением вспомогатель-

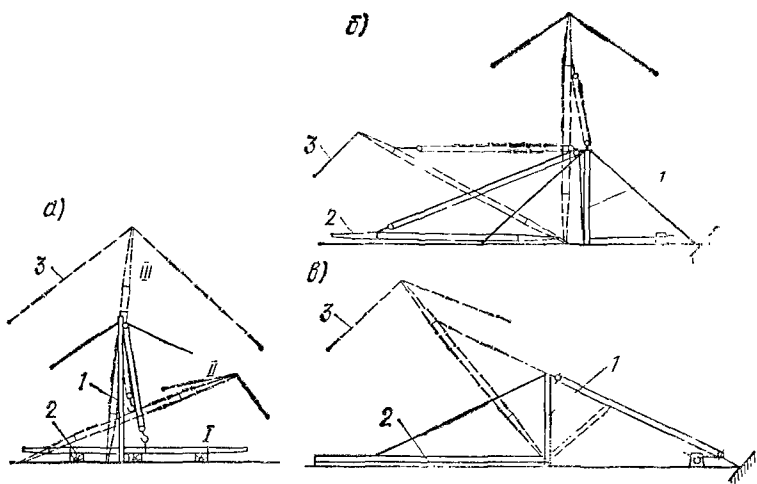


Рис. 70. Схемы подъема мачты

a — скольжением; *б* — поворотом; *в* — падающей стрелой; *1* — вспомогательная мачта (стрела); *2* — мачта; *3* — тормозная оттяжка; *I—III* — положения мачты при подъеме

ных мачт. Поднимаемую мачту при этом собирают и оснащают на земле в горизонтальном положении, т. е. запасовывают подъемный полиспаст и крепят к оголовку мачты концы расчалок.

Подъем мачт в вертикальное положение производят несколькими способами (рис. 70):

1. Собранную мачту располагают горизонтально на земле так, чтобы она нижним концом опиралась на шарнир, закрепленный на фундаменте или шпальной клетке в проектном положении. Затем краном поднимают верхний конец мачты. Строп для подъема крепят на расстоянии примерно $2/3$ высоты мачты. Если высоты подъема крюка крана недостаточно для подъема мачты, ее дотягивают дополнительным (можно собственным грузовым) полиспастом, закрепленным за верх мачты. Дополнительный полиспаст с помощью лебедки сокращает свою длину и поднимает мачту.

Чтобы не уронить мачту, в сторону подъема с противоположной стороны ставят тормозную оттяжку (обычно постоянная расчалка мачты).

2. Собранную и оснащенную мачту располагают так же, как и в первом случае. Рядом с местом проектного опирания мачты ставят вспомогательную мачту высотой

несколько более $1/3$ высоты поднимаемой мачты. Мачту поднимают путем ее поворота вокруг нижней опоры 1 (рис. 70, б) с помощью вспомогательной мачты. Поднимаемая мачта должна быть расчалена во время поворота в плоскости, перпендикулярной плоскости подъема.

До угла 60° — 70° поворот мачты производят вспомогательной мачтой, а в дальнейшем — с помощью расчалок. Расчалки, расположенные с противоположной стороны от вспомогательной мачты, используют как тормозные. В процессе подъема их постепенно отпускают.

Вспомогательную мачту можно установить между опорой поднимаемой мачты и местом строповки. Усилия в подъемном полиспасте при этом будут меньше, но потребуется большая высота вспомогательной мачты, чем при расположении ее у опоры.

3. Вспомогательную мачту устанавливают на горизонтальном шарнире за основанием поднимаемой мачты (рис. 70, в). Мачту располагают так же, как и в предыдущих случаях. Верх вспомогательной мачты с одной стороны соединяют неподвижной тягой с поднимаемой мачтой, а с другой — полиспастом к якорю.

При сокращении длины полиспаста при наматывании каната на лебедку вспомогательная мачта будет опускаться и поднимать мачту из горизонтального положения в вертикальное.

Высоту вспомогательной мачты также принимают равной примерно $1/3$ высоты поднимаемой мачты. При подъеме мачты со стороны, обратной подъему, все время должна быть натянута тормозная расчалка, чтобы не перетянуть и не уронить мачту. Поднимаемая мачта должна удерживаться поперечными расчалками.

4. Подъем мачты может быть выполнен «способом скольжения». При этом собранную мачту располагают так, чтобы место строповки находилось рядом с местом проектной установки, а рядом устанавливают вспомогательную мачту. Высота вспомогательной мачты должна быть на 3—4 м выше центра тяжести поднимаемой мачты. При подъеме мачты нижний ее конец скользит по направлению к месту окончательной установки. В этом случае при установке мачты в проектное положение на подъемный полиспаст передается вся сила тяжести поднимаемой мачты с оснасткой.

При подъеме способом поворота расчетное усилие в подъемном полиспасте и рабочей расчалке вспомога-

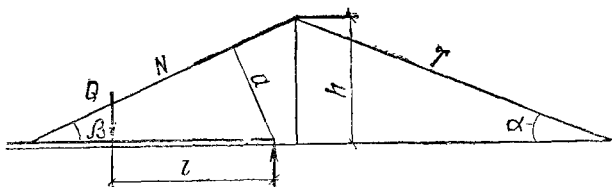


Рис. 71. Расчетная схема усилий при подъеме мачты

ной мачты может быть определено из условия отсутствия момента в опорной точке мачты при ее подъеме (рис. 71). Отсюда

$$N_n = Ql/a,$$

где N_n — усилие в подъемном полиспасте, кН; Q — вес мачты с оснасткой, кН; l — расстояние от опорного шарнира (опоры мачты) до центра тяжести мачты, м; a — расстояние от опорного шарнира до подъемного полиспаста, м.

Усилие в рабочей расчалке вспомогательной мачты

$$N_p = Ql \cos \beta / (a \cos \alpha),$$

где N_p — усилие в рабочей расчалке, кН; β — угол наклона подъемного полиспаста, град; α — угол заложения расчалки вспомогательной мачты, град.

Сжимающее усилие во вспомогательной мачте

$$N_m = (N'_n \sin \beta + N_p \sin \alpha + Q + T_0) 1,1,$$

где N_m — сжимающее усилие во вспомогательной мачте, кН; N'_n — усилие в сбегающей нитке подъемного полиспаста, кН; Q — вес вспомогательной мачты, кН; T_0 — вертикальная составляющая начального натяжения расчалок, кН; 1,1 — коэффициент перегрузки.

При подъеме способом «подающей мачтой» усилия определяются также из условия отсутствия момента в опорном шарнире.

Поднимаемую мачту рассчитывают на сжатие от действия монтажных нагрузок (сжимающих усилий от подъемных приспособлений) и изгиб от собственной силы тяжести.

Сжимающее усилие в мачте при подъеме по второму способу составит

$$N_m = 1,1 N_n \cos \beta.$$

Изгибающий момент в мачте зависит от места стропки:

при стропке за верх мачты

$$M_m = 1,1 q l^2 / 8;$$

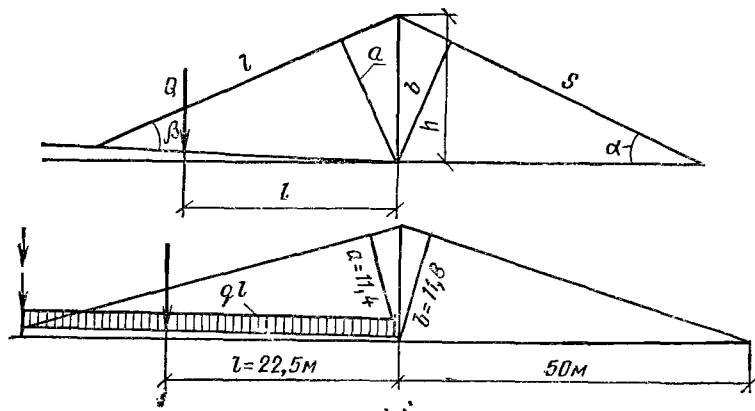


Рис. 72. Расчетная схема подъема мачты падающей стрелой

при строповке ниже верха мачты, момент в месте строповки

$$M'_н = 1,1ql^2_0/2;$$

момент в середине между местом строповки и опорой

$$M_c = \frac{1,1ql^2}{8} - 1,1\left(\frac{Q_0l_0}{2} + \frac{ql^2_0}{2 \cdot 2}\right),$$

где q — вес 1 м мачты без оснастки, кН; Q_0 — вес оснастки, кН; l_0 — расстояние от точки строповки до оголовка, м; l — расстояние от точки строповки до опорного шарнира.

Пример. Определить усилие в подъемных приспособлениях при подъеме мачты высотой 40 м весом 100 кН, оснащенной полиспастом грузоподъемностью 40 т (вес полиспаста 10 кН). Расчалки из каната диаметром 21,5 мм. Подъем выполняют способом падающей стрелы высотой 12 м, расстояние до якоря 50 м, длина расчалок 64 м (рис. 72).

Определяем положение центра тяжести поднимаемой мачты при массе четырех расчалок диаметром 21,5 мм (вес 1 м расчалки 16 Н/м)

$$\begin{aligned} Q_p &= 4 \cdot 64 \cdot 16 = 4100 \text{ Н.} \\ l_x &= \frac{\sum Q_i l_i}{\sum Q_i} = \frac{100 \cdot 20 + 10 \cdot 40 + 4,1 \cdot 40}{100 + 10 + 4,1} = \\ &= \frac{2000 + 400 + 164}{114,1} = 22,5 \text{ м.} \end{aligned}$$

Расстояние до центра тяжести определяем как сумму произведений веса отдельных узлов мачты на расстояние до каждого узла от той точки, до которой определяют расстояние, разделенную на общую сумму веса всех узлов мачты.

Усилие в тяге

$$N_T = Ql_x/a = 114,1 \cdot 22,5/11,4 = 225 \text{ кН.}$$

Усилие в полиспасте

$$N_n = Ql/b = 114,1 \cdot 22,5/11,8 = 215,4 \text{ кН.}$$

Усилие в падающей стреле

$$\begin{aligned} N_{nc} &= (N_T \sin \beta + N_n \sin \alpha + T) 1,1 = \\ &= (225 \cdot 0,324 + 216,4 \cdot 0,231 + 7,07 \cdot 3) 1,1 = \\ &= (73 + 50 + 21,2) 1,1 = 158,6 \text{ кН,} \end{aligned}$$

где $\sin \beta = 0,324$; $\sin \alpha = 0,231$.

Сжимающее усилие в мачте при подъеме поворотом

$$N_m = 1,1 N_T \cos \beta = 1,1 \cdot 225 \cdot 0,95 = 235,1 \text{ кН.}$$

Максимальный изгибающий момент в мачте будет в середине пролета между точкой строповки и опорным шарниром. В запас прочности разгружающим влиянием момента от консоли, вследствие ее небольшой длины, можно пренебречь.

Изгибающий момент в мачте

$$M_{изг} = 1,1 Q_m l/8 = 1,1 \cdot 100 \cdot 40/8 = 550 \text{ кН·м.}$$

Передвижение мачты в процессе работы выполняют подъемной или вспомогательной лебедкой.

При применении подъемной лебедки существует два способа:

по первому способу ходовую нитку подъемного полиспаста мачты крепят к основанию мачты; при навивке каната на барабан лебедки мачта будет передвигаться в направлении лебедки;

по второму способу в основании мачты крепят отводной ролик, через который пропускают канат, соединенный с неподвижной точкой на земле, лежащей в направлении движения каната. Конец каната крепят к крюку подъемного полиспаста. При сокращении полиспаста мачта будет перемещаться (рис. 73).

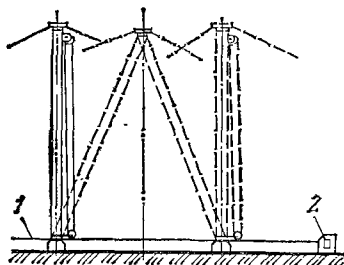
Передвижение мачты может быть выполнено также отдельной лебедкой. Во всех случаях низ мачты должен быть расчален тормозной расчалкой со стороны противоположной движению.

Передвижение мачты выполняют в следующей последовательности:

мачту наклоняют в сторону ее движения, для чего расчалки мачты в плоскости движения должны иметь возможность изменения длины;

затем начинают передвижение низа мачты с одновременным укорочением расчалок, расположенных в на-

Рис. 73. Схема перемещения мачты
1 — тормозной канат; 2 — лебедка



правлении движения. Наклон мачты во всех стадиях передвижения не должен быть больше $15\text{--}20^\circ$.

Высокие тяжелые мачты передвигают на салазках по рельсовым путям.

Демонтаж мачт может быть выполнен краном, если это возможно по характеристике крана, опусканием на одной из расчалок или с применением вспомогательной мачты.

25. Шевры

Шевром называют А-образную раму, шарнирно закрепленную нижним концом, а верхним удерживаемую в наклонном положении канатной тягой или полиспастом. К оголовку шевра крепят подъемный полиспаст, сбегающая нитка которого направляется по одной из ног через отводный ролик, закрепленный у ее основания на подъемную лебедку.

Изменение наклона (вылета) шевра может быть установочным, т. е. его производят без груза стяжными муфтами, изменяющими длину тяг, или маневровым, т. е. вместе с грузом. В этом случае изменение вылета производят увеличением или уменьшением длины удерживающего полиспаста лебедкой.

Различают стационарные шевры (рис. 74) и передвижные. Передвижные шевры имеют горизонтальную опорную раму, на один край которой опирается шевр, а к другому крепят канатные тяги. Устойчивость такого шевра обеспечивают контргрузом, расположенным на раме, или закреплением опорной рамы к якорю. Грузовую лебедку и лебедку изменения вылета при наличии рамы устанавливают на раме.

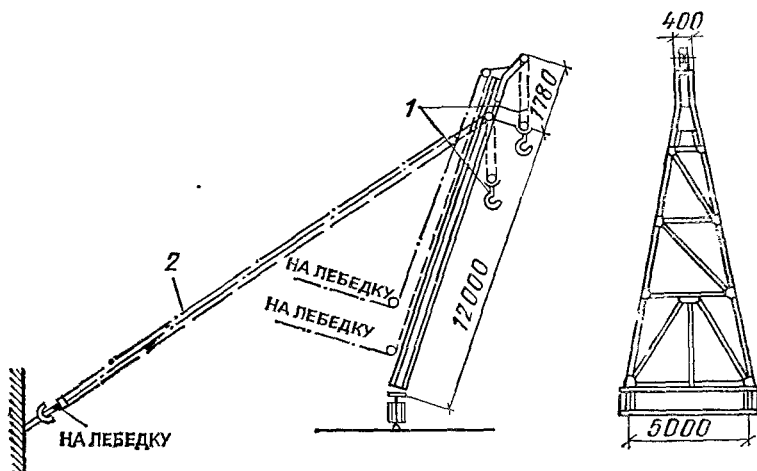


Рис. 74. Шевр

1 — грузовой полиспаст; 2 — стреловой полиспаст

Стационарный шевр обычно не имеет рамы. Ноги шевра опирают и закрепляют на фундаменте, а тяги или полиспасты крепят непосредственно к якорям.

Такую же конструкцию могут иметь и передвижные шекры, в этом случае опора низа шевра должна быть закреплена от смещения.

Шевр передвигают на салазках или катках. Преимуществом шевра по сравнению с мачтами является отсутствие боковых расчалок, загромождающих монтажную площадку, и якорей и более простое перемещение. Недостатком шевра является громоздкость конструкции.

Шекры применяют так же, как и мачты, для одиночных подъемов при отсутствии кранов. Грузоподъемность шеверов 1—100 т.

Определение усилий в элементах шевра выполняют по формулам, аналогичным формулам для расчета элементов наклонной мачты (рис. 75). Сжимающее усилие в шевре

$$N_{ш} = \frac{k(Q_r + Q_0) h(a + l)}{ac},$$

где Q_r — вес поднимаемого груза с учетом коэффициента перегруза 1,1, кН; k — коэффициент динамичности нагрузки равен 1,1; Q_0 — сумма веса оголовка шевра подъемного полиспаста и 1/2 веса шевра с коэффициентом перегрузки 1,1 кН; h — высота шевра, м; a —

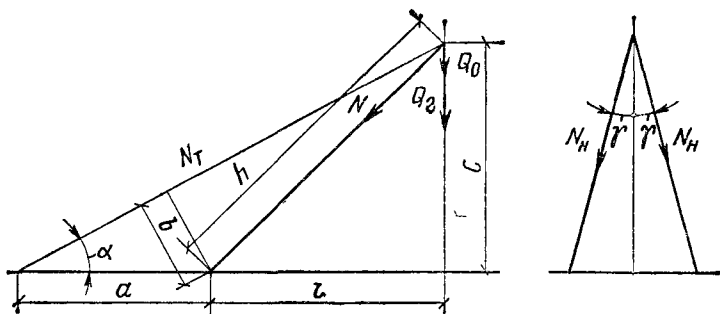


Рис. 75. Расчетная схема шевра

расстояние от опирания шевра до места крепления тяги шевра, м;
 l — вылет шевра, м.

Сжимающее усилие в ноге шевра

$$N_H = N_{ш} / (2 \cos \gamma) + N_{сб},$$

где $N_{сб}$ — усилие в сбегающей нитке полиспаста, кН; γ — угол наклона ноги, град.

Изгибающий момент в ноге шевра от силы тяжести ноги

$$M = Q_{ш} l / (8 \cdot 2),$$

где $Q_{ш}$ — вес шевра, кН.

Усилие в удерживающем полиспасте или тяге

$$N_T = (Q_T + Q_{ш}) l / b,$$

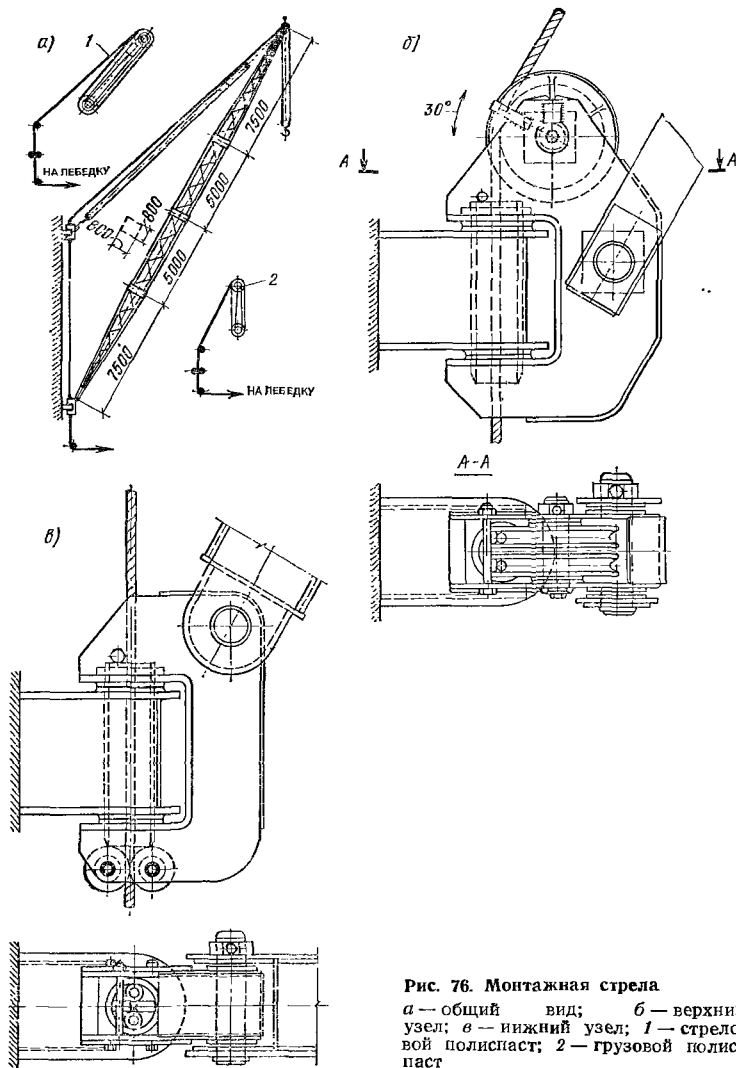
где b — расстояние от опорного шарнира шевра до тяги, м.

Контргруз на раме шевра подбирается из условия устойчивости шевра при повороте вокруг ребра опрокидывания. Коэффициент устойчивости принимают равным 1,4.

$$M_{опр} \leq 1,4 M_{уд},$$

где $M_{опр}$ — момент от веса груза, кН·м: $M_{опр} = Q_T l$; при опирании шевра не у конца опорной рамы $M_{опр} = Q_T (l - e)$, здесь e — расстояние от конца рамы до точки крепления шевра, м; $M_{уд}$ — удерживающий момент $M_{уд} = \sum Q_i x_i$; Q_i — собственный вес элементов конструкций, лебедок, контргрузов, расположенных на опорной раме шевра, кН; x_i — расстояние от элементов лебедок, контргрузов до ребра опрокидывания, м.

Переносные монтажные стрелы (рис. 76) грузоподъемностью 3—10 т при длине 10—25 м применяют для обслуживания небольшой территории и при наличии кон-



струкций, к которым можно прикрепить опорные узлы стрелы.

Опорный узел переносной стрелы включает шарниры, позволяющие изменять вылет стрелы в вертикальной плоскости и поворачивать стрелу до 80° в каждую сто-

рону. Верхний узел, к которому крепят неподвижный блок полиспаста, удерживающего стрелу в вертикальной плоскости, также имеет возможность поворота.

Конструкция нижнего и верхнего узлов показана на рис. 76.

Нижний узел по конструкции аналогичен опорному узлу поворотной наклонной мачты.

Поворот стрелы обычно производят вручную канатами, закрепленными за оголовки, но может осуществляться лебедками через отводные ролики.

Переносные стрелы могут быть трубчатыми или решетчатыми и состоять из отдельных секций.

Определение усилий в элементах стрел и их креплениях аналогично определению усилий в элементах наклонных мачт. При креплении стрелы к существующей конструкции, последняя должна быть проверена на нагрузки, возникающие от переносной стрелы.

В опорных узлах стрелы возникают опорные реакции, величина и направление которых зависят от длины стрелы, ее вылета, расположения стрелы в пространстве и высоты подвеса стрелового полиспаста.

Горизонтальные реакции в нижней и верхней опорах определяют по формуле

$$R_H = -R'_H = P_0 a / h,$$

где P_0 — нагрузка на оголовок стрелы, включающая вес поднимаемого груза с учетом коэффициентов перегрузки, равного 1,1, и динамичности, равного 1,1, веса блоков и полиспастов и половины веса стрелы с учетом коэффициентов перегрузки и динамичности, равных 1,1 кН; a и h — вылет стрелы и высота подвеса стрелового полиспаста.

Направление реакций в пространстве зависит от расположения стрелы в плане.

Вертикальная реакция в нижнем опорном узле имеет постоянное направление и определяется по формуле

$$R_v = (P_0 H / h) + P_c,$$

где H — высота оголовка стрелы над нижним опорным узлом, м; P_c — половина веса стрелы и вес нижнего опорного узла с учетом коэффициента перегрузки, т.

Вертикальную реакцию в верхнем опорном узле определяют по формуле

$$R'_v = \frac{P_0}{h} (H - h).$$

Направление реакции зависит от вылета стрелы и высоты крепления верхнего узла.

26. Портальные подъемники

Портальные подъемники применяют для подъема объемных грузов большой массы на большую высоту при отсутствии мобильных грузоподъемных средств.

Портальные подъемники могут иметь грузоподъемность до 100 т при пролете 40—50 м и высоте 80—90 м (рис. 77).

Портальный подъемник состоит из двух стоек (мачт), соединенных по верху жестким ригелем. Внизу стойки опираются на фундаменты через шарнирные опоры, позволяющие производить наклон рамы портала в обе стороны от вертикали из плоскости рамы. Верх стоек удерживается полиспастами, закрепленными к якорям.

В плоскости портала в зависимости от условий работы стойки расчаливают внутри или снаружи портала. Места крепления расчалок к якорям в плоскости портала располагают в одном уровне с осью опорных шарниров стоек. В этом случае длины расчалок при наклоне портала не изменяются.

Подъемные полиспасты крепят к ригелю на небольшом расстоянии от его опор, что позволяет уменьшить изгибающий момент в ригеле, или закрепляют к стойкам.

Отводные блоки для сбегающих канатов подъемных полиспастов располагают на стойках.

Чтобы избежать кручения в ригеле при наклоне портала, ригель соединен со стойками горизонтальными шарнирами, что позволяет ему всегда быть в вертикальном положении.

Подъем грузов производят двумя полиспастами, что требует увеличения высоты портала при большом пролете между стойками, так как наклон полиспаста вызывает значительное увеличение в нем усилия.

Стойки портала по своей конструкции не отличаются от мачт. Ригель портала имеет коробчатую конструкцию. Верхние блоки полиспаста расположены внутри ригеля.

Опорные шарниры стоек закрепляют к фундаментам анкерными болтами, рассчитанными на горизонтальную нагрузку при наклоне портала с грузом.

Монтаж портала выполняют обычно с помощью вспомогательных падающих стрел грузовыми полиспастами.

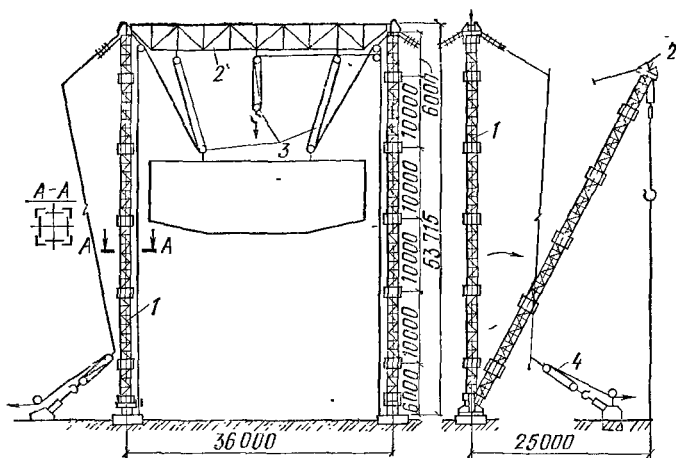


Рис. 77. Портальный подъемник

1 — стойка; 2 — ригель; 3 — подъемные полиспасты; 4 — полиспасты на-
клона подъемника

27. Мачтово-стреловые краны

Мачтово-стреловые краны применяют при небольших объемах работ для монтажа объектов с небольшой площадью и для обслуживания складов, когда нет мобильных кранов.

В зависимости от закрепления мачты эти краны подразделяют на вантовые и жестконогие.

Мачтово-стреловые краны имеют несложную конструкцию (рис. 78) и могут быть изготовлены силами монтажного управления. Промышленность таких кранов не выпускает.

Основными элементами вантового мачтово-стрелового крана являются мачта, удерживаемая вантами, и закрепленная на ней стрела. Стрела одним концом шарнирно закреплена к мачте, второй конец стрелы — стреловым полиспастом подвешен к верхнему концу мачты. При изменении длины стрелового полиспаста меняется вылет стрелы и положение груза. Грузовой полиспаст, поднимающий груз, подвешен к концу стрелы. Сбегающие концы полиспастов проходят через отводные блоки от верха мачты к низу и далее на лебедки. Лебедки устанавливают вне опасной зоны.

Шарнирное опирание стрелы обеспечивает ее поворот,

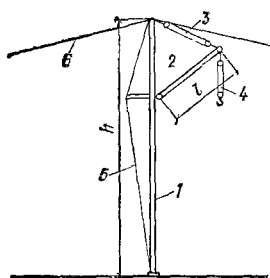


Рис. 78. Мачтово-стреловой кран

1 — мачта; 2 — стрела; 3 — стреловой полиспаст; 4 — грузовой полиспаст; 5 — шпренгель; 6 — ванты

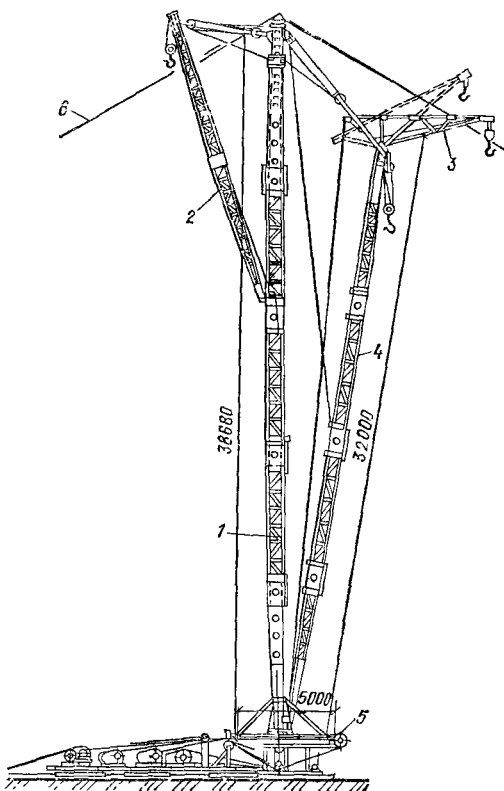


Рис. 79. Вантовый деррик

1 — мачта; 2 — вспомогательная стрела; 3 — клюв; 4 — основная стрела; 5 — поворотный круг; 6 — ванты

который производят вручную оттяжками за конец стрелы.

Основными техническими характеристиками грузоподъемных кранов являются грузоподъемность, грузовой момент и скорости подъема и опускания груза и стрелы; геометрическими характеристиками — длина стрелы и вылет крюка, высота подъема и габарит крана.

Грузоподъемностью крана называется масса максимального груза, поднимаемого на данном вылете, т.

Грузовым моментом называют произведения массы груза на расстояние от оси поворота крана до точки подвеса груза, кН·м.

Вылетом крюка называют расстояние по горизонтали от оси поворота крана до точки подвеса крюка.

Длина стрелы измеряется от шарнира крепления стрелы до точки крепления грузового полиспаста.

Высота подъема груза — это расстояние по вертикали от головки рельса подкранового пути до крюка, поднятого на максимальную высоту.

При наименьшем вылете будет максимальная высота подъема, а при наибольшем — минимальная.

Геометрические и технические характеристики кранов приводят в паспортах крана и справочниках.

Простейшей конструкцией мачтово-стрелового крана является неповоротная мачта с закрепленной на ней наверху переносной монтажной стрелой. Такие краны в настоящее время применяют крайне редко. Также редко применяется вантовый кран, т. е. кран, у которого поворот стрелы в плане происходит одновременно с поворотом мачты. Низ мачты в этом случае опирают на шаровой шарнир, а верх удерживают вантами, закрепленными к поворотному оголовку («пауку»).

Стрела крана может быть расположена на различных уровнях. В кранах большой грузоподъемности (40 т) ее располагают у нижней опоры. Такой кран называют «дерриком» (рис. 79).

Если по условиям монтажа необходимо большое подстреловое пространство, стрелу располагают выше середины мачты, ближе к оголовку. Такие краны называют *вантово-мачтовыми*.

Поворот стрелы в вантовых и вантово-мачтовых кранах происходит одновременно с мачтой канатами, огибающими поворотный круг, закрепленный к низу мачты, и наматываемыми на лебедки.

Для полиспастов подъема груза, стрелы и поворота крана применяют электрические лебедки, расположенные на раме крана, на которой расположен опорный шарнир крана. Отводные нитки полиспастов по оси мачты через отверстие в шаровой опоре мачты отводят отводными блоками в раме крана к лебедкам.

Канаты с поворотного круга также отводными блоками направляют на поворотную лебедку.

Секции мачты и секции стрелы делают взаимозаменяемыми, что позволяет менять геометрические параметры крана. Стыки секций — болтовые на накладках.

Узлы мачтового крана показаны на рис. 80.

Кран-мачтой (рис. 81) называют вантовый кран, у которого поворотная часть охватывает верхнюю часть неповоротной мачты. Поворотная часть расположена выше крепления вант и представляет собой пространственную

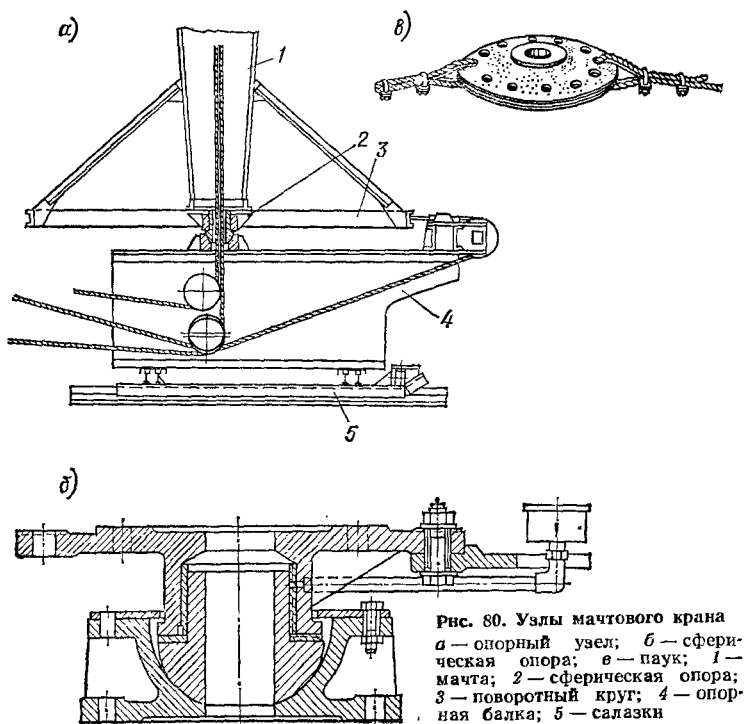


Рис. 80. Узлы мачтового крана
 а — опорный узел; б — сферическая опора; в — паук; 1 — мачта; 2 — сферическая опора; 3 — поворотный круг; 4 — опорная балка; 5 — салазки

стойку, опирающуюся на верх мачты и внизу горизонтальными катками на мачту. Стрела крана закреплена внизу поворотной стойки и подвешена стреловым полиспастом к ее верху. Поворот стрелы на 360° производят закрепленным внизу поворотной части поворотным кругом с канатной тягой, ручными лебедками. Концы поворотных канатов, закрепленные на поворотном круге, огибают его и через отводные блоки на мачте идут вниз на лебедки, установленные на земле.

Для уменьшения изгибающего момента в мачте к поворотной части крепят контргруз, создающий момент, обратный грузовому и по величине равный примерно половине грузового.

В вантово-мачтовом кране стрела работает на сжатие от усилий в стреловом и грузовом полиспастах, на изгиб от момента от собственного веса и внецентренного крепления узлов.

Мачта таких кранов испытывает сжатие от составляющих натяжения вант, стрелового полиспаста и усилий в сбегających нитках. В мачте возникает момент от горизонтальной реакции в месте опирания стрелы. Для уменьшения этого изгибающего момента с обратной стороны мачты подвешивают на консоли, закрепленной на одном уровне с опиранием стрелы, контргруз, вес которого создает момент, равный половине грузового момента. Мачта также может быть усилена шпренгелем, стойка которого расположена в уровне крепления стрелы с другой стороны мачты.

При удлинении мачты и стрелы необходимо производить проверку их устойчивости с учетом влияния продольного изгиба.

Мачтово-стреловые краны монтируют несколькими способами:

краны небольшой высоты могут быть установлены передвижными стреловыми кранами или с помощью легкой вспомогательной стрелы;

монтаж кранов большой высоты производят последовательно: сначала вспомогательной мачтой поднимают стрелу крана грузовым полиспастом, а затем стрелой и стреловым полиспастом поднимают мачту с заранее закрепленными к ней вантами.

Для складских погрузочных работ и работ с грузами небольшой массы и габаритом применяют легкие краны типа Пионер.

Это краны Т-108 грузоподъемностью 0,5 т с максимальным вылетом 5,2 м, кран СПК-1000 — грузоподъемностью 10 т и вылетом 6 м, кран СПК-2000 с вылетом 7,8 м.

Кран состоит из неповоротной короткой трубчатой стойки, удерживаемой в вертикальном положении четырьмя подкосами, установленными на передвижной тележке. Поворотная платформа, находящаяся выше подкосов, имеет возможность поворачиваться вокруг стойки. На платформе закреплена на горизонтальном шарнире стрела с грузовым полиспастом, конец которой удерживается двумя тягами к углам поворотной платформы (рис. 82).

На платформе установлены лебедка подъема. Снизу к платформе подвешен контргруз.

Жестконогие краны большой грузоподъемности применяют для навесной и полунавесной сборки пролетных

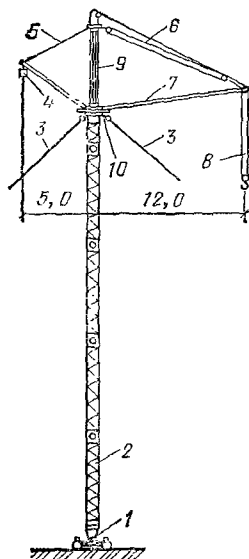


Рис. 81. Кран-мачта

1 — опорный шарнир; 2 — мачта; 3 — ванты; 4 — контргруз; 5 — тяга; 6 — стреловой полиспаст; 7 — стрела; 8 — грузовой полиспаст; 9 — поворотный оголовок; 10 — поворотный круг

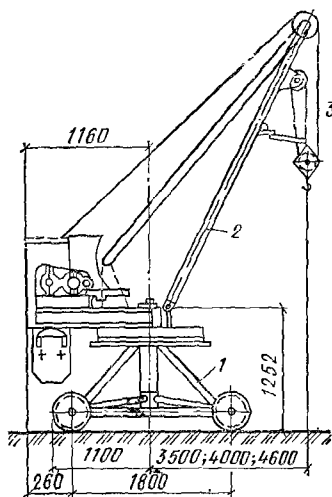
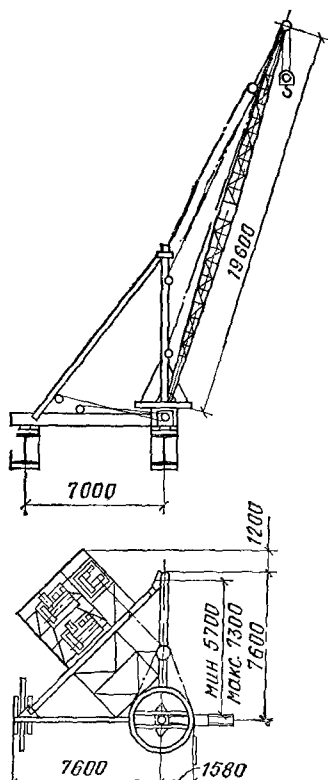


Рис. 82. Кран СПК-1000

1 — тележка; 2 — стрела; 3 — грузовой полиспаст

Рис. 83. Жестконогий кран грузоподъемностью 3 т

строений мостов и эстакад. Краны небольшой грузоподъемности применяют для монтажа и демонтажа элементов покрытий зданий.

Жестконогие краны могут быть передвижными и неподвижными, стационарными.

Передвижные краны называют крышевыми.

Кран состоит из поворотной мачты, удерживаемой в вертикальном положении двумя жесткими подкосами, и стрелы, закрепленной в основании мачты.

В неподвижных кранах мачта и подкосы закреплены на фундаментах, а в передвижных — на опорной раме. Мачта так же, как и в вантовых кранах, опирается на шаровой шарнир, установленный на опорной раме.

Стрела крана имеет длину больше высоты мачты и может поворачиваться на угол до 270° . Поворот стрелы происходит вместе с мачтой и осуществляется канатами. Поворотный круг закреплен к низу мачты. Оголовок крана отличается от вантового крана. На верху мачты заделана вертикальная ось, на которой находится поворотная муфта с проушинами для крепления подкосов.

Таким образом, при повороте мачты подкосы остаются неподвижными. Стреловой полиспаст верхним концом крепят к консоли, закрепленной на вертикальной оси, заделанной в мачте.

Чтобы кран не опрокидывался при подъеме груза, его раму крепят за конструкции, на которых он расположен, или за фундаменты, или загружают контргрузом. Величину контргруза подбирают из условия устойчивости при опрокидывании с коэффициентом запаса $k=1,4$.

Общий вид жестконового крана показан на рис. 83.

Глава VII. БАШЕННЫЕ И ПРИСТАВНЫЕ КРАНЫ

28. Башенные краны

Башенным краном называют кран, у которого башня расположена вертикально, а стрела закреплена к верхней части башни, что создает большое подстреловое пространство (рис. 84).

Башенные краны широко применяют при монтаже сооружений промышленного, гражданского и жилищного назначения, имеющих большую высоту, ширину и протяженность.

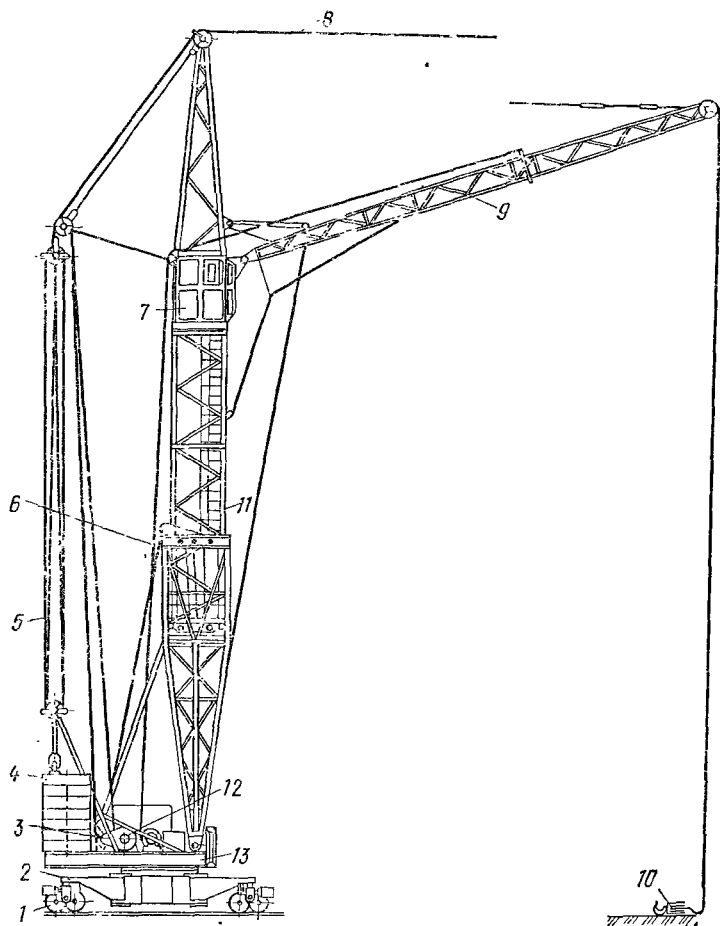


Рис. 84. Башенный кран КБ-160.2Б с подвесной стрелой

1 — тележка; 2 — ходовая рама; 3 — стреловая лебедка; 4 — балласт; 5 — стреловой канат; 6 — грузовой канат; 7 — кабина; 8 — стреловой полиспаст; 9 — стрела; 10 — крюковая подвеска; 11 — башня; 12 — грузовая лебедка; 13 — поворотная платформа

Преимуществами башенных кранов по сравнению с другими стреловыми кранами являются:

большое подстреловое пространство, что позволяет при высоких сооружениях подавать груз в любую точку монтируемого сооружения в любой последовательности;

большая грузоподъемность при больших вылетах крюка;

возможность расположения в непосредственной близости от возводимого сооружения;

простота перемещения;

хорошая организация монтажной площадки.

Недостатком башенных кранов является высокая стоимость рельсовых путей и для кранов большой грузоподъемности — трудоемкость монтажа, демонтажа и транспортировки с площадки на площадку.

Основные элементы башенного крана — башня, стрела, стреловой полиспаст, механизм передвижения грузовой тележки (при балочной стреле), грузовой полиспаст, поворотный оголовок (при неповоротной башне), противовес и устройство для его подвеса, опорная часть крана и ходовые тележки с механизмом передвижения. Стреловой и грузовой полиспасты связаны с электролебедками. Электрический ток подводится к двигателям с помощью гибкого кабеля.

По конструкции башен краны разделяют на краны с неповоротной башней (КБ-573, КБ-674, БК-300) и краны с поворотной башней (КБ-160.2, КБ-503, БК-1000, БК-1425).

Краны с *неповоротной башней* имеют поворотный оголовок и верхний противовес.

Краны с *поворотной башней* могут быть как с нижним, так и с верхним противовесом.

Расположение противовеса внизу повышает устойчивость крана, понижает центр тяжести крана и при этом уменьшаются ветровые нагрузки, облегчается обслуживание крана и его монтаж и демонтаж.

По конструкции стрел краны разделяют на краны с подъемной стрелой и грузовым полиспастом на конце стрелы (КБ-160.2, КБ-405, БК-300, БК-1000 и БК-1425), краны с балочной стрелой, по которой перемещается грузовая тележка (КБ-308, КБ-403А (рис. 85), КБ-504, КБ-674) и краны с шарнирно-сочлененной стрелой (КБ-160.4).

Краны с подъемной стрелой могут быть оснащены подъемным (маневровым) гуськом (клювом) с дополнительным подъемом меньшей грузоподъемности.

Изменение вылета может быть маневровым — с грузом на крюке или установочным — без груза. Современные башенные краны, как правило, имеют маневровый подъем стрелы.

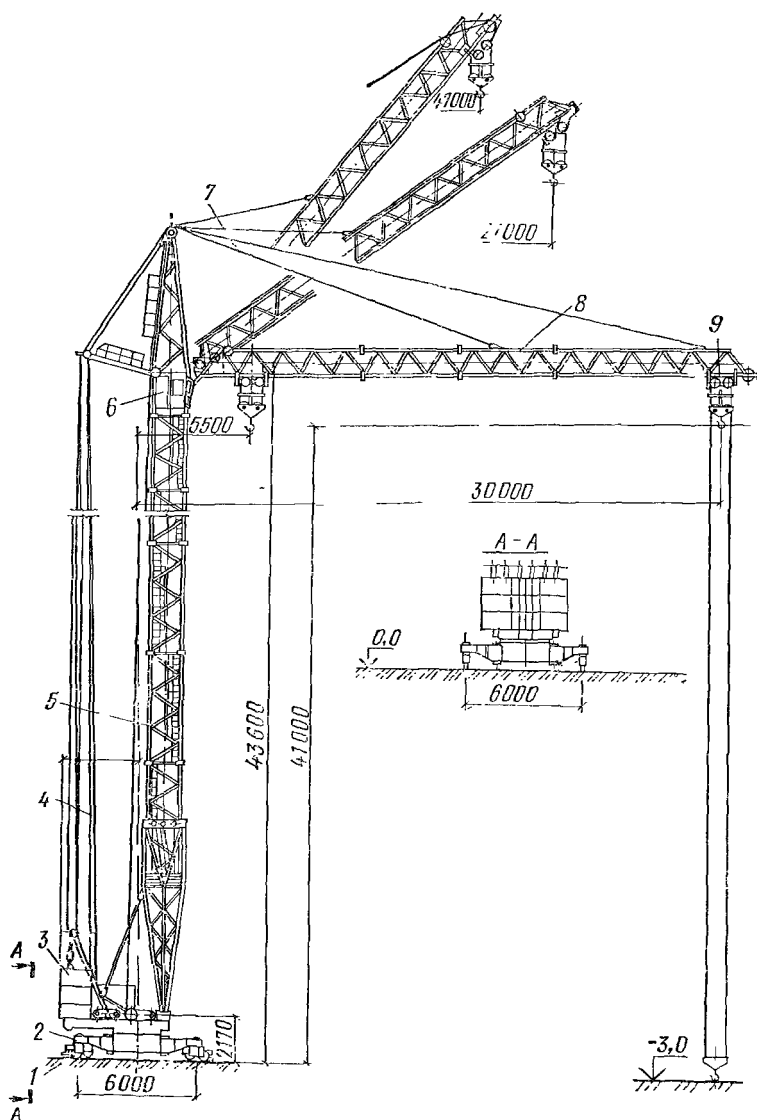


Рис. 85. Башенный кран КБ-403А с балочной стрелой

1 — ходовая тележка; 2 — ходовая рама; 3 — противовес; 4 — стреловой канат; 5 — башня; 6 — кабина; 7 — стреловая тяга; 8 — стрела; 9 — грузовая тележка

По конструкции опирания башенные краны подразделяют на рельсовые, передвигающиеся по рельсовым путям, приставные, установленные рядом с монтируемым зданием и закрепляемые к нему по мере его возведения горизонтальными креплениями, и самоподъемные, опирающиеся на конструкции и передвигающиеся внутри здания.

По грузоподъемности краны подразделяются на три группы:

для подъема легких грузов до 5 т с грузовым моментом до 100 тм;

для подъема средних грузов — 25 т с грузовым моментом до 300 тм;

для подъема тяжелых грузов более 25 т с грузовым моментом более 300 тм.

Башенные краны для монтажных работ применяют с грузовым моментом 100—1425 тм.

Башенные краны для подъема легких грузов с грузовым моментом до 100 тм включительно (КБ-100, МСК-35-20, КБ-308) применяют главным образом для монтажа малоэтажных зданий. На монтаже строительных конструкций промышленных зданий их применяют редко, а применяют главным образом краны средней и большой грузоподъемности КБ-160.2, КБ-405.1, БК-300 и БК-1000 (рис. 86). Для большинства кранов цифра в марке крана соответствует грузовому моменту в тонно-метрах. Самый мощный кран БК-1425 имеется в нескольких экземплярах.

Наибольшее распространение имеют унифицированные краны типа КБ с грузовым моментом 100—400 тм с подъемной балочной стрелой и нижним расположением опорно-поворотного устройства и краны типа МСК с подъемной стрелой балочной конструкции.

Небольшое применение еще находят краны старой конструкции типа БКСМ с поворотным оголовком, монтаж которых достаточно трудоемок.

Для промышленного и гражданского многоэтажного строительства применяют также кран КБ-674 с поворотным оголовком.

Для крупного промышленного строительства применяют кран БК-1000 с поворотной башней.

Технические характеристики некоторых кранов приведены в табл. 28.

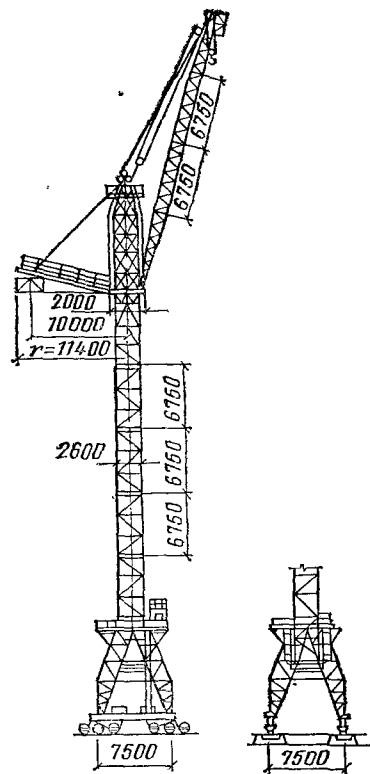


Рис. 86. Башенный кран БК-300

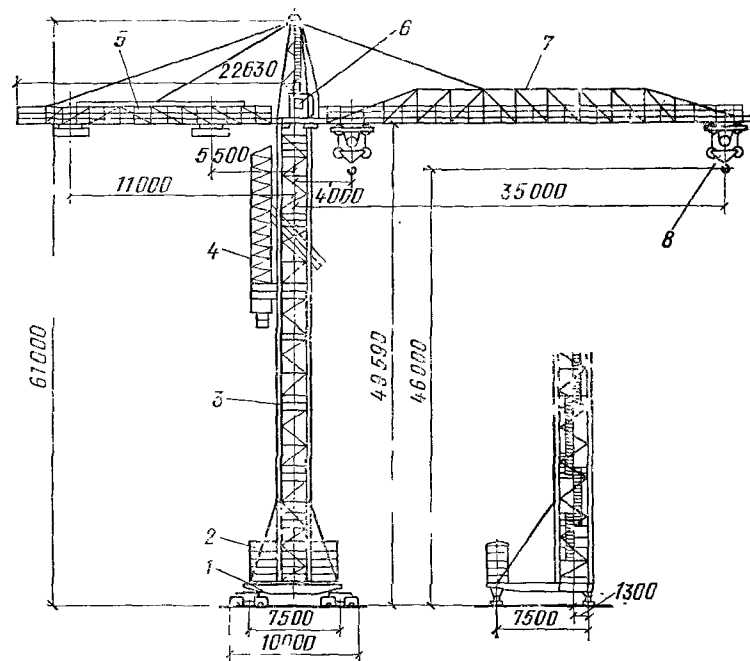


Рис. 87. Башенный кран КБ-674

1 — ходовая рама; 2 — балласт; 3 — башня; 4 — стойка монтажная; 5 — стрела противовеса; 6 — кабина; 7 — стрела; 8 — грузовая тележка

28. БАШЕННЫЕ КРАНЫ

Показатель	КБ-100	КБ-160	КБ-402	КБ-504
Грузоподъемность, т	5	8	8	10
Вылет, м	20—10	25—13	25—13	40—7,5
Высота подъема, м	21—33	46,1—60,6	59,5—66,5	60—77
Скорость подъема, м/мин	26	22,5	45	60—160
Частота вращения стрелы, мин ⁻¹	1,01	0,01	0,01	0,01
Скорость передвижения крана, м/мин	28	19,7	17,9	18
Масса крана, т	30	48	55	108

Показатель	КБ-405	КБ-573	КБ-67	БК-300	БК-1000
Грузоподъемность, т	8—10	10	25	25	50
Вылет, м	30—15	40—2,5	35—4	30—8	45—12
Высота подъема, м	53—70	150	70—46	79—45	88—44
Скорость подъема, м/мин	22,5	22,5—45	17,5—100	12	1,3—10,7
Частота вращения стрелы, мин ⁻¹	0,01	0,01	0,01	0,25	0,2
Скорость передвижения крана, м/мин	20	25	20	8,65	12,5
Масса крана, т	50	113,7	115	149	296

Основными сборочными единицами башенных кранов типа КБ с поворотной башней являются: ходовая рама, поворотная часть с рабочим оборудованием (башня, стрела), противовес, кабина, механизмы и электрическая часть.

К ходовой раме обычно коробчатого сечения закреплены на поворотных кронштейнах 4 ходовые тележки с расположенными на них механизмами передвижения.

Ходовая рама соединена с поворотной рамой роликовым опорно-поворотным устройством. На верху ходовой рамы закреплен неподвижный зубчатый венец опорно-поворотного круга. Вращающаяся часть опорно-поворотного круга закреплена к низу поворотной платформы. Механизм поворота установлен на поворотной платформе, а его шестерня находится в зацеплении с неподвижным зубчатым венцом. При вращении шестерни она обе-

гает венец поворотного устройства и происходит поворот крана.

Поворотная платформа состоит из сварной рамы также коробчатого сечения. На ней расположены кроме механизма поворота лебедки подъема груза и подъема стрелы или перемещения грузовой тележки. В передней части поворотной платформы закреплена на шарнирах башня крана, а на хвостовой части установлены плиты противовеса.

Боковые балки платформы являются нижними поясами вертикальных ферм, к верхним соединенным между собой узлам которых закреплены телескопические подкосы, поддерживающие башню.

Башня крана решетчатой конструкции четырехгранного сечения состоит из отдельных секций. Верхняя секция (оголовка) имеет пирамидальную форму. Наверху оголовка закреплены два блока подвески стрелы и два блока грузового каната. К низу пирамидального оголовка башни с одной стороны закреплена на шарнире стрела решетчатой конструкции, а с другой — распорка противовеса башни. Распорка соединена канатами с оголовком башни и полиспастом с хвостовой частью поворотной платформы. Подвески стрелы через блоки на оголовке башни и распорки башни соединены со стреловым полиспастом, закрепленным к хвостовой части поворотной платформы.

Краны типа КБ преимущественно имеют балочные стрелы решетчатой конструкции с прямоугольным или треугольным сечением.

Грузовая тележка перемещается по направляющим рельсам двутаврового сечения, закрепленным к нижней плоскости стрелы.

В отдельных кранах рельсами служат нижние пояса стрелы. Рабочее положение стрелы — горизонтальное. В ряде кранов тележку можно закрепить на конце стрелы и работать с наклонной стрелой.

Запасовка грузового каната в этом случае позволяет перемещать груз при изменении вылета по горизонтали.

У крана типа КБ с неповоротной башней механизм поворота стрелы, лебедка грузовая и стреловая размещены на стреле противовеса. Механизм поворота представляет собой цевочное колесо или большую шестерню, прикрепленную к низу поворотного оголовка или к башне в зависимости от расположения механизма враще-

ния. Механизм вращения состоит из электродвигателя, тормоза, муфты предельного момента и редуктора, приводящего во вращение малую шестерню, закрепленную к поворотной части, которая обкатывается по большой шестерне, соединенной с неповоротной башней.

Устойчивость крана от опрокидывания обеспечивается наличием балластных плит на ходовой раме.

На кране установлены ограничители грузоподъемности, вылета крюка, конечные выключатели высоты подъема груза, стрелы, поворота передвижения крана, анемометры для определения скорости ветра. На тележках крана имеются рельсовые захваты против угона ветром в нерабочем состоянии.

Кабина управления краном расположена на верху башни ниже крепления стрелы.

Управляют краном с помощью командоконтроллера.

Краны с неповоротной башней типа БК-300 и КБ-674 (рис. 87) имеют другую конструкцию. Башня крана заделана в портале, который опирается на ходовые тележки.

Башня решетчатой конструкции четырехгранная, квадратная в плане, состоит из отдельных секций, что позволяет изменять высоту крана. На верх башни опирается поворотный оголовок, опирающийся горизонтальными роликами на опорный круг, закрепленный на башне (кран БК-300).

К низу поворотного оголовка на шарнирах закреплен стрела, другой конец которой подвешен стреловым полиспастом к верху поворотного оголовка. Таким образом, момент от груза передается на башню парой горизонтальных сил, одна из которых приложена к оголовку башни, а другая — в уровне опорного круга.

Для уменьшения действия грузового момента на башню крана к поворотному оголовку закреплена стрела противовеса, к концу которой подвешен противовес.

Горизонтальная реакция от стрелы передается на опорное кольцо на башне через горизонтальные ролики, заделанные в нижней раме поворотного оголовка, в кране БК-300 и через опорно-поворотное устройство в кране КБ-674.

Кран БК-300 имеет подъемную стрелу, меняющую свой вылет с грузом. Кран КБ-674 имеет балочную стрелу, по которой передвигается тележка с грузом.

Стрелы кранов решетчатой конструкции состоят из нескольких секций, соединенных болтовыми стыками, что позволяет менять ее длину.

В кране КБ-674 нижние пояса стрелы являются рельсами для передвижения тележки с грузом.

Кран БК-300 имеет канатный механизм поворота. Канат 3 раза огибает поворотный круг, прикрепленный к низу поворотного оголовка, и через систему отводных роликов отводится на электролебедку, расположенную на неповоротной башне. На электролебедке концы каната закреплены к барабану с противоположных сторон. При вращении барабана один канат сматывается, а другой наматывается, при этом происходит вращение поворотной части. При ослаблении каната подтягивают барабан. Установка концевых выключателей ограничивает поворот в пределах 360° .

Грузовой полиспаст крана связан с многоскоростной лебедкой, что позволяет обеспечить большие скорости подъема и опускания груза и небольшие посадочные скорости.

Поворотный оголовок крана КБ-674 опирается на башню опорно-поворотным кругом, закрепленным к верху неповоротной башни. Механизм поворотного оголовка состоит из вертикального редуктора, фланцевого электродвигателя и тормоза. Последняя шестерня механизма поворота находится в зацеплении с цевочным колесом опорно-поворотного круга. Опорно-поворотный круг снабжен ограничителем поворота.

Ограничитель грузоподъемности у кранов с переменным вылетом включается через систему рычагов в тягу крепления стрелового полиспаста.

Конец рычага перемещается по кулачку, профиль которого соответствует графику усилия в стреловом полиспасте. При превышении усилия другой конец рычага замыкает сеть.

При подъемной стреле ограничитель высоты подъема устанавливают на оголовке стрелы, при балочной стреле — на грузовой тележке.

Ограничитель автоматически выключает ток при соприкосновении с ним нижнего блока полиспаста подъема груза.

Противовес предназначен для уравнивания массы стрелы и части массы груза. В кране БК-300 он подвешен на конце стрелы противовеса. В кране КБ-674 на

конце стрелы противовеса установлены лебедки и противовес может перемещаться, т. е. момент от противовеса может менять свою величину.

Башенные краны типа БК имеют портал для пропуска железнодорожного транспорта, портал опирается на ходовые тележки. Механизм передвижения крана состоит из двух однотипных механизмов, кинематически связанных между собой.

Механизм передвижения состоит из электродвигателя, тормоза, редуктора и зубчатого венца, жестко связанного болтами с ходовыми колесами тележки.

Управление краном производит один крановщик с помощью контроллеров. Все электродвигатели снабжены тормозными электромагнитами и концевыми выключателями, автоматически выключающими двигатели при достижении предельного положения.

Самые мощные башенные краны БК-1000 и БК-1425 (единичные машины) предназначены для монтажа объектов черной металлургии, ТЭЦ, гидросооружений и других крупных инженерных сооружений. Эти краны имеют поворотную башню, к которой наверху с одной стороны закреплена стрела, а с противоположной — стрела противовеса. Башня имеет прямоугольное сечение, что позволяет уменьшить ее массу. Низ башни заделан в опорной части портала.

Кран БК-1000 (рис. 88) имеет трехопорный портал с проемом для пропуска железнодорожного транспорта.

Башня опирается на сферическую опору и передает грузовой момент парой горизонтальных сил: в верхнем уровне портала и внизу в точке опирания башни. Сферическая опора расположена на трехопорной балке с подвижными консолями, которыми она опирается на опоры портала. На балку опирается также цевочное колесо механизма вращения.

В верхней части портала размещена горизонтальная диафрагма, в которую заделаны восемь горизонтальных катков, передающих горизонтальную реакцию. Ноги портала опираются на ходовые тележки, каждая из которых перемещается по нормальному железнодорожному пути. Механизм передвижения расположен на тележке.

Перевозку и демонтаж кранов типа КБ производят без разборки основных сборочных единиц.

Для перевозки стрелу опускают и располагают вдоль башни, затем башню крана со стрелой опускают и опи-

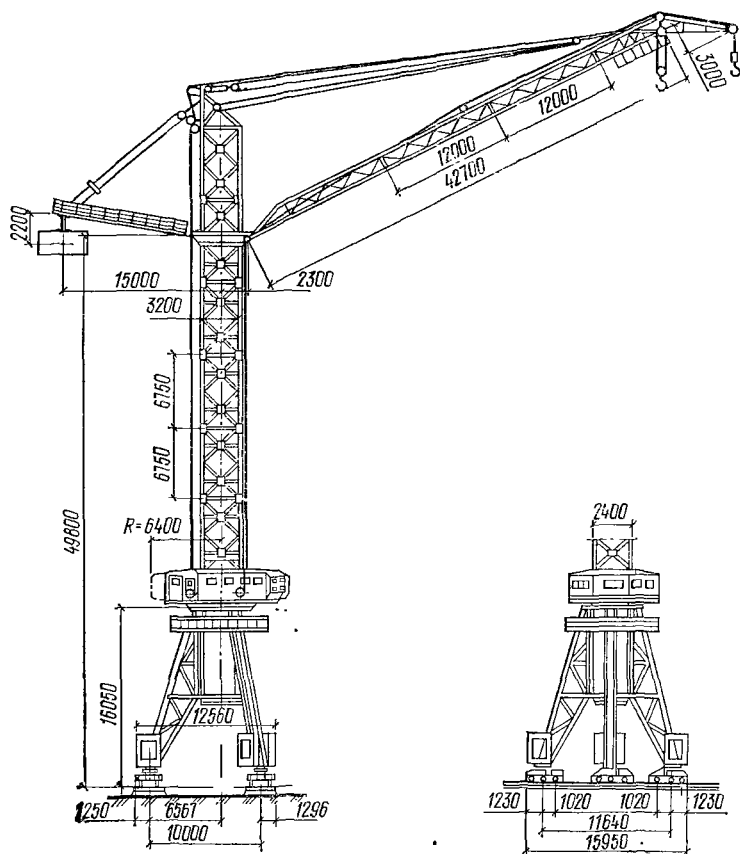


Рис. 88. Башенный кран БК-1000

рают на тягач. Под опорную раму подводят пневматические тележки, на которых затем кран в качестве прицепа перевозят тягачом. На месте монтажа, поддомкрачивая опорную раму, выводят подкатные тележки и монтируют кран механизмами крана и инвентарными приспособлениями. Перевозят кран с башней минимальной высоты. На монтажной площадке высота башни может быть увеличена путем наращивания секций башни сверху или путем подрачивания снизу (кран КБ-403). Все эти операции выполняют механизмами крана.

Башенные краны типа БК (БК-300 и БК-1000) монтируют подрачиванием, т. е. первоначально мобильны-

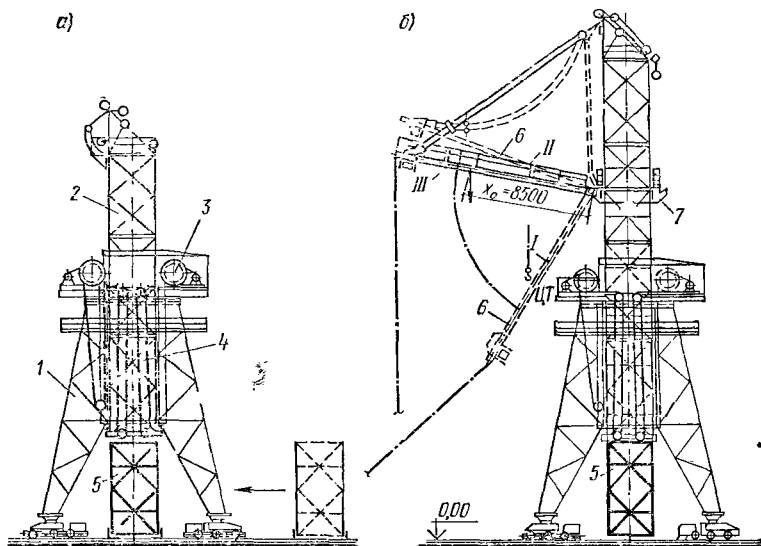


Рис. 89. Монтаж башенного крана БК-1000 подрачиванием

a — подрачивание башни; *б* — подъем противовесной консоли; 1 — портал; 2 — верхняя секция башни; 3 — машинное помещение; 4 — подъемный полиспаст; 5 — очередная секция; 6 — противовесная консоль; 7 — опорная балка стрелы; I—III — положения консоли

ми кранами собирают в проектном положении верхние секции башни и поворотный оголовок, если он есть, затем собирают на ходовых тележках конструкции портала, который служит в дальнейшем направляющей обоймой для выдвигения собранной части башни. Запасовывают полиспасты выдвигения башни крана, включенные в конструкцию портала. К низу собранной части башни присоединяют подъемные балки, соединенные с низом поднимаемой башни (рис. 89).

Сокращая длину полиспастов грузовыми лебедками, поднимают собранную часть башни на высоту одной секции. В образовавшийся проем подводят следующую секцию, опускают на нее поднятую часть и оформляют стык. После чего опускают полиспастами подъемные балки, закрепляют на новой секции и повторяют подъем следующей секции. Последнюю секцию закрепляют в портале.

Стрелу монтируют гусеничным краном после того, как место ее крепления будет выше верха портала.

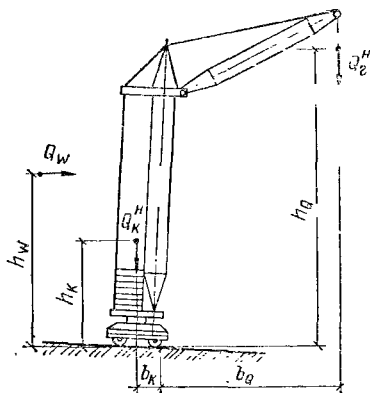


Рис. 90. Схема крана к расчету устойчивости

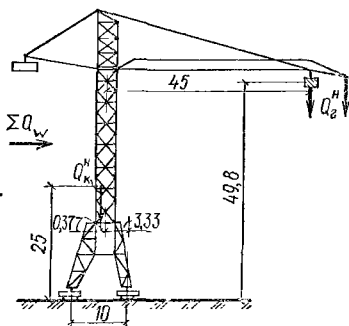


Рис. 91. Схема крана к примеру

Сначала основание стрелы заводят в шарнир. Затем вспомогательным краном поднимают ее оголовок и крепят временными тягами к оголовку башни, после чего запасовывают стреловой полиспаст, грузовой полиспаст запасовывают до подъема стрелы. Стрелу противовеса поднимают вместе с тягой. Плиты противовеса поднимают инвентарными приспособлениями первоначально в таком количестве, чтобы уравновесить массу стрелы при выдвигении башни. Остальные плиты поднимают после закрепления башни в портале.

Башенные краны в рабочем состоянии и в нерабочем должны быть устойчивы.

Устойчивость свободностоящего крана проверяют в соответствии с ГОСТ 13994—81 для работающего крана (грузовая устойчивость) и для крана без груза (собственная устойчивость), а также при внезапном снятии груза, при монтаже и демонтаже крана.

Грузовая устойчивость крана с грузом обеспечивается при соблюдении следующего условия (рис. 90).

$$kM^H < m_0 M^B,$$

где M^H — опрокидывающий момент от составляющих нагрузок и ветровой нагрузки относительно ребра опрокидывания, кН·м. Ветровое давление определяется по ГОСТ 1451—77

$$M^H = Q^H b_Q + \Sigma Q_w h_w,$$

где Q^H — нормативная составляющая веса груза, кН; b_Q — расстояние от точки подвеса грузового полиспаста до ребра опрокидывания, определенное с учетом наклона в сторону опрокидывания, м;

ΣQ_w — сумма ветровых давлений на конструкции крана, определенная в соответствии с ГОСТ 1451—77 или взятая из расчета крана, кН; h_w — расстояние по вертикали от точки приложения равнодействующей ветровой нагрузки до плоскости опрокидывания, м; $\Sigma Q_w h_w$ может быть заменена на $\Sigma Q_i h_i$; M^y — удерживающий момент от нормативной нагрузки от веса крана относительно ребра опрокидывания с учетом наклона крана в сторону опрокидывания, кН·м,

$$M^y = Q_k^H b_k,$$

здесь Q_k^H — нормативная нагрузка от веса крана, кН; b_k — расстояние от равнодействующей веса крана до вертикальной плоскости, проходящей через ребро опрокидывания с учетом наклона крана в сторону опрокидывания; m_0 — коэффициент условий работы: для монтажных кранов равен 0,95; k — коэффициент перегрузки, $k = 1 + k_1 k_2$, здесь $k_1 = 5,5$ для рабочего состояния крана и $k_1 = 3$ для нерабочего; k_2 при проверке грузовой устойчивости принимают по формуле

$$k_2 = \frac{\sqrt{M_{SQ}^2 + M_{SW_k}^2 + M_{SW_r}^2 + M_{sg}^2}}{M^H},$$

(для практических расчетов можно принять $k_2 = 1,4$), здесь $M_{SQ} = k_3 Q_k^H b_Q$; $k_3 = 0,05$ для легкого режима работы, к которому относятся монтажные краны грузоподъемностью до 10 т, $k_3 = 0,04$ для кранов грузоподъемностью свыше 10 т;

$$M_{SW_k} = m_n \zeta M_{W_k}^H,$$

m_n — коэффициент пульсации ветра принимают по табл. 11 ГОСТ 13994—81; ζ — коэффициент динамичности: для свободностоящих кранов определяют по формуле

$$\zeta = 3 \sqrt{\frac{Q_k^H h_k + Q^H h_Q}{I_{кр}}},$$

для стационарных, самоподъемных и приставных кранов ζ принимают по табл. 12 и 13 ГОСТ 13994—81; Q_k^H — нормативная составляющая веса крана над плоскостью его опорного контура, кН; h_k — высота центра тяжести крана над плоскостью его опорного контура, м; h_Q — высота подвеса грузового полиспаста над той же плоскостью, м; $I_{кр}$ — момент инерции массы крана: для кранов, у которых $\frac{H_6}{B} \geq 3$, где H_6 — высота опорного шарнира стрелы над плоскостью опирания, $I_{кр}$ определяют относительно горизонтальной оси, перпендикулярной к плоскости подвеса стрелы и проходящей через геометрический центр плоскости опорного контура, м^2 ;

$$M_{SW_r} = 0,1 \Sigma Q_r h_r;$$

$$M_{sg} = 0,02 \frac{Q_k^H h_k + Q^H h_Q}{Q_k^H b_k - Q^H b_Q} [Q^H v_1^2 + (Q_k^H + Q^H) v_2^2],$$

где v_1 и v_2 — номинальные скорости соответственно подъема (опускания) груза и передвижения крана, м/с.

Собственную устойчивость крана вычисляют для рабочего и нерабочего состояния.

Расчет производят в соответствии со схемой рис. 90. Ветер принимают направленным в сторону стрелы. Как правило, механизм поворота башенных кранов оборудуют муфтой предельного момента, что позволяет стреле при ветре, превышающем нормативный, проворачиваться.

Для рабочего состояния собственную устойчивость проверяют при минимальном вылете крюка без груза с учетом ветра рабочего состояния в сторону контргруза, а также при противоположном направлении ветра при вылете стрелы, указанном в паспорте крана.

Собственная устойчивость башенного крана при ветре нерабочего состояния обычно проверяется для максимального вылета. В технических условиях эксплуатации большинства кранов оговаривается, что в нерабочем состоянии стрела должна быть опущена и установлена с максимальным вылетом.

Расчет собственной устойчивости производят по формуле

$$k_2 M^n < m_n M_{\text{н}},$$

где k_2 — для рабочего состояния определяют по формуле

$$k_2 = \sqrt{(M_{\text{свк}}^2 + M_{\text{сд}}^2) / M_{\text{вк}}^n},$$

а для нерабочего состояния

$$k_2 = m_n \zeta,$$

где $M_{\text{сд}}$ — определяют так же, как для грузовой устойчивости, при этом Q^n принимают равным 0.

Для практических расчетов можно принимать $k_2 = 1,15$.

Пример. Проверить устойчивость башенного крана БК-1000 (рис. 91) при подъеме груза весом 160 кН на вылете 45 м, на горизонтальной площадке, вес крана $Q^{\text{н}}_{\text{к}} = 2912$ кН.

Суммарный ветровой момент на кран и груз от ветра рабочего состояния в уровне опирания крана $Q^{\text{в}}_{\text{в}} h = 1219$ кН·м, в том числе ветровой момент от груза $M_{\text{вг}} = 262$ кН·м. Положение центра тяжести крана по высоте $h = 25$ м.

Грузовая устойчивость крана обеспечивается при $k M^n < m_0 M_{\text{н}}$. Опрокидывающий момент

$$M^n = Q^{\text{н}}_{\text{к}} b_{\text{к}} + M_{\text{в}} = 160(45 - 3,33) + 1219 = 6670 + 1219 = 7889 \text{ кН·м};$$

удерживающий момент

$$M_{\text{н}} = Q^{\text{н}}_{\text{к}} b_{\text{к}} = 2912(3,33 + 0,377) = 10\,800 \text{ кН·м}.$$

Коэффициент перегрузки $k=1+k_1k_2$
По табл. 5 ГОСТ 13994—81 $k_1=5$.

$$k_2 = \sqrt{(M_{SQ}^2 + M_{SW_K}^2 + M_{SW_F}^2 + M_{s_n}^2)/M^H}$$

находим составляющие

$$M_{SQ} = k_3 Q^H b_Q = 0,04 \cdot 160 (45 - 3,33) = 267 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Для монтажных кранов по табл. 10 ГОСТ 13994—81 $k_3=0,04$

$$M_{SW_K} = m_n \zeta M_{W_s}^H,$$

по табл. 11 ГОСТ 13994—81 $m_n=0,1$.

$$\begin{aligned} \zeta &= 3 \sqrt{\frac{Q_K^H h_K + Q_F^H h_Q}{I_K}} = 3 \sqrt{\frac{2912 \cdot 25 + 160 \cdot 49,8}{185 \cdot 100}} = \\ &= 3 \frac{284}{430} = 1,98. \end{aligned}$$

так как $h_Q/B=49,8/10=4,98>3$.

$$I_{KP} = Q_K^H \frac{h_H^2}{9,81} = \frac{2912}{9,81} 25^2 = 185 \cdot 100 \text{ т} \cdot \text{м}^2.$$

Ветровой момент на кран без груза

$$M_{W_K}^H = 1219 - 262 = 957 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Ветровой момент на груз на крюке $M_{SW_s} = 262 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

$$M_{SW_K} = 0,1 \cdot 1,98 \cdot 957 = 190 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{SW_s} = 0,1 \cdot 1,98 \cdot 262 = 52 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Моментом $M_{сд}$ можно пренебречь в связи с его незначительной величиной из-за небольших скоростей механизмов крана.

$$k_2 = \frac{267^2 + 190^2 + 52^2}{7889} = \frac{332}{7889} = 0,042.$$

Находим $k=1+5 \cdot 0,042=1,21$.

Коэффициент условий работы для монтажных кранов $m_0=0,95$.

Грузовая устойчивость $kM^H < m_0 M^H$.

$$1,21 \cdot 7889 = 9520 < 0,95 \cdot 10 \cdot 800 = 10 \cdot 250 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

т. е. устойчивость крана обеспечена.

29. Приставные краны

Для возведения сооружений большой высоты, когда высота подъема башенных кранов недостаточна, применяют приставные краны.

Приставным краном называют башенный кран, который располагают рядом с наружной стороной строяще-

гося сооружения, а башню крана закрепляют горизонтальными диафрагмами к каркасу здания. Диафрагма передает на сооружение горизонтальные усилия, возникающие от грузового момента и ветрового давления в башне крана.

Приставные краны имеют высоту подъема до 150 м. Верхняя часть приставного крана не отличается от башенных кранов общего назначения и может быть заимствована от кранов с поворотным оголовком. Башня крана внизу имеет портал.

В настоящее время применяют два типа приставных кранов КБ-676, КБ-674 и КП-10. Оба крана с высотой башни до 45 м могут работать как обычные башенные краны.

В кране КБ-676 увеличение башни осуществляют путем наращивания секций башни сверху, у крана КП-10 путем подращивания снизу.

Приставной кран КБ-676 (рис. 92) грузоподъемностью 10 т и максимальной высотой подъема груза 120 м при работе опирается на фундамент и закрепляется за рельсы.

Для наращивания секций башни крана КБ-676 снаружи верхней секции башни ниже поворотного оголовка имеются два ряда направляющих катков, по которым перемещается монтажная стойка. Для наращивания секций монтажную стойку поднимают и закрепляют к ней наверху поворотный оголовок, затем верхнюю часть крана поднимают по монтажной стойке, предварительно расстыковав стыки поясов башни. Подъем осуществляют лебедкой, установленной в нижней части монтажной стойки. В образовавшийся зазор поднимают и заводят секцию башни. Подъем выполняют приспособлением, закрепленным на крюковой обойме.

После закрепления стыка башни опускают поднятую часть и крепят верхний стык поясов башни.

Стрела крана — балочного типа трехгранного сечения, по нижним поясам которой перемещается грузовая тележка. Лебедки подъема груза и передвижения тележки расположены на конце консоли противовеса. Кабина управления краном расположена на поворотном оголовке.

Контргруз, подвешенный на противовесной консоли, имеет возможность перемещаться для уменьшения влияния момента на башню аналогично крану КБ-674.

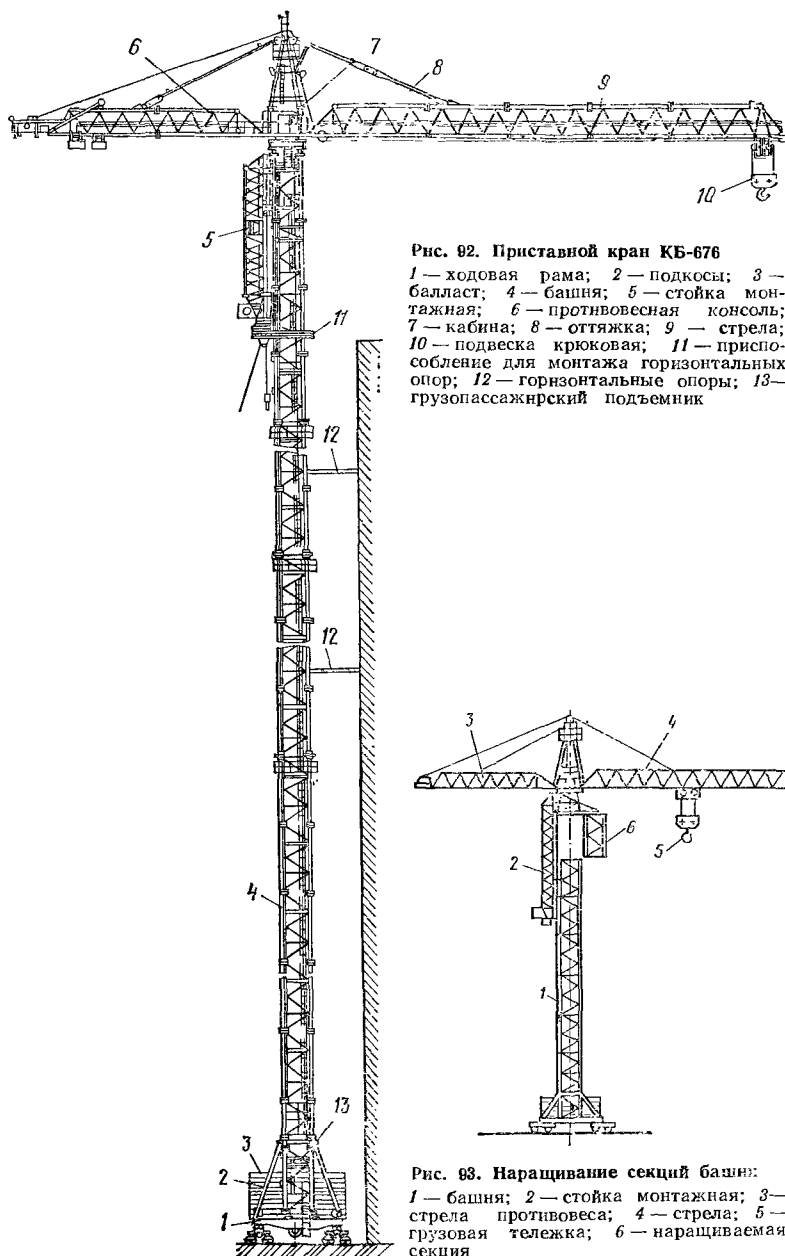


Рис. 92. Приставной кран КБ-676

1 — ходовая рама; 2 — подкосы; 3 — балласт; 4 — башня; 5 — стойка монтажная; 6 — противовесная консоль; 7 — кабина; 8 — оттяжка; 9 — стрела; 10 — подвеска крюковая; 11 — приспособление для монтажа горизонтальных опор; 12 — горизонтальные опоры; 13 — грузопассажирский подъемник

Рис. 93. Нарастание секций башни:

1 — башня; 2 — стойка монтажная; 3 — стрела противовеса; 4 — стрела; 5 — грузовая тележка; 6 — нарастаемая секция

Расположение горизонтальных диафрагм зависит от высоты крана и района его установки (в зависимости от величины ветрового давления).

Приставной кран КП-10 грузоподъемностью 10 т с вылетом стрелы крана 36 м имеет также трехгранную стрелу балочного типа и может работать как самоходный при высоте подъема до 56 м.

Башня крана внизу проходит через трехопорный портал и опирается в приставном варианте на фундамент. Портал в этом случае не участвует в работе крана.

При подращивании башни портал является направляющей обоймой, в которой поднимается башня (рис. 93).

Горизонтальные диафрагмы закрепления крана к монтируемому сооружению выполняют в виде рамок, через которые проходит башня. Они также служат направляющими при выдвигении башни. Подращивание производят путем выдвигения башни винтовым подъемником, расположенным в портале рядом с башней. Секции подставляют под поднятую часть башни. Стык пояса башни осуществляют одним болтом, установленным в концевых диафрагмах внутри пояса. Пояса башни крана выполнены из труб.

Крепление стыков этого крана требует особого внимания и контроля.

Первую горизонтальную диафрагму, закрепляющую башню крана к зданию, ставят на высоте около 43 м. По мере возведения здания и увеличения высоты крана рамки ставят так, чтобы высота консольной части башни над рамкой не превышала 30 м.

Промежуточные диафрагмы снимают для обеспечения четкой передачи горизонтальных реакций от грузового момента при максимальных расстояниях между опорами.

Глава VIII. СТРЕЛОВЫЕ КРАНЫ

30. Общие сведения

Стреловой самоходный кран — это кран со стрелой, закрепленной на раме ходового устройства или на поворотной платформе, размещенной непосредственно на ходовой раме, с собственным приводом для передвиже-

ния при работе и транспортировке. Кран используют на монтажных и погрузочно-разгрузочных работах.

Основные параметры этих кранов и технические требования к ним регламентируются рядом государственных стандартов, важнейшим из которых является ГОСТ 22827—85 (с изм.) «Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия».

Согласно этому ГОСТу стреловые самоходные краны в зависимости от конструкции ходового устройства изготавливают следующих типов:

КА — автомобильные, смонтированные на автомобильном шасси от серийно выпускаемого грузового автомобиля;

КШ — на специальном шасси автомобильного типа, приспособленного только для установки крана;

КП — пневмоколесные, смонтированные на пневмоколесном шасси;

КК — на короткобазовом шасси (разновидность пневмоколесного шасси, у которого база и колея приблизительно равны) для работы на неподготовленных площадках и в стесненных условиях;

КГ — гусеничные.

К стреловым самоходным кранам также относятся: рельсовые, перемещающиеся по рельсовому крановому пути и железнодорожные, перемещающиеся по железнодорожным путям.

В качестве основного рабочего оборудования на кранах всех типов применяют следующие стрелы: телескопическую, выдвижную, решетчатую складывающуюся или постоянной длины. Сменным рабочим оборудованием кранов с гибкой подвеской рабочего оборудования является башенно-стреловое оборудование (БСО), секции вставки к стрелам, гуськам. Монтаж и демонтаж секций решетчатых стрел должен выполняться с помощью соединений быстроразъемных видов.

Краны в обычном исполнении работоспособны при температуре окружающего воздуха от плюс 40 до минус 40 °С, краны в специальном северном исполнении — при температуре до минус 60 °С.

Конструкции привода и механизмов крана обеспечивают вращение поворотной части вокруг вертикальной оси на неограниченный угол в обоих направлениях. Поворотная платформа опирается на опорно-поворотное устройство подшипникового типа.

Кабина машиниста крана изолирована от машинного отделения и отвечает требованиям эргономики и эстетики. Она имеет систему устройств для нормализации микроклимата и обеспечивает нормальные условия работы в теплый и холодный периоды года.

Безопасность работы кранов обеспечивается соблюдением при проектировании, изготовлении и эксплуатации «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» Госгортехнадзора.

На кранах устанавливают следующие основные приборы безопасности:

ограничитель грузоподъемности (грузового момента), который выключает механизмы крана при превышении грузоподъемности, допустимой для данного исполнения крана и вылета. Этот прибор обычно включает в себя указатель величины загрузки крана;

ограничитель подъема стрелы или гуська (в башенно-стреловом исполнении) в кранах, у которых стрела и управляемый гусек имеют гибкую подвеску, устанавливают в устройствах, предохраняющих стрелу и гусек от запрокидывания назад;

ограничитель высоты подъема крюка на основном и вспомогательном подъемах устанавливается на оголовках стрел и гуськов.

Система управления выполняется так, что после срабатывания ограничителя автоматически выключается соответствующий механизм или группы механизмов. Возобновление работы возможно только в сторону уменьшения влияния фактора, вызвавшего срабатывание ограничителя. Например, после срабатывания ограничителя высоты подъема возможно только опускание крюка. После срабатывания ограничителя грузоподъемности возможно только опускание груза или уменьшение вылета крюка, что ведет к уменьшению грузового момента.

Согласно ГОСТ 22827—85 (с изм.), краны обозначаются по типу ходовой части (КА, КШ, КП, КК, КГ) и величине грузоподъемности. Например, КА-16 — кран автомобильный грузоподъемностью 16 т; КП-40 — кран пневмоколесный грузоподъемностью 40 т.

Наиболее полную систему индексации стреловых самоходных кранов, отражающую модель крана и основную характеристику, использует Минстройдормаш (рис. 94).

С гибкой подвеской	С жесткой подвеской	Телеско- пическое	Резерв
6	7	8	9

ИСПОЛНЕНИЕ СТРЕЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ, т	4	1
	6,3	2
	10	3
	16	4
	25	5
	40	6
	63	7
	100	8
	более 100	9

РАЗМЕРНАЯ ГРУППА

КС-000000

А	Б	В
---	---	---	-----	-----

ОЧЕРЕДНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ

ХЛ	Т	ТВ
----	---	----

КЛИМАТИЧЕСКОЕ
ИСПОЛНЕНИЕ

ЕСЛИ НЕ БЫЛО МО-
ДЕРНИЗАЦИИ

ХОДОВОЕ УСТРОЙСТВО								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Г	ГУ	П	Ш	АВ	Тр	Пр	РЕЗЕРВ	

ПОРЯДКОВЫЙ № МОДЕЛИ								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рис. 94. Индексация стреловых самоходных кранов общего назначения

КС — кран стреловой самоходный общего назначения; ХЛ — северное исполнение; Т — тропики; ТВ — тропики влажные; Г — гусеничное ходовое устройство, с минимально допустимой поверхностью гусениц; ГУ — то же, с увеличенной поверхностью гусениц; П — пневмоколесное ходовое устройство; Ш — специальное шасси автомобильного типа; АВ — шасси грузового автомобиля; Тр — трактор; Пр — прицепное ходовое устройство

Всем стреловым самоходным кранам присваивается индекс, состоящий из двух букв — КС, означающий кран стреловой самоходный, и четырех цифр, за которыми могут следовать несколько букв.

Первая цифра — размерная группа, соответствующая грузоподъемности машины; вторая — тип ходового устройства; третья — исполнение рабочего оборудования; четвертая — порядковый номер модели.

Буквы, которые стоят после цифр, обозначают очередную модернизацию (А, Б, В...) или климатическое исполнение крана (северное — ХЛ или С, тропическое — Т, тропики влажные — ТВ).

Например, марка крана КС-4561С означает: кран стреловой самоходный грузоподъемностью 16 т (цифра 4), автомобильный (цифра 5), с гибкой подвеской стре-

лы (цифра 6), первая модель (цифра 1), северное исполнение — С.

Примеры обозначения кранов в других ведомствах:

МКГ-25БР — монтажный кран гусеничный грузоподъемностью 25 т с башенно-стреловым оборудованием и раздвижным ходом;

СКГ-40/63 — стреловой кран, гусеничный грузоподъемностью 40 т со специальным исполнением грузоподъемностью 63 т;

СКР-2600 — стреловой кран рельсовый, грузовой момент 2600 т·м (26000 кН·м).

МКА-10М — монтажный кран автомобильный, грузоподъемностью 10 т, модернизированный.

Грузовысотные характеристики крана определяются тремя основными параметрами: *грузоподъемностью, вылетом и высотой подъема*. Эти параметры для каждого исполнения приводятся в паспорте крана в графической (рис. 95) или табличной форме.

График грузоподъемности состоит из двух участков: горизонтального и наклонной кривой. Наклонная часть кривой на вылетах 6—18 м определяется из условия устойчивости крана. Точка пересечения горизонтальной и наклонной частей графика при вылете 6 м определяется из условия устойчивости крана и прочности стрелового оборудования, так как в этом положении в стреловом оборудовании возникают наибольшие усилия.

График на рис. 96 дает возможность:

по заданному вылету определить величину допустимой грузоподъемности и наибольшую высоту подъема крюка;

по заданной грузоподъемности найти вылет, при котором может быть поднят заданный груз, и наибольшую высоту подъема крюка;

по заданной высоте подъема крюка найти наибольший вылет, при котором может быть обеспечена требуемая высота подъема, и соответствующую вылету величину допустимого груза.

Стреловые самоходные краны (рис. 96) состоят из стрелы, поворотной платформы, опорно-поворотного устройства, ходовой части. Они оснащены механизмами подъема груза, подъема стрелы, вращения поворотной платформы и передвижения крана. Кроме того, большинство современных стреловых самоходных кранов оснащено механизмом вспомогательного подъема.

Рис. 95. Графики грузоподъемности и высоты подъема гусеничного крана СКГ-40/63 со стрелой 20 м
1 — грузоподъемность основного исполнения; 2 — грузоподъемность с дополнительным противовесом; 3 — высота подъема

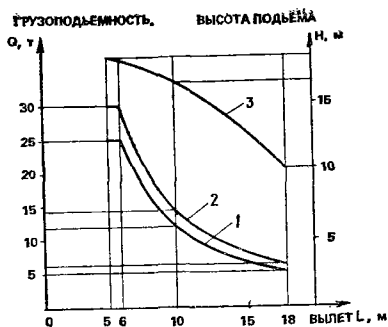
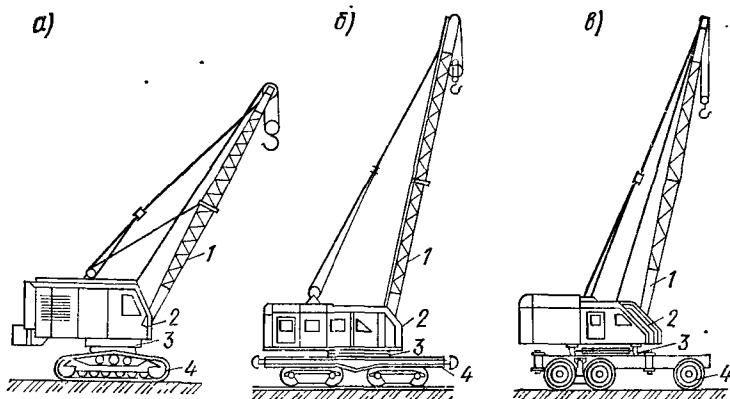


Рис. 96. Стреловые самоходные краны: гусеничный (а), железнодорожный (б), пневмоколесный (в)
1 — стрела; 2 — поворотная платформа; 3 — опорно-поворотное устройство; 4 — ходовая часть



Стандартом определен следующий ряд грузоподъемностей стреловых самоходных кранов: 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 и 250 т. Такая грузоподъемность является максимальной и может быть использована лишь при работе крана с основной (короткой) стрелой, установленной на минимальный вылет. При увеличении длины стрелы или увеличении ее вылета грузоподъемность соответственно уменьшается и определяется устойчивостью крана. Кроме того, максимальная грузоподъемность кранов, за исключением гусеничных и рельсовых, может быть использована лишь при установке их на выносные опоры, которыми снабжается опорная рама ходовой части крана.

По сравнению с другими самоходные стреловые краны отличаются высокой мобильностью и маневренностью. Наиболее мобильны из них автомобильные и пневмоколесные краны: они имеют высокую ско-

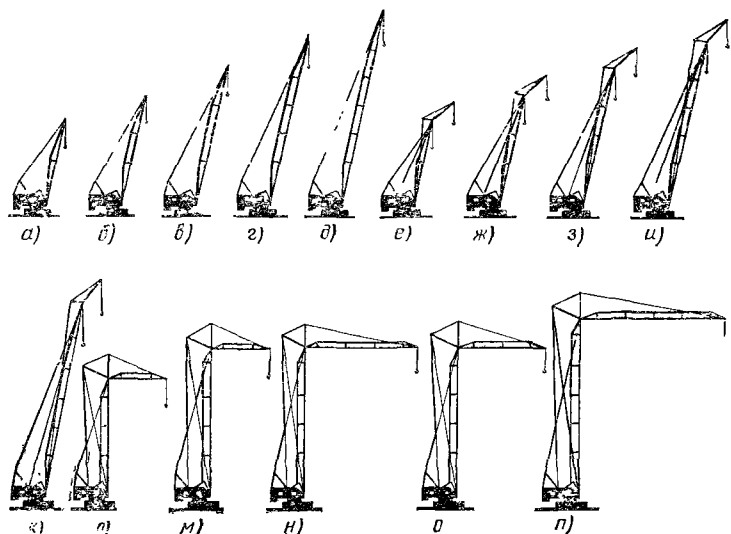


Рис. 97. Схемы исполнения рабочего оборудования гусеничного крана СКГ-40/63

а — д — стреловые без неуправляемого гуська; е — к — стреловые с неуправляемым гуськом; л — п — башенно-стреловые

рость передвижения, могут передвигаться по обычному грунтовому основанию и приспособлены для перевозки на большие расстояния без разборки самоходом или с применением тягача. Высокой мобильностью обладают и железнодорожные краны, по рабочей площадке они передвигаются самоходом, а на большие расстояния — в составе железнодорожного поезда.

Наиболее маневренными являются гусеничные краны, они могут передвигаться по рабочей площадке в любом направлении с грузом на крюке и не требуют установки дополнительных опор. Благодаря высокой маневренности и достаточной в условиях строительной площадки мобильности гусеничные краны являются наиболее эффективными монтажными механизмами для промышленного строительства.

Важной отличительной особенностью стреловых самоходных кранов является универсальность их рабочего оборудования — стрелы этих кранов могут быть удлинены за счет типовых вставок и оснащены управляемыми и неуправляемыми гуськами.

На рис. 97 показаны различные исполнения рабочего оборудования крана СКГ-40/63. Универсальность рабо-

чего оборудования значительно расширяет область применения стреловых кранов. Их применяют для производства строительно-монтажных работ при возведении различных сооружений, отличающихся своими размерами, а также для погрузочно-разгрузочных работ при укрупнительной сборке конструкций и обслуживании складов.

Конструкция механизмов самоходных кранов в основном зависит от типа привода и источника энергии. Современные стреловые самоходные краны чаще всего имеют дизель-электрический привод (рис. 98). Механизмы крана при таком приводе выполнены в виде отдельных агрегатов с индивидуальными электродвигателями, получающими питание от собственной дизель-генераторной установки — электростанции. На механизмах гусеничных, рельсовых и железнодорожных кранов применяют электродвигатели переменного тока, питание которых может осуществляться непосредственно от внешней электросети, что значительно сокращает эксплуатационные расходы, повышает срок службы (моторесурс) дизеля и улучшает условия работы машиниста крана. При работе крана от внешней сети отсутствует шум и выхлопные газы.

На механизмах пневмоколесных кранов чаще применяют электродвигатели постоянного тока. Это связано с необходимостью широкого диапазона регулирования скорости передвижения крана, легко осуществляемого при применении электрических машин постоянного тока.

Электростанции постоянного тока, применяемые на самоходных стреловых кранах, значительно сложнее и дороже в изготовлении и эксплуатации, чем электростанции переменного тока. Они имеют не менее двух генераторов, дизель, электродвигатель и передачу, соединяющую генераторы либо с дизелем, либо с электродвигателем. Последний подключается к сети переменного тока и обеспечивает работу крана от внешней электросети. Электростанция переменного тока состоит лишь из дизеля и генератора, соединенных муфтой.

Стреловые гусеничные краны грузоподъемностью до 16 т обычно имеют одномоторный (групповой) дизель-механический привод. Механизмы крана при таком приводе кинематически связаны с двигателями общей трансмиссией, состоящей из большого числа валов, зубчатых и других передач, муфт включения, управляемых тормозов и механизмов реверсирования.

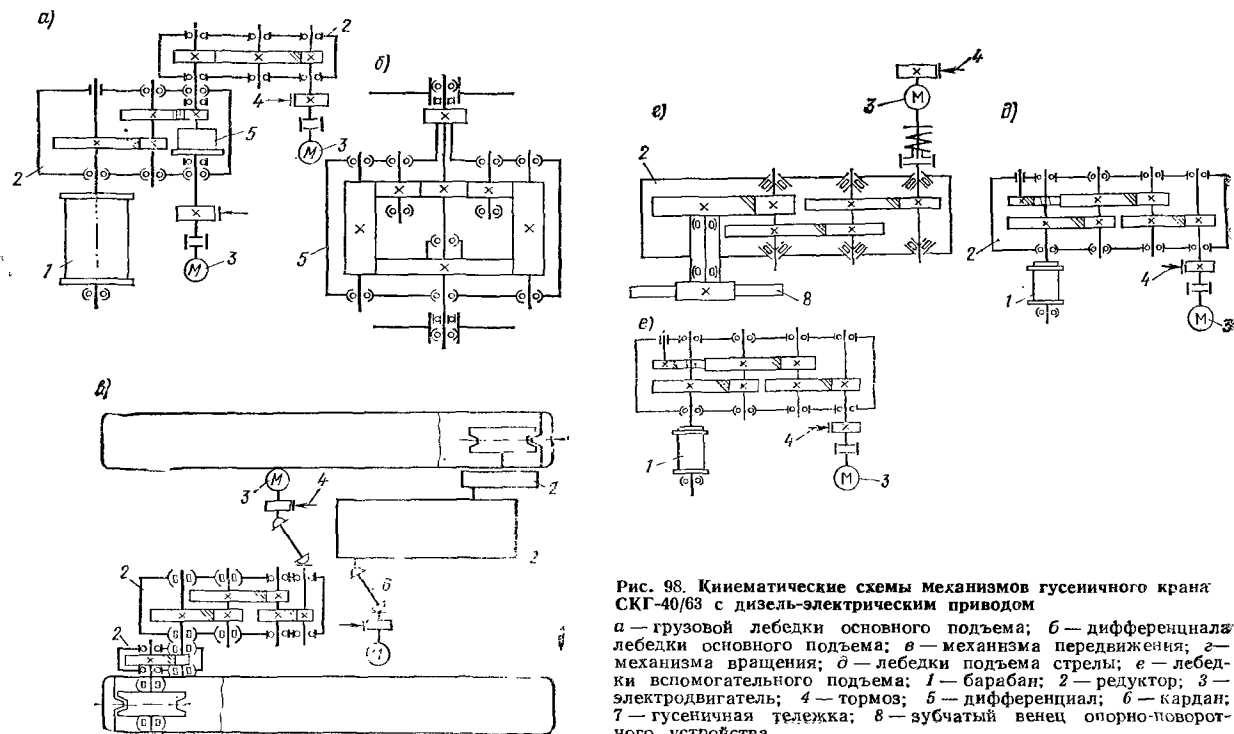


Рис. 98. Кинематические схемы механизмов гусеничного крана СКГ-40/63 с дизель-электрическим приводом

а — грузовой лебедки основного подъема; б — дифференциала лебедки основного подъема; в — механизма передвижения; г — механизма вращения; д — лебедки подъема стрелы; е — лебедки вспомогательного подъема; 1 — барабан; 2 — редуктор; 3 — электродвигатель; 4 — тормоз; 5 — дифференциал; 6 — кардан; 7 — гусеничная тележка; 8 — зубчатый венец опорно-поворотного устройства

Краны на специальном шасси автомобильного типа с телескопической стрелой имеют многомоторные дизель-гидравлические приводы. Механизмы крана при таком приводе, так же как и при многомоторном дизель-электрическом, выполняются в виде отдельных агрегатов с индивидуальными гидромоторами, получающими питание от собственной дизель-насосной установки.

Краны с дизель-электрическим многомоторным приводом по сравнению с кранами, имеющими групповой дизель-механический привод, постоянно готовы к работе, снабжены простыми и блочными механизмами, получают питание от внешней сети и совмещают рабочие операции, управление ими удобно. Такие краны нашли широкое применение в строительстве.

В соответствии с Правилами Госгортехнадзора все стреловые самоходные краны оборудованы ограничителями грузоподъемности. Работа краном при бездействующем ограничителе грузоподъемности запрещается. На автомобильных кранах применяют в основном универсальный электромеханический ограничитель ОГП-1. На пневмоколесных кранах используется универсальный ограничитель ОГК. Эти ограничители состоят из датчика усилия, встроенного в канатные тяги стрелового полиспаста, датчика угла поворота стрелы, расположенного у корня стрелы, и корректирующего устройства, собирающего показания двух датчиков и дающего импульс на отключение механизма (механизмов) крана.

В гусеничных кранах обычно применяется ограничитель грузоподъемности, состоящий лишь из одного датчика усилия, который устанавливается в тяги, соединяющие оголовок надставки двуногой стойки с хвостовой частью поворотной платформы (рис. 99).

Кроме ограничителя грузоподъемности стреловые самоходные краны оснащаются ограничителями хода стрелы, управляемого гуська и высоты подъема крюков.

Механизмы дизель-электрических кранов управляют с помощью контроллеров или кнопок. Эта система управления является наиболее простой и надежной. Краны с дизель-механическим приводом имеют рычажную, гидравлическую насосную или безнасосную и смешанную системы управления механизмами.

При эксплуатации стреловых самоходных кранов необходимо строго соблюдать требования, изложенные в Правилах Госгортехнадзора и Инструкции по эксплуа-

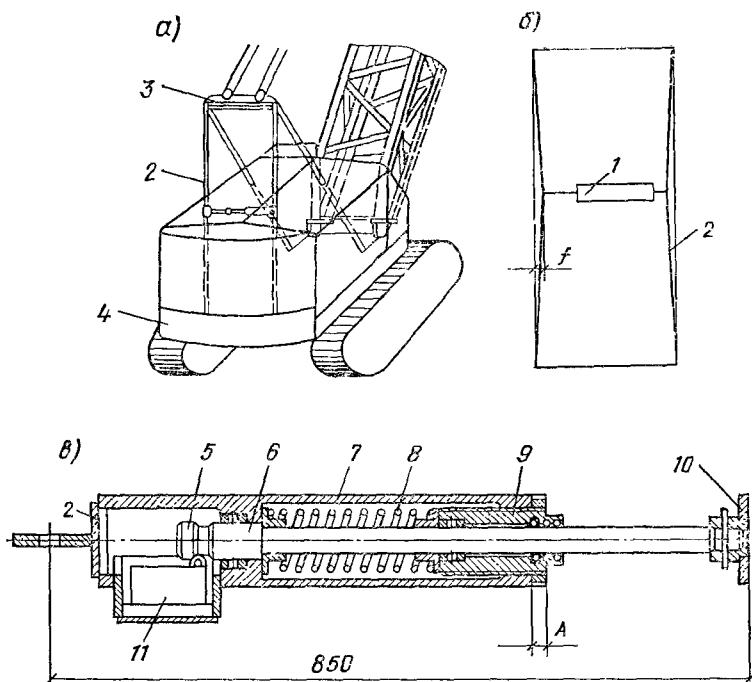


Рис. 99. Ограничитель грузоподъемности кранов типа СКГ

а — общий вид установки ограничителя; *б* — схема установки датчика усилия в канатные тяди надставки двуной стойки; *в* — общий вид датчика усилия; 1 — датчик усилия; 2 — канатные тяди; 3 — оголовок надставки двуной стойки; 4 — рама поворотной платформы; 5 — кулачок; 6 — штанга; 7 — корпус; 8 — пружина; 9 — регулировочный винт; 10 — фланец; 11 — конечный выключатель; *f* — заданный прогиб канатных тяд 2.

тации, монтажу и перевозке крана, прилагаемой к паспорту каждого крана. Особое внимание необходимо уделять состоянию подкранового пути (основания, на котором работает кран), предотвращая чрезмерное отклонение грузового полиспаста из плоскости подвеса стрелы. Необходимо учитывать, что ограничитель грузоподъемности не реагирует на перегрузку стрелы, вызванную отклонением грузового полиспаста из плоскости подвеса стрелы, и лишь муфта предельного момента механизма вращения предохраняет стрелу от такой перегрузки. Даже незначительное (на $1-2^\circ$) от допустимого отклонение грузового полиспаста из плоскости подвеса стрелы может вызвать перенапряжение поясов стрелы и их разрушение.

Весьма опасна просадка пути (основания), она может вызвать недопустимое увеличение вылета стрелы и опрокидывание крана, а также недопустимое отклонение грузового полиспаста из плоскости подвеса стрелы и разрушение стрелы.

При небольшом вылете крюка следует опасаться увеличения вылета за счет деформации (податливости) крана, поэтому при подъеме тяжелого груза необходимо вначале поднять его на высоту 100—200 мм, проверить вылет, а затем производить дальнейший подъем.

Повышенные требования предъявляют к подкрановому пути (основанию) и обеспечению вертикальности грузового полиспаста при эксплуатации кранов, оснащенных башенно-стреловым оборудованием. Подкрановый путь должен быть строго горизонтальным и не допускать просадки. В нерабочем состоянии управляемый гусек должен быть опущен в горизонтальное положение.

31. Стреловое оборудование

Наибольшее применение в стреловых самоходных кранах всех типов получила решетчатая стрела. В автомобильных кранах и кранах на специальном шасси автомобильного типа наряду с решетчатой стрелой применяют выдвижную телескопическую стрелу. **Решетчатая стрела** (рис. 100) состоит из нижней, верхней и типовых секций, которые служат для увеличения ее длины. Стыки секций выполнены в виде быстроразъемных пальцевых соединений. Нижняя часть стрелы шарнирно прикреплена к передней части рамы поворотной платформы. Оголовок стрелы с помощью канатных тяг и стрелового полиспаста соединен с оголовком двуногой стойки (или ее надставкой), установленной на поворотной платформе. С помощью этого полиспаста изменяется вылет (подъем и опускание) крюка. Тяги стрелового полиспаста состоят из отдельных звеньев, число которых изменяется при изменении длины стрелы.

К оголовку стрелы подвешен грузовой полиспаст. При изменении длины стрелы грузовой канат перепасовывается для изменения кратности (числа рабочих ниток) полиспаста. Это связано с тем, что при увеличении длины стрелового оборудования грузоподъемность его уменьшается. Соответствующее изменение кратности полиспаста позволяет уменьшить длину грузового каната и

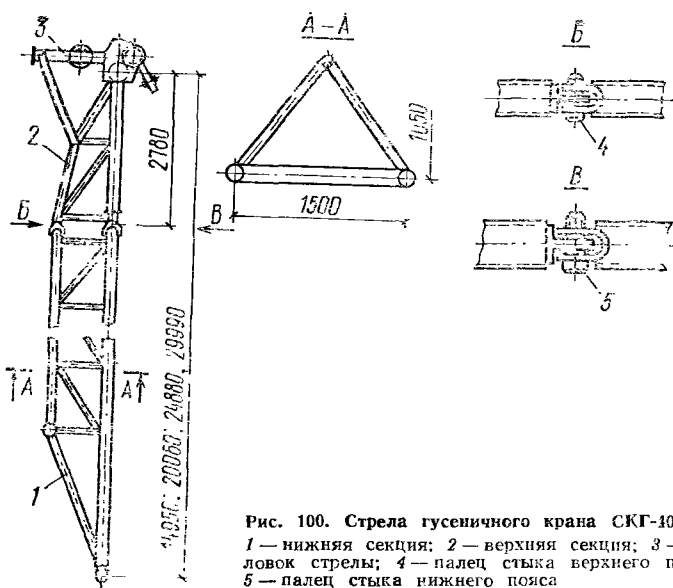


Рис. 100. Стрела гусеничного крана СКГ-10/63
1 — нижняя секция; 2 — верхняя секция; 3 — оголовок стрелы; 4 — палец стыка верхнего пояса; 5 — палец стыка нижнего пояса

канатоемкость лебедки, а также увеличить скорость подъема груза при высоком стреловом оборудовании.

Подвижная часть грузового полиспаста обычно имеет нечетное число блоков и оснащается стандартным, кованым из стали марки 20 крюком. Нечетное число блоков позволяет запасовать полиспаст симметрично относительно крюка с любым четным числом рабочих ниток и использовать его со стрелами различной длины. Крюк снабжают скобой, предохраняющей стропы от выпадания из зева крюка. Для обеспечения свободного спуска блока с порожним крюком к его щекам прикреплены грузы. Для ограничения приближения крюка к оголовку стрелы на блоке имеется упор, который воздействует на прибор с концевым выключателем, установленным в оголовке стрелы.

Неподвижный конец грузового каната обычно закрепляют с помощью клинового зажима к оголовку стрелы (при четном числе рабочих ниток полиспаста). Подвижный конец грузового каната огибает блок в оголовке стрелы и направляется к грузоподъемной лебедке, установленной в передней части поворотной платформы.

Для предохранения каната и элементов стрелы от истирания на стреле установлены цилиндрические блоки.

Стрелы самоходных кранов часто выполняют из труб. Трубы обладают большей жесткостью (способностью работать на сжатие) и испытывают меньшее ветровое давление чем уголки, поэтому при использовании труб значительно сокращается вес стрелы, что позволяет повысить грузоподъемность крана.

Стрелы самоходных кранов для увеличения подстрелового пространства делают трехгранного сечения, а оси шарниров в оголовке и основании стрел совмещают с плоскостью двух нижних поясов, при этом верхний пояс стрел не испытывает сжимающих усилий. С этой же целью блоки грузового полиспаста выносят из стрелы и устанавливают на консоли балки, шарнирно закрепленной на оголовке стрелы и соединенной канатной тягой с основанием стрелы. Такое смещение подвески грузового полиспаста относительно оси стрелы не вызывает ее изгиба и не требует заметного увеличения ее веса. Иногда для увеличения подстрелового пространства блоки грузового полиспаста выносят из стрелы и устанавливают на консоли Г-образной верхней секции стрелы.

Для ускоренного подъема небольших грузов и увеличения подстрелового объема оголовки стрел самоходных кранов оснащают **неуправляемыми гуськами** (рис. 101,б), состоящими из короткой дополнительной стрелы и консоли, оголовки которых соединены жесткой или гибкой тягой.

В гусеничных, рельсовых и пневмоколесных кранах, кроме неуправляемого гуська, предусматривают установку на стреле **управляемого гуська** (второй стрелы). Стрела, оснащенная управляемым гуськом, получила название башенно-стрелового оборудования (рис. 101,а). Этот гусек по конструкции аналогичен стреле и состоит из нижней, верхней и типовых секций. Он чаще всего имеет трехгранное сечение и изготавливается из труб. Оси шарниров в оголовке и основании гуська размещены в плоскости двух нижних поясов. Для шарнирного закрепления на оголовке стрелы гусек снабжен консолью. Консоль управляемого гуська обычно выполнена в виде треугольника, состоящего из стойки, распорки и тяги. Иногда консоль выполняют в виде одной стойки. Несмотря на простоту конструкции, такая консоль используется реже, так как она обесценивает выполнение толь-

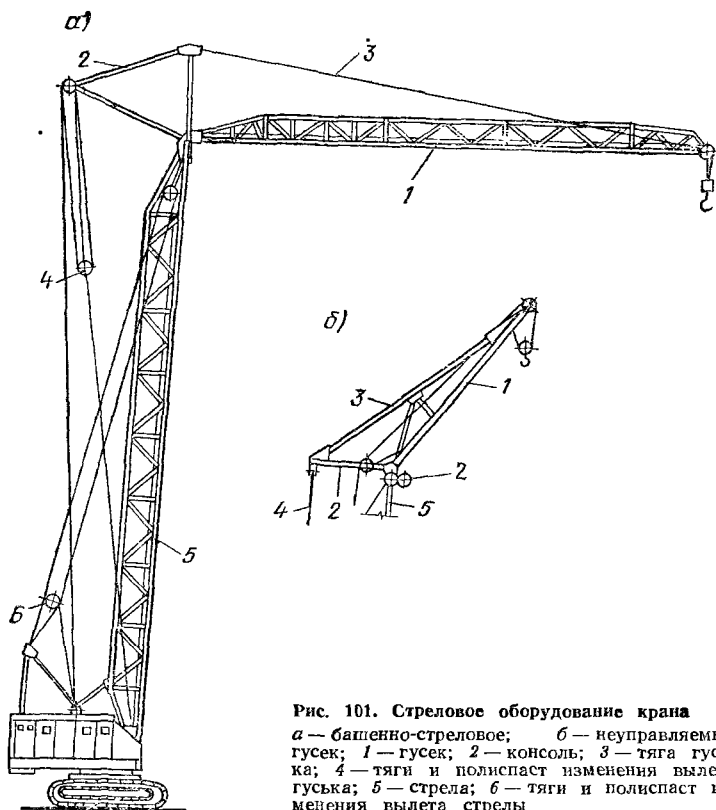


Рис. 101. Стреловое оборудование крана

a — башенно-стреловое; *б* — неуправляемый гусек; 1 — гусек; 2 — консоль; 3 — тяга гуська; 4 — тяги и полиспаст изменения вылета гуська; 5 — стрела; 6 — тяги и полиспаст изменения вылета стрелы

ко «развернутого» монтажа стрелового оборудования, при котором стрела и гусек вытягиваются в одну линию. Конструкция башенно-стрелового оборудования с треугольником дает возможность осуществлять монтаж как «развернутым» способом, так и «под себя», при котором гусек располагается под стрелой. Кроме того, применение стойки вместо треугольника увеличивает усилия в гуське и тягах на минимальном и максимальном вылетах.

При оснащении управляемым гуськом стрела устанавливается почти вертикально и во время работы крана не меняет своего положения. Изменение вылета крюка достигается подъемом и опусканием (маневрированием) гуська, осуществляемым с помощью полиспаста, соединяющего оголовки распорки консоли гуська с основанием

стрелы. Геометрические параметры (размеры) и работа башенно-стрелового оборудования аналогичны параметрам и работе башенного крана, поэтому самоходные краны с таким оборудованием успешно заменяют башенные краны, значительно превосходя их в мобильности и маневренности. По сравнению с башенными такие краны значительно легче по весу и проще в монтаже и демонтаже.

Подъем и опускание башенно-стрелового оборудования производится с помощью полиспастов изменения вылета крюка и управляемого гуська, без применения дополнительного оборудования. Однако это должно выполняться в строгой последовательности, с соблюдением требований, изложенных в инструкции по эксплуатации крана. Схема монтажа башенно-стрелового оборудования приведена на рис. 102.

Башенно-стреловое оборудование обладает преимуществами и по сравнению с удлиненными стрелами. Кран, оснащенный башенно-стреловым оборудованием, имеет значительно (в 1,5—2,5 раза) большую грузоподъемность, значительно больший подстреловой объем и проще в монтаже и демонтаже. Увеличение грузоподъемности возможно из-за того, что стрела, оснащенная управляемым гуськом, при работе всегда расположена в опорном контуре крана и не создает опрокидывающего момента.

Недостатком башенно-стреловых исполнений кранов по сравнению с башенными кранами является их повышенная податливость (деформативность) (рис. 103,а). Деформативность стреловых кранов — это самопроизвольное увеличение вылета крюка при отрыве груза от основания. Увеличение податливости башенно-стреловых исполнений кранов связано с особенностью их конструкции. В башенных кранах податливость получается в основном за счет изгиба башни. В башенно-стреловых исполнениях податливость образуется в основном за счет вытяжки канатных тяг и в 4—5 раз больше, чем в башенных кранах. Деформативность тяжелых башенных кранов в среднем 0,5—0,8 м, аналогичных кранов с башенно-стреловым оборудованием 2—3,5 м.

В последние годы тяжелые краны с башенно-стреловым оборудованием для уменьшения податливости выполняют по измененной схеме, согласно авторскому сви-

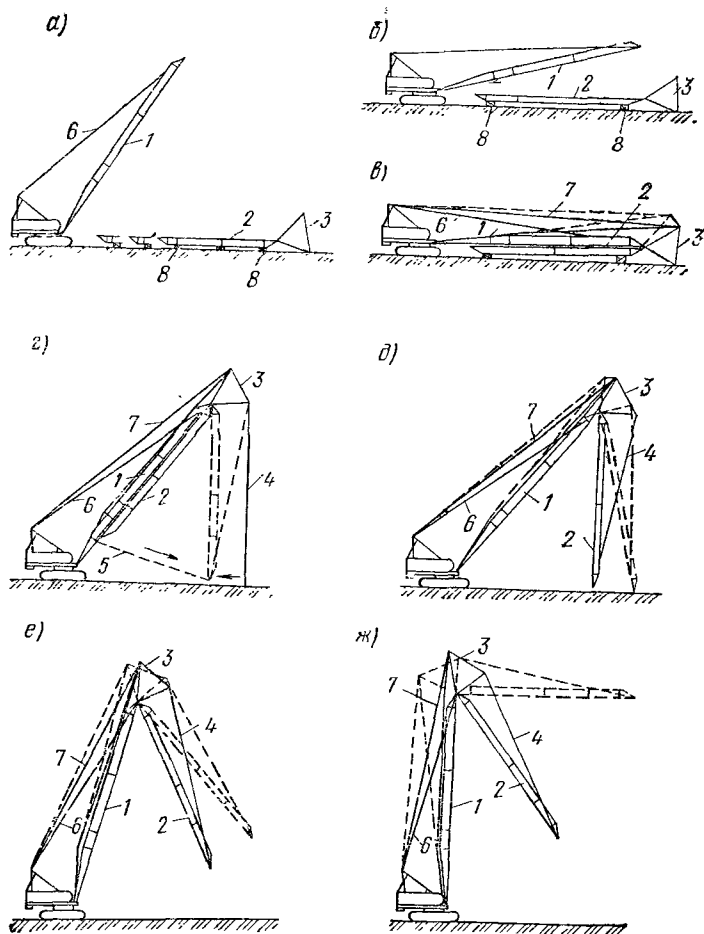


Рис. 102. Схема монтажа башенно-стрелового оборудования

а — сборка управляемого гуська; б и в — опускание стрелы и соединение ее с гуськом; г — подъем стрелы с гуськом; опускание гуська в вертикальное положение с помощью грузового полиспаста основного подъема, соединенного с корнем стрелы; присоединение канатной тяги гуська к его оголовку; д — ж — подъем стрелы и гуська в рабочее положение последовательным включением стреловой лебедки и лебедки изменения вылета гуська; 1 — стрела; 2 — управляемый гусек; 3 — консоль (треугольник) гуська; 4 — канатная тяга гуська; 5 — грузовой полиспаст основного подъема; 6 — стреловой полиспаст; 7 — полиспаст изменения вылета гуська; 8 — шпальная клетка

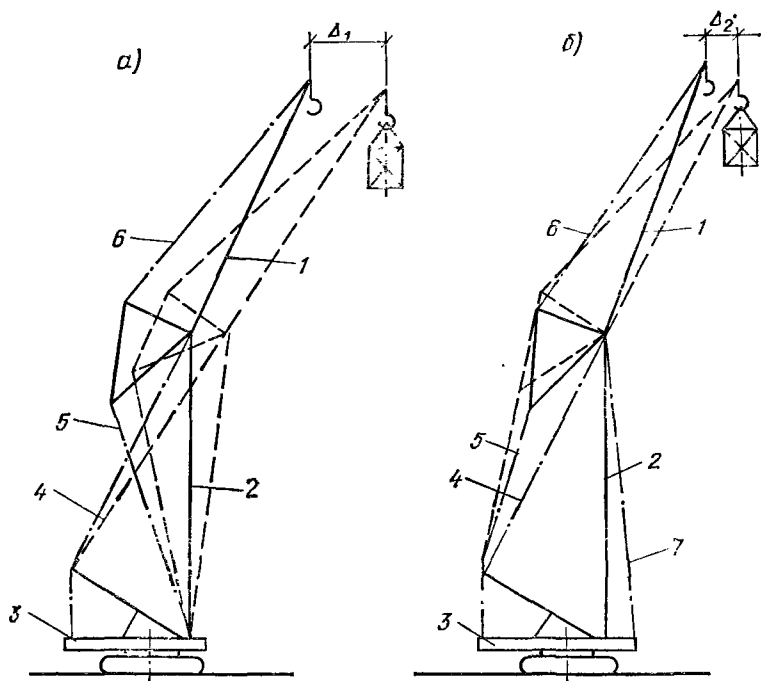


Рис. 103. Схемы образования податливости башенно-стрелового оборудования
 а — традиционная схема башенно-стрелового оборудования; б — схема башенно-стрелового оборудования (инж. Ходов М. П.); 1 — гусек; 2 — стрела; 3 — поворотная платформа; 4 — тяги и полиспаст изменения вылета стрелы; 5 — тяги и полиспаст изменения вылета гуська; 6 — тяга гуська; 7 — передний расчал

детельству Ходова М. П. (Промстальконструкция) *. По этой схеме полиспаст, соединяющий оголовок консоли, переносится с основания стрелы на оголовок надставки двуголой стойки, а стрела удерживается предварительно-напряженным передним расчалом и стреловым полиспастом (рис. 103,б).

Суть этого изменения заключается в том, что при подъеме груза усилие в стреловом полиспасте не изменяется, а следовательно, не изменяется положение оголовка стрелы. Это приводит к уменьшению податливости на 30—40 %. Кроме того, усилие, сжимающее стрелу, уменьшается на величину усилия в полиспасте изменения вы-

* Ходов М. П. А. с. № 221.242 СССР

лета гуська. Поэтому в тяжелых кранах, разработанных институтом Промстальконструкция (СКГ-63/100, СКГ-160, СКР-1500, СКР-2600 и СКР-3500), башенно-стреловое оборудование выполнено по данной схеме.

Наличие на современных кранах универсального стрелового и башенно-стрелового оборудования значительно расширило сферу их применения и сделало их наиболее эффективными механизмами для производства строительно-монтажных работ.

32. Поворотная платформа

Поворотная платформа стрелового самоходного крана представляет собой плоскую раму с двуногой стойкой (рис. 104). На переднюю часть платформы шарнирно опирается стрела. К ее хвостовой части прикреплен противовес. На поворотной платформе размещены грузовая лебедка основного подъема, грузовая лебедка вспомогательного подъема, стрелоподъемная лебедка, механизм вращения, силовая установка и пульт управления. Рама поворотной платформы является одним из основных несущих элементов крана. Она состоит из двух продольных балок, на которых закреплены стрела, двуногая стойка и противовес крана. Над опорно-поворотным кругом (кольцом катания), соединяющим раму поворотной платформы с рамой ходовой части, продольные балки соединены двумя поперечными балками, образующими опорный контур рамы.

Двуногая стойка имеет вид портала и закреплена двумя подкосами, соединяющими ее оголовки с рамой поворотной платформы. В кранах большой грузоподъемности двуногие стойки дополнительно закрепляют поперечным подкосом и снабжают надставкой.

К оголовку двуногой стойки или к оголовку надставки прикрепляют неподвижный блок стрелового полиспаста. Надставку шарнирно присоединяют к оголовку двуногой стойки. Ее оголовок гибкой (канатной) тягой соединен с хвостовой частью поворотной платформы. Это позволяет опускать надставку в горизонтальное положение, необходимое при проезде крана под путепроводами и другими подобными сооружениями. Надставки поднимаются и опускаются стрелоподъемным механизмом, что должно производиться в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации крана.

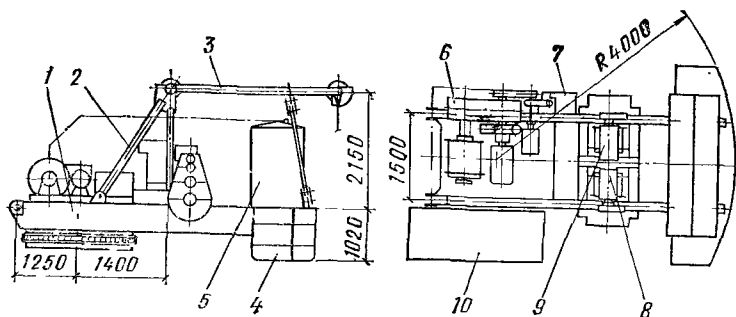


Рис. 104. Поворотная платформа гусеничного крана СКГ-40/63

1 — рама поворотной платформы; 2 — двуногая стойка; 3 — надставка двуногой стойки; 4 — противовес; 5 — дизель-электростанция; 6 — грузовая лебедка основного подъема; 7 — механизм вращения; 8 — лебедка подъема стрелы; 9 — грузовая лебедка вспомогательного подъема; 10 — кабина машиниста (пульта управления)

Наличие у двуногой стойки надставки уменьшает усилие в стреловом полиспасте и позволяет поднимать и опускать удлиненные стрелы и башенно-стреловое оборудование без применения дополнительного грузоподъемного механизма (крана).

В гусеничных кранах типа СКГ геометрия двуногой стойки с надставкой подобрана с таким расчетом, что при подъеме краном номинальных грузов независимо от вылета крюка усилие в канатных тягах, соединяющих оголовки надставки с поворотной платформой, постоянно. Канатные тяги соединены датчиком усилия, который служит ограничителем грузоподъемности. В корпусе датчика установлена пружина, воспринимающая усилие от заданного прогиба канатных тяг. Пружина предварительно сжата (с помощью винта) на усилие, соответствующее номинальной грузоподъемности, и при работе крана без перегрузки не меняет своей длины. При перегрузке крана пружина дополнительно сжимается, кулачок в штанге перемещается относительно корпуса и воздействует на конечный выключатель. В результате происходит выключение механизма (механизмов) крана.

Значительно более сложную конструкцию имеет универсальный электромеханический ограничитель ОГП-1. Принцип его работы основан на сравнении усилия, возникающего при подъеме груза в каком-либо элементе конструкции, с усилием, возникающим в этом же элемен-

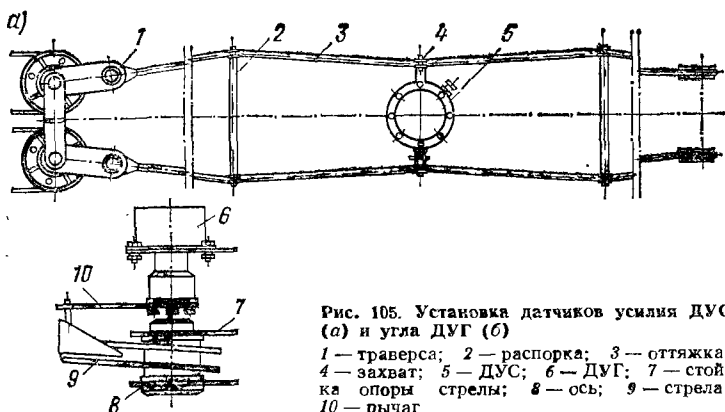


Рис. 105. Установка датчиков усилия ДУС (а) и угла ДУГ (б)

1 — траверса; 2 — распорка; 3 — оттяжка; 4 — захват; 5 — ДУС; 6 — ДУГ; 7 — стойка опоры стрелы; 8 — ось; 9 — стрела; 10 — рычаг

те при подъеме груза, соответствующего безопасной работе крана: если первое превышает второе, то ограничитель срабатывает.

Ограничитель ОГП-1 состоит из датчика усилия (ДУС), датчика угла (ДУГ), релейного блока и панели сигнализации с сигнальными лампами и миллиамперметром, позволяющим визуально следить за степенью загрузки крана.

Датчик ДУС измеряет усилия, возникающие при подъеме груза, а датчик ДУГ задает предельно допустимые величины этих усилий в зависимости от вылета (расположения стрелы).

Измеряемое и допустимое усилия преобразуются в электрические сигналы (напряжения), которые сравниваются между собой с помощью релейного блока. Если перегрузки крана нет, цепи управления замкнуты, то на панели сигнализации горит зеленая лампа. При перегрузке разрываются цепи управления и загорается красная лампа.

Чтобы защитить ограничитель от срабатывания при возникновении кратковременно действующих динамических нагрузок, которые не могут опрокинуть кран, в схему ограничителя введены реле задержки времени.

Датчик ДУС (рис. 105,а) устанавливают в полиспасте подъема стрелы и закрепляют на оттяжках захватами. Датчик ДУГ (рис. 105,б) устанавливают у оси пяти стрелы соосно с ней, а к нему на болтах крепят рычаг, который отклоняется вверх или вниз стрелой.

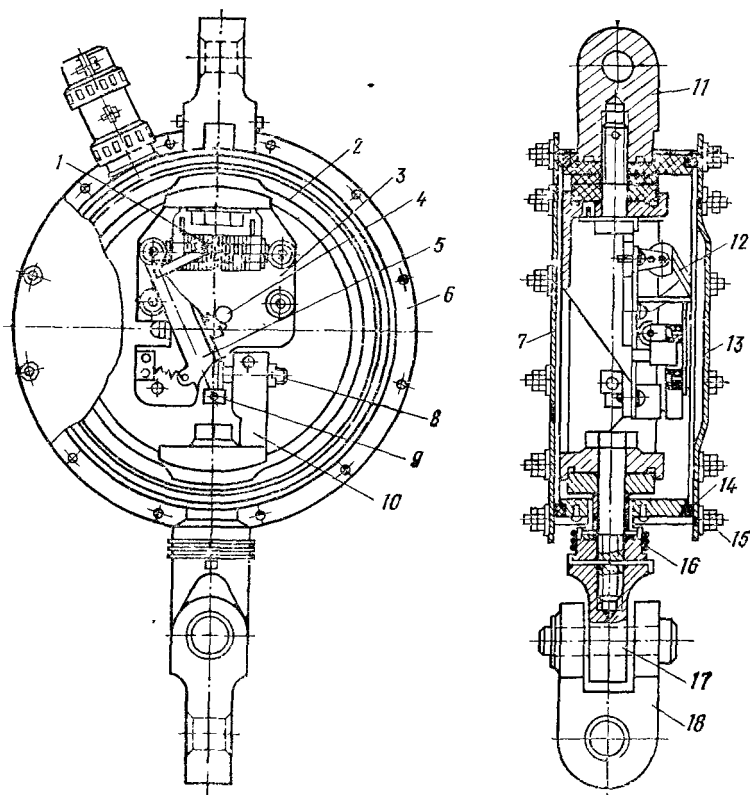


Рис. 106. Датчик усилий (ДУС) ограничителя грузоподъемности

1 — катушка потенциометра; 2 — кольцо; 3 — потенциометрический преобразователь; 4 — пружина; 5 — рычаг; 6 — корпус; 7 и 13 — крышка; 8 — толкатель; 9 — сухарь; 10 — кронштейн; 11 и 17 — неподвижная и подвижная проушины; 12 — контакт; 14 — уплотнительное кольцо; 15 — шпильки; 16 — манжет; 18 — захват

Датчик ДУС (рис. 106) состоит из упругого кольца с подвижной и неподвижной проушинами, потенциометрического преобразователя, рычага токосъема, который через сухарь, толкатель и кронштейн связан с кольцом, и корпуса, закрытого крышками с помощью шпилек. Герметизация корпуса обеспечивается уплотнительными кольцами и манжетой.

При возникновении усилия в оттяжках полиспаста упругое кольцо деформируется пропорционально действующему на него усилию. Кронштейн, закрепленный на кольце, через толкатель и сухарь поворачивает рычаг

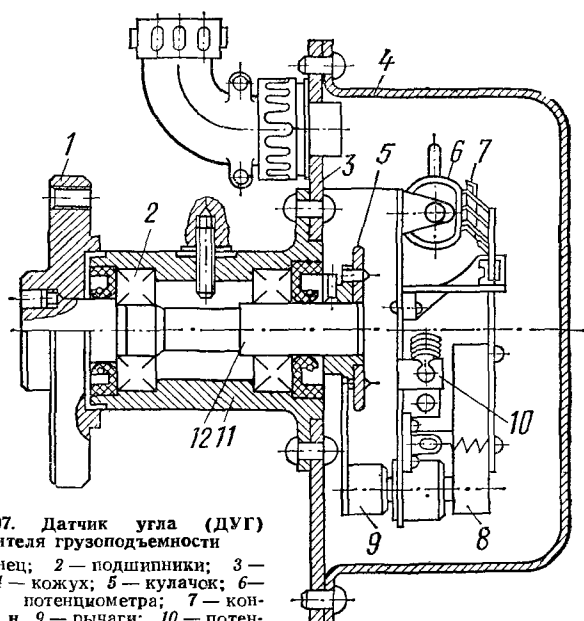


Рис. 107. Датчик угла (ДУГ) ограничителя грузоподъемности

1 — фланец; 2 — подшипники; 3 — плата; 4 — кожух; 5 — кулачок; 6 — катушки потенциометра; 7 — контакт; 8 и 9 — рычаги; 10 — потенциометрический преобразователь; 11 — корпус; 12 — валик

токосъемника вправо. При повороте рычага его контактные ламели скользят по катушке потенциометра и снимают с нее напряжение, пропорциональное усилию в оттяжках. Это напряжение и подается в измерительный мост ограничителя. При уменьшении усилия в оттяжках пружина перемещает рычаг токосъемника в обратном направлении. Если усилие в оттяжках значительно превысит номинальное, кольцо упрется в корпус, который и защитит его от перегрузки.

Датчик ДУГ (рис. 107) состоит из корпуса, к которому присоединена плата с установленным на ней потенциометрическим преобразователем, валика, установленного в корпусе на подшипниках, фланца и кулачка, укрепленных на валике, и кожуха. Рычаг токосъемника преобразователя сидит на одном валике с рычагом, опирающимся на кулачок.

К фланцу прикреплен рычаг, связанный со стрелой крана. При подъеме или опускании стрелы рычаг поворачивает фланец и через валик — кулачок. По рабочей поверхности кулачка скользит штифт и поворачивает

вместе с рычагом рычаг токосъемника. Контактные ла-
мели рычага токосъемника скользят по катушке потен-
циометра и снимают с нее напряжение, которое подает-
ся в измерительный мост ограничителя. Профиль кулач-
ка выбирают таким, чтобы снимаемое напряжение соот-
ветствовало характеру изменения усилия в полиспахах
подъема груза или стрелы в зависимости от угла подъе-
ма стрелы (вылета).

Релейный блок содержит схему сравнения, настроеч-
ные элементы, схему задержки времени и выходное ре-
ле, служащее для включения блока в цепь управления
исполнительными механизмами крана.

В настоящее время краны начинают оснащаться уни-
версальным бесконтактным ограничителем грузоподъём-
ности ОГБ-2, который отличается от ОГП-1 тем, что по-
тенциометрические преобразователи его датчиков заме-
нены на бесконтактные.

Гидравлические краны с телескопическими стрелами
оборудуют универсальными бесконтактными ограничи-
телями грузоподъёмности ОГБ-3. В отличие от ограничи-
теля ОГБ-2 эти ограничители дополнительно включают
в себя датчик длины стрелы, конструкция которого ана-
логична конструкции датчика вылета.

В стреловых самоходных кранах грузоподъёмностью
более 100 т рама поворотной платформы обычно выпол-
нена из двух шарнирно-сочлененных частей. Хвостовая
часть рамы двумя жесткими подкосами соединена с ого-
ловком двуногой стойки. Такое решение позволило
упростить изготовление и уменьшить вес рамы, а также
облегчить погрузку и перевозку поворотной платформы.

В стреловых самоходных кранах с дизель-электриче-
ским приводом все механизмы выполняют в виде отдель-
ных блоков. Лебедки у этих кранов мало отличаются от
лебедок общего назначения.

При использовании на кране электрических машин
переменного тока грузоподъёмные лебедки основ-
ного подъема снабжают двумя электродвигателя-
ми, соединенными цилиндрическим несимметричным диф-
ференциалом. Один из электродвигателей называется ос-
новным, а второй—дополнительным. Мощность основного
электродвигателя в 5—8 раз превосходит мощность до-
полнительного. Вал основного электродвигателя непо-
средственно соединен с валом дифференциала, а вал до-
полнительного электродвигателя для выравнивания кру-

тящих моментов соединен с валом дифференциала дополнительным редуктором с соответствующим передаточным числом.

Максимальная скорость подъема груза достигается одновременным включением (на подъем) обоих электродвигателей, а минимальная (посадочная) — включением одного дополнительного электродвигателя. Благодаря наличию жесткой связи барабана лебедки с электродвигателями и тормозами скорость подъема может изменяться при наличии груза на крюке.

В стрелоподъемных лебедках для более компактного размещения применяют редукторы в вертикальном исполнении. В кранах типа СКГ эти лебедки оборудованы двухскоростными электродвигателями и не имеют рам.

Грузоподъемная лебедка вспомогательного подъема в стреловых самоходных кранах унифицируется либо с грузовой лебедкой основного подъема, либо со стрелоподъемной лебедкой (в кранах типа СКГ). В кранах с унифицированными грузовыми лебедками подъем максимальных грузов производят с использованием обеих лебедок.

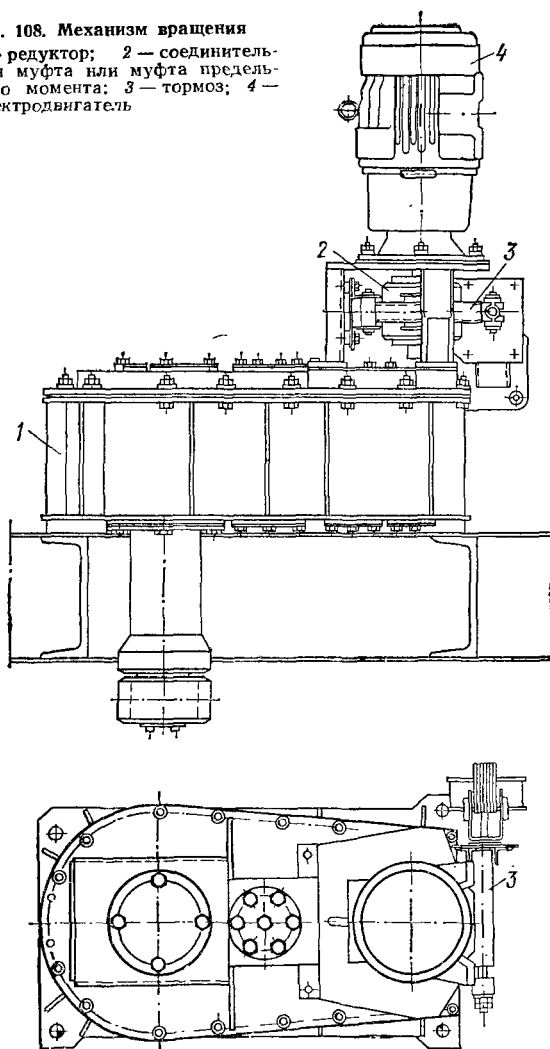
Механизм вращения в кранах с много моторным приводом (как и лебедки) выполнен в виде отдельного блока (рис. 108), состоящего из редуктора, соединительной муфты или муфты предельного момента (в кранах типа СКГ и СКР), тормоза и электродвигателя. Электродвигатель обычно имеет фланцевое крепление и установлен вертикально.

На выходном валу редуктора закреплена шестерня, входящая в зацепление с зубчатым венцом опорно-поворотного круга (кольца катания). Тормоз механизма вращения аналогичен тормозу лебедки и оснащен короткоходовым электромагнитом. При вертикальной установке электродвигателя тормоз расположен горизонтально, а электромагнит повернут на 90° и установлен вертикально (якорем вниз).

Вал редуктора с валом электродвигателя в механизме вращения, как правило, соединен с помощью фрикционной многодисковой муфты предельного момента.

При большом сопротивлении вращению, которое может возникнуть при работе крана на основании, имеющем недопустимый уклон, чрезмерном отклонении грузового полиспаста из плоскости подвеса стрелы и при

Рис. 108. Механизм вращения
 1 — редуктор; 2 — соединитель-
 ная муфта или муфта предель-
 ного момента; 3 — тормоз; 4 —
 электродвигатель



резком торможении тормоз или муфта предельного момента проворачивается и предохраняет кран от перегрузок.

Противовес, прикрепляемый к хвостовой части поворотной платформы, служит для увеличения грузовой устойчивости крана. Противовес назначают с таким

расчетом, чтобы удерживающий момент, создаваемый весом поворотной платформы (без стрелы), относительно оси вращения крана составлял 0,4—0,5 грузового момента.

Механизмы поворотной платформы закрыты капотами (у легких кранов) или общей кабиной. Каркас кабины обшит листовой сталью толщиной 1—1,5 мм, а каркас крыши — листовой сталью толщиной 2 мм. Для лучшего доступа к механизмам в стенках кабины сделаны съемные и открывающиеся щиты. Пульт управления размещен в кабине, изолированной от машинного отделения. В тяжелых кранах кабина пульта управления не вписывается в габарит по ширине при ее транспортировке по железной дороге и выполняется съемной.

При проектировании кабины пульта управления основное внимание уделяется обеспечению безопасной и удобной работы машиниста. Остекление кабины выполняют так, чтобы машинист имел возможность видеть груз в течение всего подъема, дорогу при передвижении крана, основные узлы стрелового оборудования и барабан лебедки основного подъема. Расположение рычагов управления дает возможность удобно управлять краном стоя и сидя. Микроклимат в кабине пульта управления обеспечивают установленные в кабине обогреватель и кондиционер, а также тепловая изоляция. Для безопасного выхода на землю при любом положении поворотной платформы имеется специальная площадка и лестница.

Традиционная компоновка поворотной платформы, при которой лебедки вместе с барабанами находятся внутри кабины, вызывает появление в крыше кабины больших проемов для прохода канатов, через которые свободно попадает дождь и снег. В настоящее время разрабатываются гусеничные краны СКГ-401 (грузоподъемностью 40 т) и СКГ-631 (грузоподъемностью 63 т), лучше приспособленные для работы в условиях продолжительной зимы, в которых барабаны лебедок вынесены за пределы кабины. Это дает возможность выполнить кабину герметичной и обеспечить ее утепление.

В этих кранах отсутствует на поворотной платформе дизель-электрическая силовая установка. Это вызвано тем, что тяжелые и средние гусеничные краны работают на строительных площадках от внешней электрической сети. Запуск дизеля в этих условиях производится толь-

ко при переезде крана на значительные расстояния, так как переезд в пределах одной площадки обычно производится с питанием от кабеля, длина которого 50—100 м. Поэтому на кранах СКГ-401, СКГ-631 и МКГС-100 дизель-электрическую станцию выполняют в отдельном блоке и поставляют одну на несколько кранов. Такое решение упрощает и удешевляет конструкцию крана и улучшает условия работы, так как запуск дизеля осуществляется в теплом помещении и при необходимости дизель-электрическая станция может использоваться для других целей.

33. Опорно-поворотное устройство

Опорно-поворотное устройство стреловых самоходных кранов соединяет и центрирует поворотную часть крана с опорной рамой ходовой части и воспринимает: вертикальные нагрузки, равные весу поворотной части крана с грузом, опрокидывающий момент, создаваемый этим весом, и радиальные нагрузки, возникающие при действии ветра, работе крана на негоризонтальном основании, отклонении грузового полиспаста от вертикали в работе механизма вращения.

В современных стреловых кранах в основном применяются три типа опорно-поворотных устройств: с осевыми телами качения, с безосевыми телами качения и смешанные.

Опорно-поворотное устройство с осевыми телами качения (рис. 109) применяется в легких кранах. Вертикальные нагрузки и опрокидывающий момент в этом устройстве передают катки, катящиеся по опорному кольцу, имеющему корытообразное сечение. Оси катков заделаны в кронштейнах рамы поворотной платформы. Радиальные нагрузки воспринимаются центральной цапфой.

Наибольшее распространение получило **опорно-поворотное устройство с безосевыми телами качения** (рис. 110), выполненное в виде двухрядного подшипника качения. Такое устройство надежно и долговечно в эксплуатации и не имеет больших люфтов (зазоров).

На рис. 110 нижний ряд тел качения является наиболее нагруженным и воспринимает суммарные вертикальные нагрузки от веса поворотной части крана и груза и опрокидывающего момента, направленные вниз; верхний, менее нагруженный, ряд воспринимает верти-

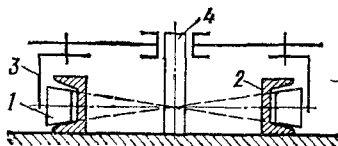
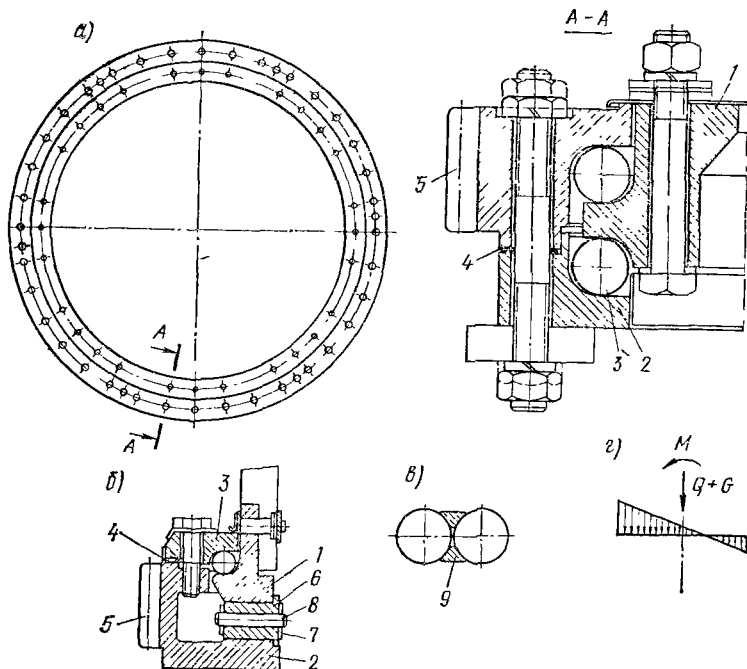


Рис. 109. Опорно-поворотное устройство с осевыми телами качения (катками)

1 — катки; 2 — опорное кольцо; 3 — кронштейны; 4 — цапфа

Рис. 110. Опорно-поворотное устройство (кольцо качения) с двумя рядами безосевых тел качения

а — с двумя рядами шаров; б — разрез кольца катания с роликами, работающими на смятие, и с шарами, работающими на отрыв; в — установка сепаратора в ряду шаров; г — схема распределения нагрузки между телами качения; 1 — верхнее опорное кольцо; 2 — нижнее опорное кольцо; 3 — шар; 4 — прокладка; 5 — зубчатый венец; 6 — ролик; 7 и 9 — сепараторы; 8 — ось сепаратора; Q — грузоподъемность; G — вес поворотной части крана; M — опрокидывающий момент относительно оси вращения крана



кальные нагрузки, направленные вверх. Распределение нагрузок на тела качения происходит аналогично распределению напряжений в трубе, работающей на сжатие и изгиб. Радиальные нагрузки в зависимости от их

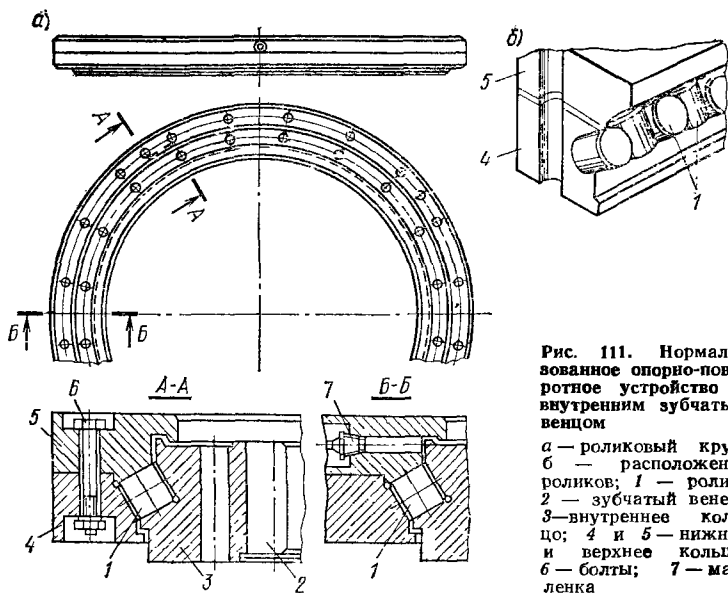


Рис. 111. Нормализованное опорно-поворотное устройство с внутренним зубчатым венцом

а — роликовый круг;
б — расположение роликов; 1 — ролик;
2 — зубчатый венец;
3 — внутреннее кольцо;
4 и 5 — нижнее и верхнее кольца;
6 — болты; 7 — масленка

направления воспринимаются или верхним, или нижним рядом тел качения.

В качестве тел качения используют стандартные шары или бочкообразные ролики. Бочкообразные ролики при одних и тех же размерах обладают большей несущей способностью, чем шары, и применяются в тяжелых кранах иногда по два в наиболее нагруженном ряду (воспринимающем вертикальные нагрузки, направленные вниз). Бочкообразные ролики устанавливаются в сепаратор и удерживаются в нем осями. Эти оси не передают нагрузок и воспринимают лишь вес сепаратора и удерживают катки на нужном расстоянии друг от друга.

Зазоры между телами качения и опорными поверхностями регулируются прокладками в разьеме нижнего опорного кольца. Нижнее опорное кольцо имеет зубчатый венец механизма вращения крана для внешнего или внутреннего зацепления.

На кранах, выпускаемых Минстройдормашем, установлены нормализованные роликовые опорно-поворотные устройства (рис. 111). Устройство состоит из трех колец: внутреннего с зубчатым венцом для внутреннего зацепления, верхнего и нижнего и расположенных меж-

ду ними роликов, причем соседние ролики имеют взаимно перпендикулярные оси, которые наклонены к вертикали под углом 60 или 30°. Ролики с углом оси 60° воспринимают основную вертикальную нагрузку. Ролики с углом оси 30° воспринимают отрывающую нагрузку, удерживая поворотную платформу крана от опрокидывания.

Такая конструкция опорно-поворотного устройства имеет меньшие габариты и массу, но требует для нормальной работы высокой точности обработки дорожек катания роликов.

34. Гусеничные краны

Гусеничные краны обладают высокой проходимостью и маневренностью. Они могут работать и передвигаться на обычном грунтовом основании без применения выносных опор (аутригеров) с любым видом стрелового оборудования. На рис. 112 показан кран СКГ-40/63 в стреловом исполнении с неуправляемым гуськом, на рис. 113 — кран СКГ-40/63 в башенно-стреловом исполнении.

Ходовая часть гусеничных кранов состоит из гусеничных тележек, опорной рамы и привода с механизмами (рис. 114). Каждая гусеничная тележка имеет приводной механизм, состоящий из привода, редукторов и карданов, соединяющих привод и редуктор. Применение кардана обеспечивает компенсацию перемещения редуктора относительно привода, возникающую при передвижении крана особенно с максимальными грузами. Приводной механизм расположен по диагонали относительно опорной рамы. Это дает возможность удобно разместить приводной механизм.

Размеры ходовой части не позволяют транспортировать ее по железной дороге в сборе. Для обеспечения железнодорожного габарита по ширине соединение гусеничных тележек с опорной рамой выполнено разъемным. Гусеничная тележка отсоединяется от опорной рамы вместе с редукторами, для чего отсоединяются тяга и кардан, так как привод при транспортировке остается на опорной раме. При этом редуктор опирается на кронштейн, прикрепленный к раме гусеничной тележки. Для разборки ходовой части предусмотрены места установки домкратов.

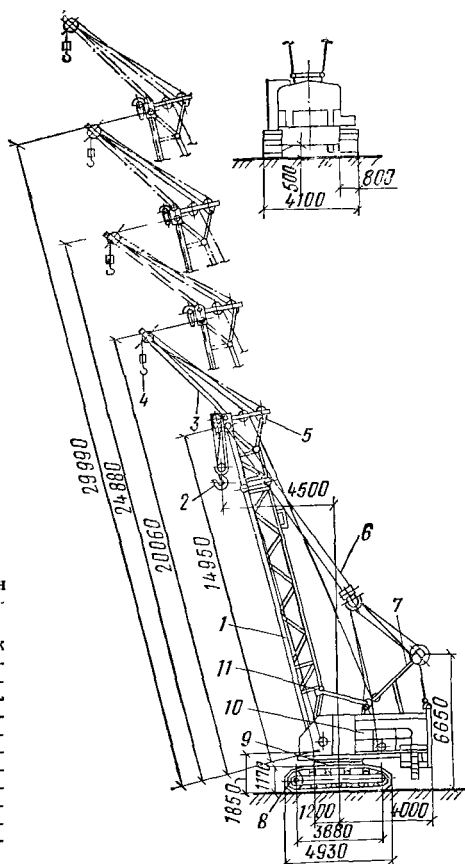


Рис. 112. Гусеничный кран СКГ-40/63 в стреловом исполнении

1—стрела; 2—грузовой блок основного подъема; 3 — неуправляемый гусек; 4 — грузовая подвеска вспомогательного подъема; 5 — оголовок стрелы; 6 — верхний блок стрелового полиспаста и тяги; 7 — надставка двуной стойки; 8 — ходовая часть; 9 — опорно-поворотное устройство; 10 — поворотная платформа; 11 — упор стрелы

Гусеничная тележка крана СКГ-40/63 (рис. 115) имеет раму и опорные катки, огибаемые бесконечной гусеничной лентой. Рама тележки жестко соединена с опорной рамой. По концам рамы установлены приводная звездочка и холостое колесо. Гусеничная лента составлена из шарнирно связанных между собой звеньев (траков). Траки изготовляют литыми или штампованными из высокопрочной и износоустойчивой стали (например, марки 30ГЛ). Они имеют зубья, которыми входят в зацепление с приводной звездочкой. Установка холостого колеса снабжена устройством для натяжения гусеничной ленты. Натяжение ленты достигается враще-

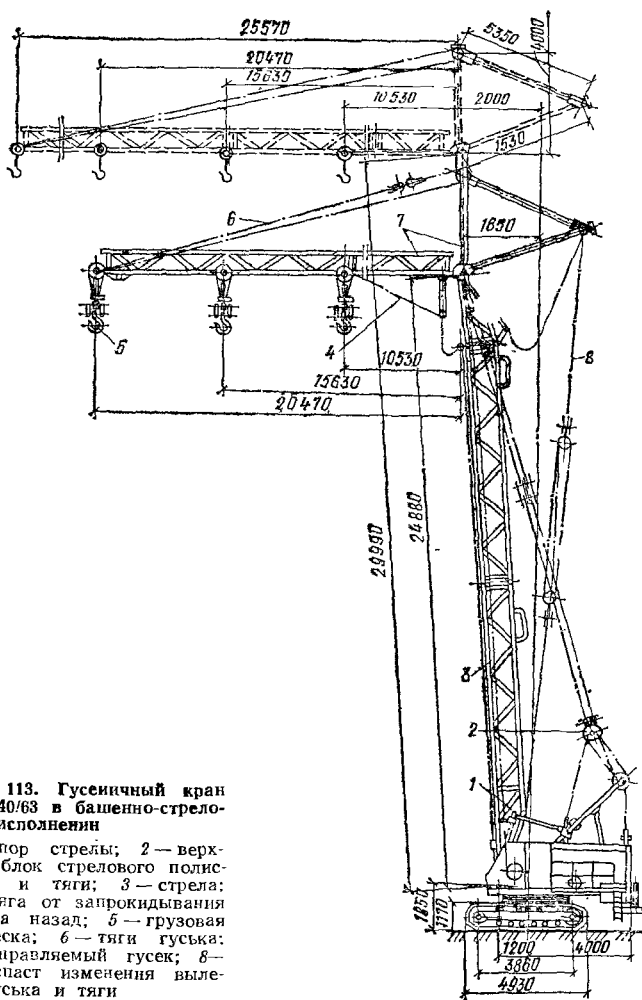


Рис. 113. Гусеничный кран СКГ-40/63 в башенно-стреловом исполнении

1 — упор стрелы; 2 — верхний блок стрелового полиспаста и тяги; 3 — стрела; 4 — тяга от запрокидывания гуська назад; 5 — грузовая подвеска; 6 — тяги гуська; 7 — управляемый гусек; 8 — полиспаст изменения вылета гуська и тяги

нием винтов, которые перемещают ось холостого колеса в пазах рамы тележки.

В средней части гусеничной тележки установлены опорные катки, оси которых неподвижно заделаны в раме тележки. В более мощных кранах типа СКГ опорные катки установлены в балансирах, шарнирно закрепленных в раме тележки. Установка катков на балансирах обеспечивает равномерное распределение давления меж-

ду двумя катками и способствует увеличению проходимости крана и повышению срока службы катков и траков. В современных кранах опорные катки устанавливаются на роликоподшипниках, что увеличивает срок службы катков и снижает затраты на техническое обслуживание и мощность, потребляемую при передвижении крана.

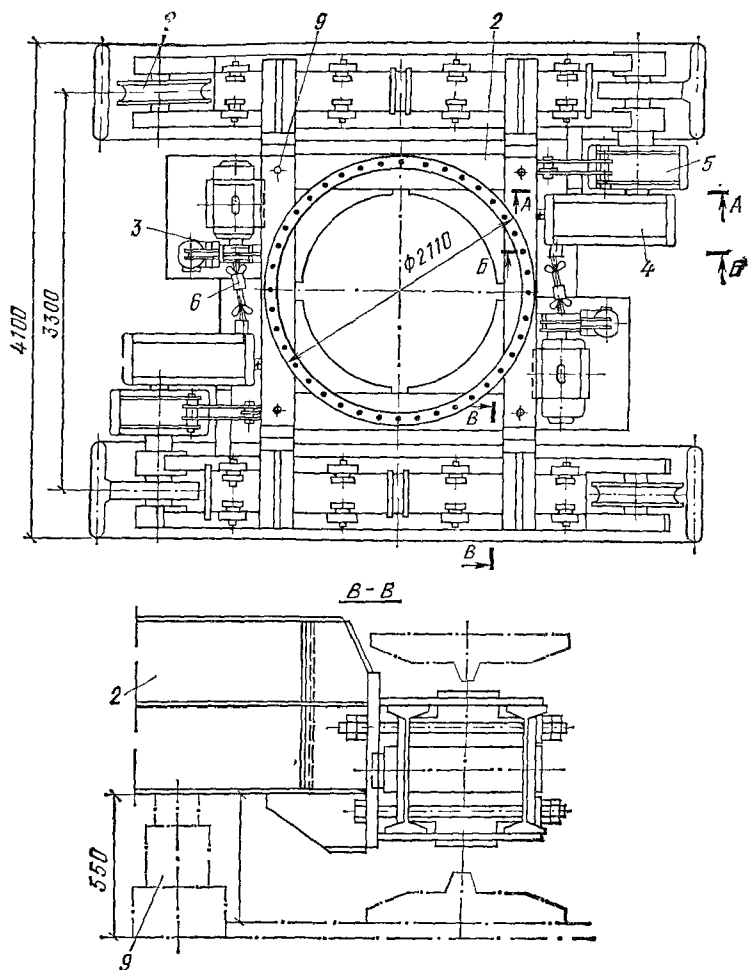
По количеству опорных катков различают многоопорные и малоопорные гусеничные тележки. Многоопорные тележки приспособлены для передвижения по мягкому, а малоопорные — по скалистому грунту. В гусеничных кранах, как правило, применяют многоопорные тележки. При работе гусеничного крана с многоопорными тележками на скалистом основании или на железобетонной плите необходимо под гусеницы подсыпать грунт толщиной 100—150 мм, что способствует более равномерному распределению давления на катки.

Опорная рама ходовой части гусеничных кранов выполнена сварной из балок (прокатных или сварных) и имеет две продольные и две поперечные балки, которые образуют опорный контур под кольцо катания крана. Концы поперечных балок соединяют опорную раму с гусеничными тележками, для чего они снабжены вваренными пальцами круглого или (в кране СКГ-160) прямоугольного сечения.

Основные параметры гусеничного хода — колея (расстояние между продольными осями тележек, проходящими через середины гусеничных лент); база (расстояние между осями приводной звездочки и холостого колеса); ширина гусеничной ленты. Колею и базу гусеничного хода назначают из условия обеспечения грузовой и собственной устойчивости крана без применения дополнительных опор, а ширину ленты — из условия ограничения удельного давления на грунт.

Среднее удельное давление в зависимости от грузоподъемности крана составляет 0,05—0,14 МПа без груза на крюке и 0,06—0,16 МПа с грузом на крюке. При эксплуатации кранов необходимо учитывать, что удельное давление под гусеницами распределяется неравномерно и при направлении стрелы с грузом на крюке вдоль гусениц или по диагонали может достигнуть 0,3—0,6 МПа (со стороны стрелы).

Обе гусеничные тележки крана выполнены приводными, что необходимо для разворота ходовой части крана.



на. При дизель-электрическом многомоторном приводе каждая гусеничная тележка оборудована самостоятельным приводом с индивидуальным электродвигателем и независимым управлением. Разворот ходовой части крана при этом производится включением привода одной из тележек или включением приводов обеих тележек в разные стороны. В последнем случае можно развернуть ходовую часть крана вокруг его оси вращения (на одном месте).

В кранах с групповым (одномоторным) приводом

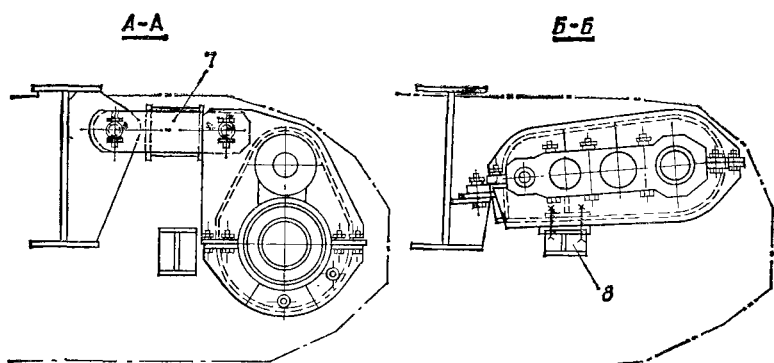


Рис. 114. Ходовая часть гусеничного крана СКГ-40/63

1 — гусеничная тележка; 2 — опорная рама; 3 — привод; 4 и 5 — редукторы; 6 — кардан; 7 — тяга; 8 — крошфейн; 9 — домкрат

приводные звездочки тележек кинематически связаны с двигателем, установленным на поворотной платформе, и могут включаться (муфтами сцепления) раздельно. Изменение направления передвижения производится с помощью механизма реверсирования (реверса).

Краны могут быть разделены на две группы: с дизель-электрическим приводом и с дизель-механическим приводом.

К кранам с дизель-электрическим приводом относятся гусеничные краны грузоподъемностью 16—160 т (включительно). К кранам с дизель-механическим приводом относятся краны грузоподъемностью 10 и 16 т.

Гусеничные краны грузоподъемностью 25—160 т имеют два основных исполнения: стреловое и башенно-стреловое. В стреловом исполнении они работают со стрелой, как обычные стреловые краны, а в башенно-стреловом исполнении, как башенные краны. Особенность рабочего оборудования этих кранов заключается в том, что в обоих исполнениях используется одна и та же стрела, и для перехода со стрелового исполнения на башенно-стреловое достаточно установить на стрелу управляемый гусек.

Геометрические параметры рабочего оборудования в обоих исполнениях могут быть изменены за счет установки или удаления вставок в стрелу и гусек.

Большое число исполнений рабочего оборудования и главным образом наличие стрелового и башенно-стрелового исполнения вместе с высокой маневренностью

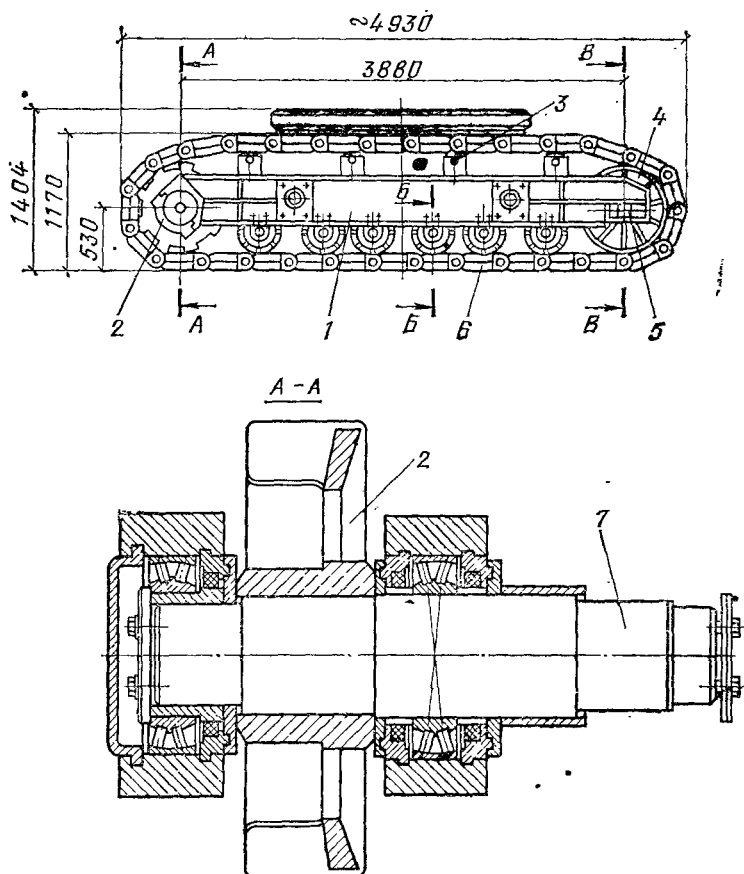


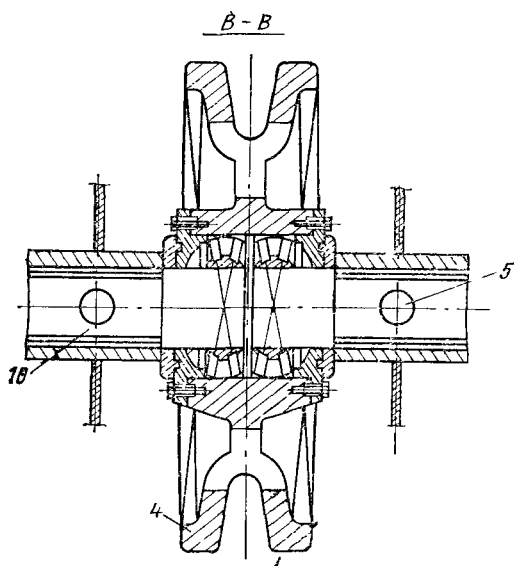
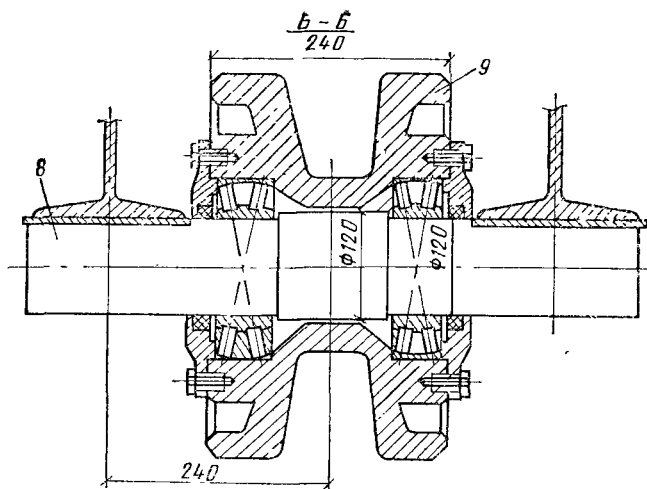
Рис. 115. Гусеничная тележка крана СКГ-40/63

1 — рама; 2 — приводная звездочка (ведущее колесо); 3 — поддерживающий ролик; 4 — холостое колесо; 5 — винты; 6 — гусеничная лента; 7 — ось ведущего колеса; 8 — ось катка; 9 — опорные катки; 10 — ось холостого колеса

обеспечили преимущественное применение гусеничных кранов в промышленном строительстве. Они используются на монтаже конструкций промышленных зданий и инженерных сооружений, технологического оборудования, на укрупнительной сборке и на погрузочно-разгрузочных работах.

Технические характеристики гусеничных кранов приведены в табл. 29 и 30.

Гусеничный кран МГК-10А имеет дизель-механиче-



ский привод. Он отличается высокой скоростью передвижения, легко может передвигаться по строительной площадке и используется главным образом для обслуживания складов и на вспомогательных монтажных работах. Кран оснащен грузовой и стрелоподъемной лебедками, механизмами вращения и передвижения. При-

29. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУСЕНИЧНЫХ КРАНОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 10—25 Т

Показатель	МКГ-10А	МКГ-16М	ДЭК-25	МКГ-25	МКГ-25БР
Грузоподъемность, т	10	16	25	25	25
Грузоподъемность вспомогательного крюка, т	3	3,2	5	5	5
Длина, м:					
стрелы	10—18	10—26	14—32,75	12,5—32,5	13,5—33,5
неуправляемого гуська	2,3	2,3	5	5	5
управляемого гуська	—	—	—	—	10—20
Скорость подъема крюка, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с:					
основного	28—5	18,3—3,8	16—1	10—1,5	26—0,6
вспомогательного	—	—	33—6,7	28—9	28—9,2
Частота вращения поворотной платформы, $1 \cdot 10^{-2}$ с ⁻¹	2,8—0,5	2,8—0,5	1,66—0,5	0,93	1,66—0,5
Скорость передвижения крана, м/с	1,1—0,24	0,83—0,28	0,28	0,21	0,24
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	3,3	3,65	4,155	3,77	4,38
Ширина по гусеницам, м	3,1	3,2	4,4	3,21	4,3—3,2
Длина гусеничной тележки, м	4,6	4,8	4,9	4,7	4,6
Ширина ленты, мм	500	500	665	625	625
Высота крана в транспортном положении, м	3,5	3,5	4,3	3,79	3,9
Тип привода	Дизель-механический		Дизель-электрический		
Марка силовой установки	—	ДЭС-40	ДГ-75-3	ДЭС-50	ДЭС-50
Марка дизеля	СМД-14	СМД-14	Д-108	Д-108	Д-108-1
Мощность дизеля, кВт	55	55	79,5	79,5	79,5
Среднее давление крана на грунт без груза, МПа	0,055	0,06	0,072	0,08	0,06
Преодолеваемый краном уклон, град	20	20	15	11	15
Масса крана с основной стрелой, т	20	25,5	36,5	39	41,75

**30. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУСЕНИЧНЫХ
КРАНОВ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 40—160 Т С ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

Показатель	МКГ-40	СКГ-40/63	СКГ-63/100	КС-8161 (СКГ-100)	СКГ-160
Грузоподъемность, т	40	10	63	100	160
Грузоподъемность специсполнения, т	—	63	100	—	—
Грузоподъемность вспомогательного крюка, т	7	5	15	18	18
Длина, м:					
стрелы	15,8—30,8	15—30	15,7—41	10—45	30—50
неуправляемого гуська	6	5	7,6	10	10
управляемого гуська	10—25	10,5—25,6	16,4—29	19,7—29,1	40
Скорость подъема крюка, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с:					
основного	8,3—0,4	9,3—0,66	8,1—0,7	11—0,8	5,3—0,3
вспомогательного	50—2,4	19—6	17,4—4,2	16,3—4	16,3—4
Частота вращения поворотной платформы, $1 \cdot 10^{-2}$ с ⁻¹	0,7	0,7	0,7	0,4	0,37
Скорость передвижения крана, м/с	0,22	0,28	0,2	0,14	0,14
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	4,7	4	4,57	5,7	8,2
Ширина по гусеницам, м	4,3	4,1	5,1	6,3	7
Длина гусеничной тележки, м	5,5	5	6,5	7,5	8,4
Ширина гусеничной ленты, мм	800	800	800	1100	1100
Высота крана в транспортном положении, м	4,27	4,3	4,3	4,65	6,2
Марка силовой установки	ДГ-75-3	ДГ-75-3	УЗ-4А	ДЭА-100	АД-200
Марка дизеля	АМ-01Е	К-661	1Д6Б	1Д6Б	1Д-12В
Мощность дизеля, кВт	88,5	84	110	110	220
Среднее давление крана на грунт, МПа	0,085	0,09	0,1	0,1	0,13
Преодолеваемый краном уклон, град	16,5	15	12	15	15
Масса крана с основной стрелой, т	59,7	60,6	91,2	133	206

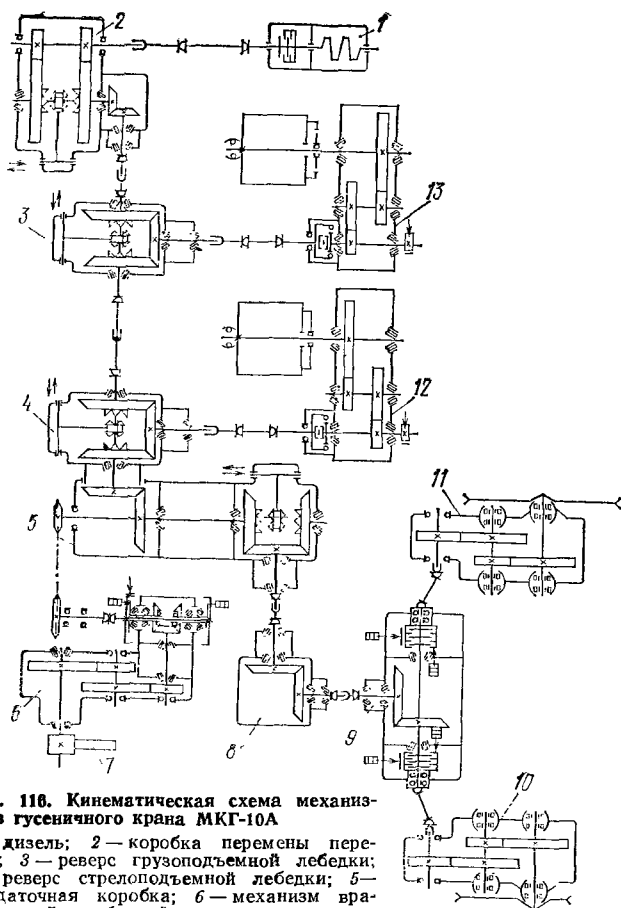


Рис. 116. Кинематическая схема механизмов гусеничного крана МКГ-10А

1 — дизель; 2 — коробка перемены передач; 3 — реверс грузоподъемной лебедки; 4 — реверс стрелоподъемной лебедки; 5 — раздаточная коробка; 6 — механизм вращения; 7 — зубчатый венец опорно-поворотного устройства; 8 — угловая (коническая) передача; 9 — центральный редуктор механизма передвижения; 10 и 11 — бортовые редукторы гусеничных тележек; 12 — стрелоподъемная лебедка; 13 — грузоподъемная лебедка

вод всех механизмов осуществляется от дизеля СМД-14 мощностью 55 кВт, с которым они связаны общей трансмиссией.

Кинематическая схема крана МКГ-10А показана на рис. 116. Крутящий момент от муфты сцепления двигателя передается двухступенчатой коробке перемены скоростей (передач) и от нее механизмам реверса, грузо-

вой и стрелоподъемной лебедкам и раздаточной коробке. От раздаточной коробки крутящий момент передается механизмам вращения и передвижения. В раздаточной коробке смонтирован механизм реверса передвижения крана. На выходном валу раздаточной коробки установлена звездочка цепной передачи привода механизма вращения. Вертикальный вал раздаточной коробки смещен с осью вращения крана и соединен с конической (угловой) зубчатой передачей, установленной на ходовой части крана и передающей вращение центральному редуктору механизма передвижения крана. Все сборочные единицы механизмов выполнены в виде отдельных блоков и соединены валами с карданными муфтами.

Каждая лебедка состоит из барабана, двухпарного цилиндрического редуктора с зацеплением конструкции Новикова, обгонно-фрикционной муфты и ленточного нормально замкнутого тормоза. Барабан лебедки соединен с выходным валом редуктора зубчатой муфтой.

Обгонно-фрикционная муфта (рис. 117) состоит из храпового колеса, жестко соединенного с валом трансмиссии, диска с собачками, жестко соединенного с входным валом редуктора, и фрикционной многодисковой муфты. Корпус муфты закреплен на корпусе редуктора. Фрикционная муфта служит для принудительного спуска порожнего крюка.

Коробка перемены передач имеет две ступени скоростей. Переключение коробки разрешается производить при нерабочем состоянии крана и опущенной стреле.

Механизмы реверса грузоподъемной и стреловой лебедок и механизма передвижения унифицированы и состоят каждый из трех конических зубчатых колес, два из которых свободно сидят на валу и включаются зубчатыми муфтами.

Механизм реверса механизма вращения также состоит из трех конических зубчатых колес, но оснащен фрикционными муфтами включения. Редуктор механизма вращения имеет две пары цилиндрических зубчатых колес, на его выходном валу установлена шестерня, находящаяся в зацеплении с зубчатым венцом опорно-поворотного устройства.

Центральный редуктор механизма передвижения имеет одну пару конических зубчатых колес и вал с двумя выходными концами, оснащенными фрикционными

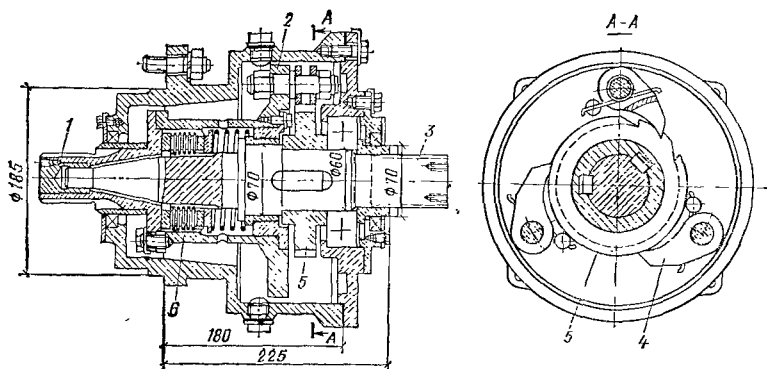


Рис. 117. Обгонно-фрикционная муфта
 1 — входной вал редуктора; 2 — диск;
 3 — вал трансмиссии; 4 — собачка; 5 —
 храповое колесо; 6 — фрикционная
 муфта

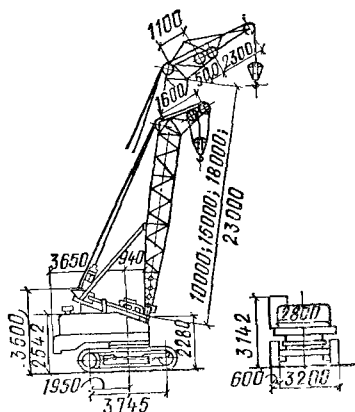


Рис. 118. Гусеничный кран МКГ-16М

муфтами сцепления, соединяющими его с бортовыми редукторами механизма передвижения. На выходном валу бортового редуктора установлена ведущая звездочка гусеничной тележки.

Фрикционные муфты сцепления позволяют производить раздельное включение гусеничных тележек, необходимое для разворота ходовой части крана.

Траки гусеничных тележек крана МКГ-10А могут поставляться обрешиненными, позволяющими использовать краны в действующих и строящихся цехах, а также на площадках с усовершенствованными покрытиями.

Всеми механизмами крана управляют из кабины с помощью рукояток и педалей, смонтированных на пульте управления и полу кабины.

Рукоятки управления механизмами реверса лебедок имеют механическую связь, остальные рукоятки и педали управления — гидравлическую, работающую от шестеренного насоса НШ-46, установленного на дизеле. Опорно-поворотное устройство имеет два ряда шаров.

Основная стрела крана длиной 10 м может быть увеличена до 18 м.

Гусеничные краны МКГ-16М, ДЭК-251, МКГ-25, МКГ-25БР, МКГ-40, СКГ-40/63, СКГ-63/100, КС-8161 и СКГ-160 имеют дизель-электрический привод, все они полноповоротные и снабжены механизмами: основного подъема, вспомогательного подъема, стрелоподъемным, вращения и передвижения. Привод каждого механизма осуществляется от одного или двух электродвигателей переменного тока напряжением 380 В, которые питаются или от собственной электростанции, или от внешней электросети. Подвод электроэнергии от сети производится четырехжильным гибким кабелем через кольцевой токосъемник, установленный по оси вращения крана. Одна жила кабеля используется для заземления. Электростанция кранов установлена в хвостовой части поворотной платформы. Обычно краны работают от внешней электросети. В этом случае снижаются эксплуатационные расходы, уменьшаются время и трудовые затраты на техническое обслуживание крана, повышается время работы крана в течение смены, увеличиваются моторесурсы дизеля и отсутствует шум от дизеля, что улучшает условия труда.

Сменный запас дизельного топлива хранится в баках. Подача топлива в баки и воды в радиатор дизеля осуществляется насосами. Для ускорения запуска в зимнее время дизели снабжены подогревателями.

Рабочее оборудование гусеничных кранов (кроме кранов МКГ-16А, МКГ-16М, ДЭК-251) может быть стреловым и башенно-стреловым, причем в обоих случаях используется одна и та же стрела. При переходе с одного исполнения на другое у нее заменяется или переоборудуется лишь оголовок. За счет установки типовых вставок в основную стрелу они могут быть удлинены. Соединение секции стрелы и гуська — пальцевое.

Стрелы кранов типа МКГ, КС-8164 и СК-160 имеют четырехгранное сечение и выполнены из уголков. Стрелы кранов СКГ-40/63, СКГ-63/100 и СКГ-100 имеют трехгранное сечение и выполнены из труб.

Для увеличения подстрелового пространства стрела кранов типа МКГ имеет Г-образный оголовок (рис. 118). Оголовки кранов типа СКГ снабжены балкой (рис. 119).

Вылет крюка в рассматриваемых кранах изменяется с помощью стрелового полиспаста, соединяющего оголовки стрелы с двуногой стойкой (или ее надставкой). Для соединения с оголовком стрелы подвижный блок стрелового полиспаста снабжен канатными тягами, состоящими из нескольких звеньев, число которых меняется при изменении длины стрелы. Перезапасовки каната стрелового полиспаста при изменении длины стрелы не производится.

Для увеличения плеча действия стрелового полиспаста (уменьшения усилия в стреловом полиспасте и стреле) двуногая стойка гусеничных кранов снабжена надставкой. В транспортном положении крана надставка опущена.

Кратность грузового полиспаста основного подъема изменяется при изменении длины стрелы. Блоки всех полиспастов гусеничных кранов унифицированы и установлены на подшипниках качения.

Грузоподъемная лебедка основного подъема в кранах типа МКГ и СКГ устанавливается в передней части поворотной платформы. Канат направляется на барабан лебедки непосредственно с оголовка стрелы. Барабан грузоподъемной лебедки имеет винтовую нарезку и рассчитан на многослойную навивку каната. Его устанавливают или на выходном валу редуктора, или на отдельном валу, соединяемом с выходным валом редуктора зубчатой муфтой.

Привод грузоподъемной лебедки осуществляется от одного или двух электродвигателей, которые могут применяться в сочетании с планетарной передачей (дифференциалом). Такой привод находит применение на всех современных дизель-электрических кранах, работающих на переменном трехфазном токе.

На рис. 120 показана грузоподъемная лебедка основного подъема крана СКГ-40/63, тяговое усилие 56 кН, канат диаметром 22,5 мм, канатоемкость при слоях навивки 195 м. Лебедка имеет два электродвигателя мощностью 28 и 3,5 кВт. При работе электродвигателя мощностью 28 кВт скорость навивки каната 38,5 м/мин; при работе электродвигателя мощностью 3,5 кВт —

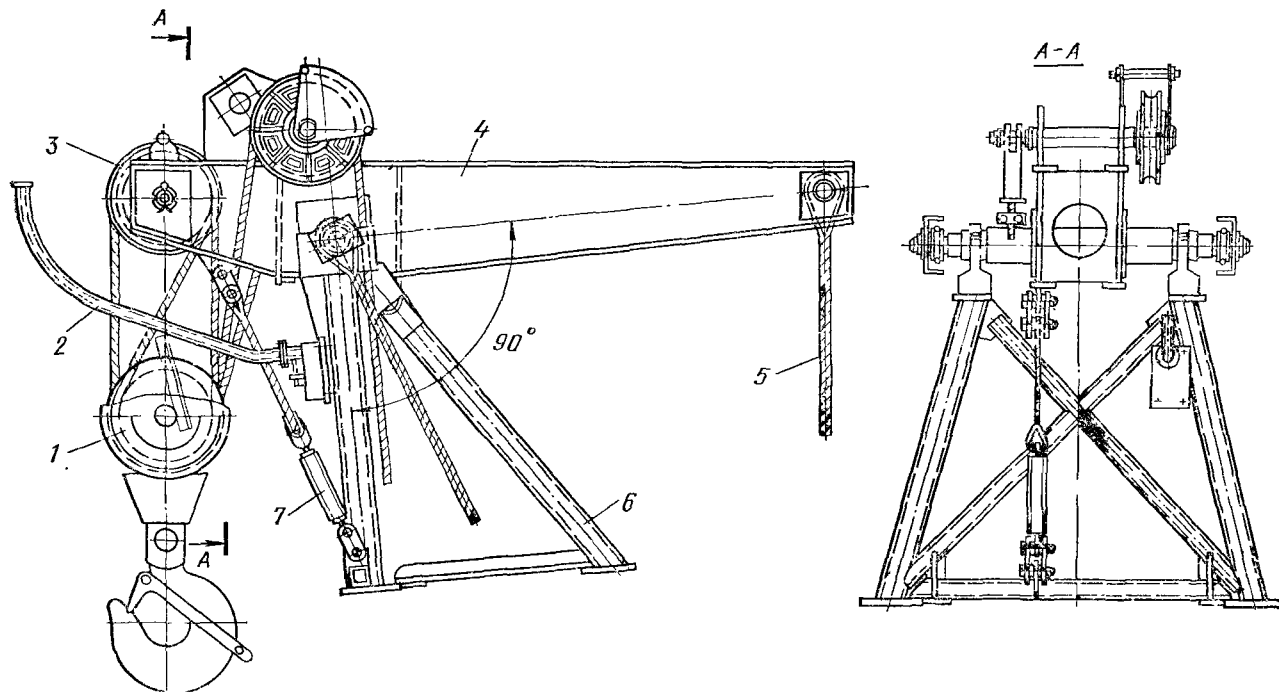


Рис. 119. Оголовок стрелы кранов типа СКГ

1 — грузовая подвеска; 2 — ограничитель высоты подъема; 3 — канатный ролик; 4 — балансирующая балка; 5 — тяга балки; 6 — верхняя секция стрелы; 7 — предохранительная тяга

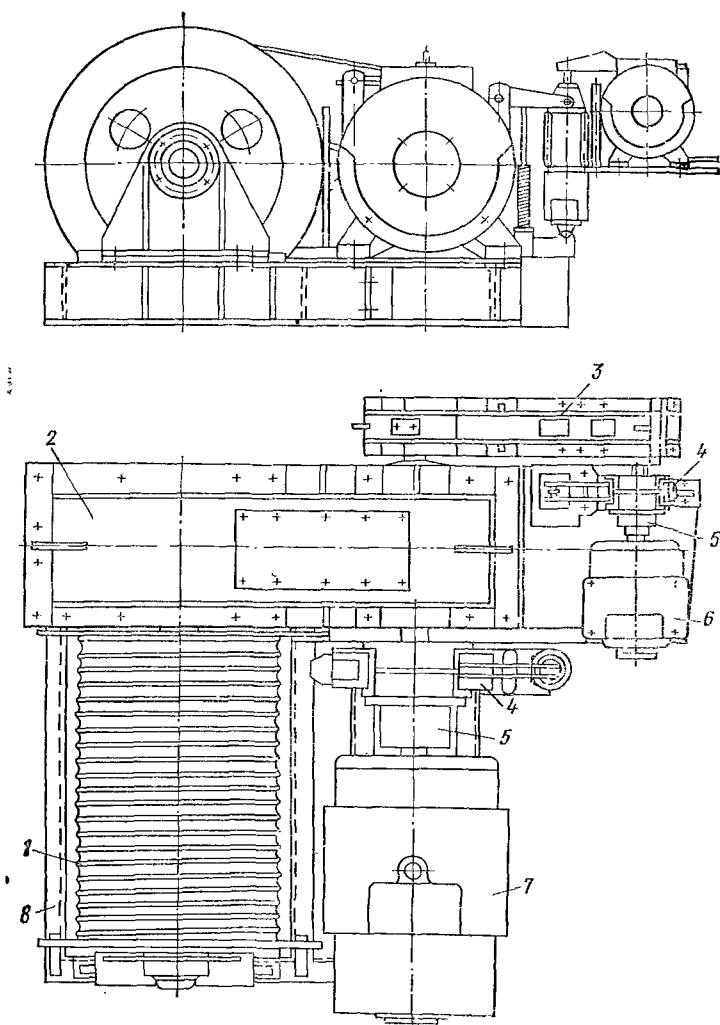


Рис. 120. Грузоподъемная лебедка основного подъема гусеничного краи СКГ-40/63

1 — барабан; 2 — двухпарный дифференциальный редуктор; 3 — дополнительный редуктор; 4 — тормоз; 5 — тормозная муфта; 6 — электродвигатель мощностью 3,5 кВт; 7 — электродвигатель мощностью 28 кВт; 8 — рама

3 м/мин; при работе обоих электродвигателей — 41,5 м/мин.

Лебедка состоит из барабана диаметром 550 мм, двухпарного цилиндрического редуктора с зубчатыми

колесами, имеющими модуль 5 и 8, дополнительного редуктора, двух электродвигателей, двухколодных тормозов типа ТКГ с гидротолкателями, соединительных зубчатых муфт с тормозными дисками и рамы.

В основном редукторе размещен дифференциал, корпус которого выполнен заодно с шестерней редуктора. Один входной вал дифференциала непосредственно соединен муфтой с электродвигателем мощностью 28 кВт, а второй с помощью дополнительного редуктора с электродвигателем мощностью 3,5 кВт. Передаточное число дополнительного редуктора выбрано с таким расчетом, что крутящие моменты, развиваемые обоими электродвигателями на барабане лебедки, примерно одинаковы.

В кране СКГ-160 грузоподъемная лебедка основного подъема имеет два барабана, закрепленных на концах выходного вала редуктора. Один из электродвигателей этой лебедки двухскоростной, что позволяет получить дополнительные скорости подъема и опускания крюка.

Грузоподъемные лебедки механизма вспомогательного подъема и стрелоподъемные лебедки дизель-электрических кранов по кинематической схеме не отличаются от электрических лебедок общего назначения и состоят из аналогичных узлов. Редукторы этих лебедок с целью более компактного их размещения на поворотной платформе обычно имеют вертикальное исполнение.

В кранах типа СКГ грузоподъемная лебедка механизма вспомогательного подъема и стрелоподъемная лебедка унифицированы, они оснащены двухскоростными электродвигателями. Барабаны этих лебедок с винтовой нарезкой рассчитаны на многослойную навивку каната. Вал барабана является выходным валом редуктора и имеет две опоры в корпусе редуктора и один выносной подшипник.

Благодаря этому у лебедок нет общей рамы, они крепятся непосредственно к поворотной платформе. Электродвигатель лебедки смонтирован на площадке, опираемой на корпус редуктора и подшипник барабана.

Привод механизма передвижения гусеничных дизель-электрических кранов осуществляется по двум схемам: с одним электродвигателем на обе гусеничные тележки и с индивидуальными электродвигателями у каждой гусеничной тележки.

По первой схеме выполнен механизм передвижения крана МКГ-25 (рис. 121). Он состоит из электро-

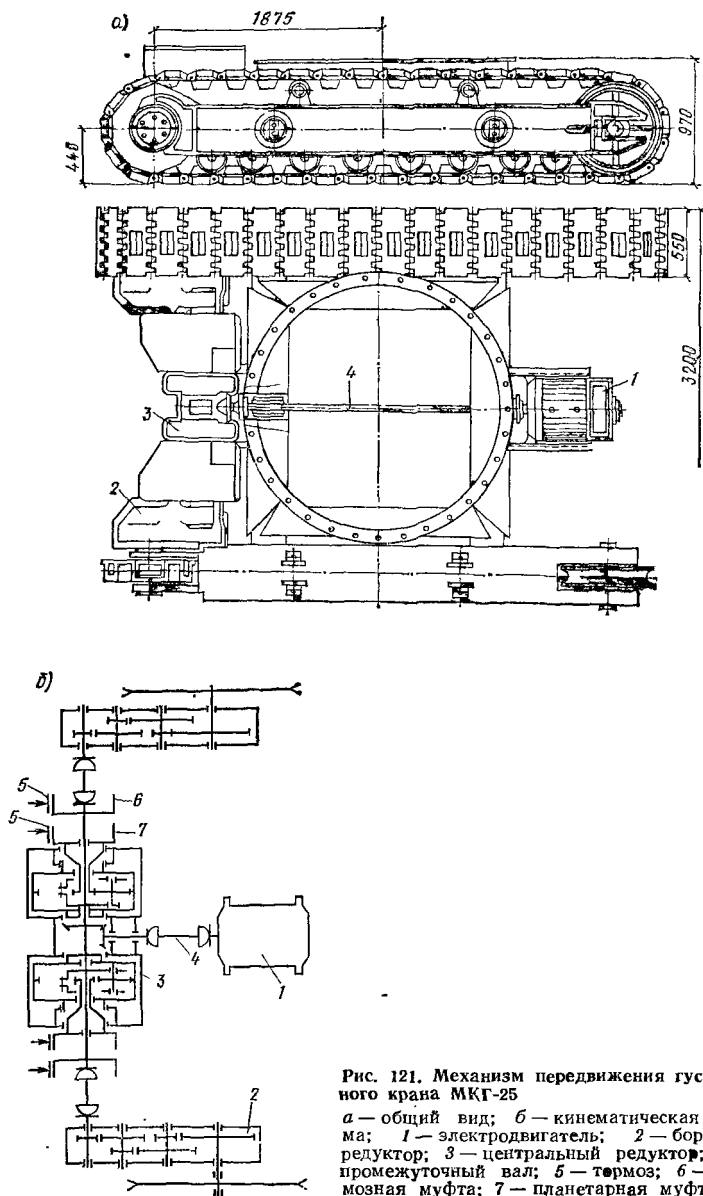


Рис. 121. Механизм передвижения гусеничного крана МКГ-25

a — общий вид; *б* — кинематическая схема; 1 — электродвигатель; 2 — бортовой редуктор; 3 — центральный редуктор; 4 — промежуточный вал; 5 — тормоз; 6 — тормозная муфта; 7 — планетарная муфта

двигателя мощностью 22 кВт, промежуточного вала с зубчатыми муфтами, центрального планетарно-конического редуктора, четырех тормозов ТКТ-300, двух зубчатых муфт с тормозными шкивами, двух планетарных муфт, двух бортовых цилиндрических редукторов.

Во время прямолинейного движения крана необходимо, чтобы тормоза центрального редуктора были замкнуты, а тормоза бортовых редукторов размыкались одновременно с включением электродвигателя. При развороте крана необходимо, чтобы со стороны заторможенной гусеницы тормоз центрального редуктора был разомкнут, а тормоз бортового редуктора замкнут. Для управления тормозами достаточно нажать правую педаль при развороте вправо или левую педаль при развороте влево.

По второй схеме выполняют механизмы передвижения всех остальных гусеничных дизель-электрических кранов, конструкция их значительно проще и надежнее в эксплуатации.

Механизм передвижения каждой гусеничной тележки состоит из электродвигателя, соединительной муфты с тормозным шкивом, тормоза и системы зубчатых передач. Тормоз механизма передвижения нормально замкнут и размыкается автоматически при включении электродвигателя. Разворот крана осуществляется включением механизма передвижения одной из гусеничных тележек или включением механизмов обеих гусеничных тележек в разные стороны. Управление гусеничными тележками раздельное.

Приводные звездочки у обеих гусеничных тележек в большинстве гусеничных кранов расположены с одной стороны и лишь в кранах СКГ-40/63 и СКГ-63/100 имеют диагональное расположение. Практика подтверждает, что относительное расположение приводных звездочек у обеих тележек существенного значения не имеет.

В кране СКГ-160 гусеничная тележка по обоим концам снабжена приводными звездочками. Натяжение гусеничной ленты достигается перемещением вала с приводной звездочкой, осуществляемым с помощью двух винтов, один из которых соединен с корпусом бортового редуктора, а второй — с подшипником вала.

Зубчатые передачи механизмов передвижения гусеничных кранов имеют различную конструкцию. В кране МКГ-16М они выполнены в виде бортового двухпарного цилиндрического и планетарного редукторов, в кране

СКГ-40/63 — в виде бортового однопарного цилиндрического и трехпарного цилиндрического редуктора, в кране СКГ-63/100 — в виде четырехпарного цилиндрического редуктора, в кранах СКГ-100 и СКГ-160 — в виде одного пятипарного цилиндрического редуктора.

Каждая гусеничная тележка имеет свой привод с электродвигателем. Электродвигатели выбраны по максимальной мощности, развиваемой электростанцией, и перегрузочной способности электродвигателя. Перегрузочная способность электродвигателя (в 2,25 раза) используется при развороте крана, когда работает один электродвигатель. При прямолинейном движении крана перегрузка электродвигателей также ограничена мощностью электростанции.

Управляют механизмами гусеничных кранов с дизель-электрическим приводом с помощью контроллеров и кнопок.

Поворотная платформа кранов типа СКГ и МКГ грузоподъемностью 25 т и более имеет общую кабину высотой 1,8—1,9 м, что позволяет обслуживать механизмы из кабины. Для обслуживания механизмов снаружи кабина имеет открывающиеся щиты в стенках и съемные секции в крыше. Кабины машинистов имеют тепловую и звуковую изоляцию, в кранах грузоподъемностью 63 т и более она вынесена из основной кабины и является съемной.

Все гусеничные краны грузоподъемностью 40 т и выше и кран МКГ-25БР имеют универсальное стреловое и башенно-стреловое оборудование. В качестве примера в табл. 31 приведены грузовысотные характеристики различных исполнений крана СКГ-40/63.

Краны МКГ-10А, МГК-16М и МКГ-25 перевозят по железной дороге и на трейлерах без разборки (со снятой стрелой). Кран МКГ-25БР перевозят также без разборки, но предварительно сдвигают гусеничные тележки. Этот кран имеет раздвижной ход, позволяющий изменять расстояние между гусеничными тележками. Остальные краны перевозятся в разобранном виде. Поворотная платформа этих кранов без противовесов перевозится целиком. Ходовая часть разбирается на опорную раму и две гусеничные тележки.

Членение кранов при погрузке на части производится с учетом имеющейся погрузочной техники. В настоящее время большинство железнодорожных складов име-

31. ГРУЗОВЫСОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛНЕНИИ КРАНА СКГ-40/63

Длина, м		Масса противовеса, т	Грузоподъем- ность, т		Вылет основного крюка, м		Высота подъема основного крюка, м	
стрелы	гуська		основного крюка наи- большая/наи- меньшая	вспомога- тельного крюка	при наи- большей грузоподъе- мости	наибольший	наибольшая	наименьшая

Стреловое исполнение

11,6	—	14	63/15	—	3,7	10	11,2	7,3
15	5	14	40/7,2	5	4,6	14	14	7,2
	5	20,1	40/9	5	5	14	14	7,2
	10,5	23,6	15/6	—	11	20	22,5	15,5
20	5	14	25/4,7	5	6	18	18,5	10,5
	5	20,1	30/6,1	5	—	—	—	—
25	5	14	20/2,9	5	6,9	23	23,8	11,5
	5	20,1	25/3,9	5	6,8	—	—	—
30	5	14	15/2,1	5	8,2	25	29	17,5
	5	20,1	20/3,1	5	7,8	—	—	—

Башенно-стреловое исполнение

25	10,5	20,1	18/10,2	—	7,2	12,4	34	24,5
		23,6*	4,2	—	—	24,5	—	21,3
	15,6	20,1	13/6,4	—	9	17,5	38,8	24,5
		23,6*	2,8	—	—	29,6	—	21,3
	20,5	20,1	10/5	—	12,5	22,3	43,5	24,5
		23,6*	2	—	—	34,5	—	21,3
30	10,5	20,1	17/8,7	—	7,2	12,5	39	29,5
		23,6*	3,4	—	—	25,5	—	26
	15,6	20,1	12/5,3	—	9,5	17,6	43,5	29,5
		23,6*	2	—	—	30,6	—	26
	20,5	20,1	9/3,5	—	12	22,5	48,5	29,5
		23,6*	2,5	—	—	30,5	—	28,5
	25,5	20,1	7,5/2,5	—	14	27,6	53	29,5
		23,6*	—	—	—	—	—	—

* Башенно-стреловые исполнения с увеличенным вылетом (наклоном) стрелы и дополнительным противовесом.

ют козловые краны грузоподъемностью 30 т, поэтому самые тяжелые отправочные сборочные единицы кранов (поворотная платформа и гусеничные тележки) выполняют массой не более 30 т. При отсутствии кранов, необходимых для разгрузки тяжеловесных сборочных единиц, предусмотрены различные варианты разгрузки с помощью домкратов. Так для погрузки поворотной платформы кранов типа СКГ на железнодорожную платформу кран устанавливают по оси железнодорожного пути поперек гусеницами; поворотную платформу вывешивают на инвентарных балках, после чего гусеничный ход съезжает с железнодорожного пути, а на его место накатывают железнодорожную платформу, на которую опускают поворотную платформу крана.

При эксплуатации гусеничного крана особое внимание следует уделять состоянию основания, на котором он работает. Оно должно быть предварительно проверено и при необходимости выровнено и уплотнено. Допустимый уклон основания оговаривается в паспорте крана, он зависит от геометрических параметров рабочего оборудования и колеблется от 1 до 3°. При определении надежности основания необходимо учитывать, что максимальные (краевые) давления под гусеничными тележками в 5—6 раз превосходят среднее, указываемое в паспорте крана.

35. Рельсовые краны типа СКР и железнодорожные краны

Стреловые самоходные рельсовые краны работают на специальных путях, имеющих большую колею и предназначенных только для эксплуатации этих кранов. Стреловые самоходные железнодорожные краны работают на обычном железнодорожном пути с колеей 1590 мм.

Стреловые самоходные рельсовые краны типа СКР — это новый, только что возникший вид кранов. Они начали изготавливаться в нашей стране с 1970 г. Своим возникновением эти краны обязаны появлению нового прогрессивного метода монтажа покрытий на крупных стройках — конвейерному или стендовому методу монтажа. Он заключается в стендовой сборке конструкций на земле и в монтаже покрытий промышленных зданий крупногабаритными блоками массой 40—100 т. Для установки в проектное положение таких блоков на строи-

тельстве Камского автомобильного завода потребовалось создание нового специального рельсового крана СКР-1500. По аналогии с обозначением башенных кранов 1500 — это величина грузового момента основного башенно-стрелового исполнения в тм.

Особенностью этих кранов является совмещение достоинств гусеничных кранов (универсальное стреловое и башенно-стреловое оборудование, простота и удобство монтажа и демонтажа стрелового оборудования и перебазировки крана) и башенных рельсовых кранов.

Кран СКР-1500 был создан на основе гусеничного крана СКГ-160, от которого он с небольшими изменениями получил стреловое оборудование, поворотную платформу и опорно-поворотное устройство.

Стреловое оборудование крана СКР-1500 отличается от СКГ-160 добавлением вспомогательного подъема в башенно-стреловом исполнении и заменой консоли управляемого гуська, выполненного в виде треугольника, на стойку. Эта стойка предопределила «развернутый» монтаж башенно-стрелового оборудования.

Вспомогательный подъем в башенно-стреловом исполнении для кранов такой величины оказался очень удобен, несмотря на необходимость установки дополнительной грузовой лебедки на поворотной платформе крана.

Замена гусеничного хода рельсовым, уменьшающая уклон стрелы из плоскости подвеса, позволила существенно увеличить грузовые характеристики крана. Грузоподъемность крана в стреловом исполнении возросла с 160 до 250 т, в башенно-стреловом — с 60 до 100 т. Это вызвало необходимость переработки оголовка гуська и установки дополнительных противовесов на поворотной платформе и балласта на ходовой части.

Ходовая рельсовая часть выполнена трехопорной. Балансирная конструкция тележек обеспечивает равномерное распределение нагрузки на колеса в одной тележке.

Успешный опыт эксплуатации СКР-1500 предопределил создание ряда рельсовых кранов типа СКР с грузовыми моментами от 1500 тм ($15000 \text{ кН} \cdot \text{м}$) до 3500 тм ($35000 \text{ кН} \cdot \text{м}$). Технические характеристики этих кранов приведены в табл. 32.

Конструкции кранов типа СКР имеют много общего. На рис. 122 показан кран СКУ-1500Р.

32. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЬСОВЫХ КРАНОВ

Показатель	СКУ-1500Р (СКР-1500)	СКР-2600 (СКР-2200)	СКР-3500
Грузовой момент, тм (кН·м)	1500 (15000)	2600 (26000)	3500 (35000)
Грузоподъемность, т:			
стрелового исполнения	250	400	630
башенно-стрелового исполнения	100	130	160
вспомогательного крюка	10	16	16
Длина, м:			
стрелы	30—50	45,8—93,8	—
управляемого гуська	24—39	31,2—43,8	56,8
неуправляемого гуська	4,5	5—16,8	4,25—15
Скорость подъема, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с:			
основного крюка	7,4—0,6	5,5—0,4	7,3—0,4
вспомогательного крюка	32—4,3	32,5—4,3	32,5—4,3
Скорость передвижения крана, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с	19,8	19,8	19,8
Частота вращения, $1 \cdot 10^{-2}$ с ⁻¹	0,3—0,1	0,3—0,1	0,33—0,13
Установленная мощность электродвигателей, кВт	165	198	275
Колея, м	10	13,5	15
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	8,2	9,8	11,2
Наибольшая нагрузка на одну тележку ходовой части, кН	2540	2940	3530
Масса крана, т	325	460	620
Масса противовеса и балласта, т	160	180	215

Стреловое оборудование этого крана состоит: из стрелы, управляемого гуська, устанавливаемого на стрелу, неуправляемого гуська, устанавливаемого на управляемом гуське, консоли управляемого гуська, грузовых блоков основного подъема с грузовым полиспастом и вспомогательного подъема с грузовым полиспастом, стрелового полиспаста, полиспаста изменения вылета управляемого гуська, кронштейна и тяг, препятствующих запрокидыванию стрелы назад (упор стрелы), кронштейна и тяг, препятствующих запрокидыванию управляемого гуська назад. Это оборудование по конструкции аналогично соответствующему стреловому обо-

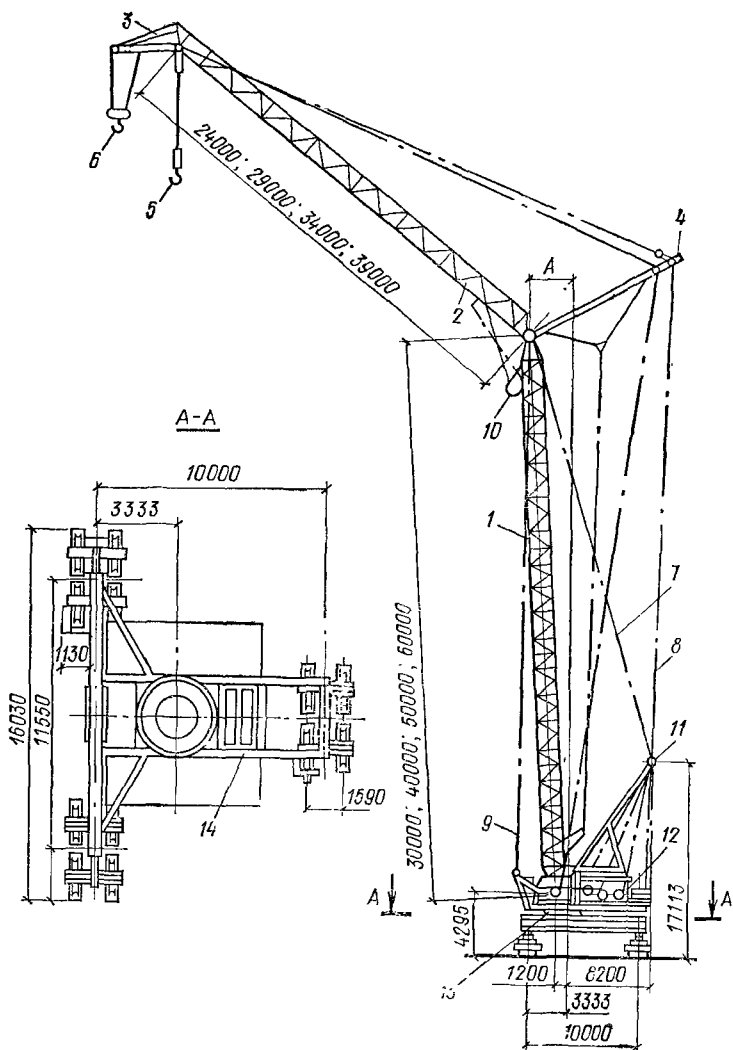


Рис. 122. Кран рельсовый СКУ-1500Р

1 — стрела; 2 — управляемый гусек; 3 — неуправляемый гусек; 4 — консоли управляемого гуска; 5 и 6 — грузовые блоки основного и вспомогательного подъема; 7 — стреловой полиспаст; 8 — полиспаст изменения вылета управляемого гуска; 9, 10 — кронштейны и тяги; 11 — надставка двуногой стойки; 12 — поворотная платформа; 13 — опорно-поворотное устройство; 14 — ходовая часть

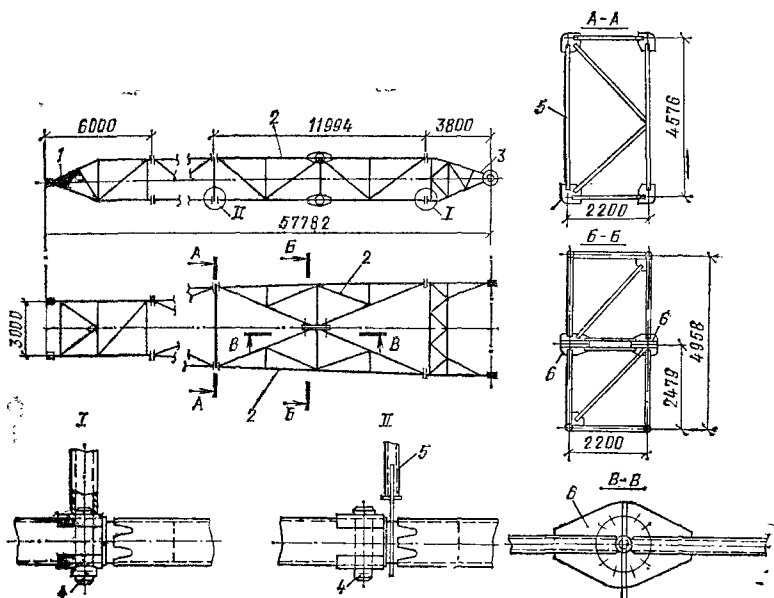


Рис. 123. Стрела рельсовых кранов СКР-2600 и СКР-3500

1 — головная секция; 2 — средняя секция; 3 — корневая секция; 4 — палец; 5 — диафрагма; 6 — фланец

рудованию на гусеничных кранах типа СКГ, за исключением стрелы кранов СКР-2600 и СКР-3500, нижние секции которых выполнены разъемными по продольной оси (рис. 123). Стрелы этих кранов состоят из головной, корневой и четырех средних секций, каждая из которых состоит из двух частей, соединенных между собой двумя болтовыми фланцами. Средние секции стрелы между собой соединяются с помощью диафрагмы. Такая конструкция стрелы обусловлена большой высотой стрелового оборудования кранов СКР-2600 и СКР-3500. Поэтому для обеспечения жесткости стрелы из плоскости подвеса пришлось выполнить основание стрелы в осях поясов шириной 5350 мм вместо обычных 3000 мм, которые давали возможность транспортировать стрелы по железной дороге. Стрелы имеют четырехгранное сечение. Пояса — из труб (кроме крана СКР-1500, в котором пояса — из уголков). Материал — сталь низколегированная. Стык поясов — пальцевый (кроме крана СКР-1500, в котором стык фланцевый на болтах). Управляемый гусек имеет трехгранное сечение.

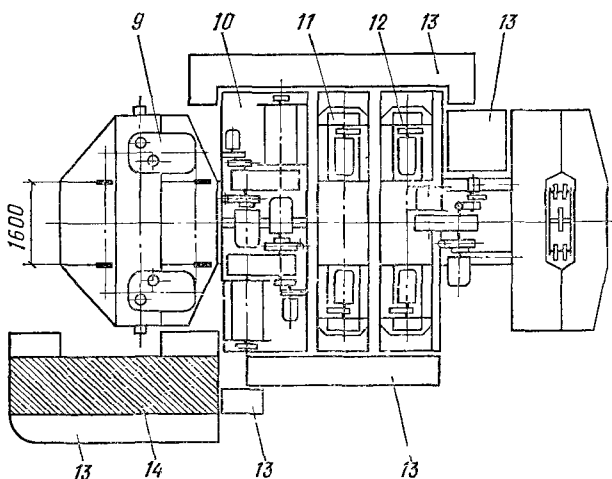
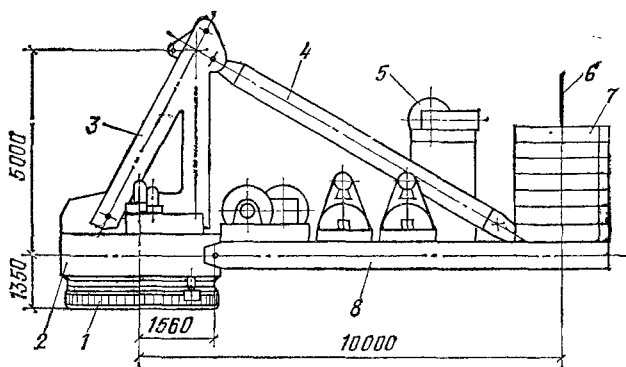


Рис. 124. Поворотная платформа рельсового крана СКР-3500

1 — опорно-поворотное устройство; 2 — центральная рама; 3 — двуногая стойка; 4 — подкос; 5 — лебедка вспомогательного подъема; 6 — тяги надставки двуногой стойки; 7 — противовесы; 8 — хвостовая рама; 9 — механизм вращения; 10 — лебедка основного подъема; 11 — стреловая лебедка; 12 — лебедка изменения вылета управляемого гуська; 13 — площадки обслуживания; 14 — кабина машиниста

Поворотная платформа кранов типа СКР выполнена шарнирно-сочлененной (рис. 124). Она состоит из центральной рамы, к которой присоединены нижняя секция стрелы, двуногая стойка, опорно-поворотное устройство. Хвостовая рама шарнирно прикреплена к центральной раме и удерживается подкосом, прикрепленным к оголовку двуногой стойки. На центральной раме установ-

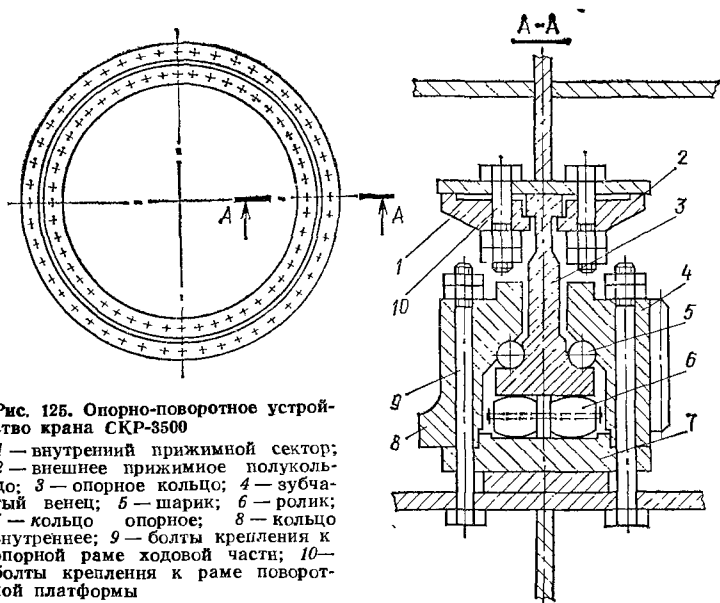


Рис. 125. Опорно-поворотное устройство крана СКР-3500

1 — внутренний прижимной сектор; 2 — внешнее прижимное полукольцо; 3 — опорное кольцо; 4 — зубчатый венец; 5 — шарик; 6 — ролик; 7 — кольцо внутреннее; 8 — кольцо опорное; 9 — болты крепления к опорной раме ходовой части; 10 — болты крепления к раме поворотной платформы

лены два одинаковых механизма вращения, на хвостовой раме — противовесы, лебедка основного подъема, две одинаковые лебедки для подъема стрелы и изменения вылета управляемого гуська, лебедка вспомогательного подъема.

Опорно-поворотное устройство крана СКР-3500 (рис. 125) выполнено так, чтобы обеспечить центральную передачу нагрузки. Сжимающая нагрузка передается двумя рядами бочкообразных роликов, соединенных сепаратором. Отрывающая нагрузка передается двумя рядами шариков. Такое центрально-симметричное расположение роликов и шариков и основных силовых элементов обеспечивает повышенную несущую способность опорно-поворотного устройства.

Краны типа СКР имеют электрический привод на переменном токе напряжением 380 В и питаются от внешней сети. Механизмы, размещенные на поворотной платформе, имеют блочную конструкцию. Все лебедки имеют тяговое усилие 100 кН (10 т).

Лебедка основного подъема конструктивно выполнена из двух двухдвигательных лебедок с дифференциальным горизонтальным редуктором, установленных на еди-

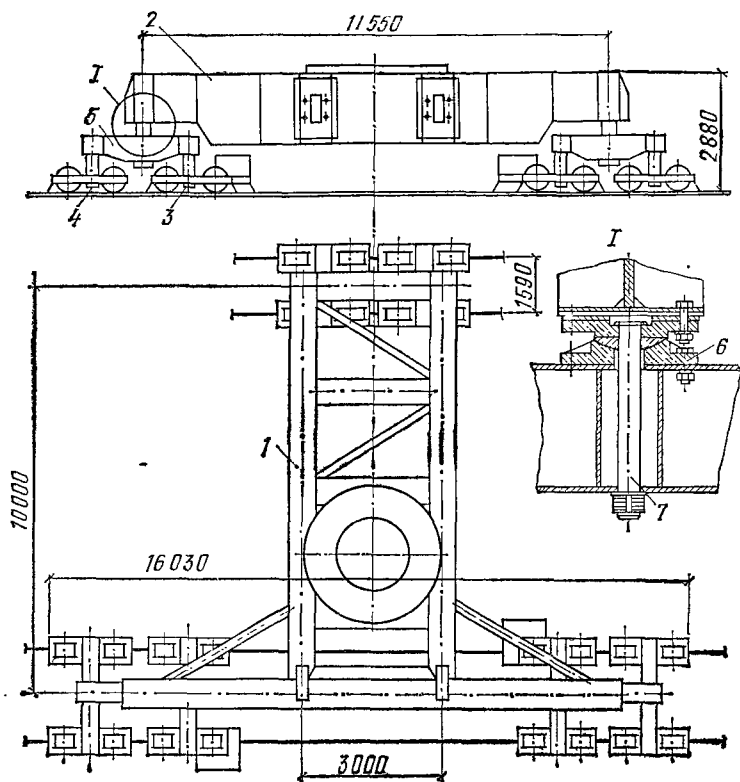


Рис. 126. Ходовая часть рельсового крана СКУ-1500Р

1 — рама; 2 — продольная балка; 3 — приводная тележка; 4 — холостая тележка; 5 — балка; 6 — сферическая опора; 7 — шкворень

ной раме. Конструкция каждой лебедки одинакова и унифицирована с аналогичной лебедкой крана типа СКГ. Лебедка изменения вылета управляемого гуська одинакова с лебедкой изменения вылета стрелы.

Запасовка грузового полиспаста и полиспастов изменения вылета стрелы и управляемого гуська выполнена так, что канат этих полиспастов каждым своим концом крепится к барабанам лебедки. Таким образом улучшается и становится симметричной работа полиспастов, имеющих большую кратность.

Ходовая часть кранов типа СКР (рис. 126) выполнена по единой схеме и отличается размерами и числом тележек. Она состоит из рамы, на которую сверху,

установлено опорно-поворотное устройство. Рама с одной стороны опирается на приводную восьмиколесную тележку, состоящую из приводной четырехколесной тележки, холостой четырехколесной тележки и балки, балансирно передающей нагрузку на каждую тележку и равномерно загружающую каждое колесо. Рама с другой стороны крепится к продольной балке, которая опирается на две приводные восьмиколесные тележки. Нагрузка на тележку передается с помощью сферической опоры, имеющей цилиндрический шкворень.

Тележки кранов типа СКР передвигаются по двухпутным рельсовым путям нормальной колеи 1590 мм. Для крана СКР-1500 предусмотрен вариант ходовой части с восьмиколесными тележками, передвигающимися по однопутным рельсовым путям. Для кранов СКР-2600 и СКР-3500 предусмотрен вариант ходовой части с высоким порталом, который позволяет пропускать под краном железнодорожный состав и производить складирование конструкций.

Разработан проект нового рельсового крана СКР-1000. Этот кран будет существенно отличаться от остальных кранов этого типа. Главные отличия:

- рама поворотной платформы цельная, а не шарнирно-сочлененная;

- надставка двуногой стойки качающаяся, т. е. изменяет свое положение при изменении вылета стрелы;

- изменение вылета управляемого гуська производится полиспастом, расположенным в консоли управляемого гуська, который заменяет элемент, работающий на растяжение в консоли-треугольнике;

- конструкция ходовой части, имеющая три четырехколесные тележки, позволяет передвигаться крану по путям с малым радиусом;

- при транспортировке кран расчленяется на элементы сравнительно небольшой массы и не требуется распасовывать полиспасты, которые перевозятся в собранном виде.

Эти новые качества крана должны существенно упростить и облегчить самый трудоемкий процесс — процесс перебазировки крана на новую площадку.

Стреловые самоходные железнодорожные краны — это самостоятельная группа кранов, смонтированных на платформах, которые имеют железнодорожные ходовые тележки нормальной колеи. Эти краны передвигаются

самостоятельно в пределах обслуживаемой ими строительной площадки или в составе поезда при транспортировке их на большие расстояния. Ходовая часть железнодорожных кранов оборудована сцепными (автосцепка), ударными (буфера) и тормозными устройствами и выполнена по типу ходовой части обычных товарных железнодорожных вагонов с дополнением в виде привода к колесам для самостоятельного передвижения и выносными опорами.

Предельная допускаемая нагрузка на каждую ось, определяемая прочностью железнодорожного полотна и особенно мостов, для большинства железных дорог СССР составляет 205 кН. Поэтому в зависимости от грузоподъемности железнодорожные краны имеют различное число осей. Железнодорожные краны грузоподъемностью до 10 т выполняют двухосными, работают без выносных опор и опираются только на колеса. Краны грузоподъемностью 16—30 т — четырехосные, при работе с максимальными грузами они устанавливаются на выносные опоры. Краны грузоподъемностью 50 т и более — шестиосные, при работе с максимальными грузами они также устанавливаются на выносные опоры.

Рама ходовой части четырехосных кранов опирается на две стандартные двухосные тележки, а шестиосных — на две трехосные тележки. Максимальное давление на одно колесо при подъеме груза не должно превышать 200 кН при движении со скоростью не более 5 км/ч и 250 кН без передвижения.

При работе крана без выносных опор рессоры ходовой части должны выключаться с помощью разгружающего устройства, передающего нагрузку от рамы ходовой части крана на рамы тележек. Наличие катков в разгружающем устройстве обеспечивает возможность передвижения крана по закругленному пути.

Рама ходовой части крана выполнена сварной из балок (прокатных или сварных). Полости рамы заполнены балластом (чугунными плитами). К средней части рамы прикреплен опорно-поворотный круг (кольцо катания). Рама ходовой части крана грузоподъемностью 16 т и более оснащена четырьмя выносными опорами с винтами или гидроцилиндрами.

Современные железнодорожные краны имеют много моторный дизель-электрический привод. Механизм передвижения крана при таком приводе оснащен индивиду-

альным электродвигателем, получающим питание от дизель-генераторной установки, размещенной на поворотной платформе. Питание осуществляется с помощью кольцевого токосъемника, установленного по оси вращения крана.

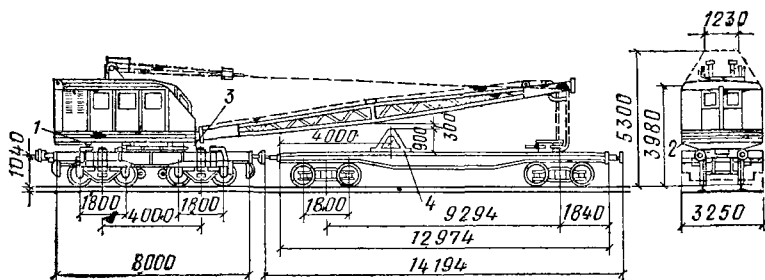
Механизм передвижения смонтирован на оси ската. При передвижении крана в составе поезда привод механизма передвижения выключают.

Управление механизмом передвижения осуществляют из пульта, размещенного на поворотной платформе, с помощью контроллера.

Железнодорожные краны (табл. 33) оснащены обычными стрелами и установочными клювами. Конструкция основной стрелы позволяет удлинить ее за счет типовых

33. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРАНОВ

Показатель	КДЭ-161	КДЭ-251	СК-30
Грузоподъемность основного крюка, т:			
на опорах	16	25	30
без опор	10	16	16
Грузоподъемность вспомогательного крюка, т	—	5	5
Длина стрелы, м	15—20	15—25	15—25
Длина гуська, м	—	5	5
Скорость подъема, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с:			
основного крюка	29,3—14,7	29,3—88	10
вспомогательного крюка	—	29,3	16,3
Скорость передвижения крана самоходом, км/ч	10,4	8	3,6
Частота вращения поворотной платформы, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с	3,3	2,5	1,15
Тип привода	Дизель-электрический		
Дизель	К-661	К-651	КДМ-46
Мощность дизеля, кВт	157	157	127
Габарит в транспортном положении, м:			
ширина	3,06	3,05	3,25
длина	21	21	19
высота	4,25	4,25	4,27
Давление на колесо в транспортном положении, кН	90	210	100
Масса крана, т	52,4	67,5	72



вставок. Стрела выполнена из уголков и имеет четырех-
гранное сечение.

Железнодорожные краны главным образом применяют для обслуживания складов, где с их помощью осуществляют погрузочно-разгрузочные работы. Они применяются также для укрупнительной сборки строительных конструкций непосредственно на строительной площадке и монтаже конструкций там, где есть железнодорожные пути.

При эксплуатации кранов особое внимание следует уделять состоянию железнодорожных путей. Угол уклона путей с учетом просадки не должен превышать 3° . Работа крана с выключенными устройствами, разгружающими рессоры ходовых тележек, запрещена.

Удлиненная стрела кранов грузоподъемностью 16 т и более при работе без выносных опор и передвижения во избежание опрокидывания крана должна устанавливаться только вдоль пути.

В составе поезда железнодорожные краны перевозят с короткой стрелой, устанавливаемой над платформой прикрытия (рис. 127). Поворотную часть крана закрепляют к неповоротной платформе с помощью винтовых стяжек. Хвостовую часть поворотной платформы подпирают винтовыми упорами.

36. Пневмоколесные краны

В пневмоколесных кранах поворотная платформа установлена на шасси. Опорная рама ходовой части опирается на мосты и оси с колесами, снабженными пневмощинами.

Пневмоколесные краны выпускают грузоподъемностью 10—100 т (табл. 34). Они могут работать без дополнительных опор и с дополнительными выносными опорами. Максимальная грузоподъемность — при работе на выносных опорах, при работе без выносных опор грузоподъемность уменьшается в 2 раза.

Пневмоколесные краны по сравнению с гусеничными обладают более высокой мобильностью, они передвигаются собственным ходом со скоростью до 30 км/ч либо перевозятся без разборки на прицепе к тягачу. По сравнению с автомобильными пневмоколесные краны менее мобильны, но значительно превосходят их по грузоподъемности.

В зависимости от грузоподъемности, габаритов и массы ходовая часть (шасси) крана делается двух-, трех-, а иногда и четырехосной. Мосты шасси имеют сдвоенные колеса среднего давления с повышенной несущей способностью (большим количеством прочного корда).

У двухосных шасси оба моста ведущие (рис. 128). Один из них (передний) с поворотными управляемыми колесами. Трехосные шасси кранов имеют два ведущих моста и одну неприводную ось с поворотными управляемыми колесами, четырехосные шасси — два ведущих моста и две неприводные оси с поворотными управляемыми колесами. Ходовая часть пневмоколесных кранов не имеет рессор. Чтобы кран опирался на все колеса, применяют балансирную подвеску мостов и осей.

При работе крана с грузами балансирные устройства подвески мостов и осей выключают (стопорят).

Приводные мосты пневмоколесных кранов, как правило, аналогичны мостам автомобильных кранов. Они снабжены устройствами для выключения (блокировки) дифференциала, что предотвращает свободное вращение (буксирование) колеса одной стороны моста и обеспечивает повышенную проходимость крана (способность передвигаться по бездорожью и на подъемы до 10—15°).

Управляемые колеса устанавливают на поворотных шкворнях (вертикальных осях) и поворачивают криво-

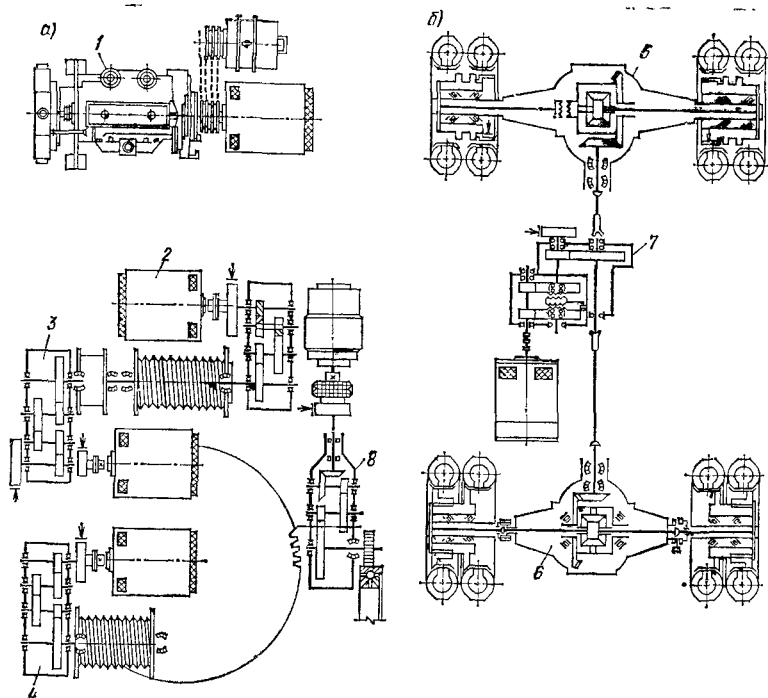


Рис. 128. Кинематическая схема пневмоколесного крана КС-5363

a — механизм поворотной части; *б* — механизм передвижения; 1 — дизель-генераторная установка; 2 — грузоподъемная лебедка основного подъема; 3 — стрелоподъемная лебедка; 4 — грузоподъемная лебедка вспомогательного подъема; 5 — задний мост; 6 — передний мост; 7 — коробка перемены передач; 8 — механизм поворота

шипами рулевой трапеции. Необходимость такой трапеции вызвана тем, что при развороте крана колеса должны поворачиваться на разные углы, так как расстояние от центра вращения, лежащего на продолжении оси задних колес, до поворотных колес разное (рис. 129). Чтобы обеспечить необходимую маневренность, пневмоколесные краны должны иметь малые радиусы R поворота (поворот колес в плане примерно на $30-40^\circ$). Параметры рулевой трапеции управления зависят от колес передних колес B и минимального по конструктивным соображениям размера C , отношения $N/L=0,5-0,7$ и $m/n=0,14-0,5$.

Применяют три системы рулевого управления трапецией поворотных колес: рычажное, гидравлическое без-

34. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПНЕВМОКОЛЕСНЫХ КРАНОВ

Показатель	КС-4361А	МКП-25А	КС-5363	МКТ-40	КС-6362	КМ-7362	КС-8362
Грузоподъемность основного крюка, т:							
на выносных опорах	16	25	25	40	40	63	100
без выносных опор	9	12,5	14	11	20	30	45
Грузоподъемность вспомогательного крюка на выносных опорах, т	3,2	5	2	7	11	18,5	32
Длина, м:							
стрелы	10,5—25	14,1—35,1	15—32,5	15—35	15—35	15—40	15—55
неуправляемого гуська	6	5	10	6	8—12	15	20
управляемого гуська	—	—	10	—	—	10—20	15—30
Скорость подъема крюка, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с:							
основного	33,4—0	14—0	10—0,5	16—0,4	8,3—0,34	8,3—0,41	5—0,67
вспомогательного	83,4—0	27,5—0	50—0,5	48,3—2,4	33,4—1,3	25—1,25	16,7—1,67
Частота вращения поворотной платформы, $1 \cdot 10^{-2}$ с ⁻¹	4,7—0,67	1,7—0	2—0,16	0,6	1,6—0,1	1—0,16	0,75—0,08
Скорость передвижения крана, км/ч:							

рабочая	3	2—0	1,7	2,5	2	1	1
транспортная	18	15	16	30	18	14	14—10
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	3	3,9	3,8	3,1	4,2	4,2	4,52
Наименьший радиус поворота, м	7,4	7,7	14	8	18	14,3	15,5
Габарит в транспортном положении, м:							
ширина	3,15	3,2	3,37	4,14	3,46	3,56	3,56
длина (с основной стрелой)	14	13,9	14,1	11,4	15,5	16	26,9
высота	3,93	4	3,9	4,2	4	4,3	4,3
Тип привода	ДМ	ДЭП	ДЭП	ДЭ	ДЭ	ДЭП	ДЭП
Марка двигателя	СМД-14АН	А41-Д	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238	ЯМЗ-236	ЯМЗ-236	ЯМЗ-236
Мощность двигателя, кВт	59	66	132,5	158	132,5	132,5	132,5
Наибольшая нагрузка на ось, кН	158	220	188	310	186	234	344
Наибольшая нагрузка на выносную опору, кН	203	420	—	687	485	793	1112
Масса крана в рабочем положении, т	23	35,6	33	44,1	48	72—75	98—114

Примечание. ДМ — дизель-механический, ДЭ — дизель-электрический, ДЭП — дизель-электрический на постоянном токе.

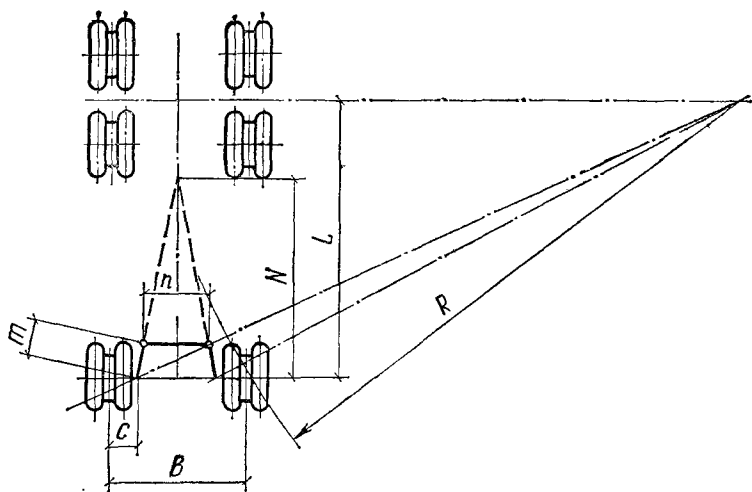


Рис. 129. Схема определения угла поворота управляемых колес пневмоколесных кранов

насосное и гидравлическое насосное. Последнее наиболее распространено особенно в тяжелых пневмоколесных кранах. Рычажная система почти не применяется.

На рис. 130 показана гидравлическая безнасосная система управления поворота колес пневмоколесных кранов. На поворотной платформе крана установлена рулевая колонка в виде поршневого гидротолкателя, шток поршня пустотелый с гайкой, в которой с помощью штурвала вращается винт. Полости цилиндра-толкателя под поршнем и над поршнем заполнены жидкостью, подаваемой к вращающемуся устройству двумя соосными трубками, расположенными на оси вращения крана, и далее по трубам в полости исполнительного гидротолкателя. Шток гидротолкателя через рычажную передачу связан тягой с рычагом рулевой трапеции и тягой с двуплечим рычагом — дышлом. При перемещении крана прицепом для свободного перетекания жидкости между полостями исполнительного гидротолкателя открываются кран.

Гидравлическая безнасосная система управления ходовыми колесами требует приложения к штурвалу больших усилий и вращения его на несколько оборотов. Поэтому в большинстве пневмоколесных кранов применяют насосную систему управления, при которой штоки двух гидротолкателей действуют непосредственно на рычаги

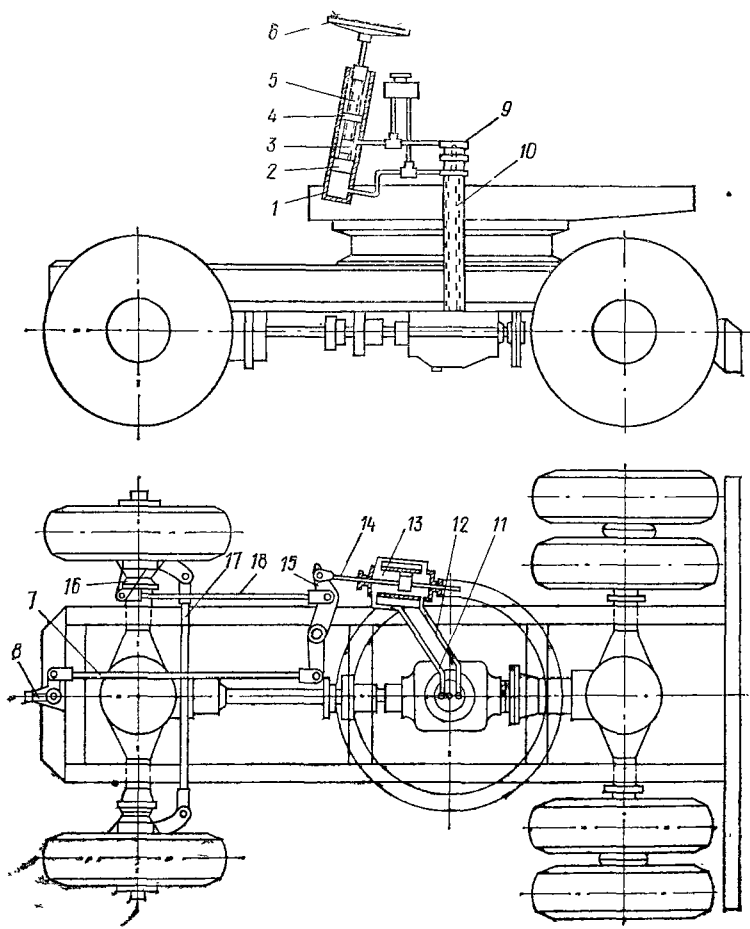


Рис. 130. Безнасосное устройство для разворота управляемых колес пневмоколесных кранов

1 — поршневой гидротолкатель; 2 — поршень; 3 — шток; 4 — гайка; 5 — винт; 6 — штурвал; 7 — тяга; 8 — дышло; 9 — вращающееся устройство; 10, 11, 12 — трубы; 13 — исполнительный гидротолкатель; 14 — шток гидротолкателя; 15 — рычажная передача; 16 — рычаг; 17 — рулевая трапеция; 18 — тяга

рулевой трапеции, причем жидкость под давлением подается в подпоршневую полость одного гидротолкателя и надпоршневую второго.

Приводные мосты шасси пневмоколесных кранов имеют общий привод, схема и конструкция которого зависят от типа привода крана. В дизель-электрических кранах механизм передвижения крана оснащен индиви-

дуальным электродвигателем и коробкой перемены передач. При перемещении крана на прицепе тягача электродвигатель должен отключаться от механизма.

В кранах с дизель-механическим приводом механизм передвижения также оснащен коробкой перемены передач, которая кинематически (через центральную ось) связана с общей трансмиссией крана.

Колеса задних мостов имеют управляемые тормоза, а механизм передвижения, кроме того, стояночный тормоз. Управление механизмами ходовой части (тормозами, разворотом колес, переключением коробки передач) гидравлическое и осуществляется с пульта, расположенного на поворотной платформе.

В дизель-электрических много моторных кранах наиболее часто применяются электродвигатели переменного тока напряжением 380 В. Конструкция привода и механизмов при этом аналогична применяемым в гусеничных и рельсовых кранах. Используются также электрические машины постоянного тока, что дает возможность регулировать в широком диапазоне скорости передвижения крана. Дизель-генераторная установка этих кранов состоит из одного дизеля и не менее чем двух генераторов. От числа генераторов зависит возможное совмещение операций.

В современных пневмоколесных кранах с электрическими машинами постоянного тока дизель-генераторные установки дополнительно оснащены электродвигателями, получающими питание от внешней электросети (электродвигатель) и использующимися для привода генераторов взамен дизеля. Дизель-генераторная установка имеет переключающую передачу, позволяющую соединять генераторы либо с дизелем, либо с гонным электродвигателем.

Выносные опоры, которыми снабжена опорная рама ходовой части, оснащены, как правило, гидроцилиндрами, включенными в насосную систему управления механизмами ходовой части крана.

Ниже приводится краткая характеристика конструкций различных видов пневмоколесных кранов.

Пневмоколесный кран КС-4361А оснащен дизель-механическим приводом, в котором механизмы крана соединены с дизелем с помощью турботрансформатора, позволяющего производить бесступенчатое регулирование скоростей всех механизмов крана. Механизмы вклю-

чаются управляемыми муфтами, которые имеют гидравлическое и пневматическое управление. На кране имеются гидросистемы: насосная и безнасосная, которые служат для управления грузовым и грейферным барабанами. Для питания пневматической системы управления имеется компрессор, работающий от дизеля. Ходовая рама оснащена выносными винтовыми опорами.

Пневмоколесный кран МКП-25А (рис. 131) оснащен дизель-электрическим приводом переменного тока напряжением 380 В и может работать как от собственного дизеля, так и от внешней сети с помощью кольцевого токоприемника и гибкого кабеля. Грузовая лебедка — многоскоростная типовая, оборудована двумя электродвигателями, соединенными дифференциалом. Управление осуществляется с помощью командоконтроллеров, контакторов и педалей управления.

Ходовое устройство состоит из двух ведущих мостов. Все колеса поворотные, что позволяет получить радиус закругления по внешнему колесу 7,7 м. Кран имеет две скорости передвижения.

Пневмоколесный кран МКТ-40 (рис. 132) оснащен дизель-электрическим приводом переменного тока напряжением 380 В и может работать от дизеля тягача, вращающего через коробку отбора мощности генератор переменного тока, и от внешней сети. В лебедках основного и вспомогательного подъемов предусмотрено получение посадочных скоростей электромеханическим подтормаживанием их двигателей. Управление лебедками осуществляется контроллерами. Особенностью данного крана является опирание рамы ходовой части на седельное устройство тягача МОАЗ-546П. Второй опорой рамы является приводной мост автомобильного типа. В отличие от других кранов его транспортная скорость достигает 30 км/ч.

Пневмоколесный кран КС-7362 оснащен дизель-электрическим приводом постоянного тока. Предусмотрена возможность питания от внешней электросети через сетевой электродвигатель переменного тока, соединенный с генератором крана. Ходовое устройство имеет четыре оси с двумя ведущими мостами с жесткой балансирной подвеской, из них две оси управляемые. Для управления механизмами применена смешанная электрогидравлическая система.

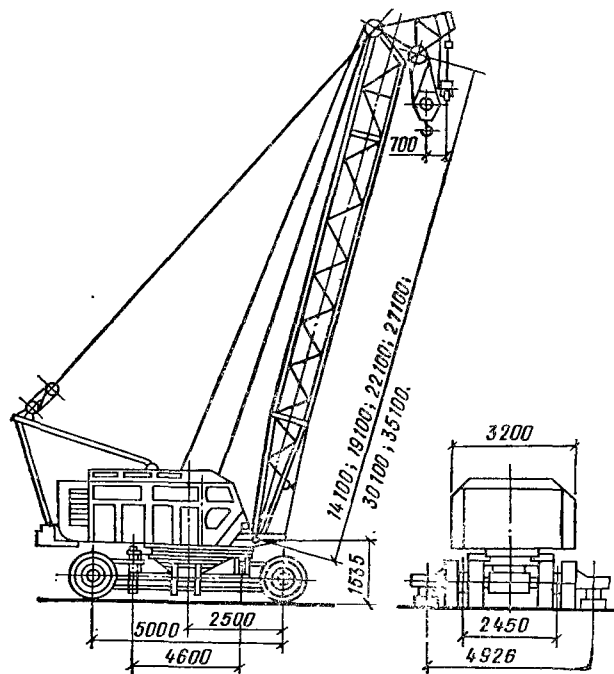


Рис. 131. Пневмоколесный кран МКП-25А

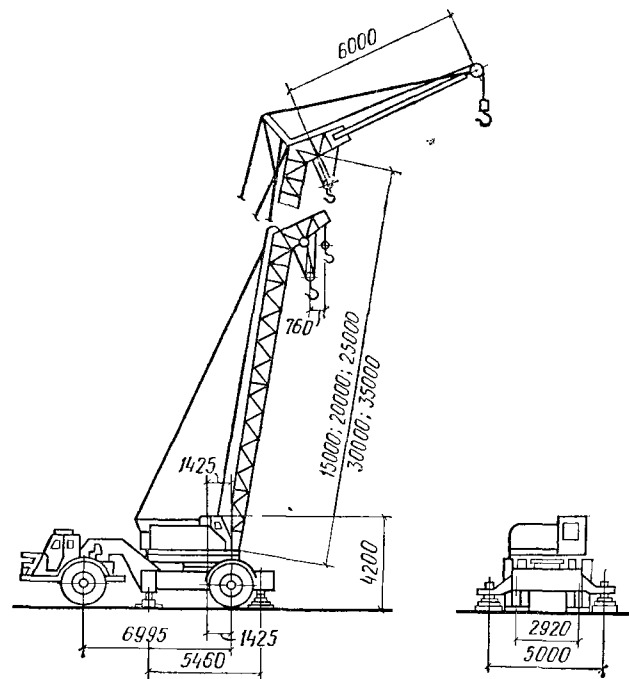


Рис. 132. Пневмоколесный кран МКТ-40

37. Автомобильные краны и краны на специальном шасси автомобильного типа

Автомобильные краны и краны на специальном шасси автомобильного типа отличаются величиной и степенью универсальности ходового устройства. В автомобильных кранах поворотная платформа установлена на шасси серийно выпускаемых грузовых автомобилей. В настоящее время выпускают автомобильные краны грузоподъемностью 5; 6,3; 10 и 16 т и ведутся работы по созданию кранов грузоподъемностью 25 т. Появление более мощных грузовых автомобилей вызовет соответствующее увеличение грузоподъемности автомобильных кранов. Необходимость иметь более тяжелые автомобильные краны приводит к созданию специальных шасси автомобильного типа, предназначенных только для работы в крановом исполнении. В настоящее время выпускают краны на шасси автомобильного типа грузоподъемностью 25; 40; 63 и 100 т.

Автомобильные краны являются наиболее распространенными самоходными стреловыми кранами и предназначены для различных монтажных и погрузочно-разгрузочных работ, преимущественно при разбросанности обслуживаемых объектов, что позволяет наиболее целесообразно использовать высокую мобильность этих кранов (скорость передвижения кранов равна скорости грузового автомобиля).

Работа автомобильного крана с максимальной грузоподъемностью допустима только на выносных опорах. При работе без выносных опор грузоподъемность крана резко снижается. Некоторые модели автомобильных кранов могут работать только с выносными опорами.

Автомобильные краны изготовляют с гибкой и жесткой подвеской стрелового оборудования (рис. 133). У кранов с гибкой подвеской стрела удерживается стреловым полиспастом и тягами, с помощью которых изменяется наклон стрелы. У кранов с жесткой подвеской изменение наклона стрелы производится гидравлическими цилиндрами или, что значительно реже, винтовыми механизмами.

Привод механизмов автомобильных кранов выполнен механическим, гидравлическим и электрическим. Механический привод осуществлен от автомобильного двигателя через механическую трансмиссию; гидравли-

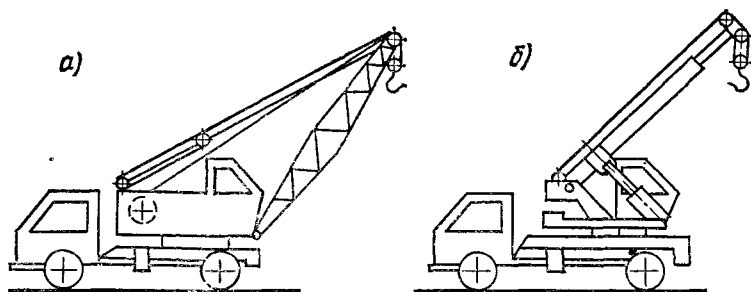


Рис. 133. Автомобильные краны с гибкой подвеской рабочего оборудования (а), с жесткой подвеской (б)

ческий — с помощью гидромоторов, приводимых в действие двигателем шасси; электрический — от генератора, работающего от силовой установки автомобиля.

Автомобильный кран (рис. 134) состоит из неповоротной и поворотной частей, соединенных между собой опорно-поворотным устройством.

Неповоротная часть включает в себя шасси грузового автомобиля и ходовую раму с установленными на ней выносными опорами. В связи с необходимостью размещения на шасси крановой установки и изменением условий работы в его контрукцию вносятся ряд изменений. Так для выключения рессор ходовой части при работе крана устанавливают соединенный с рессорами тягой стабилизатор (рис. 135), состоящий из двух рычагов, соединенных между собой валом. Рычаги приводятся в действие винтом. Вращая винт и нажимая на хвостовую часть рычага, обе рессоры, подтягиваемые тягой, прижимаются к раме шасси крана и выключаются из работы. На тяжелых кранах стабилизаторы оснащены гидротолкателями или пневмоцилиндрами.

На поворотной части автомобильного крана размещены исполнительные механизмы, кабина машиниста, стреловое оборудование и противовес. Исполнительные механизмы и их привод закрыты кожухом. У кранов с гибкой подвеской стрелового оборудования имеется двуногая стойка, к которой прикреплено стреловое оборудование.

Механизмы кранов с гибкой подвеской стрелового оборудования выполняют с механическим или электрическим приводом. К ним относятся грузовые и стреловая лебедки и механизм вращения. Механизмы кранов

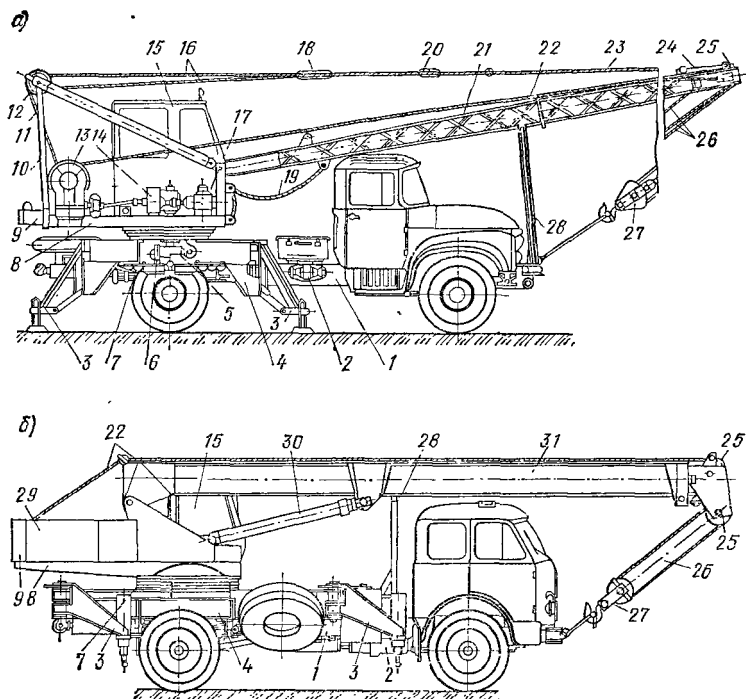


Рис. 134. Автомобильные краны

а — КС-2561Е с механическим приводом (кожух механизмов на поворотной раме условно снят); б — КС-3571 с гидравлическим приводом; 1 — ходовое устройство (шасси базового автомобиля); 2 — коробка отбора мощности; 3 — выносные опоры; 4, 8 — ходовая и поворотная рамы; 5 — промежуточный редуктор; 6 — стабилизатор; 7 — опорно-поворотное устройство; 9 — противовес; 10 — двуногая стойка; 11, 22 — стреловой и грузовой канаты; 12, 25 — блоки головок двуногой стойки и стрелы; 13 — стреловая лебедка; 14 — реверсивно-распределительный механизм; 15 — кабина; 16, 26 — стреловой и грузовой полиспасты; 17 — механизм поворота; 18 — траверса; 19 — канатное предохранительное устройство; 20 — ограничитель грузоподъемности; 21 — основная невыдвижная стрела; 23 — оттяжка; 24 — сигнализатор опасного напряжения; 27 — крюковая подвеска; 28 — опорная стойка; 29 — кожух; 30 — гидроцилиндр подъема стрелы; 31 — телескопическая стрела

с жесткой подвеской выполняют с гидравлическим приводом. К ним относятся гидравлические цилиндры для изменения угла наклона стрелы, грузовые лебедки, механизм вращения и механизм для выдвижения стрелы.

Стреловое оборудование кранов с гибкой подвеской состоит из основной решетчатой стрелы, которая за счет вставок может удлиняться, или выдвижной стрелы и неуправляемого гуська. Конструкция решетчатой стрелы

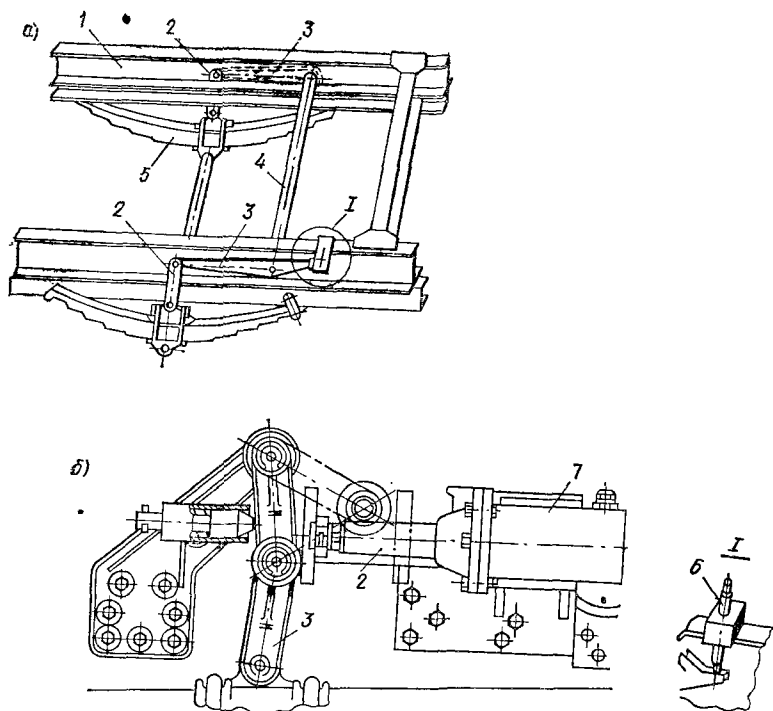


Рис. 135. Стабилизаторы рессор автомобильных кранов

а — механические; б — гидравлические; 1 — рама; 2 — тяга; 3 — рычаг; 4 — вал; 5 — рессора; 6 — винт; 7 — гидротолкатель

аналогична конструкции стрел пневмоколесных и гусеничных кранов.

Краны с жесткой подвеской имеют телескопическую стрелу с гуськом или без него (рис. 136). Гусек монтируют на стреле в одном из двух положений: параллельно оси стрелы (гусек в этом случае играет роль удлинителя стрелы) или под углом к оси стрелы.

Телескопические стрелы позволяют изменять длину стрелы под рабочей нагрузкой. Обычно в автомобильных кранах применяют двухсекционные стрелы (рис. 137). Стрела представляет собой сварную коробчатую конструкцию из листового и фасонного проката и состоит из неподвижной и выдвижной секций стрелы. Выдвижная секция оканчивается оголовком с блоками. Секция перемещается гидроцилиндром. Шток гидроцилиндра закреплен на неподвижной секции стрелы на

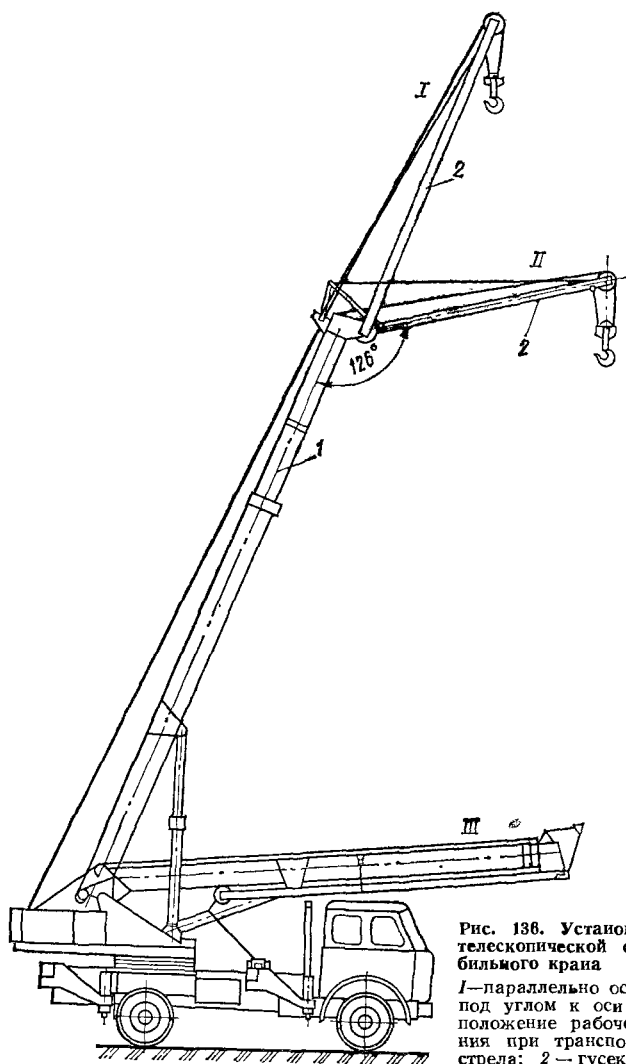


Рис. 136. Установка гуська на телескопической стреле автомобильного крана

I—параллельно оси стрелы; II—под углом к оси стрелы; III—положение рабочего оборудования при транспортировке; 1—стрела; 2—гусек

оси, а гильза — на выдвижной секции с помощью специального шарнирного соединения, которое состоит из шарнира, осей и втулок и позволяет компенсировать все возникающие в процессе работы и монтажа перекосы,

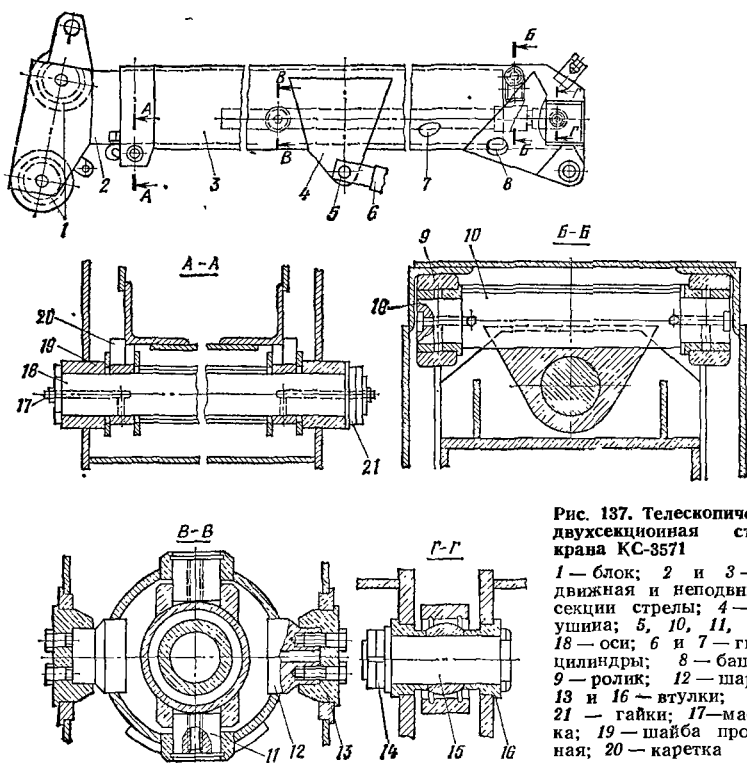


Рис. 137. Телескопическая двухсекционная стрела крана КС-3571

1 — блок; 2 и 3 — выдвижная и неподвижная секции стрелы; 4 — проушина; 5, 10, 11, 15 и 18 — оси; 6 и 7 — гидроцилиндры; 8 — башмак; 9 — ролик; 12 — шарнир; 13 и 16 — втулки; 14 и 21 — гайки; 17 — масленка; 19 — шайба проставная; 20 — каретка

При перемещении секция стрелы опирается впереди на каретки, установленные на оси секции стрелы, а сзади — на ролики, которые установлены на ось, шарнирно закрепленную в секции стрелы. Во втянутом положении секция стрелы опирается на каретки и башмак. Установку по ширине роликов и кареток регулируют шайбами. Подъем стрелы осуществляется гидроцилиндрами. Штоки гидроцилиндров крепят в проушинах секции стрелы, а гильзы — в проушинах поворотной платформы.

В транспортном положении масса стрелы передается на гильзы гидроцилиндров через специальные упоры, установленные на оси, что исключает возможность просадки гидроцилиндров. Для регулировки положения стрелы в транспортном положении между упорами и гильзами устанавливают регулировочные съемные прокладки.

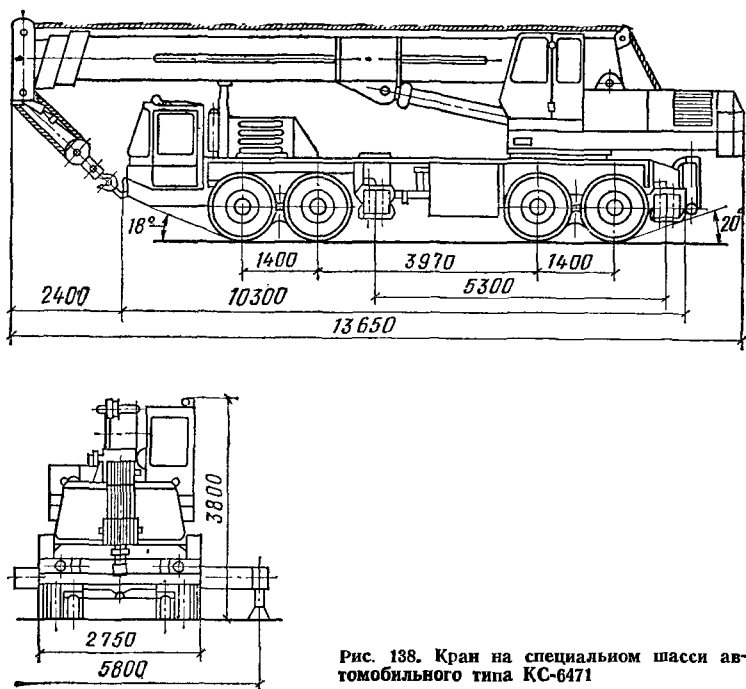


Рис. 138. Кран на специальном шасси автомобильного типа КС-6471

Управление крановыми механизмами осуществляют из кабины машиниста, а механизмом передвижения — из кабины автомобиля. Кабина машиниста оборудована органами управления краном, необходимыми указателями, системами сигнализации, вентиляции и отопления. Краны оборудуют системой устройств и приборов, обеспечивающей их безопасную эксплуатацию, которая аналогична системе, используемой на пневмоколесных кранах.

Технические характеристики автомобильных кранов приведены в табл. 35.

Краны на специальном шасси автомобильного типа (рис. 138) предназначены для тех же работ, что и автомобильные краны, когда требуются большая грузоподъемность и высота подъема.

Конструкция шасси — многоосная, с ведущими и управляемыми осями, имеющими жесткую и балансирную подвеску. Краны могут передвигаться со скоростью 50—60 км/ч. Рама шасси оборудована четырьмя выносными

35. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КРАНОВ

Показатель	КС-1562А	КС-2561Е	МКА-10М	КС-3571	МКА-16	КС-4561А
Грузоподъемность основного крюка, т:						
на выносных опорах	5	6,3	10	10	16	16
без выносных опор	1	1,6	2	2,5	5	4,4
Грузоподъемность вспомогательного крюка на выносных опорах, т	—	1,5	3	6	3	5
Длина стрелы, м	6—10,3	8—12	10—18	8—14	10—23	10—22
Длина гуська, м	—	1,5	3	6	3	5
Тип стрелы	Выдвижная*	Решетчатая		Телескопическая		Решетчатая
Скорость подъема основного крюка, 1·10 ⁻² , м/с	21—0,6	21,8—1,6	28,8—0,15	26,6—0,5	18,2—9,5	12—4,5
Скорость передвижения, км/ч:						
рабочая	5	5	5	5	5	5
транспортная	75	85	76,5	77	62	50
Частота вращения поворотной платформы, 1·10 ⁻² м/с	0,12—3,8	0,65—4,6	0,67—3,4	0,1—2,7	0,8—3,9	0,5—2,5
Шасси автомобиля	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	МАЗ-500А, МАЗ-533А	КраЗ-257, КраЗ-257К	КраЗ-257К1, КраЗ-250
Мощность двигателя автомобиля, кВт	77	110	132,5	132,5	177	177
Тип привода	Механический			Гидравлический		Электрический
Габарит в транспортном положении, м:						
ширина	2,45	2,5	2,65	2,8	2,7	2,5
длина	8,35	10,6	13,25	9,8	14,3	14
высота	3,33	3,65	3,95	3,38	4,1	3,8
Нагрузка на ось, кН:						
переднюю	18,1	23	43	50,7	48	41
заднюю	52,9	64	106	98,9	94	93
Масса крана, т	7,4	8,7	15	15	23	22,7

* Возможен и использование башенно-стрелового оборудования.

гидравлическими опорами, которые, как правило, используются при работе с грузами. При соблюдении ряда ограничений допускается передвижение с малой скоростью с грузами, составляющими до 20—30 % от максимального при короткой стреле, направленной вдоль продольной оси крана в сторону задних колес.

Конструкция поворотной платформы этих кранов различной грузоподъемности имеет много общего. Все они имеют гидравлический привод и телескопические стрелы, на которые можно устанавливать удлинители, неуправляемые или управляемые гуськи, перевозимые отдельно от крана. Телескопирование секций стрелы может производиться с грузом на крюке в соответствии с грузовой характеристикой.

Краны КС-5473 и КС-6471 имеют привод механизмов поворотной платформы от дизеля, установленного на шасси, и оборудованы трехсекционной телескопической стрелой. Краны КС-7471 и КС-8471 имеют отдельный привод шасси от дизеля, установленного на раме шасси, и механизмов крана от дизеля, установленного на поворотной платформе. Краны оборудованы четырехсекционной телескопической стрелой.

Условия работы и приборы безопасности крана аналогичны автомобильным кранам с гидравлическим приводом и телескопической стрелой.

Технические характеристики кранов на специальном шасси автомобильного типа приведены в табл. 36.

В последние годы на стройках нашей страны стали использовать зарубежные краны большой грузоподъемности: на шасси автомобильного типа грузоподъемностью до 250 т и на гусеничном ходу грузоподъемностью до 400 т. Рабочее оборудование этих кранов состоит из секционной решетчатой стрелы и управляемого и неуправляемого гуськов. Пояса и раскосы выполнены из труб квадратного или круглого сечения. Наибольшая высота подъема на 15—20 % превышает высоту подъема аналогичных отечественных кранов. Это связано с использованием в поясах стрел высокопрочной легированной стали с пределом текучести 700—800 МПа. На кранах с шасси автомобильного типа установлена телескопическая стрела. Привод крановых механизмов выполнен обычно дизель-гидравлическим. В этих кранах большое внимание уделено комфортабельности и отделке кабин. На некоторых моделях кранов, кроме обычной

36. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАНОВ НА СПЕЦИАЛЬНОМ ШАССИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТИПА

Показатель	КС-5473	КС-6471	КС-7471	КС-8471
Грузоподъемность крюка, т:				
на выносных опорах	25	40	63	100
без выносных опор	5	10	15,2	20
Грузоподъемность вспомогательного крюка на выносных опорах, т	2,8	4,6	—	—
Длина, м:				
стрелы	10—24	11,25	12,6—38,1	13,7—47,7
удлинителя	8	8,5	—	—
неуправляемого гуська	8	8,5	—	—
управляемого гуська	—	8,5—20	10—20	—
Скорость подъема крюка, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с				
основного	19,3—0,33	25—0,16	8,1—0,26	5—0,25
вспомогательного	60	42—0,73	—	—
Скорость телескопирования стрелы, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с	43—20	20—10	17,7—8,8	6,6
Частота вращения поворотной платформы $1 \cdot 10^{-2}$ с ⁻¹	2,5—0,16	2,5—0,16	1,25—0,08	0,083
Скорость передвижения крана, км/ч:				
рабочая	2,5	2,5	1,5	1,5
транспортная	60	50	50	50
Мощность, кВт:				
шасси	148,5	177	236	335
поворотной платформы	—	—	132,5	177
Габарит в транспортном положении, м:				
ширина	2,5	2,75	3	3
длина	12	13,65	16	17,6
высота	3,5	3,8	3,65	3,95
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	3,05	3,6	4,55	5,15
Радиус поворота, м	11,5	14	14,9	15,5
Число колес:				
передних/задних	2/4	4/4	4/8	6/8
управляемых	2	4	8	8
ведущих	4	4	6	6
Нагрузка на ось в транспортном положении, кН	107	110—144	120—168	130
Наибольшая нагрузка на выносную опору, кН	270	397	—	—
Масса крана в рабочем положении, т	27,8	44	67,8	87

системы приборов и устройств безопасности, установленные специальные бортовые ЭВМ для ограничения грузоподъемности крана и индексации данных загрузки на панель управления. Распространение в нашей стране зарубежных кранов ограничено их высокой стоимостью и сложностью организации ремонта и замены вышедших из строя узлов и деталей.

38. Устойчивость стреловых кранов

Устойчивость крана — это способность крана противодействовать опрокидывающим его моментам. Устойчивость свободно стоящего крана от действия внешних сил (поднимаемого груза, ветра и инерции) обеспечивается величиной массы крана, положением ее центра тяжести и величиной и расположением опорного контура ходовой части крана.

Эффект от действия той или иной силы на кран зависит от ее величины и точки приложения. Чем дальше действующая сила от ребра опрокидывания, тем больше эффект ее действия. Произведение силы, стремящейся опрокинуть кран, на расстояние ее до ребра опрокидывания называется опрокидывающим моментом. Произведение силы, восстанавливающей равновесие крана, на расстояние ее до ребра опрокидывания называется опрокидывающим моментом. Произведение силы, восстанавливающей равновесие крана, на расстояние ее до ребра опрокидывания называется восстанавливающим моментом.

Условие, обеспечивающее устойчивость крана, — это превышение суммы восстанавливающих моментов над суммой опрокидывающих моментов. Коэффициент устойчивости крана k — отношение суммы восстанавливающих моментов M_B к сумме опрокидывающих моментов M_0

$$k = M_B / M_0.$$

Следует отметить, что в восстанавливающий момент входит вся масса крана, включая массу стрелового оборудования. Отнесение массы стрелового оборудования к опрокидывающему моменту при определении коэффициента устойчивости является ошибкой.

Различают грузовую и собственную устойчивость крана. *Грузовая устойчивость* — это устойчивость крана при работе с грузом, стремящимся опрокинуть кран в сторо-

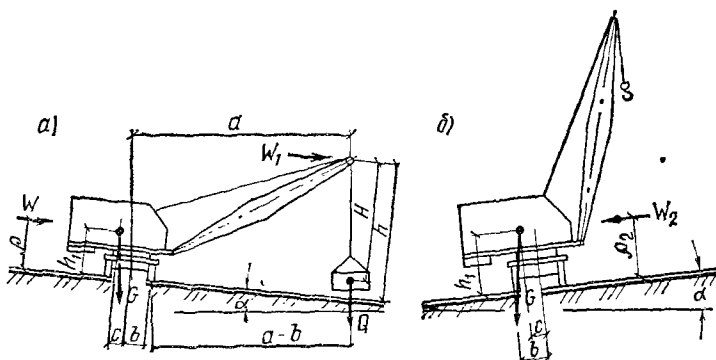


Рис. 139. Схемы крана к расчету устойчивости: грузовой (а); собственной (б)

ну стрелы. *Собственная устойчивость* — это устойчивость крана в нерабочем состоянии без груза в сторону, противоположную стреле.

Минимальные значения коэффициентов грузовой и собственной устойчивости регламентируются Правилами Госгортехнадзора. Коэффициенты грузовой устойчивости определяются для двух расчетных случаев:

1) без учета дополнительных нагрузок по формуле

$$k = \frac{G(b+c)}{Q(a-b)} \geq 1,4;$$

2) с учетом дополнительных нагрузок (рис. 139, а) по формуле

$$k_1 = \frac{G[(b+c) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha] - \frac{Qv}{gt}(a-b) - \frac{Qn^2lh}{90G - h^2H}}{Q(n-b)} -$$

$$- \frac{\frac{Qv_1}{gt_1}h - \frac{Gv_1}{gt_1}h_1 - \frac{(C_{np} + Q)v'_2}{gt_2}}{Q(a-b)} -$$

$$- \frac{(G_{np} + Q)v''_2}{gt_2}(a-b) - W\rho - W_1\rho_1 -$$

$$- \frac{66(G_{np} + Q)nlh}{(900 - h^2H)gt_3} \geq 1,15.$$

Коэффициент собственной устойчивости (рис. 139, б) определяют по формуле

$$k_2 = \frac{G [(b - c) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha]}{W_1 \rho_2} \geq 1,15.$$

В формулах приняты следующие обозначения:

- G — масса крана, кг;
- $G_{пр}$ — масса стрелы и стрелового оборудования, приведенная к оголовку стрелы, кг;
- Q — масса наибольшего рабочего груза, кг;
- l — расстояние от оси вращения крана до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости, м;
- a — расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости, м, при расположении стрелы перпендикулярно ребру опрокидывания $a=l$;
- b — расстояние от оси вращения крана до ребра опрокидывания, м;
- c — расстояние от оси вращения крана до центра тяжести крана, м;
- H — расстояние от головки стрелы до центра тяжести подвешенного груза (принимается, что центр тяжести расположен на уровне земли), м;
- h — расстояние от головки стрелы до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м;
- h_1 — расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура, в м;
- v — скорость подъема груза, м/с;
- v_1 — скорость передвижения крана, м/с;
- v'_2 — скорость горизонтального перемещения оголовка стрелы, м/с;
- v''_2 — скорость вертикального перемещения оголовка стрелы, м/с;
- n — частота вращения крана, мин⁻¹;
- t — время неуставившегося режима работы механизма подъема (пуск, торможение), с;
- t_1 — время неуставившегося режима работы механизма передвижения (пуск, торможение), с;
- t_2 — время неуставившегося режима работы механизма изменения вылета стрелы (пуск, торможение), с;
- t_3 — время неуставившегося режима работы механизма поворота крана (пуск, торможение), с;
- W — сила давления ветра, действующая перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на которой установлен кран, на подветренную площадь крана, Н, принимают по ГОСТ 1451—77 для рабочего состояния крана;
- W_1 — сила давления ветра, действующая перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на

которой установлен кран, на подветренную площадь груза; H принимают по ГОСТ 1451—77 для рабочего состояния крана;

ρ ; $\rho_1 = h$; ρ_2 — расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура крана до центра приложения ветровых нагрузок, м;

α — угол наклона крана (уклон пути), град;

g — ускорение силы тяжести, равное $9,81 \text{ м/с}^2$;

W_2 — сила давления ветра, действующая перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на которой установлен кран, на подветренную площадь крана, H , принимают по ГОСТ 1451—77 (для рабочего и нерабочего состояния крана).

В формулах члены $\frac{Qv_1}{gt_1} h$ и $\frac{Gv_1}{gt_1} h_1$ учитывают в том случае, если кран может перемещаться с грузом; член $\frac{66(G_{\text{пр}} + Q)nlh}{(900 - n^2H)gt_3}$ учитывают при проверке грузовой устойчивости крана со стрелой, расположенной под углом 45° к ребру опрокидывания.

Глава IX. САМОПОДЪЕМНЫЕ КРАНЫ

39. Самоподъемные мачты

Самоподъемной мачтой называют мачту, предназначенную для монтажа высотных конструкций, переставляемую по высоте по мере монтажа. Конструкция мачты позволяет производить ее перестановку без применения дополнительного оборудования.

Мачта является простейшим оборудованием для монтажа конструкций башенного типа и труб небольшого диаметра. Применяются самоподъемные мачты только в тех случаях, когда нет другого подъемного оборудования и доставка его к месту монтажа нецелесообразна, а условия местности позволяют расположить расчалки (ванты) мачты. Угол наклона расчалок к горизонту в верхнем положении мачты, установленной с небольшим наклоном, должен быть не более 45° .

Мачта решетчатой конструкции четырехгранная квадратного сечения в плане нижним концом опирается на опорную консоль (хомут) размером $0,5—0,7 \text{ м}$, прикрепленную к одному из поясов монтируемой конструкции (башни). При наличии в башне промежуточных площа-

док по высоте, мешающих установке мачты, длину консоли увеличивают до 2,5 м.

Верхний конец мачты удерживается в требуемом положении четырьмя расчалками, закрепленными за якоря на земле (рис. 140).

Нижний опорный башмак мачты имеет два горизонтальных взаимно перпендикулярных шарнира 1 и 2 и вертикальный шарнир 3, что позволяет при изменении длины расчалок производить поворот и наклон мачты в любом направлении.

Мачта решетчатой конструкции состоит из секций, собираемых на болтах. Типовая мачта имеет высоту 29 м и грузоподъемность 2,5 т. При изменении числа секций высота мачты может быть уменьшена, а ее грузоподъемность увеличена.

К верхнему концу мачты на гибком стропе крепят полиспаст, сбегаящая нитка которого через отводной блок, закрепленный канатом к нижнему концу мачты, отводится к электролебедке на земле. Крепление блоков на гибком стропе облегчает работу по установке элементов при повороте и наклоне мачты. Расчалки, удерживающие мачту, крепят к поворотному оголовку, закрепленному на вертикальном шарнире к верху мачты. Для обеспечения наклона мачты в любом направлении во все расчалки включены полиспасты, сбегаящие нитки которых идут на лебедки.

Для подъема мачты по высоте на торец пояса собранной конструкции, вдоль которого поднимают мачту, закрепляют башмак с подъемным полиспастом, верхний блок которого заделан в башмаке. Башмак поднимают одновременно с элементом, на котором он установлен. Расчалки, удерживающие верхний конец мачты при подъеме, равномерно ослабляют. Устойчивость мачты во время подъема обеспечивает наличие плоской обоймы, закрепленной канатами к поясам монтируемой конструкции. При подъеме мачта свободно скользит в обойме.

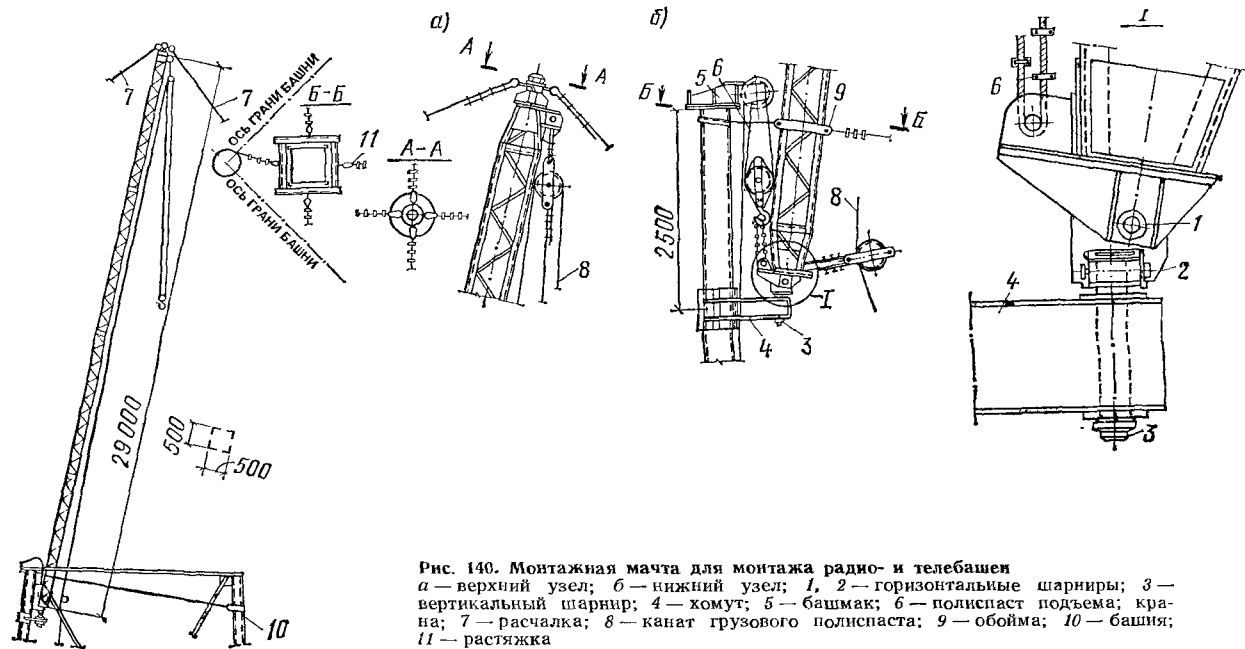
Подъем мачты производят в следующем порядке:

нижний блок полиспаста подъема крепят к низу мачты и полиспаст натягивают;

мачту устанавливают параллельно поясу башни;

обойму поднимают выше уровня следующей стойки мачты и крепят канатами к поясам башни.

Мачту можно поднимать вместе с опорной консолью



(хомутом) или без него. В первом случае перед подъемом надо снять болты крепления хомута.

Мачту поднимают постепенно, отпуская расчалки. Усилие в расчалках должно быть не менее 5 кН. По достижении требуемой отметки опорную консоль крепят к поясу башни.

При подъеме мачты без опорной консоли элемент пояса башни, на котором будет установлена мачта, поднимают с заранее прикрепленным башмаком для подъема крана и опорной консолю.

При этом необходимо иметь не менее двух комплектов консолей. Перед подъемом мачты вертикальный шарнир освобождают от крепления. Дальнейший порядок подъема тот же.

На новой стоянке шарнир крепят в опорной консоли хомута. После перестановки мачты снимают канаты, крепящие обойму, освобождают нижний блок полиспаста подъема мачты, снимают и опускают на землю опорный башмак. Чтобы не опускать на землю весь подъемный канат с башмаком, ниже уровня крепления мачты делают стык каната. Верхний конец каната, опускающегося на землю после демонтажа опорного башмака, крепят к поясу башни.

Подъем грузов монтажной мачтой выполняют в следующем порядке:

мачту с помощью натяжения расчалок устанавливают в требуемое для подъема груза положение;

затем груз стропят и отрывают от земли, натягивая рабочие расчалки мачты полиспастами;

после отрыва груза дальнейший подъем ведут сокращением длины подъемного полиспаста.

Такой порядок исключает неравномерное натяжение расчалок и возможность внезапных рывков груза при подъеме.

Лебедки, обслуживающие подъемные полиспасты, устанавливают на расстоянии не менее $1/3$ высоты монтируемого сооружения.

40. Краны для монтажа радиомачт

Для монтажа конструкций радиомачт наращиванием отдельных секций в проектном положении применяют самоподъемные краны, перемещаемые снаружи по одной из граней мачты.

Самоподъемные краны опираются на смонтированные ими конструкции и по мере возведения сооружения перемещаются по вертикали на вновь установленные секции.

Для монтажа решетчатых типовых радиомачт применяются краны СПКТ-8 и СПКТ-15 грузоподъемностью соответственно 8 и 15 т (рис. 141).

Краны такого типа состоят из решетчатого ствола, который охватывает перемещающаяся по нему обойма, и полноповоротного оголовка с закрепленной на нем стрелой. Обойма служит для закрепления крана в рабочем положении на сооружении и для перемещения ствола крана на следующую стоянку. Для этого внизу обоймы и ствола крана закреплены обоймы с блоками.

Полиспаст, соединяющий эти блоки, служит для выдвижения ствола крана при его подъеме.

Кран крепят к поясам наружной мачты на опорные столики, приваренные к каждой секции мачты (рис. 142).

Опорные балки ствола крана и обоймы жестко соединены со стволом крана при его работе. Для того чтобы обеспечить опирание балок (включение их в работу) на опорные столики при возможных неточностях их приварки, нагрузка от ствола крана на балки передается через балансир (см. рис. 142).

Опорные балки на концах имеют поворачивающиеся части, откинув которые, кран свободно проходит мимо опорных столиков.

Подняв кран на следующую стоянку, поворачивают конец опоры и кран опускают на опорные столики следующей стоянки.

Опорные балки крана передают на мачту как вертикальную, так и горизонтальную нагрузку, опорные балки верхнего уровня обоймы передают вертикальную нагрузку от веса крана при его выдвижении и горизонтальную нагрузку от момента от груза и внецентренного крепления крана.

Передача вертикальной реакции от крана происходит через нижний опорный ригель на опорные столики, приваренные к поясам радиомачты. Нижний опорный ригель обоймы имеет на концах крепления, передающие только горизонтальные реакции.

Момент, возникающий в кране при подъеме груза, передается на мачту в виде пары горизонтальных сил,

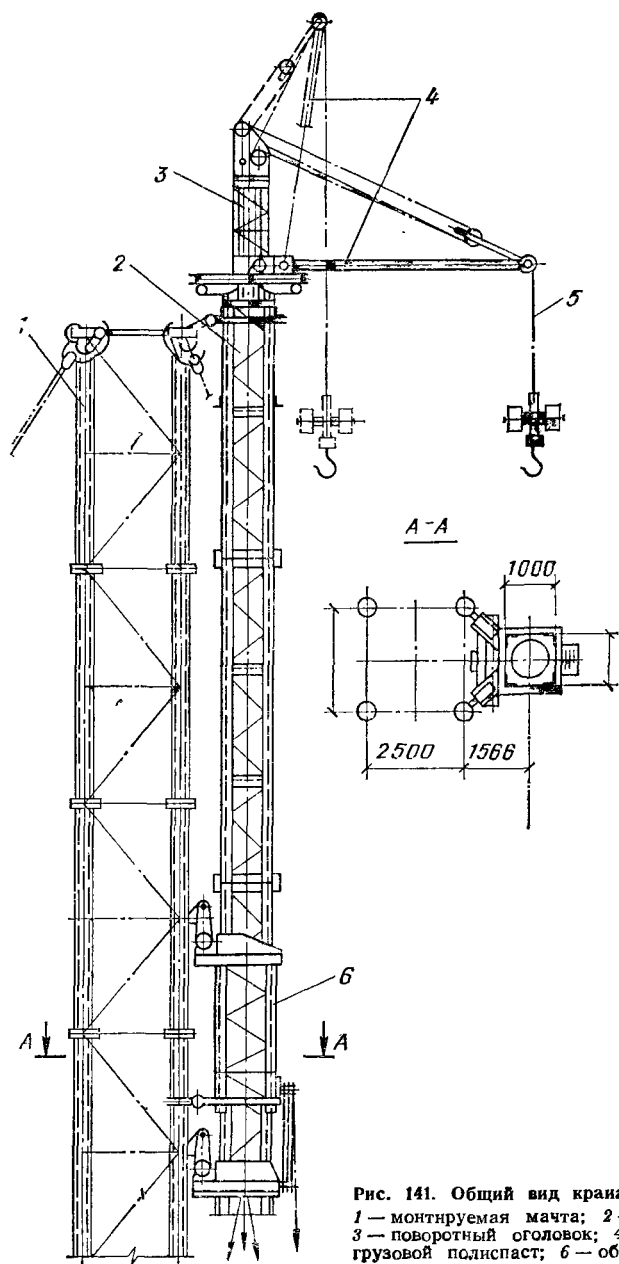


Рис. 141. Общий вид крана СПКГ

1 — монтируемая мачта; 2 — ствол крана;
3 — поворотный оголовок; 4 — стрела; 5 —
грузовой подлиспаст; 6 — обойма

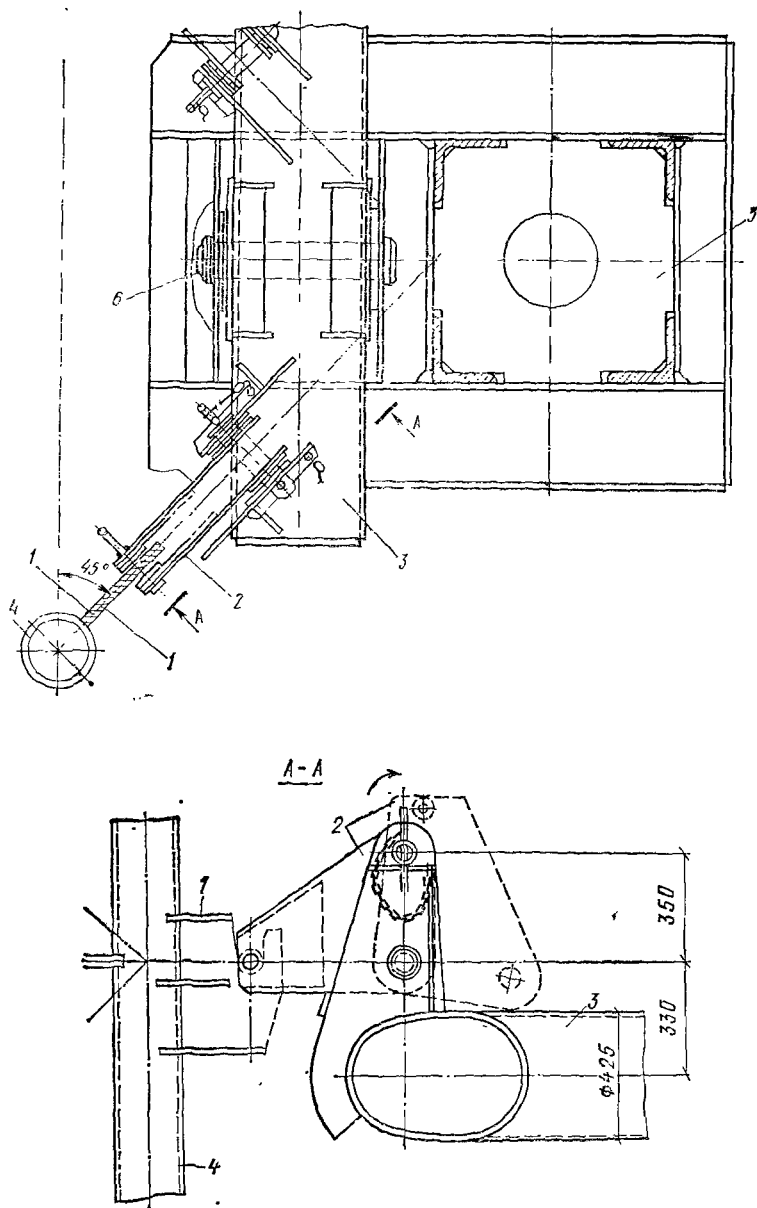


Рис. 142. Опорные балки крана УСПК-12

1 — опорный столик; 2 — откидная консоль; 3 — балансирующая опорная балка;
4 — пояс мачты; 5 — ствол крана; 6 — балансирующая ось

приложенных в уровне верхнего опорного ригеля обоймы и нижнего опорного ригеля крана.

При перемещении ствола крана вертикальная нагрузка от веса крана и обоймы передается через верхний опорный ригель обоймы на опорные столики, а от момента — парой горизонтальных сил вниз и наверх обоймы.

Полноповоротный оголовок, охватывающий верх ствола крана, имеет вертикальную и горизонтальную опору наверх и вторую горизонтальную опору в уровне крепления стрелы и поворотного круга, где горизонтальная реакция передается горизонтальными роликами на ствол крана.

Поворот оголовка производят канатом, три нитки которого огибают поворотный круг (в середине которого канат закреплен сжимами к кругу), что обеспечивает поворот стрелы на 360° .

Оба конца каната через отводные блоки на консоли ствола крана отводят вниз на две ручные лебедки, установленные на земле. Могут быть применены также тихоходные электролебедки.

Стрела подвешена стреловым полиспастом к верху поворотного оголовка.

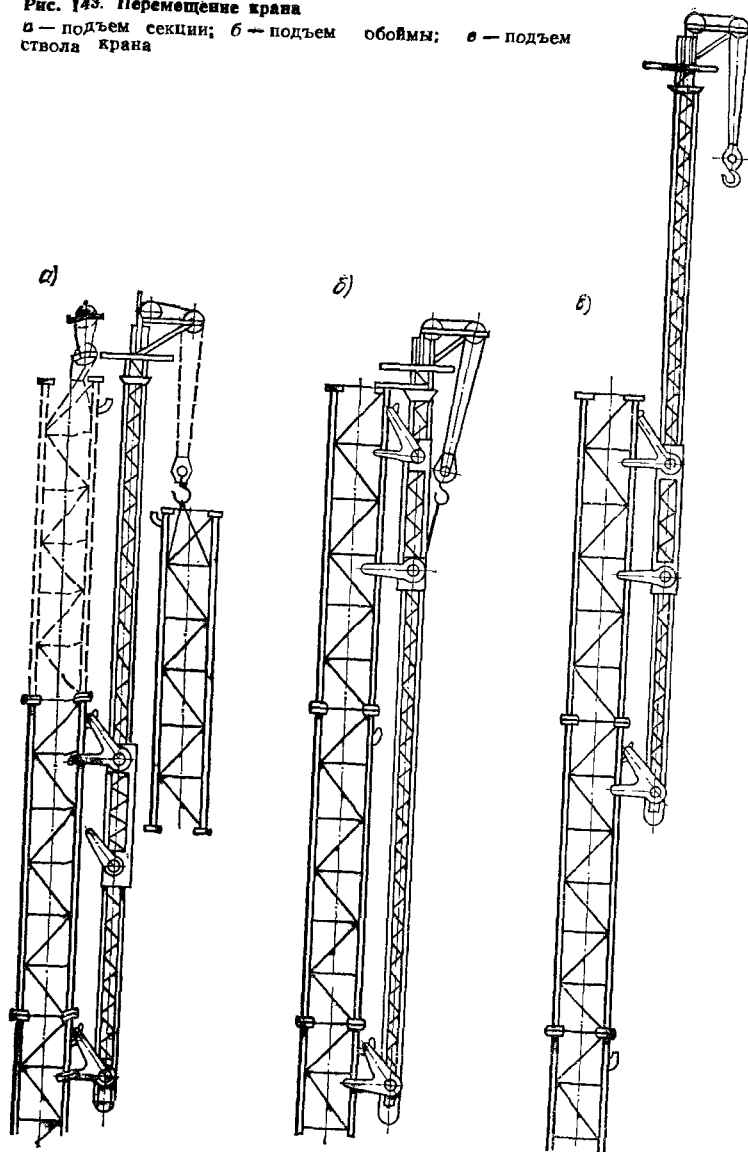
Сбегающие канаты грузового и стрелового полиспаста через отводные блоки наверху крана направляют по центру крана вниз на землю, где отводными блоками их отводят на электролебедки, установленные за пределами опасной зоны, т. е. не ближе $1/3$ высоты мачты.

Обойма крана решетчатой четырехгранной конструкции имеет в верхнем и нижнем уровнях в углах направляющие бобышки, фиксирующие положение ствола крана при его выдвигении.

Перемещение крана по вертикали производят попеременным движением, сначала поднимая обойму по стволу крана и закрепляя на новой стоянке, а затем, поднимая ствол крана в обойме (рис. 143). При передвижении крана ствол крепят откидными захватами за верх смонтированной конструкции, после чего обойму перемещают грузовым полиспастом крана на следующую стоянку. Для этого сначала освобождают крепление обоймы к стволу мачты в верхнем и нижнем уровне и поднимают обойму по стволу крана (как по направляющей) до уровня следующей стоянки. После закрепления обоймы на новой стоянке натягивают полиспаст подье-

Рис. 143. Перемещение крана

а — подъем секции; б — подъем обоймы; в — подъем ствола крана



ма ствола крана, освобождают крепления ствола внизу и наверху, и поднимают его, удерживая в обойме до уровня следующей стоянки, где крепят к опорным столбам нижним опорным ригелем.

На кране для работы при перестановке его имеются легкие площадки с ограждением на уровне низа ствола крана и верха обоймы.

Четкая работа крана обеспечивается радиотелефонной связью.

Кран может быть использован как при монтаже радиомачт, так и при монтаже дымовых труб и других сооружений небольших размеров. В этом случае меняют опорные крепления крана и обоймы. Вместо опорных ригелей обойму и ствол крана крепят болтами к опорным кронштейнам.

При использовании крана для монтажа башен переменного сечения откидные консоли должны быть изменены, чтобы иметь возможность двигаться вдоль опорного ригеля, что позволяет менять расстояние между консолями на одном ригеле.

Верхняя часть в таком кране должна быть поставлена под углом к стволу крана, чтобы поворотный оголовок занимал всегда вертикальное положение.

Для монтажа радиомачт и башен применяют также кран шпренгельной конструкции «Сокол» грузоподъемностью 12 т с балочной стрелой. Конструкция крана «Сокол» отличается от крана типа СПТК. Общий вид крана показан на рис. 144. Полноповоротный кран имеет балочную стрелу с передвижной грузовой тележкой. Поворот крана осуществляют канатной тягой. Электрическая лебедка подъема груза расположена на земле, а ручные лебедки поворота крана и передвижения грузовой тележки расположены на площадке, закрепленной в уровне опирания крана.

Кран имеет трубчатый ствол, на верху которого на горизонтальном шарнире закреплена стрела, а на ней также на шарнире стойка, поддерживающая стрелу и распорку шпренгеля.

Шпренгель из отдельных звеньев круглого профиля состоит из тяги между стрелой и стойкой, тяги между стойкой и распоркой, участка, идущего параллельно стволу крана до нижней распорки и затем участка крепления шпренгеля к низу ствола крана.

При подъеме груза усилие передается на тягу и че-

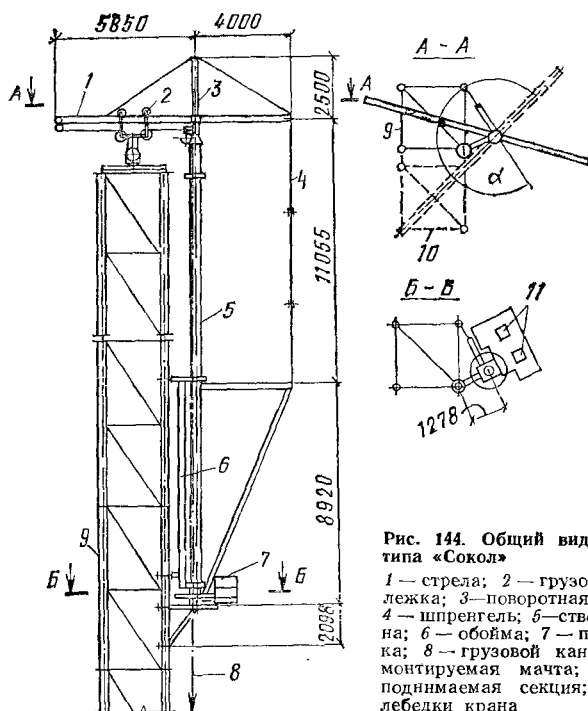


Рис. 144. Общий вид крана типа «Сокол»

1 — стрела; 2 — грузовая тележка; 3 — поворотная часть; 4 — шпренгель; 5 — ствол крана; 6 — обойма; 7 — площадка; 8 — грузовой канат; 9 — монтируемая мачта; 10 — поднимаемая секция; 11 — лебедки крана

рез всю систему на низ ствола крана. Такая конструкция облегчает ствол крана — грузовой момент распределяется между стволом, работающим на сжатие, и шпренгелем, работающим на растяжение. Масса крана «Сокол» меньше массы кранов типа СПКТ и составляет 11 т. Шпренгель передает сжимающее усилие на ствол крана и горизонтальную силу в уровне нижней распорки, которую располагают несколько ниже верхнего горизонтального крепления обоймы.

В отличие от ранее рассмотренных обойма этого крана не объемная, а состоит из двух плоских рамок, обнимающих ствол крана в двух уровнях, соединенных тягой, внизу которой закреплен верхний блок полиспаста подъема крана, нижний блок которого закреплен к низу ствола крана.

Кран опирается нижним концом на укосину, которая шарнирно присоединена к фасонке, приваренной к поясу

монтируемой мачты. Горизонтальная реакция от момента передается через верхнюю рамку обоймы также на ствол крана. Горизонтальные реакции от крана и обоймы передаются на пояса монтируемой мачты через горизонтальные растяжки. В растяжки включены фаркопы, что облегчает их установку и обеспечивает включение растяжек в работу. Положение нижней распорки шпренгеля обеспечивает перемещение обоймы при подъеме крана для монтажа одной секции мачты. Нагрузку от крана на пояса мачты передают в узлах мачты.

Перемещение обоймы производят грузовым крюком крана, для чего грузовую тележку ставят с минимальным вылетом. Ствол крана на время перемещения обоймы закрепляют горизонтальной распоркой за торец смонтированного пояса.

Процесс перестановки крана в остальном не отличается от рассмотренных ранее.

Подъем секций мачты производят по направляющим вдоль грани башни.

Монтаж самоподъемных кранов, применяемых для монтажа радиомачт, можно выполнять различными способами в зависимости от условий и методов установки первых двух секций монтируемой мачты и наличия монтажного оборудования. Наиболее простым является монтаж стреловым краном нижних секций мачты и после их расчаливания установка на них этим же краном самоподъемного крана, который предварительно укрупняют и запасовывают полиспасты в горизонтальном положении на земле у места установки.

При отсутствии стрелового крана требуемой грузоподъемности и высоты подъема самоподъемный кран поднимают методом поворота вокруг шарнира опорного башмака, на который после поворота опирают самоподъемный кран.

Опорный башмак анкерами крепят к фундаменту мачты. Поворот крана в вертикальное положение производят падающей или вспомогательной мачтой.

Для обеспечения устойчивости крана в вертикальном положении его расчаливают ниже поворотной части к якорям. Установленный на земле кран испытывают, а затем с его помощью устанавливают первые секции радиомачты. После расчаливания секций поднимают обойму крана грузовым полиспастом и закрепляют на опорных столиках смонтированной секции мачты. Затем

полиспастом, связывающим обойму с низом ствола крана, выдвигают ствол крана и закрепляют на мачте. Кран, установленный на мачте, вторично испытывают.

При сборке крана на земле до подъема необходимо проверить возможность свободного перемещения обоймы по всей длине ствола крана, вращение поворотной части крана и блоков в обоймах, а также поворот опорных балок и их консолей.

Расчет отдельных узлов самоподъемных кранов не отличается от расчета аналогичных узлов стреловых кранов.

Определение опорных реакций от крана производят по следующим формулам (рис. 145).

Вертикальная опорная реакция от крана, кН

$$R_v = Q_{гр} + Q_{кр} + S_{гр} + S_{стр},$$

где $Q_{гр}$ — вес поднимаемого груза с учетом коэффициентов перегрузки 1,1 и динамического воздействия 1,1 при подъеме груза электролебедкой, кН; $Q_{кр}$ — вес крана с учетом коэффициента перегрузки 1,1 кН; $S_{гр}$ и $S_{стр}$ — усилия в сбегающей нитке, соответственно грузового и стрелового полиспастов, кН.

Усилия в сбегающих нитках принимают при расположении лебедок на земле.

Горизонтальные реакции от крана определяют для двух положений стрелы.

Первое положение — стрела расположена перпендикулярно опорным ригелям крана.

$$R_H = \frac{M_{гр}}{H} + \frac{(Q'_{кр} + \Sigma S) a}{H},$$

где $M_{гр} = (Q_{гр} + Q_o)l$ — момент от веса поднимаемого груза с учетом коэффициентов перегрузки, кН; Q_o — вес оголовка стрелы, грузового и половина стрелового полиспаста и стрелы, передающихся на оголовки с учетом коэффициента перегрузки = 1,1, кН; l — вылет стрелы, м; $Q'_{кр}$ — вес крана и груза, кН; ΣS — сумма усилий в сбегающих нитках полиспастов, кН; a — расстояние от оси крана до точки его крепления к конструкциям, м; H — расстояние по вертикали между опорами крана, м.

Второе положение — стрела расположена в плоскости, параллельной опорным ригелям крана.

В этом случае в опорах крана возникают горизонтальные реакции разных знаков

$$R_H = (R_o a + M_{гр})/H; \quad R_H = (R_o a - M_{гр})/H.$$

41. Краны для монтажа башен

Для монтажа башен при поэлементном методе монтажа применяют подвесной полноповоротный кран УПК-2,5 или УПК-4 грузоподъемностью соответственно 2—4 т.

Кран подвешивают по центру монтируемой башни к ее поясам на канатных подвесках (рис. 146). В местах подвеса на поясах башни до их подъема устанавливают на хомутах фасонки, имеющие отверстия для крепления

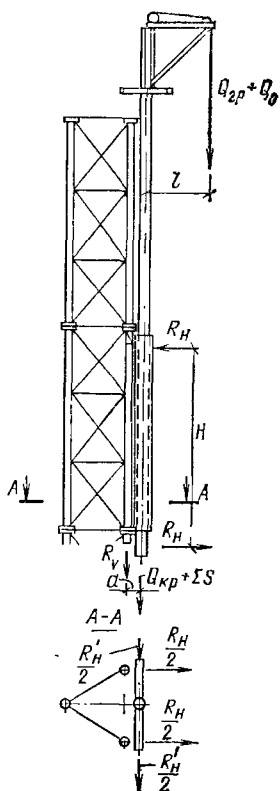


Рис. 145. Расчетная схема самоподъемного крана

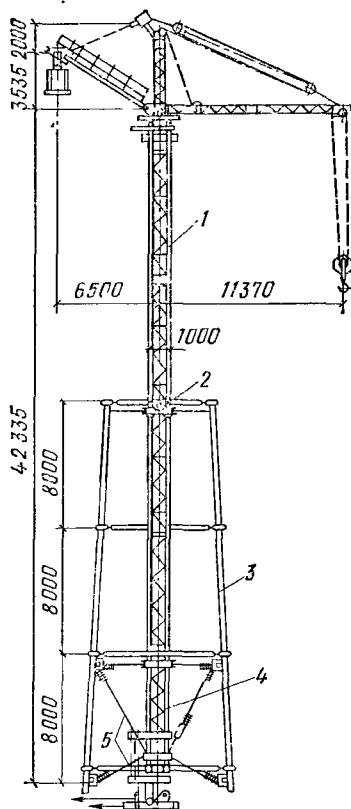


Рис. 146. Подвесной кран УПК-2,5 грузоподъемностью 2,5 т

1 — ствол крана; 2 — рамка крепления ствола крана; 3 — башня; 4 — обойма; 5 — подвески и расчалки обоймы и крана

канатов (подвесок крана). Кран состоит из ствола решетчатой конструкции, поворотной части и обоймы, которая служит для крепления и перемещения крана по вертикали.

Вся вертикальная нагрузка от ствола крана и груза через штырь-шарнир в верхней обвязке обоймы передается на обойму. Обойма за нижние узлы подвешена к поясам башни, и, кроме того, раскреплена горизонтальными расчалками к поясам башни в верхнем и нижнем уровне. Ствол крана при перемещении обоймы также подвешивают внизу четырьмя подвесками, воспринимающими усилия от собственного веса крана при перемещении обоймы, и раскрепляют в горизонтальной плоскости. Для перемещения обоймы ствол крана дополнительно расчаливают в уровне верха смонтированной части башни горизонтальными расчалками к фасонкам на поясах башни.

Поворотная часть крана, охватывающая оголовок ствола, имеет стрелу с переменным вылетом и консоль с контргрузом, уравнивающим часть грузового момента. Сбегающие канаты грузового и стрелового полиспастов и поворота крана проходят по оси крана вниз через отводные блоки на лебедки, установленные на земле. Поворот стрелы осуществляется канатной тягой.

Высота ствола крана позволяет перемещать обойму через 24 м и выдвигать для подъема каждой секции только ствол крана.

Принцип работы и перемещения крана не отличается от прочих самоподъемных кранов. По мере подъема крана размеры секций башен обычно уменьшаются и длина подвесок должна сокращаться. При работе используются несколькими комплектами расчалок и поднимают пояса башни с расчалками требуемой длины.

Для того чтобы натянуть расчалки и для выправления положения крана по вертикали в часть расчалок включают фаркопы, что позволяет изменять их длину.

В некоторых случаях для монтажа конструкций башенного типа применяют стреловой кран, закрепленный в одном из углов башни в двух уровнях (рис. 147). Кран состоит из поворотной мачты и прикрепленной к ней внизу на шарнире стрелы с переменным вылетом. Стрела длиной 28 м, подвешенная на стреловом полиспасте к верху мачты, может иметь максимальный вылет 21 м.

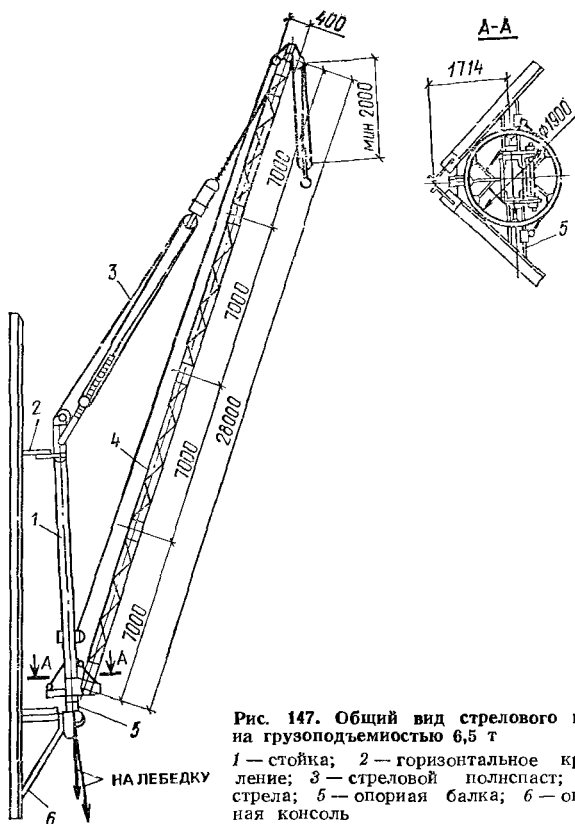


Рис. 147. Общий вид стрелового крана грузоподъемностью 6,5 т

1 — стойка; 2 — горизонтальное крепление; 3 — стреловой полнспаст; 4 — стрела; 5 — опорная балка; 6 — опорная консоль

Мачта крана опирается на опорную балку, установленную на распорки башни вблизи ее пояса.

Вес крана передается на ближайший пояс башни через опорный подкос.

Опорную балку к поясам башни крепят растяжками с фаркопами. Верх мачты крепят временными горизонтальными связями к распоркам следующей панели башни.

Мачта со стрелой поворачивается на угол 150° , что обеспечивает монтаж конструкций башни укрупненными плоскостями. Поворот осуществляется поворотным кругом с канатной тягой ручными лебедками, установленным на земле.

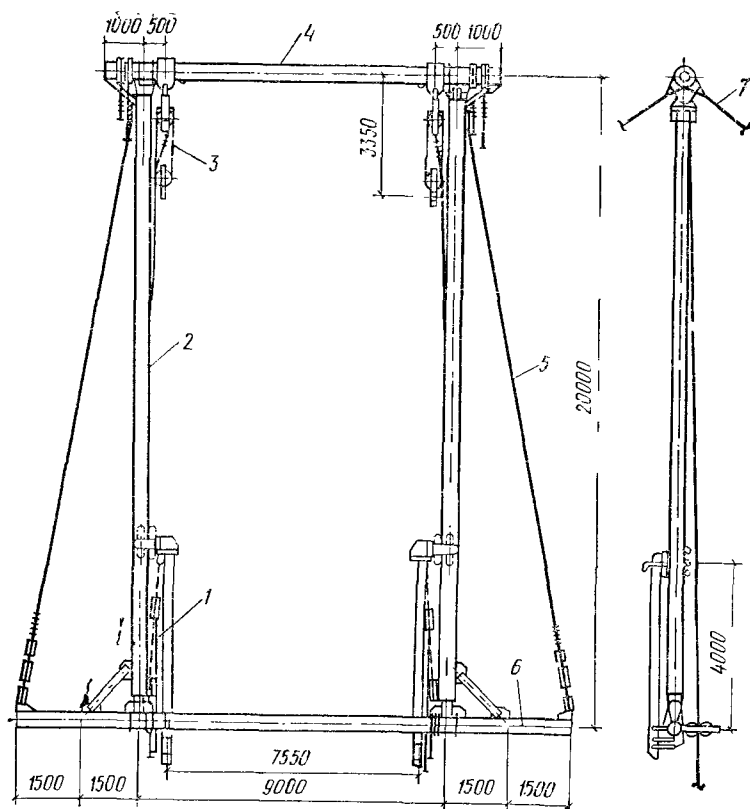


Рис. 148. Общий вид портала для монтажа башен

1 — полиспаст подъема портала; 2 — нога портала; 3 — грузовой полиспаст; 4 — ригель; 5 — растяжка; 6 — опорный ригель; 7 — ванты

Перемещают кран двумя полиспастами, один из которых крепят к верхнему узлу ближайшего пояса, а другой — к поясу, расположенному по диагонали.

Стрелу устанавливают на минимальный вылет и прикрепляют растяжками и направляющей рамкой к поясам башни в уровне верха смонтированной части. При перемещении кран поднимают вместе с опорной балкой и подмостями, для чего последние предварительно освобождают от креплений к башне.

Для крупноблочного монтажа конструкций башен, т. е. при подъеме объемных секций применяют также качающиеся порталы, перемещаемые по наружной стороне сооружаемой конструкции (рис. 148).

Портал, нижним ригелем опирающийся на столики, приваренные к поясам конструкции, охватывает монтируемую башню. Устойчивое положение портала и его наклон при подъеме и установке очередной секции обеспечивают оттяжки, соединенные полиспастами с лебедками, установленными на земле.

Грузовые полиспасты крепят к верхнему ригелю на скользящих или шарнирных креплениях, что обеспечивает их вертикальное положение при любом наклоне портала.

Подъем портала на следующую стоянку производят полиспастами, закрепленными к передвижной подъемной балке, которую предварительно поднимают на следующую стоянку и опирают на опорные столики следующей стоянки.

Нижние блоки подъемных полиспастов крепят к нижнему ригелю портала.

Подъемная балка по концам охватывает стойки портала и при его подъеме обеспечивает безопасность, фиксируя положение портала в вертикальной плоскости.

Грузоподъемность порталов 10—40 т.

Подъем секций порталом производят в следующей последовательности:

после застроповки секции ее поднимают при наклонном положении портала;

после подъема секции выше смонтированной части сооружения натягивают задние полиспасты и поворачивают портал на 65—70°. Дальнейший поворот производят попеременным сокращением задних и передних полиспастов оттяжек.

Операция перевода портала через зенит требует особой тщательности и опыта работы, так как перетягивание может вызвать аварию. Выполнение этой операции следует производить при особом наблюдении ответственных лиц за работой портала.

42. Краны для монтажа каркасов высотных зданий

Для монтажа каркасов высотных зданий, а также строительных конструкций многоэтажных зданий применяют самоподъемные башенные краны, перемещающиеся внутри одной из ячеек каркаса по мере его возведения. Грузоподъемность кранов (рис. 149) 1,5—15 т при вылете стрелы 22—37 м.

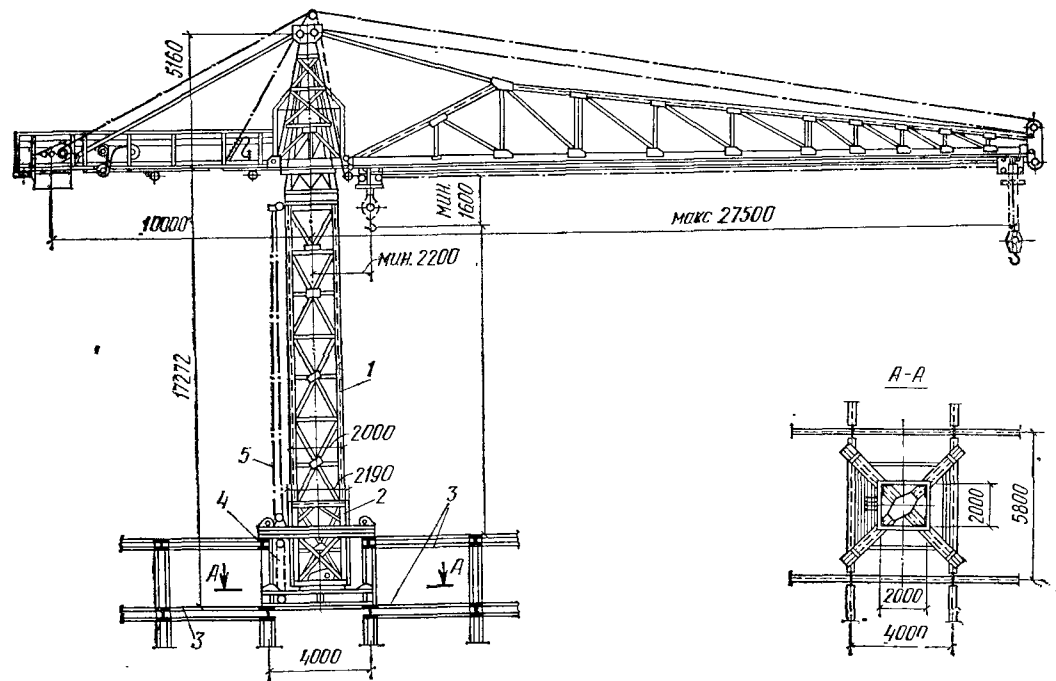


Рис. 149. Общий вид башенного крана УБК-5-50

1 — ствол крана; 2 — обойма; 3 — ригель; 4 — подъемный полиспаст крана; 5 — подъемный полиспаст обоймы

Для монтажа таких каркасов за рубежом используют также и стреловые вантовые краны, подъем которых производится без вспомогательного оборудования поочередным перемещением по высоте сначала мачты крана стрелы и установки ее на следующей отметке, а затем подъемом стрелой мачты. Однако такое перемещение требует большой затраты времени и небезопасно при выполнении, так как все элементы крана больших размеров и массы удерживают в вертикальном положении вантами, закрепляя их за монтируемые конструкции и перенося по высоте. Наличие вант, имеющих небольшое заложение, затрудняет работу крана. Поворот стрелы вантового крана при применении его для монтажа каркаса высотного здания производят вручную при минимальном вылете стрелы, что вызывает дополнительные ручные операции в процессе монтажа.

Применение вантового крана требует строгого соблюдения порядка монтажа элементов каркаса.

Применение башенных самоподъемных кранов имеет следующие преимущества:

- механизация всех операций и возможность совмещения некоторых из них;

- отсутствие вант, загромождающих рабочую площадку, и крепление стрелы выше монтируемых конструкций, позволяющие выполнять монтаж в любом порядке;

- удобство обслуживания (крановщик видит всю рабочую зону крана);

- простота механизированного подъема крана на следующую стоянку.

Самоподъемный башенный кран представляет собой полноповоротный башенный кран со стрелой балочного типа с передвижной грузовой тележкой, или с подъемной стрелой обычного типа.

Верхняя часть крана такая же, как у кранов с поворотным оголовком.

Отличие заключается в том, что по башне крана перемещается решетчатая обойма, предназначенная для его подъема. Подъем крана производят полиспастом, соединяющим низ крана с низом обоймы. Поднимают обойму полиспастом.

Основанием крана служит смонтированная часть каркаса, на ригеле которого опирают опорные балки крана. Во время работы кран опирают на ригели или стены зда-

ния внутри одной из ячеек каркаса. При подъеме крана на ригели опирают балки обоймы крана.

Для монтажа каркасов высотных зданий применяют краны двух типов, отличающихся конструкцией крепления крана к каркасу.

Краны типа УБК, применявшиеся в Москве для монтажа высотных зданий с несущим металлическим каркасом (1949—1953 гг.), закреплялись на каркасе опорными балками в одном уровне. Момент от груза передавался на каркас вертикальными реакциями опорных балок. В кранах типа СБК момент от веса груза передается в двух уровнях каркаса горизонтальными реакциями на жесткие диски перекрытий. Общий вид крана СБК-10 показан на рис. 150.

Для подъема крана применяют один или два полиспаста.

Один полиспаст расположен по центру тяжести крана, два расположены симметрично. Лебедка подъемного полиспаста установлена на опорных балках крана внутри башни.

В кранах типа СБК и кране УПК-15-49 лебедки установлены на верхней площадке обоймы. Сбегающие нитки полиспастов и подъема крана через отводные блоки, смонтированные под поворотным кругом, направляются по центру башни на лебедку.

Перемещение крана по высоте производят в следующем порядке:

- опорные балки обоймы крепят на верхних ригелях смонтированного каркаса (или на верхнем уровне стен);

- натягивают полиспаст подъема крана;

- снимают хомуты крепления балок крана к ригелям каркаса;

- кран приподнимают, консоли опорных балок или опорную балку откидывают или поворачивают;

- затем подъемным полиспастом кран поднимают несколько выше уровня следующей стоянки, т. е. на 2 этажа, после чего консоли ставят в исходное положение и крепят болтами к опорным балкам крана или поворачивают опорную балку;

- кран опускают на ригели и его консоли крепят хомутами. В кране СКБ-10 закрепляют горизонтальные опоры.

Подъем обоймы производят той же лебедкой, что и

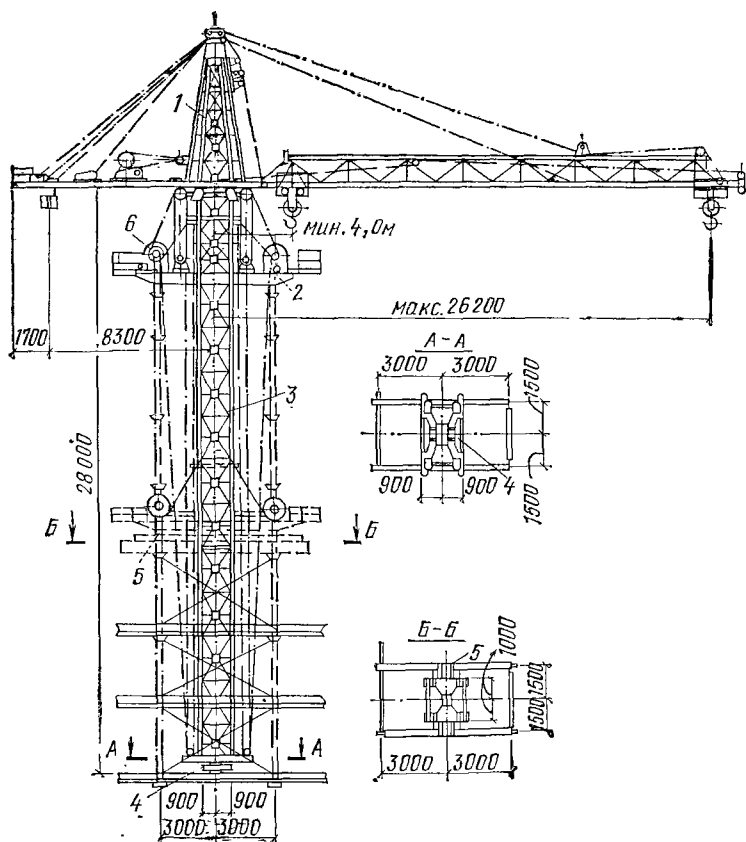


Рис. 150. Общий вид башенного крана СПК-10

1 — поворотная часть; 2 — обойма; 3 — ствол крана; 4 и 5 — нижняя и верхняя опоры крана; 6 — лебедка подъема крана

подъем крана. Канат для подъема крана должен быть предварительно снят с барабана лебедки. Подъем обоймы можно производить независимо от работы крана.

Крепление опорных балок в здании с железобетонным каркасом производят с помощью анкерных балок, перемещаемых по высоте вместе с краном и закрепляемых на один этаж ниже места опирания крана.

Для подъема крана первого типа по высоте внутри смонтированного каркаса концы опорных балок имеют возможность поворота в вертикальной или горизонтальной плоскости и могут быть выдвижными. Тем самым

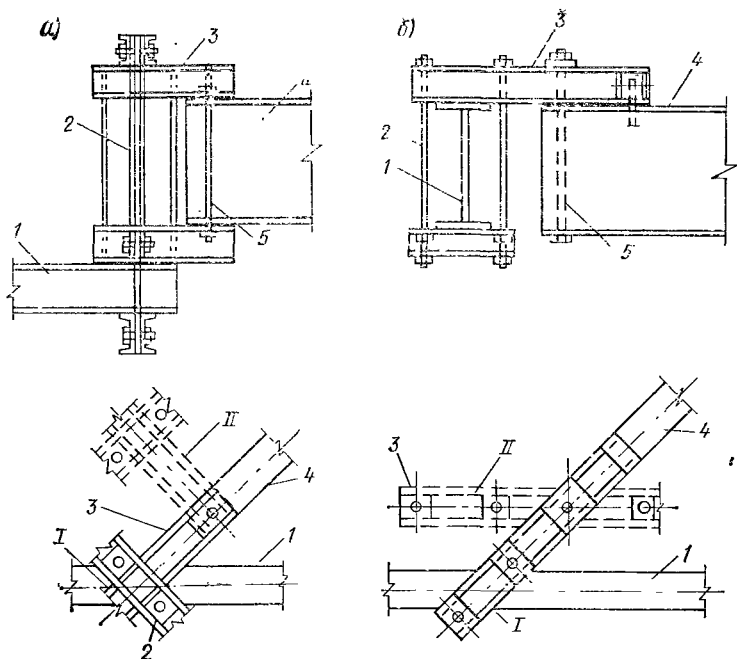


Рис. 151. Конструкции поворотных консолей (аутригеров)

а — поворотная консоль типа А; б — поворотная консоль типа Б; I — положение консоли при работе крана; II — положение консоли при перемещении крана; 1 — ригель каркаса здания; 2 — хомут; 3 — аутригер, 4 — опорная балка крана; 5 — стяжной болт

длина опорных балок сокращается. На рис. 151 приведена конструкция поворотных концов (аутригеров) опорных балок. К ригелям каркаса здания концы опорных балок крепят съемными хомутами с фаркопами. Хомут воспринимает отрицательную реакцию опорной балки от грузового момента при работе крана.

В кранах второго типа нижнюю опорную раму, имеющую прямоугольную форму, на время перемещения поворачивают на 90° .

Перемещение крана по высоте производят с помощью обоймы (рис. 152), которую можно перемещать по башне крана. Обойма опирается на ригели каркаса также опорными балками. Балки обоймы крана первого типа также имеют поворотные консоли для подъема обоймы внутри смонтированного каркаса. Если этих консолей нет, то подъем обоймы производят до начала монтажа

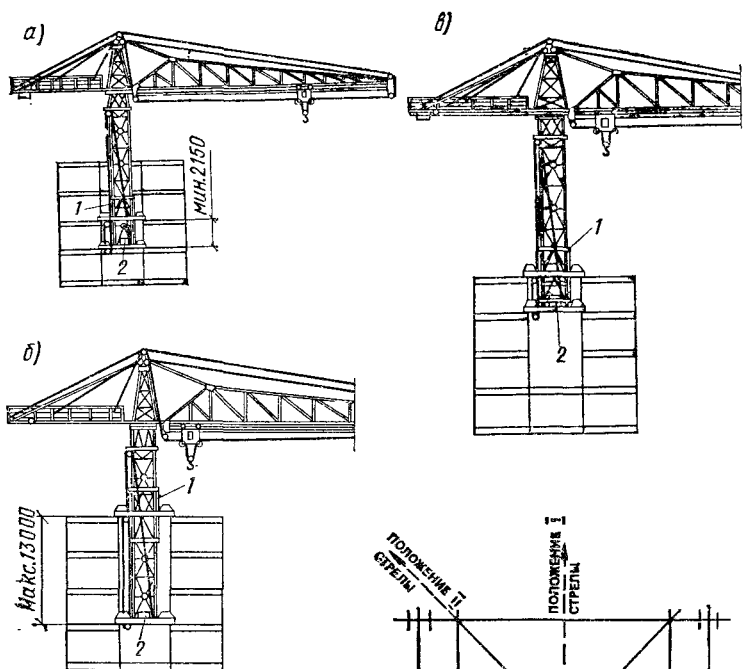
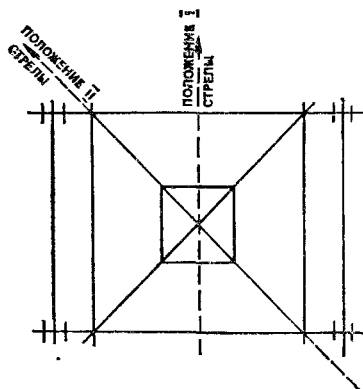


Рис. 152. Схемы перемещения крана

а — рабочее положение; б — подъем обоймы; в — подъем крана; 1 — обойма; 2 — подъемная лебедка

Рис. 153. Схема положения стрелы для определения опорных реакций



каркаса на данной стоянке и закрепляют на башне крана. Для удерживания башни крана в вертикальном положении при подъеме в верхней и нижней плоскостях обоймы в углах имеют направляющие бобышки. Конструкция стыков башни предусматривает возможность скольжения направляющих вдоль поясов башни. Для уменьшения влияния грузового момента при подъеме башни положением грузовой тележки и небольшим грузом уравнивают массу противовеса.

В зависимости от массы крана для его подъема применяют один или два подъемных полиспаста, которые связывают кран с обоймой. Кран КП-10, в обычном ис-

полнении используемый как приставной, может быть применен как самоподъемный. В этом случае его снабжают также обоймой и опорными балками. Обойма крана в кране КП-10 соединена винтовым электрическим подъемником с нижней частью башни.

Опорные балки крана могут быть выполнены аналогично крану типа УБК, т. е. с опиранием в одном уровне или крану типа СБК с опиранием в двух уровнях и передачей на каркас горизонтальных усилий.

Расчет опорных реакций от крана на ригели каркаса производят для двух положений стрелы: при стреле, направленной перпендикулярно ригелю каркаса и при стреле, расположенной в диагональной плоскости башни (рис. 153).

Реакции на опоры крана определяют:

от действия основных нагрузок: веса крана и груза и давления ветра при работающем кране;

от действия веса крана и ураганного ветра при неработающем кране и тележке, расположенной на конце стрелы.

Глава X. КОЗЛОВЫЕ И МОСТОВЫЕ КРАНЫ

43. Общие сведения

Козловые краны используют для промышленного и гражданского строительства. Широкое применение они получили для обслуживания складов и при изготовлении металлических и сборных железобетонных конструкций на полигоне. Используют козловые краны так же, как монтажные для монтажа оборудования, укрупнительной сборки и монтажа конструкций промышленных зданий и бункерных эстакад.

Основные преимущества козлового крана — простота конструкций и эксплуатация. Стоимость машино-смены работы козлового крана ниже, чем у других кранов такой же грузоподъемности.

Нагрузки на рельсовые пути, по которым передвигается кран также ниже, чем для других кранов.

Козловой кран состоит из ригеля, по которому передвигается грузовая тележка. Ригель крана опирается на две опоры (ноги), каждая из которых внизу имеет две тележки, передвигающиеся по рельсовому пути (рис. 154).

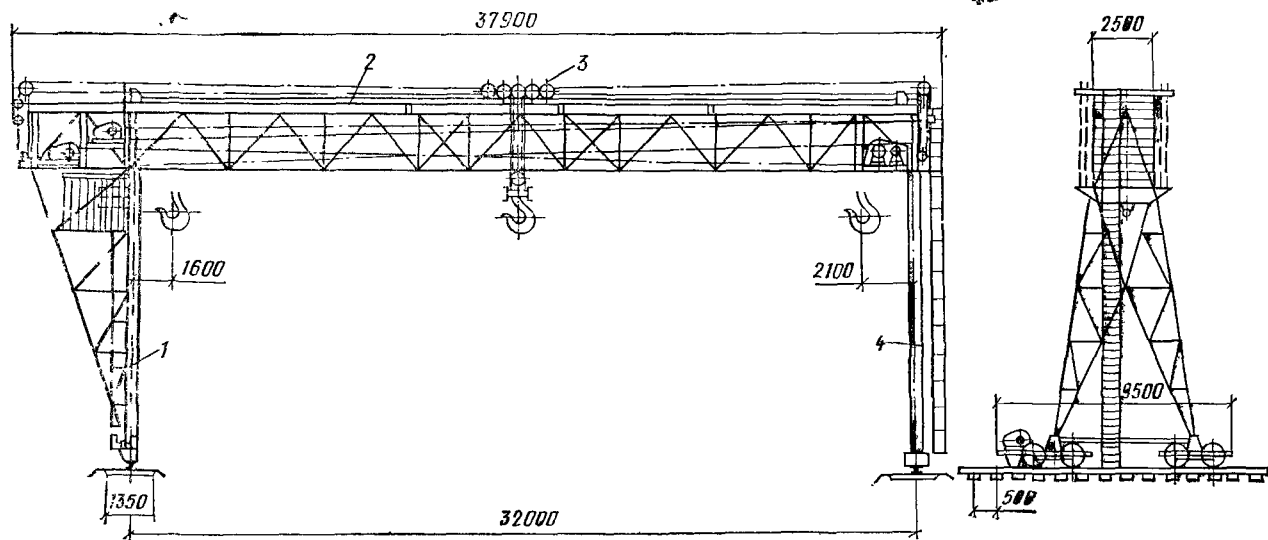


Рис. 154. Общий вид козлового крана К-305

1 — жесткая опора; 2 — ригель; 3 — грузовая тележка; 4 — гибкая опора

К недостаткам козловых кранов относится ограниченность зоны обслуживания и небольшая высота подъема. Кран передвигается только по прямолинейным путям, обслуживая площадь внутри путей и, при наличии консолей, когда грузовая тележка может выходить за пределы опор, небольшие площади снаружи. Возможна конструкция крана для обслуживания площади круглой в плане. В этом случае в центре окружности ригель крана опирается тележкой с небольшой базой на кольцевые пути, расположенные на верху опорной стационарной башни, а вторая нога перемещается по кольцевым путям. Все части монтируемого сооружения должны вписываться в габарит, ограниченный опорами и отметкой подъема грузового блока.

Применение козловых кранов рационально при монтаже зданий прямоугольных в плане, большой протяженности, со значительной массой элементов и небольшой высотой подъема, насыщенных технологическим оборудованием или имеющих большое подземное хозяйство, при монтаже специальных конструкций, эстакад и т. п. В зависимости от назначения козловые краны имеют конструктивные особенности.

Рельсовые пути для передвижения козловых кранов укладывают на полушпалах по гравийному или щебеночному балласту в соответствии с инструкцией по устройству путей строительных кранов.

44. Козловые краны складские

Для обслуживания складов на монтажных площадках применяют краны двух типов: бесконсольные типа К-305Н и двухконсольные КК-32.

Кран К-305Н (см. рис. 156) грузоподъемностью 30 т пролетом 32 м имеет решетчатый ригель, опирающийся на две опоры, одна из которых жесткая, а вторая гибкая (шарнирная). Гибкая опора соединена с ригелем шарниром.

Ригель состоит из двух ферм, соединенных связями по верхнему и нижнему поясу. По верхним поясам двутаврового сечения уложены рельсовые пути, по которым перемещается грузовая тележка. Перемещение тележки вдоль ригеля осуществляется канатной тягой в пределах между опорами.

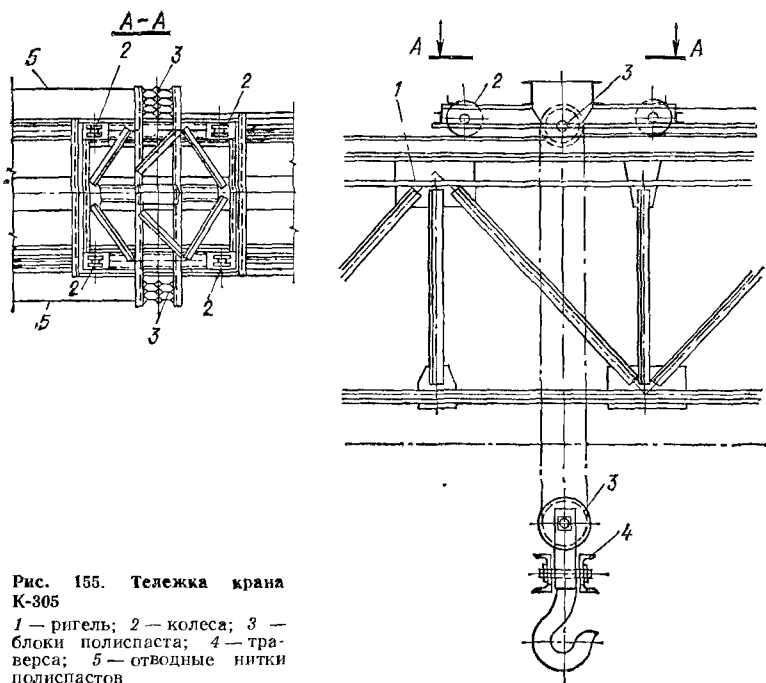


Рис. 155. Тележка крана К-305

1 — ригель; 2 — колеса; 3 — блоки полиспаста; 4 — траверса; 5 — отводные нитки полиспастов

Тележка состоит из рамы на колесах, на двух сторонах которой закреплены блоки грузовых полиспастов.

В крайних панелях ригеля над жесткой опорой расположены лебедки подъема груза и для передвижения грузовой тележки. Кабина управления и электроаппаратура расположены в верхней секции жесткой опоры.

Для обеспечения безопасной работы крана в электроцепь, идущую на лебедку, включены концевые выключатели, ограничивающие передвижение грузовой тележки в крайнем положении. Такой же концевой выключатель ограничивает (выключает ток) ход крана при подходе к концу пути.

Груз поднимается двумя полиспастами, подвешенными на тележке (рис. 155) и с двух сторон охватывающими ригель крана. Под ригелем полиспасты соединены траверсой, включающей нижние блоки грузовых полиспастов, посередине закреплен крюк.

Безопасность подъема груза обеспечивается ограничителем высоты подъема. При предельном положении

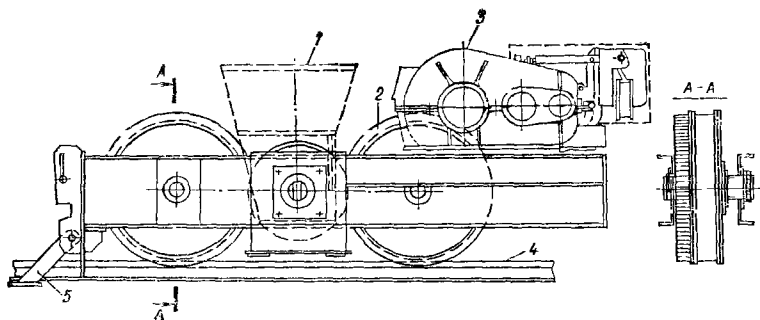


Рис. 156. Приводная тележка

1 — опора; 2 — колесо; 3 — редуктор;
4 — рельсовый путь; 5 — рельсовый захват

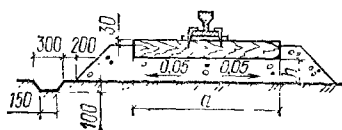


Рис. 157. Рельсовый путь

блока он поворачивает рычаг ограничителя и включает ток.

Ходовые нитки грузовых полиспастов от блоков на тележке через отводные блоки на торцах ригеля идут на электрическую лебедку.

Опоры крана представляют собой трапециевидную раму, уширенную внизу и опирающуюся на две тележки, одна из которых приводная (рис. 156).

Управляют краном контроллером из кабины. Электроэнергия к лебедкам подводится гибким кабелем в резиновом шланге. Гибкий кабель от щита машинного помещения идет к распределительному пункту. Для предохранения кабеля при передвижении крана на последнем устанавливают кабельный барабан, который наматывает кабель со скоростью, равной скорости передвижения крана. Краны типа К-305Н не имеют такого барабана. При их эксплуатации для кабеля вдоль путей устраивают деревянный лоток, в который укладывают кабель при передвижении крана.

Возможно питание крана электроэнергией через троллеи. В этом случае вдоль путей на столбах через изоляторы прокладывают жесткие троллеи (обычно уголки), а на кране на консоли, скользящей над уголком, устанавливают токосъемник.

Кран передвигается по рельсовым путям, уложенным

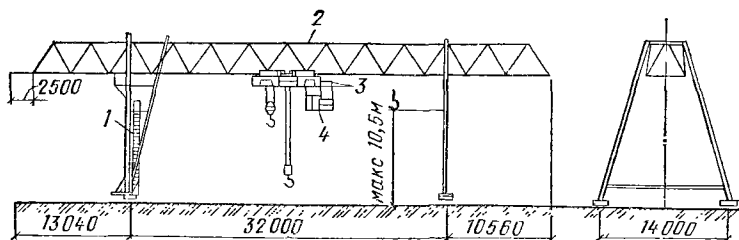


Рис. 158. Общий вид крана КК-32

1 — опора крана; 2 — ригель; 3 — грузовая тележка; 4 — кабина управления

на полушпалах с шагом 0,5 м на песчаном или щебеночном основании (рис. 157).

Для удержания крана на месте при сильном ветре на тележках крана устанавливают винтовые противоугонные захваты, которыми кран закрепляют к рельсам.

Кран К-305 является одной из модификаций серии козловых кранов, отличающихся величиной пролета и грузоподъемностью. Ригель крана состоит из нескольких секций, соединенных болтами повышенной точности, и может быть увеличен или уменьшен путем добавления или изъятия типовых секций длиной 6 или 12 м. Минимальный пролет крана 20 м при грузоподъемности 50 т. Кран пролетом 26 м имеет грузоподъемность 40 т, пролетом 38 м — 25 т и пролетом 44 м (К-182) — 18 т. При изменении запасовки кран К-182 может иметь грузоподъемность 25 т. При уменьшении пролета и увеличении грузоподъемности крана необходимо установить в ригеле над гибкой ногой дополнительно электролебедку $Q = 50$ кН.

Такие краны используют для обслуживания складов и открытых площадок по изготовлению и укрупнению конструкций и оборудования.

Козловый кран КК-32 (рис. 158) — крюковой кран общего назначения, используется главным образом для погрузочно-разгрузочных и складских работ. Грузоподъемность крана 32 т, кроме того, кран имеет вспомогательный крюк на 8 т, установленный на основной грузовой тележке.

Ригель крана трехгранного сечения опирается на две опоры, одна из которых жесткая, а другая гибкая, и имеет две консоли по 8 м. Пролет крана 32 м. Грузовая тележка передвигается по нижним поясам ригеля и мо-

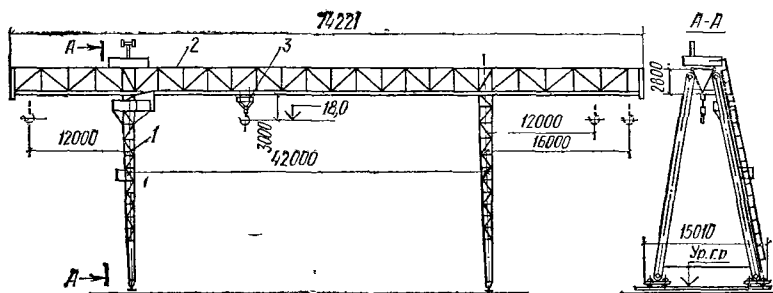


Рис. 159. Общий вид крана КСК-30-42В

1 — опора крана; 2 — ригель; 3 — грузовая тележка

жет выходить на консоли. Электрелебедки, обслуживающие подъем груза и перемещения тележки, расположены на грузовой тележке.

Кабина машиниста смонтирована также на грузовой тележке. Механизмы крана оборудованы приборами безопасности: ограничителями грузоподъемности, высоты подъема и конечными выключателями.

Козловый кран КСК-30-42В (рис. 159) предназначен также в основном для складских работ, но может быть использован как монтажный. Кран имеет основной пролет и две консоли, левую с вылетом 12 м и правую с вылетом 16 м. Кран может быть изготовлен в 12 исполнениях путем вставки или исключения вставок в ригель и ноги и сборки с одной или двумя консолями. Пролет ригеля может быть 24, 36 и 42 м. Высота подъема крюка 14 и 18 м.

Грузоподъемность крана в пролете и на консолях с вылетом 12 м — 30 т. На правой консоли с вылетом от 12 до 16 м грузоподъемность 20 т. Ригель крана решетчатой конструкции имеет треугольное сечение, подвешен в верхних узлах к ногам крана. Нижний пояс ригеля является подкрановым путем, по которому перемещается грузовая тележка крана.

Лебедки подъема груза и перемещения тележки размещены на верхней плоскости ригеля над левой ногой крана. Кабина управления краном расположена на площадке, закрепленной наверху этой же ноги под ригелем. Механизмы передвижения крана расположены на приводных тележках. Грузовой полиспаст крана имеет четыре скорости подъема от 1,45 до 7,1 м/мин. Скорость передвижения тележки — 29 м/мин, крана — 37 м/мин.

Кран оборудован приборами безопасности и может быть снабжен полуавтоматическими противоугонными захватами. Для обеспечения устойчивости опоры крана загружают балластом в 1,5 т. Общая масса балласта 6 т.

45. Козловые краны монтажные

Козловые краны с высотой подъема 24—36 м применяют для монтажа в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно передвижение крана внутри пролета, например при монтаже конструкций электролизного цеха алюминиевого завода, сахарных заводов, прокатных цехов или конструкций эстакад.

Наиболее распространен кран К-184 (рис. 160) грузоподъемностью 18 или 25 т с пролетом 44 м и высотой подъема 24 м.

Кран К-184 является модификацией крана К-305Н и отличается от него конструкцией опор и усиленной конструкцией секций ригеля над жесткой опорой. По сравнению с краном К-305 опоры крана К-184 имеют более жесткую конструкцию и состоят из отдельных объемных секций, связанных наверху в раму. При удалении типовых секций из опор кран может быть собран с меньшей высотой подъема.

Козловые краны могут поднимать грузы с массой, превышающей грузоподъемность крана в 2 раза, при установке на ригеле несамостоятельной тележки со смонтированной на ней электролебедкой и полиспастом. Груз в этом случае поднимают двумя тележками — основной и вспомогательной. Основная и вспомогательная тележки располагаются на небольшом расстоянии от опор. Грузоподъемность тележек определяют из условия равенства момента в ригеле от двух тележек с грузом (с учетом массы тележек), расположенных на небольшом расстоянии от опор, моменту от номинального груза при тележке, расположенной в середине пролета.

Для монтажа легких конструкций, расположенных выше максимальной высоты подъема основного крюка, тележку крана оборудуют дополнительным подъемом-шевром с лебедкой, установленной на выносной консоли на тележке (рис. 161). Применяют козловые краны типа КП и КУ подобной конструкции, с увеличенной грузоподъемностью, пролетом и высотой подъема груза за

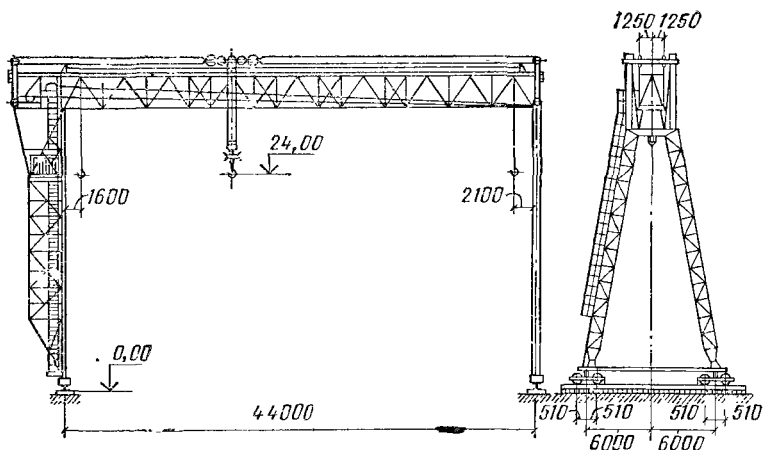


Рис. 160. Общий вид крана К-184

счет усиления ригеля предварительно напряженным шпренгелем (рис. 162). Растянутые элементы шпренгеля натягивают противовесами, расположенными в опорах крана. Натяжение производят двумя полиспастами, к сбегующим ниткам которых подвешены противовесы.

Козловый кран КП-15-62 пролетом 62 м имеет грузоподъемность 15 т и высоту подъема 19,5 м, а кран **КП-40-44** пролетом 44 м имеет грузоподъемность 40 т.

Козловые краны КМК-200 грузоподъемностью 200 т пролетом 24 или 27 м предназначены для монтажа цементных печей.

Кран **КМК-200** бесконсольный с двухбалочным ригелем, по верху которого перемещаются две спаренные грузовые тележки. Каждая тележка имеет два полиспаста грузоподъемностью по 50 т и полиспаст вспомогательного подъема грузоподъемностью 8 т.

Монтаж козловых кранов осуществляют разными способами.

Краны типа **К-305** и **К-184** монтируют гусеничными кранами. Сначала монтируют и расчаливают опоры крана, затем на земле собирают ригель, устанавливают грузовую тележку, запасовывают грузовой полиспаст и канаты передвижения тележки. Поднимают ригель одним или двумя гусеничными кранами в зависимости от наличия кранов или мачтой.

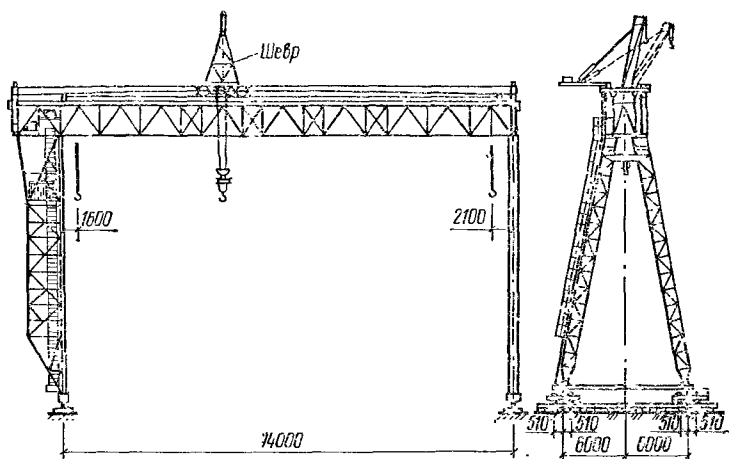


Рис. 161. Общий вид крана с шевром на грузовой тележке

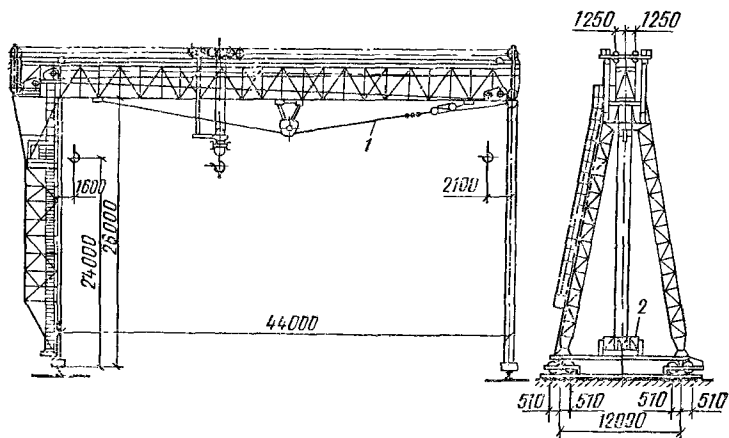
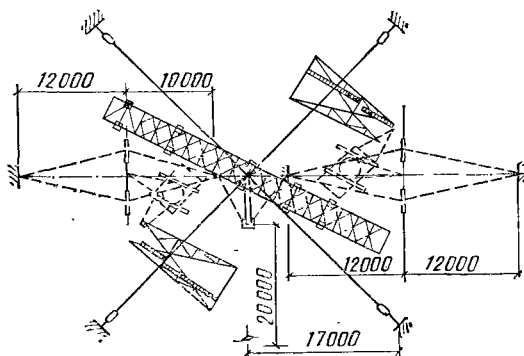
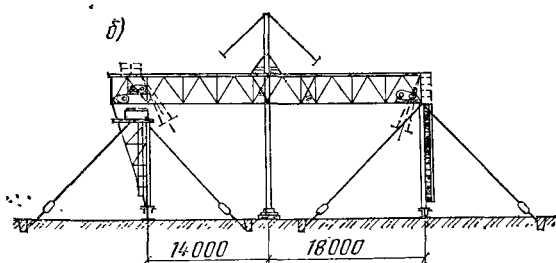
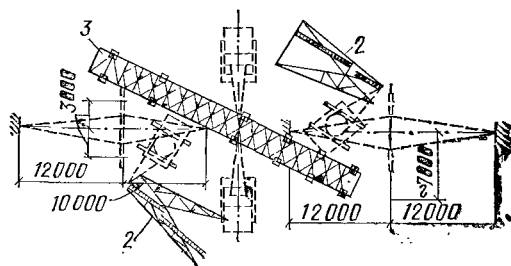
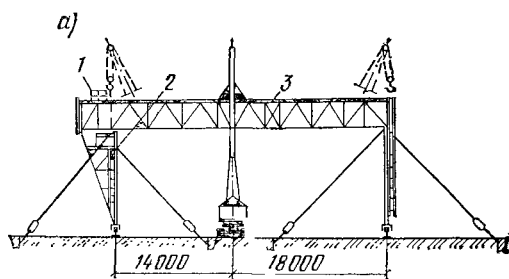


Рис. 162. Общий вид крана с шпренгелем

1 — шпренгель; 2 — противовес

Ригель ставят на опоры или опоры передвигают под поднятый ригель. После подгонки узлов жесткую опору крепят болтами, а гибкую шарнирами.

Краны КК-32 и КСК-30-42В монтируют стягиванием опор. Предварительно по оси будущего положения козлового крана на подставках собирают ригель крана, устанавливают на нем тележку и кабину.



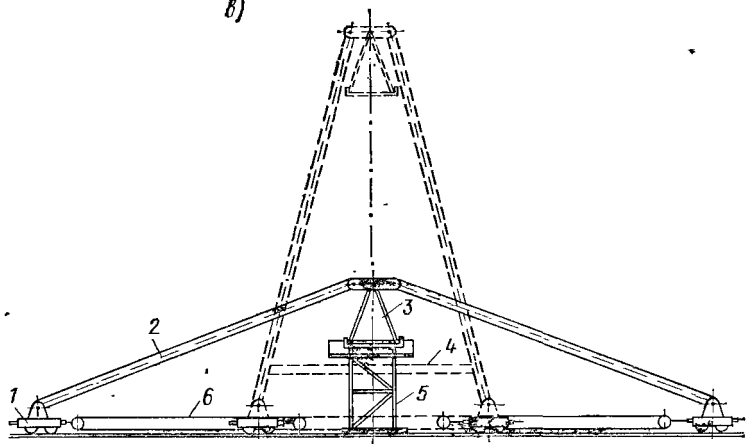


Рис. 163. Монтаж козловых кранов

а — монтаж крана К-305 краном; *б* — монтаж крана К-305 мачтой; *в* — монтаж крана КК-32 стягиванием ног; 1 — тележка; 2 — опора (нога) крана; 3 — мост крана; 4 — распорка опор; 5 — подставка; 6 — полиспаст

По обеим сторонам от ригеля по осям подкрановых путей выкладывают опоры крана, одним концом опирая на ходовую тележку, стоящую на рельсе, и другим, шарнирно закрепляя к ригелю. Низ ног соединяют полиспастом, присоединенным к лебедке. При сокращении длины полиспаста тележки, перемещаясь по рельсам, сближаются и ригель поднимается. После подъема ригеля до проектной отметки, опоры соединяют жесткой распоркой, а полиспаст демонтируют (рис. 163).

Ригель крана рассчитывают на нагрузку от собственного веса с коэффициентом перегрузки, равным 1,1, веса тележки с грузом, с коэффициентом динамичности приложения нагрузки, равным 1,2, и сил инерции, возникающих при торможении крана.

Усилие в элементах определяют в соответствии с правилами статике сооружений. Прочность элементов и их устойчивость проверяют по СНиП II-23-81.

Устойчивость крана рассчитывают из условия отсутствия опрокидывания относительно передних колес в уровне опирания на рельсы. Проверка производится для двух случаев: торможения крана с грузом при ветре рабочего состояния и при ветре нерабочего состояния (кран без груза).

Скорости передвижения и силы торможения монтажных козловых кранов очень невелики, а вес крана значителен, поэтому проверку грузовой устойчивости складских козловых кранов обычно не производят.

При проверке устойчивости крана в нерабочем состоянии опрокидывающими силами является ветровое давление на фасадную поверхность крана, которое определяется в соответствии с ГОСТ 1451—77.

Коэффициент устойчивости крана в нерабочем состоянии определяют по формуле

$$k \geq W_1 h_1 + W_2 h_2 + W_3 h_3 / (Q_k a),$$

где $k=1,15$; Q_k — вес крана, кН; W_1 — ветровое давление на ригель крана по ГОСТ 1451—77, $W_1 = p \Sigma A_i = q k c n \Sigma A$, МПа; q — динамическое давление для данного ветрового района, Па; k — коэффициент, учитывающий изменение давления по высоте, принимают по таблице; c — аэродинамический коэффициент, зависящий от профиля сечения и направления ветра, принимают по таблице ГОСТ 1451—77; n — коэффициент перегрузки, $n=1,1$; ΣA_i — сумма расчетных площадей, на которые действует ветер. При решетчатой конструкции крана действительную площадь поверхностей элементов A можно подсчитать по рабочим чертежам и указаниям ГОСТ или по формуле $\Sigma A = 0,35 A_{\text{ф}}$, где $A_{\text{ф}}$ — общая площадь всего фасада ригеля крана; при определении W_1 принимают $c=1,7$; W_2 — ветровое давление на жесткую ногу, МПа; W_3 — ветровое давление на гибкую ногу, МПа; h_1, h_2, h_3 — расстояния по вертикали от головки рельса до точки приложения ветрового давления, м; a — расстояние от оси центра тяжести крана до опирания переднего колеса на рельс по горизонтали.

46. Мостовые краны

Мостовым краном называется грузоподъемная машина, передвигающаяся по рельсовым путям, расположенным над землей на некоторой высоте, и имеющая возможность перемещения груза в трех взаимно перпендикулярных направлениях при перемещении крана. Применяется мостовой кран для внутрицеховых и внутрискладских транспортировок грузов на промышленных предприятиях.

Мостовые краны могут быть использованы при монтаже строительных и встроенных конструкций, производстве окрасочных работ.

Мостовой кран состоит из подвижного балочного или решетчатого моста, имеющего по концам поперечные балки, снабженные колесами. По мосту крана передвигается тележка, оборудованная механизмами для подъема груза и собственного перемещения. Мостовой кран коле-

Рис. 164. Общий вид мостового крана
1 — ходовая балка; 2 — мост; 3 — грузовая тележка

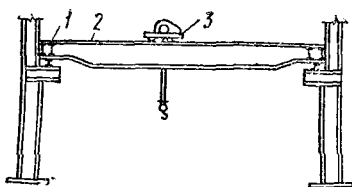
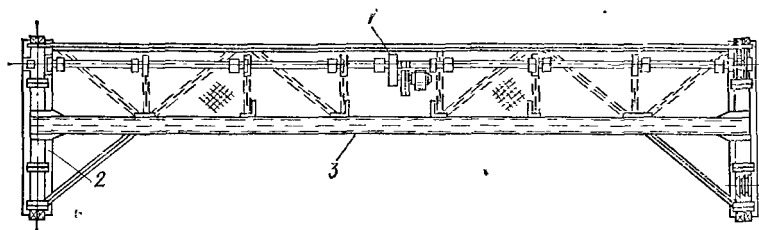


Рис. 165. Общий вид однобалочного моста в плане
1 — мост крана; 2 — ходовая балка; 3 — привод



сами поперечных балок перемещается по подкрановым путям, уложенным по подкрановым балкам, опирающимся на консоли колонн здания или эстакады. Механизм передвижения крана установлен на горизонтальной ферме крана (рис. 164).

Мостовой кран может переносить груз в любую точку обслуживаемой им площади, продольно передвигаясь по путям; поперечное перемещение, подъем и опускание груза выполняет тележка крана.

Управляют всеми операциями из кабины, подвешенной к мосту так, что крановщик может видеть всю обслуживаемую им площадь и работу крана, или с пола с помощью дистанционного управления.

Питание электроэнергией мостовых кранов осуществляют жесткими троллеями, излучищими вдоль цеха, и токоъемниками, закрепленными на мосту крана и скользящими по троллеям. Краны с ручным приводом применяют редко. По мосту электроэнергию также передают троллеями.

Грузовая тележка состоит из сварной рамы, на которой при ручном приводе подвешивают «кошку», а при электрическом — устанавливают механизм подъема и передвижения тележки. Механизм подъема включает подъемный полиспаст с канатным барабаном, приводимым во вращение электродвигателем через редуктор, и тормоз. На тележке установлен ограничитель высоты

подъема и концевой выключатель, автоматически выключающий ток при подходе к предельному положению.

Обычно применяют рычажные выключатели, размыкающие электроцепь рычагом, отклоняемым блоком, поднятым в крайнее верхнее положение. Механизм передвижения тележки через редуктор приводит во вращение ходовые колеса.

Тележка может иметь второй вспомогательный подъем меньшей грузоподъемности. В этом случае грузоподъемность крана имеет дробное обозначение, например 20/5, где 5 — грузоподъемность вспомогательного подъема в т.

Для передвижения крана на ходовых балках устанавливают колеса, из которых половину обычно делают приводными (ведущими). Приводные колеса соединены с зубчатыми венцами, работающими в паре с концевыми шестернями, которые получают вращение от электропривода.

Число ходовых колес, на которых перемещают кран, зависит от его грузоподъемности. Краны до 50 т имеют 4 ходовых колеса, грузоподъемностью до 100 т — 8 и при грузоподъемности 160 т — 16 колес.

Мостовые краны подразделяют на краны общего назначения и металлургические.

Краны общего назначения имеют грузоподъемность 5—50 т.

Мосты кранов в зависимости от грузоподъемности и пролета могут быть сплошными (балочными) или решетчатыми (состоящими из ферм). По своей конструкции они могут быть однобалочные и двухбалочные.

Однобалочные опорные мостовые краны (рис. 165) используют главным образом при небольших объемах работ и грузоподъемности 1—5 т.

Изготавливают такие краны в соответствии с ГОСТ 22045—82 двух типов:

для работы в помещениях — тип 1;

для работы на открытом воздухе — тип 2 в двух исполнениях: тип А имеет управление с пола и тип Б — управление из кабины.

Краны оснащены электрическими тальями со скоростью подъема 0,133 м/с и передвижения 0,33 и 0,53 м/с. Пролеты мостов от 4,5 до 28,5 м; высота подъема 5; 12 и 18 м для типа 1. Для типа 2 пролеты от 13,5 до 28,5 м при той же высоте подъема.

Однобалочный опорный мостовой кран состоит из моста обычно двутавровой балки, опирающейся концами на ходовые опорные балки с колесами. При больших пролетах балка поддерживается фермами. В горизонтальной плоскости устойчивость балки может быть обеспечена горизонтальными подкосами, поставленными к концам ходовых балок, или горизонтальной фермой. Механизм передвижения крана устанавливают на ходовой балке.

Однобалочные краны большой грузоподъемности имеют обычно мосты коробчатого сечения. Грузовая тележка такого крана перемещается по пути, уложенному на верхнем поясе балки. Грузовые тележки могут быть четырехопорными. В этом случае полиспаст охватывает мост крана и под мостом объединен траверсой с крюковой подвеской и двухопорными тележками.

Двухопорные тележки, консольно закрепленные на кране, имеют колеса, которые перемещаются по пути на верхнем поясе моста, и боковые (горизонтальные) или обратные катки для удержания тележки на мосту.

Сечение моста может быть прямоугольным, треугольным, трапециевидным и круглым. Для обслуживания крана вдоль моста устраивают горизонтальный трап.

Двухбалочные мостовые краны общего назначения применяют при больших пролетах и нагрузках. Краны грузоподъемностью 5—50 т по ГОСТ 25711—83 имеют пролеты 10,5—34,5 м и высоту подъема 12,5 м.

Краны грузоподъемностью до 500 т имеют пролеты 9,5—33,5 м при высоте подъема до 34 м. Их изготавливают в соответствии с ГОСТ 6711—81.

Двухбалочный мостовой кран (рис. 166) состоит из двух главных (продольных) балок коробчатого сечения и концевых поперечных балок.

Концы главных балок жестко заделаны в концевых балках, которые опираются на тележки передвижения моста. Число ходовых колес механизма передвижения крана зависит от его грузоподъемности. Краны грузоподъемностью до 50 т имеют два колеса на одной концевой балке. При четырех колесах они попарно соединяются балансиром для равномерного распределения нагрузки.

Различают мосты закрытого и открытого типа.

В мостах закрытого типа устойчивость главных балок обеспечена наличием горизонтальных ферм, с одной сто-

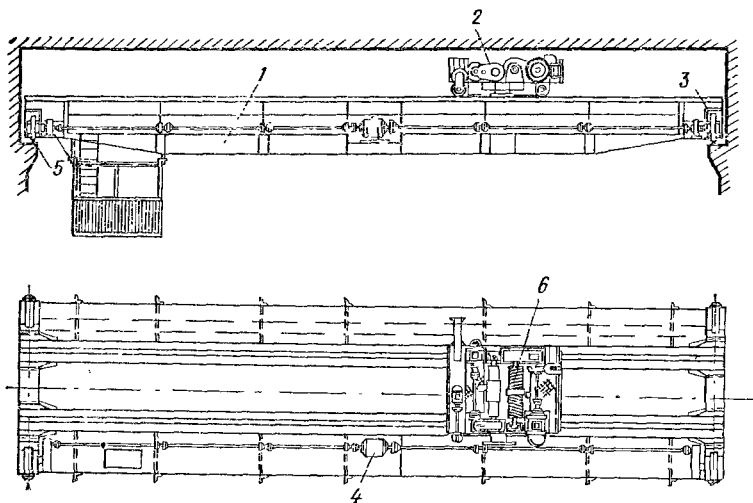


Рис. 166. Двухбалочный мостовой кран

1 — мост; 2 — тележка крана; 3 — ходовая балка; 4 — механизм передвижения; 5 — подкрановый рельс; 6 — механизм подъема

роны опирающихся на главные балки, а с другой — на легкие вспомогательные фермы, соединенные диафрагмами с главными балками.

В мостах открытого типа устойчивость балок обеспечена конструктивной формой главных балок. Балки в мостах открытого типа имеют коробчатое замкнутое сечение и состоят из двух вертикальных и двух горизонтальных листов. Устойчивость вертикальных стенок обеспечивается наличием внутренних диафрагм.

Подкрановые балки при малых пролетах и нагрузках — двутавровые прокатного профиля, а при больших нагрузках — сварные с усилением верхнего пояса в горизонтальной плоскости горизонтальными фермами. По верхнему поясу подкрановых балок укладывают рельсы. Рельсы применяют специального профиля — крановые (КР) или квадратные. Крепление рельсов показано на рис. 167. Подтягивая гайки болтов с той и другой стороны можно перемещать рельс в плане. Изменение отметки рельса на высоте достигают подкладкой различной толщины прокладок.

Монтаж мостовых кранов в здании осуществляют обычно после монтажа несущих конструкций каркаса в закрытом здании.

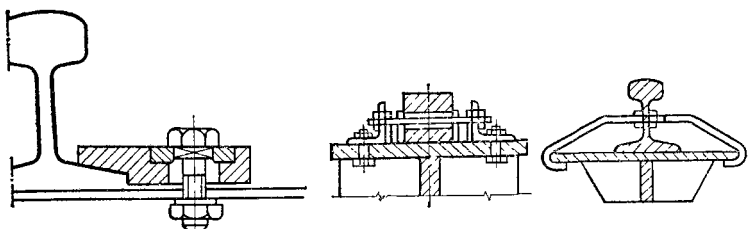


Рис. 167. Крепление рельса к подкрановым балкам

Монтаж мостовых кранов зависит от их массы и габаритов. Наиболее рациональным является подъем укрупненного моста монтажным краном при возведении каркаса. Но обычно мостовые краны монтируют в законченном здании. Монтаж можно выполнять мачтами. В этом случае кран поднимают вместе с тележкой, если есть возможность поднимают по частям стреловым монтажным краном. В большинстве случаев это сделать из-за недостаточной высоты цеха нельзя. Тогда используют монтажную балку, которую опирают по концам в узлах двух соседних ферм (фермы заранее предусматривают усиленными). В середине монтажной балки закрепляют монтажный полиспаст, которым поднимают поочередно мосты с концевыми балками. Лебедку для подъема мостов устанавливают на земле. Сбегающую нитку отводят вдоль фермы, и по колонне опускают вниз, где далее через отводной блок направляют на лебедку.

47. Кран-балка

При небольших пролетах и грузоподъемности применяют кран-балки (подвесные краны) электрические общего назначения, выпускаемые в соответствии с ГОСТ 7890—73 (с изм.).

Кран-балка состоит из однобалочного моста, закрепленного к ходовым балкам, перемещающимся по нижнему поясу подвесных подкрановых путей. Грузовой тележкой является электротельфер, перемещающийся по нижней полке моста (обычно двутавровой балке) (рис. 168).

Кран-балки могут быть однопролетные с пролетами

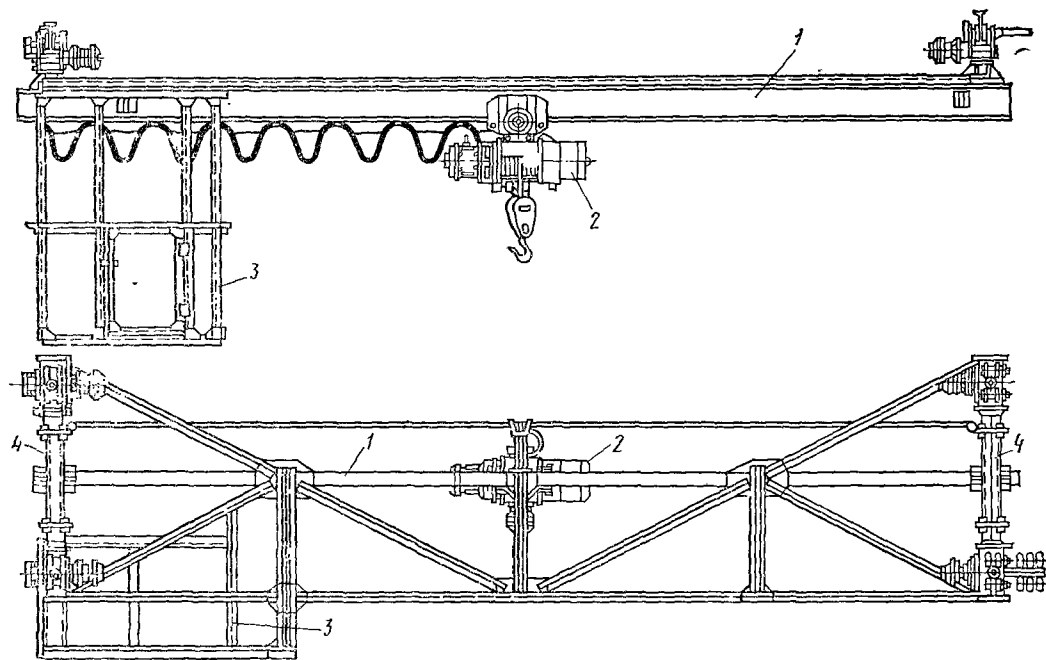


Рис. 168. Общий вид кран-балки

1 — мост кран-балки; 2 — тельфер; 3 — кабина; 4 — ходовая балка

от 3 до 15 м с консолями, грузоподъемностью 0,25—5 т, двухпролетные той же грузоподъемности и пролетов.

По кран-балке могут перемещаться два электротельфера.

Питание механизмов крана осуществляют электроэнергией от троллейных токопроводов.

Управляют механизмами кран-балки с помощью кнопочного пульта на конце кабеля, спущенного с крана или из кабины, подвешенной на кране. При управлении с пола должен быть обеспечен свободный проход.

Наличие консолей позволяет перемещать груз в смежные пролеты или на неподвижные монорельсовые пути путем перехода электротельфера. Стыкуются балки специальными замками.

Кран-балки могут быть выполнены также опорными. В этом случае ходовая тележка перемещается по верхнему поясу подкрановых путей.

Скорость подъема груза кран-балкой 8 м/мин; скорость передвижения тельфера 20 м/мин; кран-балки 32 м/мин.

При больших пролетах применяют фермы, либо усиливают балку шпренгелем. В случае применения фермы нижний пояс ее служит рельсом для тельфера.

Главную балку подбирают по прочности и устойчивости и возможности пропуска по ее полке тельфера. Рассчитывают кран-балку на изгиб как разрезную балку.

Расчетный пролет балки при проверке ее устойчивости принимают равным: при отсутствии горизонтальных подкосов расстоянию между опорными балками, при наличии подкосов — между точками крепления подкосов.

Если кран в уровне верхнего пояса моста имеет горизонтальную ферму, проверку общей устойчивости балки можно не производить.

Прогиб балки не должен превышать: для ручных кранов $1/400$ длины пролета; для электрических кран-балок $1/500$; для электрических кранов $1/700$.

При наличии на кране двух тележек стрелу прогиба определяют исходя из условия установки их в середине пролета.

Ходовые опорные балки рассчитывают на изгиб от веса крана и реакции от груза при его нахождении у опоры.

Глава XI. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

48. Общие сведения

Строительные конструкции на монтажную площадку поступают железнодорожным или автомобильным транспортом. Металлические конструкции с заводов-изготовителей отправляют обычно железнодорожным транспортом, а сборные железобетонные конструкции — чаще автотранспортом.

Для приема конструкции при большом объеме работ организуют прирельсовый склад, где конструкции разгружают, сортируют и затем по потребности подают к месту монтажа на приобъектный склад или непосредственно в зону монтажа. Эта подача при наличии рельсовых путей также осуществляется на железнодорожных платформах.

При возведении сооружений из сборных железобетонных элементов, а также при монтаже металлоконструкций на площадках, где нет железнодорожных путей, конструкции перевозят в зону монтажа автотранспортом или тракторами.

49. Рельсовый транспорт

Элементы строительных конструкций перевозят на четырехосных платформах грузоподъемностью 50—60 т, двухосных платформах грузоподъемностью 20 т, а также в полувагонах грузоподъемностью 60 т (рис. 169).

Внутри монтажных площадок передвижение платформ по железнодорожным путям осуществляют мотовозами. Наиболее распространены мотовозы марки МК²₁₅ мощностью 66 кВт с максимальной прицепной нагрузкой на горизонтальном пути 30 кН, скоростью до 65 км/ч (рис. 170), а также тепловозы марки ТГМ-1 и ТГМ-3 мощностью соответственно 216 и 406 кВт с максимальной прицепной нагрузкой 122 и 204 кН, скоростью 50—60 км/ч.

Для обеспечения устойчивости при перевозке конструкции на платформе должны быть закреплены. Крепление конструкций к платформе при перевозке по пу-

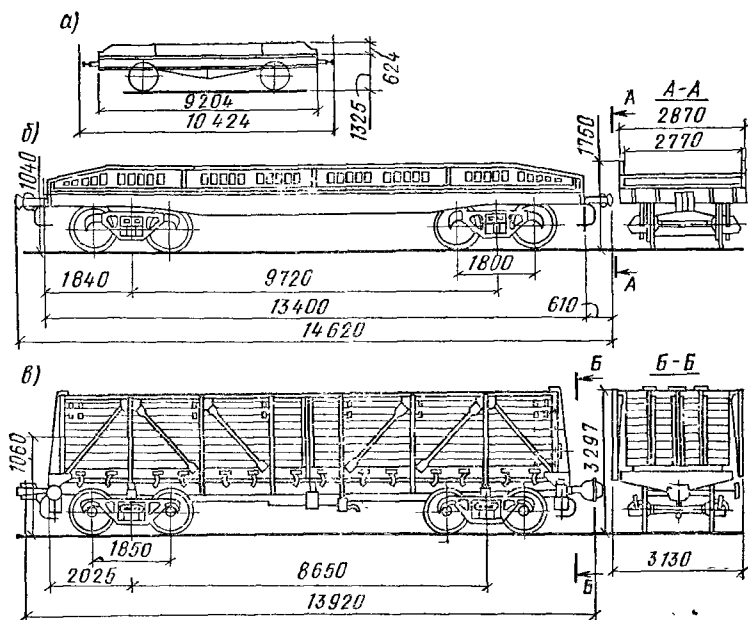


Рис. 169. Железнодорожные вагоны
 а — двухосная платформа; б — четырехосная платформа; в — полувагон

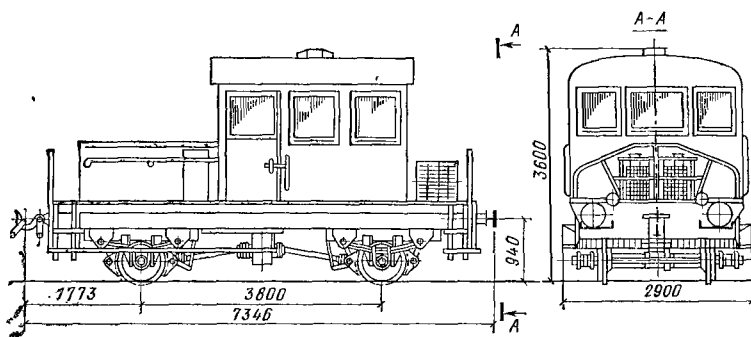


Рис. 170. Мотовоз МК $\frac{2}{15}$

тям МПС должно быть выполнено в соответствии с техническими условиями погрузки МПС. Элементы должны быть раскреплены стойками и увязаны проволочными стяжками диаметром 8 мм и металлическими хомутами

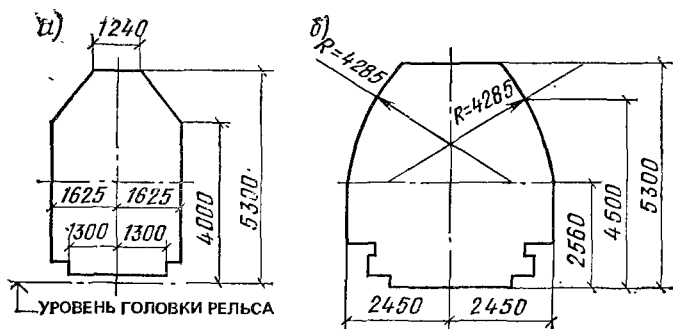


Рис. 171. Железнодорожный габарит

а — нормальный габарит вагона; б — габарит приближения строений

в соответствии с расчетом, учитывающим влияние сил инерции, ветра, ударов, а также устойчивость грузов при сцепке вагонов и при движении по стрелочным переводам и поворотом с одновременным торможением.

В поперечном сечении грузы на железнодорожной платформе должны вписываться в габарит очертания подвижного состава (рис. 171), что обеспечивает безопасность движения состава по железнодорожным путям.

Для грузов, поперечное сечение которых на железнодорожной платформе не вписывается в габарит, установлены три степени негабаритности, позволяющие грузить элементы, выходящие за нормальный габарит, главным образом по ширине. Провоз негабаритных грузов должен быть согласован с управлением дороги, если перевозка происходит внутри одной дороги, или со всеми дорогами следования груза.

Длина элементов при погрузке на двухосную платформу максимально 10 м, масса до 20 т, при четырехосной платформе — 13,5 м, масса 60 т, при отправке в полугагоне — 12 м, масса 60 т. Элементы большей длины и массы, не превышающей грузоподъемности одной платформы, отправляют на сцепе двух платформ, причем груз, как правило, опирается на одну платформу, а вторая платформа служит прикрытием для свеса груза. Наибольшая длина груза, погруженного на сцеп из двух четырехосных платформ, — 22 м при массе 60 т.

Погрузка длинномерных грузов на железнодорожный транспорт требует проверки возможности прохода груза по кривым, так как при этом продольная ось груза

отклоняется от оси пути и концы груза могут выйти из габарита при проходе по поворотам путей. Ширина погрузки при большой длине груза соответственно уменьшается.

Тяжелые элементы большой длины грузят на сцеп из двух платформ с передачей нагрузки на обе платформы. На каждую платформу груз передается только через одну подкладку по центру платформы, причем на одной из платформ должна быть обеспечена возможность поворота.

Суммарный центр тяжести погруженных на платформу грузов должен находиться вблизи середины платформы. Размер отклонений нормируется инструкцией МПС по погрузке.

Элементы укладывают на платформы на подкладках высотой 13 см. Если элементы уложены в несколько ярусов, то между ними укладывают прокладки толщиной 5 см.

50. Безрельсовый транспорт

Автомобильный транспорт наиболее экономичен при перевозках на расстояния до 500 км. Для перевозки конструкций используют грузовые автомашины и тягачи.

Элементы массой до 12 т перевозят на автомашинах, более 12 т — на тягачах с прицепами. Конструкции большей длины и массы перевозят на тяжеловозах — трейлерах на прицепе к тягачу.

Грузовые автомашины подразделяют на бортовые, самосвалы и тягачи, применяемые с прицепами.

Грузовые машины имеют значительные скорости, хорошую маневренность, небольшие радиусы поворота и могут быть использованы на дорогах, проходящих по пересеченной местности.

Для перевозки конструкций используют автомашины грузоподъемностью 2,5—12 т и тягачи, способные буксировать грузы массой 20—40 т (рис. 172).

Характеристики наиболее распространенных автомашин помещены в табл. 37, а седельных тягачей в табл. 38.

На монтажных площадках конструкции перевозят как на автомашинах и тягачах с прицепами, так и в некоторых случаях тракторами с прицепами или саними.

Применяют тракторы ДТ-75, ДТ-75В, Т-100 и С-100,

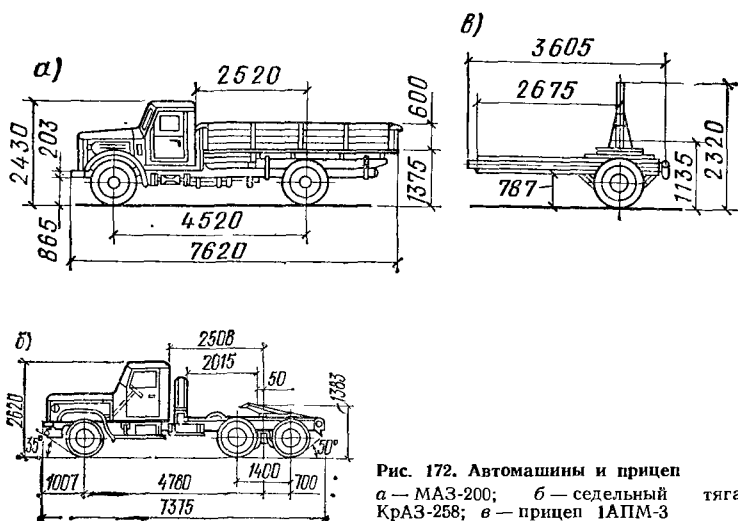


Рис. 172. Автомашины и прицеп
 а — МАЗ-200; б — седельный тягач
 КрА3-258; в — прицеп 1АПМ-3

а также трубоукладчики ТЛ-15-30 на базе трактора С-100 и Т1-530В на тракторе Т-100М.

Перевозка элементов конструкций на автомашинах с прицепами позволяет наиболее полно использовать тяговое усилие машин. Нагрузка на прицеп увеличивает сцепной вес и, следовательно, тяговое усилие.

Для перевозки длинномерных элементов обычно применяют одноосные прицепы с поворотным турникетом или двухосные.

Поворотный турникет на прицепе обеспечивает возможность поворота сцепа на кривых. Прицеп обычно жестко связан с машиной. В отдельных случаях не делают жесткой связи машины с прицепом, а жестко соединяют машину и прицеп с перевозимыми конструкциями, которые в этом случае являются связью между тележками.

Некоторые данные о прицепах помещены в табл. 39.

Крупногабаритные грузы массой более 12 т перевозят на тяжеловозах (трейлерах) (рис. 173), низких большегрузных платформах, перевозимых седельными тягачами. Для погрузки на трейлер грузов у них имеется откидной пандус (наклонный въезд) для заезда и съезда перевозимого самоходного оборудования (тракторов, кранов, экскаваторов).

37. ГРУЗОВЫЕ АВТОМАШИНЫ

Показатель	ГАЗ-53	ЗИЛ-133ГЯ	Урал 375Н (377)	КамАЗ-5320	МАЗ-5335 (53352)	КрАЗ-257Б1
Полезная нагрузка, кН	40	100	70 (75)	80	80	120
База, мм	3700	4610(1400)	3525(1400)	3190(1320)	3950	5050(1400)
Колея, мм	1690	1850	2020	2026	1865	1920
Наибольшая скорость, км/ч	86	80	75	80	85	68
Габарит платформы, мм:						
длина	3740	6100	4500	5200	4965 (6260)	5770
ширина	2170	2328	2326	2320	2360	2500
высота	680	575	715	500	685	824
Полная масса буксируемого прицепа, т	3,5	11,5	7 (10); 5 (10)	11,5	12 (20)	16,6

38. СЕДЕЛЬНЫЕ ТЯГАЧИ

Показатель	ЗИЛ-131В	ЗИЛ-130В-76	МАЗ-509А	КрАЗ-255В	КамАЗ-5410	Урал 375СК1	МАЗ-5429
Нагрузка на седельно-сцепное устройство, кН	35; 50	64	55	80	81	55	77,5
Нагрузка на заднюю тележку, кН	68,7	80	95	133,5	109	91,5	100
База, мм	3350(1250)	3350	3950	4600(1400)	2840(1320)	3525(1400)	3400
Колея, мм	1820	1800	1950	2160	2026	2000	1970
Прицеп	—	ОдАЗ-885	ГКБ-9383-011	МАЗ-938	ОдАЗ-9370	—	МАЗ-5245
Скорость передвижения, км/ч	80	80	60	82	80	65	85
Габарит, м	6,62×2,42× ×2,48	5,28×2,36× ×2,4	6,77×2,6×3	7,68×2,75× ×2,93	6,18×2,5× ×2,83	6,99×2,5× ×2,72	5,62×2,5× ×2,64
Полная масса, т	14,1	18,49	30	28,8	26,13	19,75	24,4
Полная масса буксируемого прицепа, т	7,5	14,4	17	18	19,1	12	17,75

39. ПРИЦЕПЫ

Показатель	Двухосные бортовые		Одноосные		Тяжеловозы	
	МАЗ-8926	СЗАП-8352	ТМЗ-802	ГКБ-9383-0,10, ГКБ-9383-011	4МЗАП-5524АП	4МЗМЗ-520 8
База, мм	3700	4340	1200	13500	1300	—
Основная тяговая машина	МАЗ-500А; 5335; КрАЗ-225Б	КамАЗ-53212	ЗИЛ-131	КрАЗ-255Л МАЗ-509А	К АЗ-255Б	Колесный тягач 878
Масса снаряженного прицепа, т	4	10	80	15	23,8	40
Габарит, мм	7710×2500× ×2790	8290×2500× ×1875 _{из}	4230× ×2330×2785	11400× ×2612×2900	12000× ×3150×1820	9330× ×3200×1600

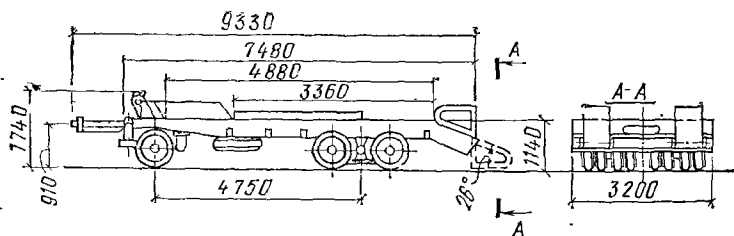


Рис. 173. Тяжеловоз (трейлер) ЧАЗАП-5208

Многие железобетонные элементы требуют определенных условий при перевозке: стеновые панели перевозят вертикально, плиты перекрытия горизонтально, при перевозке армированных преднапряженных элементов необходимо обеспечить определенные условия опирания. Необходимое положение перевозимых элементов обеспечивается специальной обстройкой платформ, к которой элементы крепят (рис. 174).

Для перевозки железобетонных стеновых панелей используют панелевозы, обеспечивающие перевозку двух панелей в наклонном положении под углом $8-10^\circ$ к вертикали, с прикреплением к машине. Это обеспечивает прочность панелей при перевозке и исключает возможность опрокидывания.

Перевозка ферм производится на фермовозах также в наклонном положении.

Основными частями автомашины являются шасси и кузов. Шасси состоит из ходовой части, на которой смонтирован двигатель, силовая передача и устройства для управления, включающие рулевую систему и тормоза.

От двигателя крутящий момент через фрикционное сцепление передается коробке передач. Включение различных передач (шестерен), которое производят нажатием на педаль, позволяет менять скорость и направление движения машины и останавливать ее, не отключая двигателя. От коробки передач крутящий момент передается карданным валом к заднему мосту и задним (ведущим) колесам машины. Задний мост состоит из конической передачи и дифференциала, наличие которого позволяет сообщать разные скорости ведущим колесам на поворотах. Рулевое управление машины связано с передними колесами.

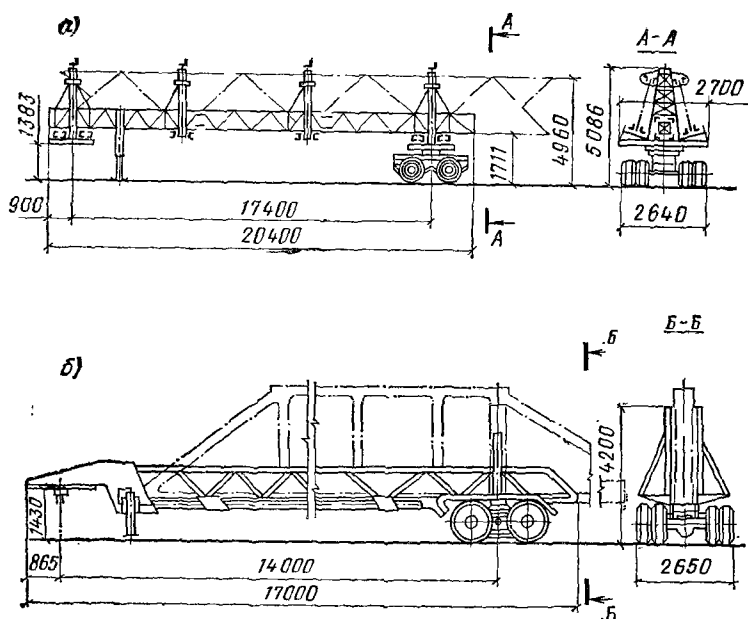


Рис. 174. Универсальный полуприцеп
 а — фермовоз тип I; б — фермовоз тип II

Остановка автомобиля производится педалями или рычагом, которые управляют тормозами, вмонтированными в тормозные барабаны колес.

Основными частями гусеничного трактора являются ходовая часть с рамой, на которой смонтированы двигатель, силовая передача и механизм управления.

Крутящий момент от двигателя после конической передачи в тракторе передается через бортовые многодисковые фрикционы и бортовые передачи на ведущие звездочки каждой гусеницы. Изменение направления движения трактора осуществляют путем включения или затормаживания одной из гусениц.

Для автомашин и тягачей покрытие дорог должно обеспечивать нормальную эксплуатацию транспорта в любое время года. Требования эксплуатации тракторов к проходимости ниже, чем для автомашин.

Перевозимые конструкции должны быть закреплены на транспортном средстве так, чтобы при движении не происходило сползания и опрокидывания груза. Опира-

ние конструкций на транспортные средства должно быть выполнено с соблюдением требований эксплуатации машин и прицепов.

При погрузке в несколько ярусов между элементами на всю ширину укладывают прочные деревянные прокладки. Они должны быть уложены в местах, оговоренных в проекте элемента, и строго по одной вертикали во всех ярусах.

Высота погрузки в населенных пунктах не должна быть выше 3,8 м от уровня дороги, а на строительных площадках должна обеспечивать проезд под электролиниями, коммуникациями, мостами и эстакадами. Должна быть обеспечена возможность вписывания при поворотах в узких улицах.

Глава XII. ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

51. Общие сведения

Общие правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов установлены Государственным Комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзором).

Эти правила распространяются на все типы кранов, подъемные механизмы, съемные грузозахватные органы кранов и приспособления, навешиваемые на крюк крана для перемещения грузов. Сюда относятся лебедки, тельферы, рельсовые тележки для подъема груза.

Правила не распространяются на грузоподъемные машины, установленные на плавучих средствах, экскаваторы с землеройным оборудованием, на грузоподъемные машины специального назначения, монтажные полиспасты и устройства, на которые они -подвешены (мачты, шевры, балки и т. д.) и на грузоподъемные машины военного ведомства.

Съемными грузозахватными приспособлениями считают: стропы, канаты с крюками, кольца, петли, траверсы для подъема груза и другие приспособления для захвата и удержания груза,

Все краны, подъемные механизмы и вспомогательные при них приспособления должны быть изготовлены в соответствии с правилами Госгортехнадзора и снабжены паспортами или сертификатом.

Все краны, подъемные механизмы и вспомогательные при них приспособления допускают к эксплуатации после регистрации, технического освидетельствования и испытания в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

Освидетельствование и испытание в зависимости от типа крана производит инспекция Госгортехнадзора (ГГТН) или техническая администрация предприятия, эксплуатирующая кран.

Подъемные механизмы и вспомогательные при них приспособления, которые выпускают заводы и перевозят в собранном виде,— ручные и электрические тельферы, блоки, лебедки, домкраты, цепи, канаты и захваты для грузов, за исключением грейферов,— должны быть испытаны заводом-изготовителем и снабжены соответствующими удостоверениями о результатах освидетельствования.

Стреловые передвижные краны всех типов должны проходить полное освидетельствование и приемочные испытания на заводе-изготовителе в соответствии с правилами ГГТН с занесением результатов испытания в паспорт выпускаемого крана. По прибытии на место эксплуатации эти краны и вспомогательные грузозахватные приспособления должны пройти техническое освидетельствование (без испытания грузом) администрацией и должны быть зарегистрированы в органах ГГТН.

Эксплуатация монтажных механизмов производится непосредственно монтажным управлением или специализированными управлениями механизации, имеющими ремонтные службы и квалифицированные кадры.

Управление механизации представляет монтажные механизмы монтажным управлениям вместе с обслуживающим персоналом.

52. Регистрация кранов

Регистрации в органах технадзора до пуска в работу не подлежат следующие грузоподъемные машины.

1. Все типы кранов с ручным приводом, а также краны с ручным механизмом передвижения и пневматическим цилиндром в качестве механизма подъема;

2. Мостовые, передвижные и консольные краны грузоподъемностью до 10 т, управляемые с пола;

3. Стреловые и башенные краны грузоподъемностью до 1 т;

4. Стреловые краны с постоянным вылетом или без механизма поворота или передвижения;

5. Переставные краны для монтажа мачт, башен, труб, установленные на монтируемом сооружении.

Регистрация грузоподъемных механизмов в органах ГГТН производится на основе письменного заявления владельца с приложением паспорта машины.

В заявлении указывается лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию механизмов на предприятии, прошедшее проверку знаний.

Каждая машина, выпускаемая заводом, должна быть принята органом технического контроля завода-изготовителя и иметь:

паспорт (стандартной формы) с полной технической характеристикой машины, общим видом и сведениями о материале и качестве изготовления;

документацию, предусмотренную ГОСТом;

инструкцию по монтажу и эксплуатации.

При регистрации машины, не имеющей заводского паспорта, необходима следующая документация:

1. Паспорт, составленный владельцем машины;

2. Заключение на основании расчета о прочности машины;

3. Лабораторные данные о качестве материалов;

4. Расчет крюка и данные химического анализа металла;

5. Акт проверки качества металлоконструкций и сварных соединений;

6. Заключение специализированной организации о соответствии грузоподъемной машины установленной грузоподъемности.

Разрешение на пуск и работу кранов, регистрируемых органами ГГТН, выдает инспектор ГГТН на основании результатов технического освидетельствования машины, выполненного администрацией, и контрольной проверки состояния грузоподъемной машины, произведенной инспектором. Одновременно он проверяет организацию надзора и обслуживания машин.

Разрешение на пуск механизмов и приспособлений, не подлежащих регистрации в органах ГГТН, выдает

лицо, осуществляющее надзор за механизмами на предприятии, на основании технической документации и результатов технического освидетельствования и испытания.

Для кранов, передвигающихся по рельсовым путям, к паспорту крана должен быть приложен чертеж установки крана и чертеж крановых путей, способных выдержать нагрузку от данного крана.

53. Техническое освидетельствование и испытание

Техническое освидетельствование всех вспомогательных приспособлений для всех без исключения кранов и подъемных механизмов, а также кранов, не подлежащих осмотру инспекцией Госгортехнадзора, должно производиться технической администрацией предприятия, эксплуатирующего вспомогательные приспособления и подъемные машины.

Техническое освидетельствование имеет целью установить, что:

1. кран или подъемный механизм выполнен и оборудован в соответствии с правилами Госгортехнадзора и вспомогательные при нем приспособления соответствуют своему назначению и представленной для регистрации документации;

2. кран или подъемный механизм находится в исправном состоянии;

3. наблюдение и уход за краном или подъемным механизмом, а также его обслуживание осуществляется лицами, прошедшими специальное обучение и выдержавшими испытание.

При каждом полном техническом освидетельствовании должно быть проверено состояние:

- металлических конструкций и их сварных и болтовых соединений;

- крюка и деталей его крепления в обойме или траверсе;

- канатов и их креплений;

- осей, деталей, их креплений, а также элементов подвижки стрелы;

- заземления у электрических кранов, с определением сопротивления растеканию тока;

- подкранового пути и соответствие его действующим правилам;

соответствие массы противовесов и балласта, указанного в паспорте.

Периодические технические освидетельствования кранов должны производиться не реже, чем через 12 мес, полные — раз в три года.

Редко используемые механизмы проходят полное техническое освидетельствование не реже, чем через пять лет.

Внеочередное техническое освидетельствование производят в следующих случаях:

после переноса грузоподъемной машины на новое место работы;

после реконструкции или капитального ремонта;

после частичной замены основных конструкций;

после смены механизма подъема, крюка или несущих канатов.

При полном техническом освидетельствовании производят осмотр, статическое и динамическое испытание машины, при частичном — только осмотр сборочных единиц и их соединений.

При осмотре должны быть проверены в работе все механизмы и электрооборудование, особенно тормоза, аппаратура управления, приборы безопасности и сигнализации, состояние металлоконструкций машины и ее сварных и болтовых соединений, состояние крюка и деталей его крепления, состояние канатов, блоков, осей и деталей крепления полиспастов, состояние заземления и подкранового пути.

Статическое испытание грузоподъемных машин при первичном испытании или после реконструкции или капитального ремонта производят подъемом груза, на 25 % превышающего номинальную грузоподъемность машины (подъем на 200 мм).

При периодических испытаниях — нагрузкой, превышающей грузоподъемность на 10 %. При этом производят осмотр крана (подъемного механизма). При переменной грузоподъемности испытание производят в положении, соответствующем наибольшей грузоподъемности. Груз при испытании остается в подвешенном состоянии в течение 10 мин.

Упругая деформация под действием предельной рабочей нагрузки не должна превосходить допускаемую нормами; остаточная деформация не допускается.

Динамическое испытание заключается в повторных подъемах и опусканиях наибольшего рабочего груза или груза, превышающего его массу на 10 %. При этом производят также испытание всех движущихся механизмов, автоматических ограничителей и конечных выключателей.

Ограничитель подъема должен испытываться при подъеме номинального груза и груза на 10 % больше номинального в следующем порядке: подъем и опускание груза, подъем и опускание стрелы с грузом, поворот стрелы с грузом на 360°.

Если машина допускает совмещение операций, то производят испытание ее при совмещенных операциях с проверкой правильности работы отдельных узлов. Результаты технического освидетельствования записывают в паспорт грузоподъемной машины.

Испытание винтовых и реечных домкратов нагрузкой необязательно. Техническое освидетельствование их производят путем осмотра. Домкрат с износом резьбы винта или гайки, превышающим 20 %, к использованию не допускается. Статическое испытание пневматических и гидравлических домкратов производят нагрузкой, превышающей их номинальную грузоподъемность на 10 %, с выдержкой в крайнем верхнем положении в течение 10 мин.

54. Правила обслуживания и ремонта

Для обеспечения исправного содержания и безопасных условий работы грузоподъемных машин и съемных приспособлений руководство организации, эксплуатирующей кран, обязано:

назначить ответственных лиц за безопасную эксплуатацию;

устанавливать порядок осмотров и ремонтов, а также организовать ремонтную службу, обеспечивающую исправное состояние машин и приспособлений;

организовать обучение и проверку знаний Правил как обслуживающего персонала, так и инженерно-технических работников;

выпускать необходимые производственные инструкции и снабжать обслуживающий персонал руководящими указаниями и правилами.

Для каждого крана или подъемного механизма должна быть инструкция по его эксплуатации.

Назначение ответственных лиц производится после проверки знаний Правил комиссией под председательством инспектора Госгортехнадзора. Периодическая проверка производится каждые 3 года.

Приказом незначаются:

лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию машин и приспособлений и проведение технического освидетельствования на строительной площадке, а также проверяющее соблюдение правил и выдающее разрешение на эксплуатацию машин, не регистрируемых в Госгортехнадзоре;

лицо, ответственное за исправное состояние грузоподъемных машин — инженерно-технический работник, которому подчинен обслуживающий краны персонал. Фамилия и должность, а также номер приказа о его назначении вписывают в паспорт машины. Это лицо обеспечивает проведение осмотров, ремонтов и испытаний в установленное время и качественно, а также контролирует соблюдение крановщиками производственных инструкций;

на каждой строительной площадке в каждой смене назначается инженерно-технический работник, ответственный за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами. В отдельных случаях это может быть поручено бригадиру. Это лицо обязано следить за соответствием перемещаемых грузов грузоподъемности крана при требуемых вылетах, правильностью строповки и сигнализации, а также не допускать к обслуживанию кранов неаттестованных работников.

Для работы на кранах назначаются крановщики, прошедшие курс обучения и аттестацию в соответствии с Правилами.

Кроме того, назначаются слесари и электромонтеры, также прошедшие курс обучения.

Для строповки грузов назначаются стропальщики.

При отсутствии достаточного обозрения из кабины должен быть назначен сигнальщик.

Назначение крановщиков, стропальщиков и сигнальщиков проводится приказом из числа лиц не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение и аттестованных.

Повторная проверка знаний производится не реже 1 раза в год и при переходе на другое предприятие или по требованию лица, ответственного по надзору.

Крановщикам в удостоверении указывается тип крана, на который они допущены к работе.

Надежность работы строительных механизмов и монтажных кранов обеспечивается системой планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта. Эта система представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых в плановом порядке и обеспечивающих работоспособность и исправность машин при соблюдении режима эксплуатации, и включает ежесменное (ЕО), периодическое, сезонное (СО) и техническое обслуживание (ТО), а также текущий (Т) и капитальные ремонты (К).

В процессе эксплуатации машин выполняют:

ежесменное техническое обслуживание (ЕО) перед началом, в течение или после смены машинистом;

плановое техническое обслуживание (ТО) выполняют в плановом порядке через определенные, установленные заводом-изготовителем периоды по строго утвержденному графику;

сезонное обслуживание (СО) выполняют 2 раза в год для подготовки машин к следующему сезону.

Если объем работ для данной машины при проведении ТО отличается по объему и составу работ, то в графике проведения обслуживания указывают его номер, например ТО-1, ТО-2.

Техническое обслуживание имеет целью обеспечить дальнейшую работоспособность механизма, предупредить возможность выхода из строя отдельных сборочных единиц.

Плановый текущий ремонт должен гарантировать работоспособность механизма до очередного планового ремонта, путем замены отдельных сборочных единиц и деталей. Выполняют его на строительной площадке с привлечением специализированных ремонтных рабочих.

Капитальный ремонт кранов, как правило, состоит в замене дефектных сборочных единиц и деталей машин и ремонте несменяемых металлоконструкций.

Периодичность проведения обслуживания и ремонтов устанавливается графиком, записанным в журнале и составленным на основании «Рекомендаций по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» ЦНИИОМТП и ВНИИстройдормаша и ГОСТ 25646—83 «Эксплуатация строительных машин».

Для стреловых гусеничных кранов грузоподъемностью 40 т периодичность выполнения технического обслуживания и ремонтов следующая: ТО-1—60 ч работы, ТО-2—240 ч, СО — 2 раза в год, Т — 960 ч и К — через 6720 ч.

Техническое обслуживание и ремонт механизмов выполняют в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации данной машины.

Механизмы, не прошедшие технического обслуживания и текущего ремонта, к работе не допускают.

55. Правила техники безопасности при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования

Основные правила техники безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных машин изложены в Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденных Госгортехнадзором СССР, и в главе СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве».

Ответственность за состояние охраны труда и соблюдение правил техники безопасности несут технические руководители работ.

Лицо, ответственное за содержание строительных кранов в рабочем состоянии, обязано следить, чтобы к работе не допускались краны, не прошедшие техосмотр. Дату следующего испытания указывают рядом с маркой и регистрационным номером крана.

К управлению подъемно-транспортным оборудованием допускают рабочих не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение и имеющих удостоверение на право управления данным оборудованием. Все вновь поступившие рабочие допускаются к работе только после инструктажа по технике безопасности, такой же инструктаж проводят на рабочем месте.

Все работы по перемещению грузов должны выполняться в соответствии с ППР или технологической запиской.

Место производства работ машины должно обеспечивать удобство и безопасность работы крана и должно быть хорошо освещено.

Работа вблизи или под электролиниями высокого напряжения может выполняться только по наряду-допуску,

подписанному лицом, уполномоченным руководством организации, производящей работу.

На месте производства работ запрещается нахождение лиц, не имеющих отношения к данной работе.

Грузозахватные приспособления должны применяться строго по назначению и в соответствии с массой грузов.

Подъем грузов, превышающих грузоподъемность крана по графику, не допускается.

При подъеме груза он должен быть предварительно поднят на 200—300 мм для проверки строповки и надежности тормозов.

При перемещении груза по горизонтали он должен быть поднят на 0,5 м выше встречающихся препятствий.

Подъем груза двумя или несколькими кранами может выполняться только по специально разработанному проекту и под надзором лица, ответственного за безопасную работу кранов.

Погрузка и разгрузка транспортных средств должны выполняться без нарушения их равновесия.

Нельзя опускать груз на автомашину или поднимать при нахождении в ней людей.

Подъем и перемещение грузов краном с находящимися на них людьми запрещается.

Не допускается подъем грузов, засыпанных землей, другими грузами или примерзших к земле; подтягивание груза по земле при наклонном положении грузовых полиспастов; стоять под поднятым грузом.

При работе с электроинструментами и переносными лампами напряжение должно быть не более 36 В, а в закрытых металлических сосудах и во влажных условиях — 12 В.

Глава XIII. ВЫБОР ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

56. Общие сведения

Повышение эффективности строительного производства зависит от правильного использования на стройках машин и механизмов, снижения количества ручного труда, сокращения потерь рабочего времени. Лучшей организации строительства и труда рабочих способствует

экономически обоснованный выбор строительных машин и оборудования.

Выбор строительных машин и оборудования для производства строительно-монтажных работ осуществляется на стадии проектирования и уточняется в процессе подготовки производства на объекте с учетом местных условий. Перечень основных машин и оборудования, требуемых для монтажа стальных и сборных железобетонных конструкций, приводится в проектах организации строительства, проектах производства работ (ППР), а также в технологических картах. В ППР перечень машин и оборудования дается более детальный с указанием производственных операций, которые должны выполняться с помощью определенных машин и оборудования.

В процессе производства монтажных работ с учетом практики передовых рабочих бригад, опыта и предложений новаторов разрабатываются и внедряются предложения по усовершенствованию имеющихся машин, оборудования и приспособлений.

От правильного выбора строительных машин, монтажного оборудования и приспособлений зависят дальнейшее повышение производительности труда рабочих, ускорение сроков и улучшение качества строительства, снижение стоимости работ и улучшение экономических показателей строительно-монтажных организаций.

Основным при выборе монтажных средств является требование наиболее эффективного осуществления строительства при обеспечении безопасности выполнения строительно-монтажных работ, экономически оправданного использования парка машин и оборудования, предоставленных в распоряжение строителей и монтажников.

На выбор грузоподъемных машин и оборудования существенное влияние оказывают:

- характер строящегося объекта;
- масса монтируемых конструкций;
- расположение их в плане и по высоте здания или сооружения;
- сроки строительства;
- методы организации труда;
- техничко-экономическая характеристика машин;
- расчет экономической эффективности применения отдельных машин и всего комплекса машин, используемых на данном объекте.

57. Выбор крана

Грузоподъемность основных монтажных механизмов — ведущих кранов — должна обеспечивать установку всех элементов здания или сооружения.

Параметры крана — длина стрелы, высота подъема крюка — должны назначаться такими, чтобы краном можно было установить все элементы здания.

Чтобы обеспечить комплексную механизацию работ по монтажу металлических и железобетонных конструкций одноэтажных производственных зданий тяжелого типа (конверторные, электросталеплавильные, другие цехи с пролетом 36—48 м, с мостовыми кранами грузоподъемностью до 500 т, высотой до 40 м), большепролетных (пролетом до 60 м, высотой до 35 м), большевысотных (пролетом до 36 м, высотой до 50 м) и тому подобных зданий, необходимо применять башенные, рельсовые или гусеничные краны типа МКГ, СКР и СКГ нужной грузоподъемности, обеспечивающие установку в проектное положение несущих конструкций каркаса здания (колонн, подстропильных и стропильных ферм, подкрановых балок), а также использовать в комплексе к ведущему крану ряд легких мобильных гусеничных и пневмоколесных кранов, освобождающих ведущий кран от подъема большого числа легких элементов (фахверков, кровельных плит и стеновых панелей, рабочих площадок и др.).

Каркасы одноэтажных производственных одно- и многопролетных зданий пролетом до 48 м, высотой до 40 м, без кранов и с мостовыми и подвесными кранами грузоподъемностью до 200 т монтируют гусеничными кранами типа СКГ грузоподъемностью 25—63 т, зданий с пролетом 60—96 м монтируют гусеничными кранами грузоподъемностью 100 т, либо рельсовыми кранами типа СКР грузоподъемностью 60—100 т.

Для монтажа конструкций одноэтажных зданий легкого типа (пролетом до 24 м, высотой до 15 м, мостовые краны до 15 т) и среднего типа пролетом до 30 м, высотой до 20 м мостовые краны до 100 т применяют гусеничные и пневмоколесные краны.

При монтаже конструкций сравнительно низких одно- и двухпролетных цехов общей шириной до 50 м применяют козловые краны.

Каркасы многоэтажных производственных зданий

высотой 40—70 м, каркасы зданий этажерочного типа высотой 50—100 м и гражданских зданий высотой 25—120 м монтируют гусеничными, башенными и приставными кранами соответствующей грузоподъемности.

Для монтажа высотных специальных сооружений (радио- и телевизионных мачт и башен, опор линий электропередач и вытяжных труб) используют гусеничные и самоподъемные краны.

Конструкции каркасов ТЭЦ, ГРЭС, АЭС монтируют башенными и рельсовыми кранами грузоподъемностью 50—150 т, с вылетом крюка 36—50 м и высотой подъема крюка 88—116 м (краны типа БК-1000, БК-1425, СКР-2200, СКР-2600, СКР-3500).

В качестве примера современного использования кранов рассмотрим расстановку монтажных механизмов на строительстве кислородно-конверторного цеха с тремя конверторами по 350—400 т.

В поперечном разрезе главный корпус этого цеха имеет семь пролетов (2×30 м, 24, 18, 2×12 и 6 м) высотой до 82,5 м. Масса отдельных элементов стальных конструкций до 70 т. Главный корпус монтировался по схеме, представленной на рис. 175.

В качестве основных механизмов приняты башенный кран БК-1000, рельсовый кран СКР-1500, гусеничные краны СКГ-63 и СКГ-100. С помощью башенного и рельсового кранов монтировали конструкции высоких пролетов Г—Д—Е—Ж с наиболее тяжелыми конструкциями. Колонны, подкрановые балки, конструкции покрытия пролетов А—Б—В и частично конструкции пролета В—Г монтировали гусеничными кранами.

Такая насыщенность кранами главных объектов на строительстве комплекса сооружений является характерной.

Институтом Промстальконструкция для монтажа конструкций и технологического оборудования главного корпуса сахарного завода, с размерами в плане 36×144 м и сеткой колонн 6×6 м, выбран козловый кран грузоподъемностью 25 т (рис. 176). Для монтажа технологического оборудования массой до 5 т применены строительные краны грузоподъемностью 5 т на любом вылете.

В целях снижения затрат на установку отдельных элементов конструкций, сварку (установку болтов) их в неудобном проектном положении на высоте, для луч-

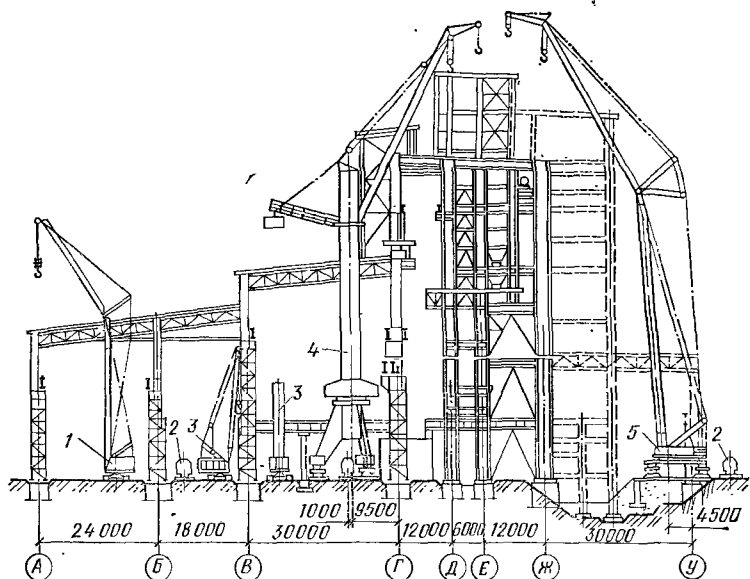


Рис. 175. Схема расположения кранов при монтаже кислородно-конверторного цеха

1 — кран СКГ-63; 2 — железнодорожный путь; 3 — кран СКН-100; 4 — кран БК-1000; 5 — кран СКР-1500

шего использования основных монтажных кранов по грузоподъемности и удешевления стоимости монтажа производится укрупнение отдельных элементов конструкций. Отправочные заводские марки укрупняются в целые конструкции и пространственные монтажные блоки. негабаритные элементы конструкций, а также элементы небольшой массы, но состоящие из большого числа элементов, укрупняются у места подъема, на складе или на специальном конвейере с помощью козлового, гусеничного или иного крана и затем устанавливаются на место основным монтажным краном. К таким конструкциям относятся: блоки покрытия — фермы со связями и фонарями, бункера, секции воздухонагревателей, кожухи доменных печей и т. д.

В последние годы получает все большее распространение конвейерный метод монтажа стальных конструкций покрытия производственных зданий. Отдельные элементы конструкций покрытия: фермы, связи, прогоны и др., доставленные с завода-изготовителя, подаются

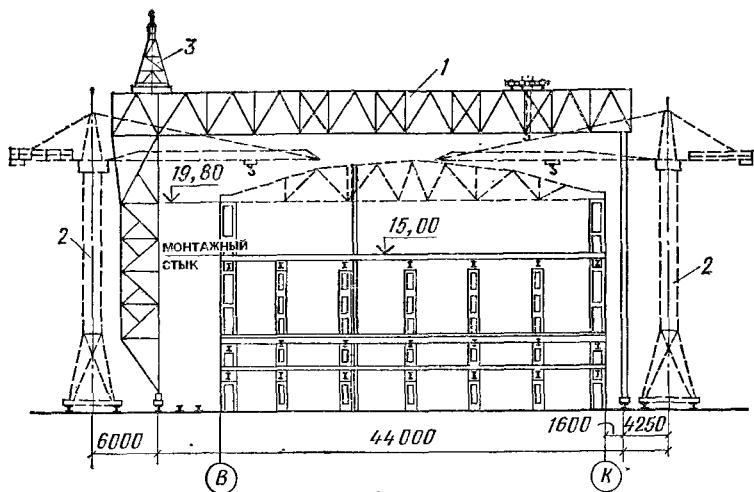


Рис. 176. Схема расстановки кранов при монтаже корпуса сахарного завода
 1 — козловый кран К-184М; 2 — башенный кран КБ-573; 3 — передвижной шевр

с центрального или приобъектного склада на конвейер (стенд укрупнения), где собираются в пространственные блоки. Затем собранные конструкции блока покрытия подаются на специальных тележках, либо кранами или установщиками, передвигающимися по рельсовым (подкрановым) путям в зону монтажа и устанавливаются в проектное положение. Такой метод обеспечивает повышение производительности и наиболее безопасные условия труда, повышение качества и сокращение сроков строительно-монтажных работ.

При выборе монтажного крана в производственных условиях исходят из наличного парка машин на строительстве, возможности применения и целесообразности переброски кранов с других объектов с учетом сроков, объема и стоимости работ, выполняемых краном. Необходимо учитывать сроки и стоимость монтажа, демонтажа и переброски крана, а также обеспеченность объекта электроэнергией, топливом, подъездными и подкрановыми путями для нормальной работы крана.

Если по предварительному расчету по производительности, стоимости машино-смены и расходам на единицу объема работ выгодно применить какой-либо кран, отсутствующий в данный момент на площадке строитель-

ства, необходимо рассчитать целесообразность переброски этого крана с других строек.

Производительность строительных машин, в частности кранов, зависит не только от продолжительности цикла и количества материалов, перерабатываемых за один полный цикл, но и от слаженной организованной работы бригад, обслуживающих этот кран.

Производительность строительных кранов во многом зависит от работы бригад и звеньев, занятых монтажом конструкций, строповкой грузов и т. п.

Общий цикл работы бригады рабочих с краном можно разделить на две группы операций:

зависящие от конструктивной характеристики машины и умения персонала, управляющего машиной;

зависящие от навыков рабочих-монтажников и организации их работы, во время которой машина по технологическим причинам находится в состоянии ожидания.

Например, для башенного крана к первой группе операций относятся: подъем груза (опускание крюка крана); повороты, подъем (опускание) стрелы крана; передвижение крана (или грузовой тележки на стреле).

Во вторую группу входят: закрепление груза за крюк крана (строповка); установка и выверка груза (деталей, конструкций, оборудования и др.); отцепка груза (расстроповка), закрепление за крюк монтажных приспособлений.

58. Режим работы кранов

Расчет на прочность сборочных единиц и деталей механизмов кранов при проектировании производится с учетом режима их работы, выбираемого в зависимости от типа и назначения крана. Различают режимы работы кранов: легкий — Л, средний — С, тяжелый — Т и весьма тяжелый — ВТ, и режим работы электрооборудования отдельных механизмов кранов (главного и вспомогательного подъемов, передвижения тележки и крана, поворота, изменения вылета стрелы, вращения).

Режим работы крана в целом устанавливается по механизму главного подъема. Режим работы механизмов устанавливается с учетом следующих факторов:

коэффициента использования механизма по грузоподъемности $K_r = Q_{ср}/Q_n$, где $Q_{ср}$ — среднее значение ве-

личины поднимаемого груза за смену; Q_n — номинальная грузоподъемность;

коэффициента годового использования $K_{год}$, равного отношению числа дней работы в году к 365 (числу дней в году);

коэффициента суточного использования $K_{сут}$, равного отношению числа часов работы в сутки к 24 (числу часов в сутки);

относительной продолжительности включения двигателя механизма $ПВ = \epsilon 100\%$, где ϵ равно отношению времени работы механизмов в течение цикла к полному времени цикла (в мин).

Башенные, гусеничные и козловые монтажные краны, применяемые в строительстве, относят к легкому, а козловые складские краны — к среднему режиму работы.

Допускаемое использование крана (его электрооборудования) по грузоподъемности K_r , по времени в течение года $K_{год}$ и в течение суток $K_{сут}$ приведено в табл. 40.

Под режимом работы крана в строительстве понимается определенное, обычно заданное, сочетание периодов работы крана в течение установленного календарного времени (смена, месяц, год). В это определение вклю-

40. ДОПУСКАЕМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАНА

K_r	$K_{год}$	$K_{сут}$	ПВ, %
Легкий режим			
1	} Нерегулярная редкая работа		
0,75			
0,5		0,25	15
0,25		0,5	15
0,1	1	1	25
Средний режим			
1	1	0,67	15
0,75	0,5	0,33	25
0,5	0,5	0,67	25
0,25	1	1	40
0,1	1	1	60

Примечание. Для легкого режима работы — 60 включений в час, для среднего — 120 (среднее за смену).

чаются также сочетание и технологическая последовательность операций, выполняемых краном в процессе его эксплуатации. Совокупность параметров, обеспечивающая лучшие результаты, называется экономичным (оптимальным) режимом.

Оптимальный режим работы крана обозначает рациональное использование рабочего времени, а также всех материальных и финансовых ресурсов, связанных с применением и эксплуатацией крана. Нарушение режима, т. е. нормальных условий в работе приводит к снижению эффективности использования крана.

В течение смены кран не может непрерывно работать. В процессе эксплуатации он требует ухода, иногда мелкого ремонта либо технологических перерывов, например для заправки топливом. В результате этих перерывов время работы машины сокращается.

При нормальном среднесменном эксплуатационном режиме работы и продолжительности смены 8,2 ч (при пятидневной неделе) время чистой работы составляет для башенных кранов 5,45 ч и для стреловых — 4,9. Остальное время затрачивается на перерывы по конструктивным, производственно-техническим, организационным и технологическим, а также метеорологическим причинам.

Суточный режим предусматривает распределение рабочего времени по сменам. Оптимальной для крана является двухсменная работа (в третьей смене осуществляют подготовку к работе других смен, текущий ремонт и уход за машиной).

Годовой режим работы определяет число дней в году, когда кран работает или находится в нерабочем состоянии (в ремонте, в пути, при перемещении с одного объекта на другой и т. д.).

Годовой режим работы машин определяется с учетом времени, необходимого на монтаж, демонтаж и транспортировку машин с объекта на объект, а также времени, необходимого для всех видов ремонта, простоев по метеорологическим и организационным причинам.

59. Определение производительности крана на монтажных работах

Монтаж строительных конструкций является частью общего комплекса работ на объекте. Время, отводимое на монтаж конструкций, определяется с учетом общего

срока строительства и для монтирующих организаций обычно бывает заданным. Если известны объем работ и срок их выполнения, то, зная производительность того или иного крана, можно определить количество монтажных механизмов, необходимых для выполнения работы в заданный срок.

Производительность крана зависит от следующих причин:

технических параметров машины — грузоподъемности, скорости подъема стрелы и груза, поворота и передвижения;

мастерства рабочих — крановщика, управляющего машиной, такелажников, закрепляющих груз, монтажников, устанавливающих конструкции на место;

подготовленности фронта работы — наличия конструкций, фундаментов, крепежных деталей и т. д.;

качества машины, надежности ее в работе, а также качества монтируемых конструкций;

массы элементов монтируемых конструкций; при установке более тяжелых элементов, близких по массе к наибольшей грузоподъемности машины, производительность будет больше, а при установке легких деталей — меньше.

Для сравнения теоретической производительности разных моделей кранов и производительности кранов в реальных условиях строительства различают *производительность*:

конструктивно-расчетную, определяющую количество работы, которое может выполнить машина за 1 ч непрерывной работы при самом выгодном режиме и при полном обеспечении всем необходимым;

техническую, определяющую количество работы, выполняемое машиной за 1 ч непрерывной работы с учетом затрат времени на необходимые вспомогательные операции (строповку и расстроповку груза, установку на место);

эксплуатационную, определяющую количество работы, которую может выполнить машина при условии правильной эксплуатации и правильной организации труда на производстве.

Нормы годовой выработки кранов по условиям их применения на монтажных работах устанавливаются министерствами (ведомствами).

Однако для выбора монтажного механизма этих данных недостаточно, поэтому необходимо производить специальный расчет.

Определяя производительность крана, вычисляют продолжительность цикла работы и устанавливают среднюю массу груза, поднимаемого за один цикл.

Циклом называется период времени, необходимый для выполнения совокупности операций, производимых краном, начиная от захвата поднимаемого (перемещаемого) груза, установки его на место и до возвращения крана в исходное положение. Продолжительность цикла складывается из ручного и машинного времени.

Машинное время состоит из времени, затрачиваемого на подъем груза, поворот стрелы, передвижение крана, ручное — из времени строповки и установки конструкций. Сокращение машинного времени не может быть достигнуто путем значительного увеличения рабочих скоростей крана, так как по условиям техники безопасности рабочие скорости имеют ограничения: скорость подъема и передвижения не должна превышать 30 м/мин, поворота — 0,6 мин⁻¹. Значительное влияние на сокращение машинного времени оказывает система управления. Современные гидравлические и электрические системы управления значительно облегчают труд машиниста по сравнению с рычажным управлением и способствуют снижению доли машинного времени в цикле.

Для уменьшения ручного времени, входящего в цикл работы, целесообразно применять грузозахватные приспособления и, главное, правильно организовать рабочую зону: обеспечить своевременную подачу конструкций, исключая простои кранов. Большой эффект дает монтаж конструкций с транспортных средств, когда по строго рассчитанному графику к месту установки подаются конструкции с подготовленными монтажными приспособлениями.

Время, затрачиваемое на 1 цикл $T_{\text{ц}}$ работы, определяют по формуле

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{м}} + T_{\text{р}},$$

где $T_{\text{м}}$ и $T_{\text{р}}$ — соответственно время машинной и ручной работы, мин.

Число циклов в 1 ч (n) находят по формуле

$$n = 60/T_{\text{ц}}.$$

Техническую производительность крана, т/ч, определяют по формуле

$$P_T = Q K_T K_B n,$$

где Q — грузоподъемность крана при данном рабочем вылете крюка, т; K_T — коэффициент использования крана по грузоподъемности при работе с одним определенным грузом (при подъеме различных грузов принимается среднее значение за 1 ч работы); K_B — коэффициент использования крана по времени, учитывающий технологические перерывы в работе (для башенных кранов — 0,9; для стреловых кранов при работе без выносных опор — 0,85).

Эксплуатационную производительность крана, т/смену, определяют по формуле

$$P_a = T K_{вс},$$

где T — продолжительность смены в часах; $K_{вс}$ — коэффициент использования крана по времени за смену, равный отношению количества часов чистой работы крана в течение смены без организационных простоев к продолжительности (в часах) всей рабочей смены.

Пример. В условиях строительства необходимо выбрать тип крана для монтажа сборных железобетонных конструкций открытой эстакады, с массой основных конструктивных элементов — колонн 12 т и высотой подъема 10,5 м. Предложены имеющиеся на машинопрокатной базе краны: пневмоколесный МКП-25 и гусеничные СКГ-40 и МКГ-25, технические характеристики которых удовлетворяют требованиям монтажа (табл. 41).

41. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАНОВ

Показатель	МКП-25	СКГ-40*	МКГ-25
Максимальная грузоподъемность Q , т	25	40	25
Длина основной стрелы, м	12,5	15	12,5
Скорость подъема (опускания) крюка при работе основной стрелой, м/мин:			
минимальная	0,9	0,75	0,9
максимальная	6	5,25	6
Частота вращения поворотной части, мин ⁻¹	0,56	0,45	0,56
Скорость передвижения минимальная, км/ч	2	1	0,75
Вылет крюка минимальный, м	3,5	4,5	3,8
Грузоподъемность без выносных опор максимальная, т	12,5	40	25
Высота подъема стрелы, м	12	14	12

* В стреловом исполнении.

Определение технической производительности этих кранов на монтаже колонн массой 12 т (колонны расположены вдоль осей монтируемых рядов) сводим в табл. 42.

Аналогичным путем может быть вычислена производительность крана на других работах или при других условиях.

Для сокращения времени цикла необходимо:

1) увеличивать рабочие скорости крана (подъем крюка, подъем стрелы, поворота) и тем самым уменьшать значение T_m ; однако увеличение скорости возможно только до определенных пределов, диктуемых условиями безопасности; так, при слишком большой скорости поворота груз сильно относит в сторону и рабочий, принимая его наверху, подвергается опасности, кроме того, чрезмерное увеличение скорости создает большие дополнительные динамические нагрузки, что требует утяжеления конструкции крана и увеличения мощности крановых механизмов;

2) уменьшать время строповки груза и его установки на место; это может быть достигнуто путем повышения квалификации рабочих, обслуживающих кран, и проектированием рациональных монтажных узлов, облегчающих сборку конструкций, а также в результате улучшения качества строительных работ, повышения точности закладки фундаментов и изготовления монтируемых конструкций и т. д.;

3) совмещать операции, т. е. производить одновременно подъем груза и поворот крана, а в некоторых случаях и подъем стрелы; возможность совмещения операций определяется правилами техники безопасности и зависит от конкретных условий работы и технической характеристики крана.

Улучшение типов крана путем отбора оптимальных значений рабочих скоростей производят проектно-конструкторские организации и заводы, изготавливающие краны, на основе опыта строителей-эксплуатационников.

Время работы крана на объекте в сменах определяют с учетом коэффициента продолжительности монтажа конструкций по формуле

$$T_{po} = V / (P_{э.ср} K_{пм}),$$

где V — объем работы по монтажу конструкций на объекте; $P_{э.ср}$ — средняя эксплуатационная производительность крана, т/смену; $K_{пм}$ — коэффициент продолжительности монтажа конструкций. Определяется отношением директивного числа работы машины в

42. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КРАНОВ

Определяемые параметры	МКП-25	СКГ-40*	МКГ-25
Время одного цикла на установке колонн складывается из времени машинной и ручной работы на следующих операциях, мин:			
подготовки к подъему и строповки	13	13	13
подъема колонны и ее оттяжки	10	12	11
установки колонны в проектное положение	6	6	6
забивки клиньев	12	12	12
выверки и регулировки временного крепления расчалками	3	3	3
расстроповки	2	2	2
В приведенных производственных операциях машинное время составляет, мин:			
T_1 — подъем груза на 10,5 м и опускание крюка на 10,5 м $10,5 + 10,5 = 21$ м	$\frac{21}{(0,9 + 6):2} = 6,1$	$\frac{21}{(0,75 + 5,25):2} = 7$	$\frac{21}{(0,9 + 6):2} = 6,1$
T_2 — поворот с грузом на 180° и обратно в исходное положение (один полный оборот)	$\frac{1}{0,56} = 1,8$	$\frac{1}{0,45} = 2,2$	$\frac{1}{0,56} = 1,8$
T_3 — переход крана на следующую стоянку (средняя длина передвижения принимается 15 м)	$\frac{15}{2000:60} = 0,5$	$\frac{15}{1000:60} = 0,9$	$\frac{15}{750:60} = 1,2$
T_m — переключение крана (на одно включение по нормам уходит 15 с, при установке колонн приходится делать примерно 15 переключений)	3,7	3,7	3,7
T_p — ручное время (строповка, наводка, расстроповка колонны)	34	34	34

Определяемые параметры	МКП-25	СКГ-40*	МКГ-25
Общее время цикла со- ставляет	46	48	47
$T_{\text{ц}} = T_1 + T_2 +$ $+ T_3 + T_{\text{м}} + T_{\text{р}}$			
Находим число циклов, $n = 50/T_{\text{ц}}$	$\frac{60}{46} = 1,304$	$\frac{60}{48} = 1,25$	$\frac{60}{47} = 1,276$
Коэффициент использо- вания крана по грузо- подъемности			
$K_{\text{г}} = \frac{\text{масса конструкции}}{\text{максимальная гру-зоподъемность крана}}$	$\frac{12}{25} = 0,48$	$\frac{12}{40} = 0,3$	$\frac{12}{25} = 0,48$
Техническая произво- дительность $P_{\text{т}}$, т/ч	$25 \cdot 0,85 \cdot 0,48 \times$ $\times 1,304 = 13,3$	$40 \cdot 0,30 \times$ $\times 0,85 \cdot 1,25 =$ $= 12,75$	$25 \cdot 0,48 \times$ $\times 0,85 \times$ $\times 1,276 =$ $= 13,02$
$P_{\text{т}} = 0,85 Q K_{\text{г}} n$			
Эксплуатационная производительность $P_{\text{э}}$, т/смену, с учетом использования краев по времени опреде- ляется по формуле	$13,3 \cdot 8,2 \times$ $\times 0,6125 =$ $= 66,81$	$12,75 \cdot 8,2 \times$ $\times 0,6125 =$ $= 64,04$	$13,02 \times$ $\times 8,2 \times$ $\times 0,6125 =$ $= 65,39$
$P_{\text{э}} = P_{\text{т}} 8,2 \frac{4,9}{8}$, где 8,2—продолжительность смены, ч; $\frac{4,9}{8} = 0,6125$ — коэффи- циент использования краев по времени в смену			

год к календарному годовому фонду времени, равному 8760 ч ($24 \text{ ч} \times 365 \text{ дней}$); $K_{\text{дм}}$ с округлением принимают равным для кранов башенных — 0,4; гусеничных и пневмоколесных — 0,39; автомобильных — 0,31.

В состав работы монтажного крана, кроме операций по установке конструкций в проектное положение, обычно входит еще разгрузка прибывающих конструкций к месту монтажа, раскладка конструкций в зоне монтажа или на приобъектном складе, подача к укрупнительной сборке, если для этой работы не предусмотрен специальный кран, подача вспомогательных материалов и т.д. Вследствие этого каждая конструкция проходит через кран не один, а какое-то число раз.

Когда работы на центральном (приобъектном) складе или на стендах укрупнительной сборки с погрузкой конструкций на транспортные средства для подачи на монтаж производятся вспомогательными кранами, а монтаж ведется с транспортных средств, монтажный кран только устанавливает конструкции и используется поэтому наилучшим образом. При этом сокращаются сроки монтажа.

Определение времени работы монтажных кранов при заданных объемах конструкций и сроке производства монтажных работ может быть выполнено точным расчетом, для чего нужно вычислить продолжительность цикла, величину коэффициента использования крана по грузоподъемности, эксплуатационную производительность крана за смену и отсюда определить необходимое число кранов, и приближенным расчетом, исходя из директивной годовой производительности крана.

Пример. Определить продолжительность монтажных работ (в месяцах), производимых краном МКП-25, грузоподъемностью 25 т.

Объем работ: металлоконструкций 1000 т, сборного железобетона 900 м³. Кран разгружает конструкции и производит укрупнительную сборку.

Пусть в результате детальных вычислений найдены средние значения:

коэффициент использования крана по грузоподъемности для металлоконструкций $K_r=0,1$ и сборного железобетона $K_r=0,48$;

число циклов в 1 ч (на комплекс работ) для металлоконструкций $n=1,1$ и сборного железобетона $n=1,3$;

среднетехническая производительность, т/ч:

для металлоконструкций $P_T = Q K_r 0,9 n = 25 \cdot 0,1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 2,48$,
для сборного железобетона $P_T = 25 \cdot 0,48 \cdot 0,9 \cdot 1,3 = 14,04$;

среднеэксплуатационная производительность, т/смену,

$P_s = P_T T K_{\text{вс}}$ (где $K_{\text{вс}} = 4,9 : 8 = 0,612$) и составляет:
для сборного железобетона $14,04 \cdot 8,2 \cdot 0,612 = 70,46$,

для металлоконструкций $2,48 \cdot 8,2 \cdot 0,612 = 12,44$.

Время работы крана при односменной работе в днях

$$T_{po} = \frac{V}{P_э K_{пм}} = \left(\frac{1000^3}{12,4} + \frac{900 \cdot 2,5}{70,46} \right) : 0,39 = 295$$

или $295 : \frac{365}{12} = 9,7$ мес.

Расчеты производительности машин используют при технико-экономической оценке их внедрения.

Расчеты технико-экономической эффективности применения машин составляют в процессе проектирования при выборе новых машин для внедрения и в процессе строительства при выборе машин в условиях определенных объектов. В обоих случаях экономическая эффективность должна устанавливаться путем сравнения коэффициента экономичности, определяемого по формуле

$$K_э = C_{м-см} / P,$$

где $C_{м-см}$ — стоимость машино-смены, руб.; P — производительность в смену, т.

Определяя обобщающее технико-экономическое значение для сравниваемых кранов, удовлетворяющих по техническим параметрам требованиям монтажа, можно произвести строго обоснованный выбор типа крана.

При определении коэффициентов экономичности проектируемых кранов следует исходить из теоретической конструктивно-расчетной производительности с учетом наиболее прогрессивного использования машин по времени:

$$K_э = C_{м-см} / (P_{кр} K_в K_{вс}),$$

где $P_{кр}$ — производительность конструктивно-расчетная.

Недоучет коэффициентов использования крана по времени $K_в$ и $K_{вс}$ приводит к искажению технико-экономических возможностей машины в процессе ее эксплуатации.

Коэффициент экономичности при выборе крана в условиях строительства определяют по формуле

$$K_э = C_{м-см} / P_э,$$

где $P_э$ — эксплуатационная производительность в смену.

В нашем примере коэффициенты экономичности, при сметной стоимости машино-смены крана МКП-25—55,28; СКГ-40—78,64 и МКГ-25—51,12 руб. соответственно составляют: $55,28/65,17 = 0,848$; $78,64/62,48 = 1,259$ и $51,12/63,8 = 0,801$, следовательно, наиболее эффективным

в данном случае является кран МКГ-25, так как стоимость машино-смены, приходящаяся на единицу производительности, у него самая меньшая.

60. Определение стоимости машино-часа (машино-смены)

Под стоимостью машино-часа понимают стоимость всех исчисленных в денежном выражении расходов, связанных с эксплуатацией строительных машин и механизмов и отнесенных к одному часу работы машины. Как правило, для большинства машин продолжительность одной смены принимают равной 8,2 ч (при пятидневной рабочей неделе).

В общем виде стоимость машино-часа определяют по формуле

$$C = (E_s / K_{\text{сп}} + G_s / K_{\text{ср}} + \mathcal{E}_{\text{з.см}}) : 8,2,$$

где E_s — единовременные затраты; G_s — годовые затраты; $\mathcal{E}_{\text{з.см}}$ — эксплуатационные сменные затраты; $K_{\text{сп}}$ — число смен работы машины на площадке строительства; $K_{\text{ср}}$ — число смен работы машины в год; 8,2 — продолжительность смены при 41-часовой пятидневной рабочей неделе, ч.

Различают *сметную, планово-расчетную и производственную стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов.*

Сметная стоимость машино-часа служит для определения затрат на эксплуатацию строительных машин, учитываемых в сметной стоимости строительства. Она исчисляется с учетом средних для всех строек условий применения машин.

На основе сметной стоимости машино-часа определяют сметную стоимость работ, выполняемых с применением машин; сопоставляют фактические затраты на эксплуатацию машин со сметной стоимостью и вычисляют результаты работы специализированных участков и управлений механизации.

Определение затрат на эксплуатацию строительных машин и оборудования, в том числе грузоподъемных механизмов — кранов, электролебедок, погрузчиков и т. п. при составлении проектно-сметной документации на строительство осуществляется на основе «Правил определения сметной стоимости эксплуатации строительных машин», приведенных в Строительных нормах и правилах (СНиП IV-3-84).

Эти правила предусматривают нормы затрат труда, материалов и энергетических ресурсов, необходимых для эксплуатации строительных машин на машино-час (маш-ч) их работы и скалькулированную в ценах, введенных с 1 января 1984 года, сметную стоимость машино-часа. Правила регламентируют число перебросок машины в году в пределах площадки строительства; предельный срок службы машин в годах, проценты ежегодных отчислений на реновацию и капитальный ремонт; коэффициенты использования двигателя по времени и мощности; расход энергии и топлива; затраты труда на управление машинами (число рабочих по разрядам в зависимости от характера и назначения машин), установленные на основе детального технического нормирования.

При расчете стоимости машино-часа исходят из директивного числа часов работы машины в году, устанавливаемого Государственным комитетом по делам строительства СССР (Госстроем СССР), с учетом времени, необходимого на переброску машин с объекта на объект, монтаж и демонтаж, а также на все виды ремонтов.

Стоимость машино-часа в нормах и ценах, введенных с 1 января 1984 г., приведена в «Сборнике сметных цен эксплуатации строительных машин». Она складывается из единовременных, годовых и эксплуатационных затрат.

К единовременным затратам относятся затраты по доставке машин и оборудования с машинной базы или непосредственно со строительного объекта на территорию строительства (строительную площадку объектов); по монтажу, демонтажу строительных машин и оборудования и их перестановкам в пределах территории строительства.

К годовым затратам относятся амортизационные суммы на восстановление стоимости строительных машин и оборудования (отчисления на реновацию), а также на их капитальный ремонт и модернизацию, производимую одновременно с капитальным ремонтом.

К эксплуатационным относятся затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт машины; на износ и ремонт сменной оснастки (тросов, пневматических шин и т.п.); на содержание и ремонт рельсовых подкрановых путей под башенные, козловые и др. краны; на смазочные и обтирочные материалы; на содержание рабочих, занятых управлением и уходом за маши-

ной в течение смены или суток; на электроэнергию, воду и сжатый воздух.

Для расчетов между управлениями (участками) механизации и строительно-монтажными организациями за предоставление машин с обслуживающим персоналом применяют, как правило, **планово-расчетную стоимость** машино-смен, установленную с учетом местных условий строительства и сменности работы машин (при работе в одну смену цена машино-смены дороже, а в две и три соответственно дешевле). Такой принцип расчета заинтересовывает строительно-монтажные организации в наилучшем использовании машин по времени, повышении коэффициента сменности (отношение фактического числа смен работы в сутки к максимально возможному).

В отличие от сметной и планово-расчетной **производственная стоимость** машино-смены служит для определения затрат на эксплуатацию строительных машин в конкретных условиях каждого управления (участка) механизации.

На основе производственной стоимости машино-смены осуществляются:

а) определение затрат на эксплуатацию парка машин, имеющихся на стройке по статьям расходов (реновация — восстановление стоимости, все виды ремонтов, фонд заработной платы, расход энергетических ресурсов, материалов и др.);

б) планирование производительности (выработки) по отдельным видам машин;

в) сравнение фактических затрат на эксплуатацию машин с плановыми.

При исчислении производственной стоимости машино-смены (машино-часа) объем расходов на эксплуатацию машин определяется расчетами. Так, сумма годовых отчислений на реновацию устанавливается путем умножения балансовой стоимости машины, включающей все фактические расходы по приобретению и доставке машины на площадку строительства, на размер процентных отчислений, определяемых по формуле $(100 - 4) : B$, где 100 — балансовая (расчетная) стоимость машины, %; 4 — возвратная стоимость машины, %; B — срок службы машины в годах.

Сумма годовых затрат на капитальный ремонт, так же как и расходы на другие виды ремонтов, определяются в соответствии с установленной периодичностью

ремонт. Все эти затраты, исчисленные на год, относятся на планируемое число машино-смен (машино-часов) работы машины в год.

Сумма годовых единовременных затрат устанавливается на основе производственных калькуляций, при этом учитывается как число перестановок машины, так и оборачиваемость повторно используемых материалов и их возврат.

Стоимость текущих сменных затрат определяется плановыми расчетами.

Производственная стоимость машино-смены (машино-часа), как правило, в среднем должна быть меньше сметной.

Основными резервами снижения производственной стоимости машино-смены являются:

- сокращение затрат времени и снижение стоимости переброски машин, их монтажа и демонтажа;

- сокращение затрат времени (и снижение стоимости) на текущие, средние и капитальные ремонты;

- сокращение затрат времени на ожидание начала работ на объекте и ликвидационные работы, в течение которых машина не используется полностью ни по времени, ни по производительности;

- ликвидация внутрисменных простоев;

- наиболее полная загрузка по их максимальной производительности;

- сокращение времени строительно-монтажных работ путем ускорения производственных операций, связанных с вынужденными технологическими и организационными ожиданиями (простоями) грузоподъемных механизмов и строительных машин.

Необходимо полнее использовать все возможности увеличения годовой выработки машин и снижения расходов на их эксплуатацию. Недоиспользование машин по времени и производительности в течение года ведет к неоправданному увеличению себестоимости эксплуатационных расходов. В основном это происходит по двум причинам. Во-первых, потому что годовые расходы на эксплуатацию машин (единовременные и годовые затраты) падают на меньшее число машино-смен (машино-часов) и меньшее количество продукции, выработанной с помощью машин. Во-вторых, текущие расходы также падают на меньшее количество продукции, что приводит

к удорожанию единицы объема работ. Рассмотрим это на примере.

Пример. Годовые расходы на восстановление первоначальной стоимости (реновацию) рельсового крана СКР-1500 грузоподъемностью 60 т определены исходя из 16-летнего срока службы в размере 6 %; отчисления на капитальный ремонт и модернизацию — 2,6 % в год от полной стоимости крана. Указанные отчисления строительно-монтажные управления и базы механизации обязаны производить вне зависимости от фактической работы механизмов. Отчисления на восстановление первоначальной стоимости крана, предусмотренные в сметной стоимости машино-часа, составляют:

$$\frac{182\,000 \cdot 1,07 \cdot 6}{3500 \cdot 100} = 3,34 \text{ руб.}$$

где $182\,000 \cdot 1,07$ — расчетная стоимость крана;

3500 — нормативное время работы крана в год, маш-ч; $\frac{6}{100}$ — годовой размер отчислений на восстановление первоначальной стоимости крана при 16-летнем сроке службы.

Если кран проработает, например, только 2000 ч, то общая сумма фактических затрат на обязательные отчисления останется той же, но на 1 маш-ч составит

$$\frac{182\,000 \cdot 1,07 \cdot 0,6}{2000} = 5,84 \text{ руб.}$$

Убытки только от этих отчислений в год составят $(5,84 - 3,34) \times (3500 - 2000) = 3750$ руб.

Аналогично определяют убытки строительно-монтажных организаций от недоиспользования машин по времени и другим расходам, исчисленным на год работы машины (отчисления на капитальный ремонт) и по единовременным затратам (монтаж, демонтаж и др.).

Сметная, планово-расчетная и производственная стоимости машино-часа (машино-смены) определяются калькуляциями и обособляющими расчетами к ним в соответствии с методологией, установленной НИИЭС Госстроя СССР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вайсон А. А. Грузозахватные устройства.— М.: Машиностроение, 1983.— 303 с.

Дегтярев Г. В. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте.— М.: Транспорт, 1980.— 264 с.

Зайцев Л. В., Полосин М. Д. Автомобильные краны.— М.: Высш. школа, 1982.— 208 с.

Заленский В. С. Строительные машины. Примеры расчета.— М.: Стройиздат, 1983.— 271 с.

Машины для монтажных работ и вертикального транспорта/В. И. Поляков, А. И. Альперович, А. И. Полосин, А. Т. Чистяков.— 2-е изд.— М.: Стройиздат, 1981.— 351 с.

Иванов Н. И., Демин В. С. Такелажные работы.— М.: Стройиздат, 1983.— 159 с.

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.— М.: Металлургия, 1981.— 206 с.

Ридель В. И. Погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте.— М.: Транспорт, 1980.— 263 с.

Шабашев А. П., Лысяков А. Г. Мостовые краны общего назначения.— М.: Машиностроение, 1980.— 304 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аутригер (выносная опора)
219, 222, 231

Балласт 147, 211

Барабан 75

— катушка 8

— лебедки 87

Башмак опорный 245

Башия крана 146

Безопасная рукоятка 81

Блок 43

Браковка каната 15

Вылет 134, 162

Высота подъема 162

Габарит железнодорожный 290

Гидроцилиндр 63

График грузоподъемности 162

Грузоподъемность 134, 162

Гусек неуправляемый 171

— управляемый 171

Двигатель внутреннего сгора-
ния 58

— дизельный 58

Деррик 134

Деформативность 173

Дизель-генератор 59

Дифференциал 94

Домкрат 67

— винтовой 69

— гидравлический 71

— реечный 67

Зажим клиновой 12

Захват 26

Износ каната 16

Испытание статическое 301

— динамическое 302

Кабина 184

— пульта управления 184

Канат капроновый 19

— пеньковый 17

Канатоемкость барабана 75

Коуш 9

Коэффициент запаса торможе-
ния 86

— полезного действия блока 48

— — — зубчатой передачи 78

— — — лебедки 78

— — — полиспаста 50

— устойчивости 241

— — грузовой 242

— — собственной 243

Кран автомобильный 159, 231

— башенный 139

— вантовый 134

— гусеничный 159, 188

— железнодорожный 218

— жестконогий 137

— козловый 268

— мачтовый 133

— мостовой 280

— на короткобазовом шасси
159

— на спецшасси 159, 237

— пионер 137

— пневмоколесный 159, 222

— подвесной 257

— приставной 155

— рельсовый 159, 210

— самоподъемный 247

— стреловой 158

— — самоходный 158, 162

Кратность полиспаста 49

Лебедка 75

— вспомогательного подъема
182

— основного подъема 181

— подземная 75

— поворотная 75, 99

— с машинным приводом 75,
83

— с ручным приводом 75

— с рычажным приводом 82

— стрелоподъемная 182

— тяговая 75, 101

— фрикционная 84, 101

Мачта 110

— поворотная 114

— самоподъемная 245

Механизм вращения 148, 182
— передвижения 149
Момент грузовой 134, 241
— опрокидывающий 241
— тормозной 86
Муфта предельного момента 99

Насос аксиально-поршневой 62
— гидравлический 60
— шестеренный 61

Обойма блочная 43
— — неподвижная 46
— — подвижная 46

Оборудование башенно-стреловое 164, 173
— рабочее 164

— стреловое 164, 169

Обслуживание крана 302

Оголовок поворотный 141

Ограничитель высоты 160

— грузоподъемности 148, 160, 167, 177

— подъема 160

Опора шаровая (сферическая) 136, 149

Опорно-поворотное устройство 185

Освидетельствование крана 300

Паук 136

Передающее число 77

Платформа железнодорожная 288

— поворотная 146, 176

Податливость 173

Подвеска канатная крюковая 45

Подъемник порталный 132

Полиспаст 49

Портал 132

Привод гидравлический 54, 60

— дизель-электрический 54, 165

— механический 54

— пневматический 53

— ручной 53

— электрический 53, 57

Прицеп 292

Продолжительность включения 55

Противовес 141, 183

Производительность крана 314

Рама ходовая 145

Расчалка 110

Регистрация кранов 298

Режим работы крана 312

Ремонт капитальный 304

— текущий 304

Ригель 268

Свивка 5

Скорость наматывания каната 75

Силетка 11

Стрела решетчатая 169

— телескопическая 234

Строп 19

Таль 103

— ручная 104

— электрическая 106

Тележка грузовая 146

Тельфер 106

Тормоз 86

— автоматический нормально замкнутый 87

Траверса 28

Трейлер 292

Тяговое усилие лебедки 75

Устойчивость крана 152, 241

Цепи 34

Цикл 316

Шевр 121

Электродвигатель крановый 55

Эффективность применения машин 322

Якорь заглубленный 36

— переносной 38

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Такелажное оборудование	5
1. Канаты	5
2. Стропы	19
3. Захваты и траверсы	26
4. Цепи	34
5. Якоря	36
Глава II. Блочные обоймы и полиспасты	43
6. Блочные обоймы	43
7. Полиспасты	49
Глава III. Силовое оборудование и системы управления	53
8. Общие сведения	53
9. Электродвигатели	55
10. Двигатели внутреннего сгорания	58
11. Дизель-генераторные установки	59
12. Насосы, гидродвигатели, гидроцилиндры	60
13. Системы управления	65
Глава IV. Домкраты	67
14. Общие сведения	67
15. Реечные домкраты	67
16. Винтовые домкраты	69
17. Гидравлические домкраты	71
Глава V. Лебедки, тали, тельферы	75
18. Общие сведения	75
19. Лебедки с ручным приводом	75
20. Ручные рычажные лебедки	82
21. Лебедки с машинным приводом	83
22. Тали ручные	103
23. Электрические тали (тельферы)	106
Глава VI. Мачты, шевры, порталные подъемники и мачто- во-стрелочные краны	110
24. Мачты	110
25. Шевры	127
26. Портальные подъемники	132
27. Мачтово-стрелочные краны	133
Глава VII. Башенные и приставные краны	139
28. Башенные краны	139
29. Приставные краны	155
Глава VIII. Стреловые краны	158
30. Общие сведения	158
31. Стреловое оборудование	169
32. Поворотная платформа	176
33. Опорно-поворотное устройство	185
34. Гусеничные краны	188
35. Рельсовые краны типа СКР и железнодорожные краны	210
36. Пневмоколесные краны	222
37. Автомобильные краны и краны на специальном шасси автомобильного типа	231

38. Устойчивость стреловых кранов	241
Глава IX. Самоподъемные краны	243
39. Самоподъемные мачты	243
40. Краны для монтажа радиомачт	247
41. Краны для монтажа башен	257
42. Краны для монтажа каркасов высотных зданий	261
Глава X. Козловые и мостовые краны	268
43. Общие сведения	268
44. Козловые краны складские	270
45. Козловые краны монтажные	275
46. Мостовые краны	280
47. Кран-балка	285
Глава XI. Транспортные средства для перевозки строитель- ных конструкций	288
48. Общие сведения	288
49. Рельсовый транспорт	288
50. Безрельсовый транспорт	291
Глава XII. Основы эксплуатации подъемно-транспортного оборудования	297
51. Общие сведения	297
52. Регистрация кранов	298
53. Техническое освидетельствование и испытание	300
54. Правила обслуживания и ремонта	302
55. Правила техники безопасности при эксплуатации подь- емно-транспортного оборудования	305
Глава XIII. Выбор подъемно-транспортного оборудования	306
56. Общие сведения	306
57. Выбор крана	308
18. Режим работы кранов	312
59. Определение производительности крана на монтажных работах	314
50. Определение стоимости машино-часа (машино-смены)	323
Список литературы	328
Предметный указатель	

УЧЕБНИК

Анна Дмитриевна Соколова
Валентин Соломонович Визильтер

**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ И ТАКЕЛАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ МОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Редакция литературы по организации управления строительством

Зав. редакцией *П. И. Филимонов*

Редактор *Л. П. Рагозина*

Мл. редактор *И. Н. Полетаева*

Художественный редактор *О. Е. Осташева*

Технический редактор *В. Г. Калинина*

Корректор *Е. А. Степанова*

ИБ № 3638

Сдано в набор 10.04.86.

Подписано в печать 21.07.86.

T-15740

Формат 84×108/32.

Бумага тип. № 2.

Гарнитура «Литературная».

Печать высокая. Усл. печ. л. 17,64. Усл. кр.-отт. 17,85. Уч.-изд. л. 17,97.

Тираж 33700 экз. Изд. № АIII-708. Заказ 94/128. Цена 70 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Набрано в Московской типографии № 13 ПО «ПЕРИОДИКА» ВО «Союз-полиграфпром» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли

107005, Москва, Б-5, Денисовский пер., д. 30.

Отпечатано в Подольском филиале ПО «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

142110, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

Соотношение между некоторыми единицами физических величин, подлежащих изъятию, и единицами СИ

Величина	Единица		Соотношение единиц
	подлежащая изъятию	СИ	
Сила, вес	дин кгс тс гс	Н	$1 \text{ дин} = 10^{-5} \text{ Н}$ $1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н}$ $1 \text{ тс} = 9,80665 \cdot 10^3 \text{ Н}$ $1 \text{ гс} = 9,80665 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$
Линейная нагрузка	кгс/м	Н/м	$1 \text{ кгс/м} = 9,80665 \text{ Н/м}$
Давление	кгс/м ² кгс/см ² мм рт. ст. мм вод. ст.	Па	$1 \text{ кгс/м}^2 = 9,80665 \text{ Па}$ $1 \text{ кгс/см}^2 = 9,80665 \cdot 10^4 \text{ Па}$ $1 \text{ мм рт. ст.} = 133,332 \text{ Па}$ $1 \text{ мм вод. ст.} = 9,80665 \text{ Па}$
Момент силы, момент пары сил	кгс·м	Н·м	$1 \text{ кгс·м} = 9,80665 \text{ Н·м}$
Работа, энергия	кгс·м Эрг	Дж	$1 \text{ кгс·м} = 9,80665 \text{ Дж}$ $1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$
Мощность	гс·см/с кгс·м/с л. с.	Вт	$1 \text{ гс·см/с} = 98,0665 \text{ мкВт}$ $1 \text{ кгс·м/с} = 9,80665 \text{ Вт}$ $1 \text{ л. с.} = 735,499 \text{ Вт}$

ДОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КНИГИ ПРЕДЛАГАЕТ ИНСТРУКТИВНО-НОРМАТИВНУЮ ЛИТЕРАТУРУ

Временная инструкция по проектированию, монтажу и эксплуатации воздухоопорных пневматических сооружений. СН 497—77. 1978, 5 коп.

Инструкция по проектированию армоцементных конструкций. СН 366—77. 1978, 15 к.

Рекомендации по проектированию сооружений хвостохранилищ в суровых климатических условиях. 1977, 55 к.

Рекомендации по проектированию стальных закладных деталей для железобетонных конструкций. 1984, 25 к.

Рекомендации по проектированию хвостовых хозяйств предприятий металлургической промышленности. 1975, 49 к.

Рекомендации по расчету точности сборки конструкций зданий. 1983, 35 к.

Рекомендации по совершенствованию типов учреждений отдыха и туризма для молодежи (на примере УССР). 1978, 25 к.

Рекомендации по учету и отчетности о потерях от коррозии и затратах на противокоррозионную защиту на предприятиях стройиндустрии и в строительных организациях. 1984, 10 к.

Руководство по аэрофототопографической съемке в масштабах 1:1000 и 1:500 застроенных территорий и промышленных объектов при инженерных изысканиях для строительства. 1977, 20 к.

Руководство по инженерно-геологическим изысканиям на оползневых склонах южного берега Крыма. 1978, 30 к.

Руководство по комплексной оценке и функциональному зонированию территорий в районной планировке. Изд. 2-е, исправл. и доп. 1982, 30 к.

Руководство по применению фотограмметрических методов для составления обмерных чертежей инженерных сооружений. 1984, 75 к.

Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа. 1984, 85 к.

Руководство по составлению схем комплексного использования подземного пространства крупных и крупнейших городов. 1978, 25 к.

Руководство по сбору, обработке и использованию инженерно-сейсмометрической информации. 1980, 15 к.

Руководство по составлению технического задания на создание подсистемы «Управление научно-техническим прогрессом» (в составе АСУС). 1978, 25 к.