

Данный электронный документ предназначен  
только для внутреннего использования в  
качестве справочного пособия.

Любая форма продажи и перепродажи данного  
электронного документа **запрещена !**

*С вопросами, замечаниями и предложениями, касающимися  
данного электронного документа обращаться к*



**ПЕРЕХОД К ОГЛАВЛЕНИЮ  
ДОКУМЕНТА**

БИБЛИОТЕКА ТЕПЛОМОНТАЖНИКА

---

*Основана в 1967 году*

**Н. В. Никитин Ю. Ф. Гаршин  
С. Х. Меллер**

**КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК  
МОНТАЖНИКА  
И РЕМОНТНИКА**

2-е издание, переработанное



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1990

ББК 31.37

И62

УДК 621.311.22.002.5.002.72(035.5)

Редакционная коллегия:

Жильченко Н. И. (председатель), Белкин С. А., Богод В. Б., Волобуева И. В., Грузер Л. Б., Кузнецов А. А., Лещенко В. Л., Мерзлякин Н. И., Уланов Г. А., Шагин Ю. П.

Рецензент Уланов Г. А.

Редактор издательства Кузнецов А. А.

**Никитин Н. В. и др.**

**Н 62** Краткий справочник монтажника и ремонтника/Н. В. Никитин, Ю. Ф. Гаршин, С. Х. Меллер. — 2-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 192 с.: ил. — (Б-ка тепломонтажника).

ISBN 5-283-00134-2

В книге приведены номенклатура и технические характеристики основного оборудования, механизмов и приспособлений, применяемых при монтаже и ремонте тепломеханического оборудования электростанций. Дан ассортимент стального проката, труб, материалов, используемых при монтажных и ремонтных работах. Рассмотрены примеры расчетов элементов монтажных и ремонтных приспособлений.

Первое издание книги вышло в 1983 году. Во втором издании обновлены ссылки на нормативно-техническую документацию.

Книга рассчитана на бригадиров, мастеров, рабочих, выполняющих монтаж и ремонт тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС.

**Н** 2203060000-078 158-90  
051(01)-90

**ББК 31.37**

ISBN 5-283-00134-2

© Энергоатомиздат, 1983  
© Авторы, 1990, с изменениями

## Предисловие

Монтаж и ремонт тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС являются сложными технологическими процессами с применением разнообразных механизмов, оборудования, приспособлений и использованием широкого ассортимента материалов. Выполнение монтажных и ремонтных работ требует высокого уровня организации производства и соответствующей подготовки персонала.

Монтажные и ремонтные работы, как правило, обеспечиваются проектами производства работ (ППР), разрабатываемыми специализированными организациями. Однако ППР, определяя организационные и технологические вопросы монтажа и ремонта на основании соответствующих проектных, нормативных и директивных материалов, не всегда могут учесть или предусмотреть конкретно складывающиеся условия. Это требует от бригадиров и мастеров умения оперативно и грамотно решать ряд технических вопросов, в том числе проводить расчет конструктивных элементов монтажных и ремонтных устройств и приспособлений; выбор и определение режима использования грузоподъемных, транспортных и прочих монтажных и ремонтных механизмов; выбор строповочных средств, вспомогательных материалов и пр.

Необходимые справочные материалы имеются в специализированных справочниках, учебных пособиях и нормативных документах, но пользование ими в условиях монтажной или ремонтной площадки сопряжено с неудобствами. Поэтому авторы в настоящем справочнике стремились дать мастеру и бригадиру краткие систематизированные сведения по широкому кругу вопросов, встречающихся в повседневной работе с тем, чтобы освободить их от поиска этих сведений в специализированных изданиях. В книге в связи с широким распространением в практике монтажных и ремонтных работ использованы единицы физических величин МКГСС и внесистемные. Для

использования согласно ГОСТ 8.417-81 (СТ СЭВ 1052-78) Международной системы единиц СИ приводятся основные и производные единицы физических величин системы СИ (см. приложение П1.1), а также соотношения между внесистемными единицами, единицами МКГСС и системы СИ. В настоящем втором издании справочника внесены уточнения в связи с изменением номенклатуры монтажного и ремонтного оборудования.

Замечания и пожелания по книге просьба направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

*Авторы*

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ  
**ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**

---

**1.1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

Проект производства работ (ППР) — основной руководящий документ, определяющий организацию и технологию монтажных и ремонтных работ. ППР предусматривает безопасное выполнение работ наиболее эффективными методами, способствующими снижению их себестоимости и трудоемкости, сокращению продолжительности и улучшению качества. ППР на монтаж и ремонт тепломеханического оборудования разрабатывается организациями, выполняющими эти работы, или по их заказам специализированными организациями, согласовывается с генподрядной организацией и утверждается руководством монтажной или ремонтной организации.

Основными исходными материалами для разработки ППР являются: проект организации строительства; генеральный план площадки и стройдвора; строительные чертежи, компоновочные и установочные чертежи оборудования; рабочие чертежи оборудования и трубопроводов; уточненные сроки ввода в действие оборудования и объектов.

**1.2. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА  
ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**

Проект производства работ на монтаж тепломеханического оборудования состоит из разделов общеплощадочного ППР (общая часть) и разделов по монтажу оборудования отдельных объектов электростанции (котельное отделение, машинный зал, химводоочистка и т. д.).

В разделе «Общеплощадочный ППР» разрабатываются следующие чертежи: стройгенплан с указанием временных сооружений и транспортных коммуникаций, схема монтажных проемов, схема раскладки блоков на сборочно-укрупнительных площадках, схемы разводки магистралей газа, схемы монтажа грузоподъемных механизмов, ведомости необходимого оборудования, приспособлений, инструмента и вспомогательных материалов, заявочные спецификации на металлопрокат и трубы для изготовления приспособлений и пояснительная записка, в которой приводятся краткая характеристика электростанции и данные о сроках ввода энергоблоков, объемах теп-

ломонтажных работ, средствах механизации сборочных и монтажных работ, временных сооружениях, источниках всех видов энергообеспечения.

Разделы ППР по монтажу отдельных объектов содержат: план и разрезы монтируемого объекта с указанием расположения грузоподъемных средств и подъездных путей, схемы разбивки оборудования на монтажные блоки и последовательность их монтажа, рабочие чертежи приспособлений для сборки и монтажа блоков, монтажные и сварочные формуляры, локальный график производства работ и пояснительную записку, в которой приводятся уточненные данные об объемах работ, описание принятой технологии производства работ, схемы механизации трудоемких и ручных процессов и совмещения строительных и монтажных работ, даются указания по технике безопасности для конкретных условий производства работ.

Для производства работ по сборке и монтажу отдельных сложных блоков и узлов оборудования дополнительно разрабатываются технологические карты, содержащие состав монтажных блоков, схемы строповки и крепления блоков при транспортировке и установке в проектное положение.

Все организационно-технические мероприятия, технологические процессы, монтажные устройства и приспособления, разрабатываемые в ППР, должны соответствовать требованиям нормативных документов, регламентирующих охрану труда и технику безопасности при производстве соответствующих работ.

## РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

# ОБОРУДОВАНИЕ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

---

### 2.1. КАНАТЫ

Для комплектования такелажных устройств, изготовления монтажных стропов и чалочных приспособлений применяются стальные канаты:

типа **ТЛК-О** (с точечно-линейным касанием проволок в прядях) из шести прядей по 37 проволок (всего 222 проволоки) с одним органическим сердечником по ГОСТ 3079-80 (табл. 2.1);

типа **ТК** (с точечным касанием проволок между слоями пряди) из шести прядей по 37 проволок (всего 222 проволоки) с одним органическим сердечником по ГОСТ 3071-88 (табл. 2.2);

типа **ЛК-РО** (с линейным касанием проволок в прядях) из шести прядей по 36 проволок (всего 216 проволок) с одним органическим сердечником по ГОСТ 7668-80 (табл. 2.3);

типа **ЛК-О** (с линейным касанием проволок в прядях) из шести прядей по 19 проволок (всего 114 проволок) с одним органическим сердечником по ГОСТ 3077-80 (табл. 2.4, только для расчалок).

**Таблица 2.1. Канаты типа ТЛК-О конструкции  
6×37(1+6+15+15)+1 о.с. (по ГОСТ 3079-80)**

Диаметр каната, мм	Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	
		1568 (160)	1764 (180)
		Разрывное усилие каната в целом, Н (кгс), не менее	
11,5	468,0	62 600 (6390)	68 750 (7010)
13,5	662,5	88 650 (9050)	97 100 (9910)
15,5	851,5	113 500 (11 600)	124 000 (12 700)
17,0	1065,0	142 000 (14 500)	155 500 (15 900)
19,5	1350,0	180 000 (18 400)	197 000 (20 150)
21,5	1670,0	225 500 (22 750)	244 500 (24 950)
23,0	1930,0	258 000 (26 750)	283 000 (29 300)
25,0	2245,0	300 000 (30 650)	328 500 (33 550)
27,0	2650,0	354 500 (36 200)	388 500 (39 650)
29,0	3015,0	403 500 (41 200)	441 500 (45 100)
30,5	3405,0	455 500 (46 500)	499 000 (50 950)
33,0	3905,0	522 000 (53 300)	571 500 (58 350)
35,0	4435,0	590 000 (60 550)	650 000 (66 350)
39,0	5395,0	722 000 (73 700)	791 000 (80 750)
43,0	6675,0	893 000 (91 150)	980 000 (99 850)
47,0	7845,0	1 045 000 (107 000)	1 145 000 (117 000)

Примечание. Канаты, разрывное усилие которых указано справа от жирной линии, изготавливаются из проволоки без покрытия.

**Таблица 2.2. Канаты типа ТК конструкции  
6×37(1+6+12+18)+1 о.с. (по ГОСТ 3071-88)**

Диаметр каната, мм	Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	
		1570 (160)	1770 (180)
		Разрывное усилие каната в целом, Н (кгс), не менее	
8,5	246	32 400 (3310)	36 500 (3720)
11,5	427	56 350 (5750)	61 250 (6250)
13,5	613	80 750 (8240)	87 800 (8960)
15,5	834	109 500 (11 200)	119 500 (12 200)
22,5	1705	224 000 (22 900)	244 000 (24 900)
24,5	2060	271 000 (27 700)	295 000 (30 150)
27,0	2455	323 500 (33 050)	352 500 (36 000)
29,0	2880	379 500 (38 750)	413 500 (42 200)
33,5	3835	506 000 (51 650)	550 000 (56 100)

Продолжение табл. 2.2

Диаметр каната, мм	Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	
		1570 (166)	1770 (180)
		Разрывное усилие каната в целом, Н (кгс), не менее	
36,5	4360	575 500 (58 750)	626 500 (63 950)
38,0	4920	649 000 (66 250)	707 000 (72 150)
39,5	5515	728 000 (74 300)	792 000 (80 850)
44,5	6805	895 500 (91 400)	975 000 (99 500)
49,0	8235	1 080 000 (110 500)	1 180 000 (120 500)

Примечание. Канаты, усилие которых указано справа от жирной линии, изготавливаются из проволоки без покрытия.

Таблица 2.3. Канаты типа ЛК-РО конструкции 6×36(1+7+7/7+14)+1 о.с. (по ГОСТ 7668-80)

Диаметр каната, мм	Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	
		1568 (160)	1764 (180)
		Разрывное усилие каната в целом, Н (кгс), не менее	
9,7	383,5	49 850 (5090)	56 100 (5725)
11,5	513,0	66 750 (6815)	75 100 (7665)
13,5	696,5	90 650 (9255)	101 500 (10 400)
15,0	812,0	112 000 (11 450)	116 500 (12 900)
16,5	1045,0	135 500 (13 800)	150 000 (15 500)
18,0	1245,0	161 500 (16 500)	175 500 (17 950)
20,0	1520,0	197 500 (20 200)	215 000 (21 950)
22,0	1830,0	237 500 (24 250)	258 500 (26 400)
23,5	2130,0	277 000 (28 150)	304 000 (30 600)
25,5	2495,0	324 000 (33 100)	352 500 (36 000)
29,0	3215,0	417 500 (42 650)	454 500 (46 400)
31,0	3655,0	475 000 (48 500)	517 000 (52 800)
33,0	4155,0	540 500 (55 200)	588 000 (60 050)
34,5	4550,0	592 000 (60 450)	644 500 (65 800)
36,5	4965,0	646 000 (66 000)	703 500 (71 800)
39,5	6080	791 500 (80 840)	861 000 (87 760)

Примечание. Канаты, разрывное усилие которых указано справа от жирной линии, изготавливаются из проволоки без покрытия.

Таблица 2.4. Канаты типа ЛК-О конструкции  
6×19(1+9+9)+1 о.с. (по ГОСТ 3077-80)

Диаметр каната, мм	Ориентировочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	
		1568 (160)	1764 (180)
		Разрывное усилие каната в целом, Н (кгс), не менее	
11,5	487,0	66 150 (6750)	72 450 (7390)
13,0	597,5	81 100 (8280)	88 700 (9070)
15,0	852,5	115 500 (11 800)	126 500 (12 950)
17,5	1155,0	156 000 (15 950)	171 500 (17 500)
19,5	1370,0	183 000 (18 950)	203 500 (20 800)
20,5	1551,0	210 500 (21 500)	230 500 (23 550)
22,0	1745,0	236 500 (24 150)	259 000 (26 450)
23,0	1950,0	264 500 (27 000)	289 500 (29 550)
25,5	2390,0	324 500 (33 150)	355 500 (36 300)
28,0	2880,0	391 000 (33 900)	428 000 (43 700)
30,5	3410,0	463 500 (47 300)	507 500 (51 800)
35,0	4610,0	626 500 (63 950)	686 000 (70 050)

Примечание. Канаты, разрывное усилие которых указано справа от жирной линии, изготавливаются только из светлой проволоки.

К каждому стальному канату согласно техническим условиям по ГОСТ 3241-80 заводом-изготовителем должен быть приложен сертификат, в котором указываются конструкции и результаты испытаний каната, в том числе и разрывное усилие. При отсутствии сертификата разрывное усилие каната определяется путем лабораторного испытания на разрыв отдельных проволок. Расчетное разрывное усилие каната в целом составляет 0,83 от суммарного разрывного усилия проволок.

Расчет канатов на прочность производится по формуле

$$P/S \geq k,$$

где  $P$  — разрывное усилие каната, кгс;  $S$  — усилие на канат, кгс;  $k$  — коэффициент запаса прочности, для стальных канатов определяется по табл. 2.5, для пеньковых принимается не менее 8.

Износ каната определяется по внешнему виду и по количеству обрывов отдельных проволок на длине одного шага свивки.

Данные отбраковки в зависимости от запаса прочности канатов приведены в табл. 2.6. Если канат имеет поверхностный износ или коррозию проволок, то при браковке каната количество обрывов проволок, приведенное в табл. 2.6, должно быть уменьшено путем умножения на коэффициент  $A$  (табл. 2.7).

Допускаемый диаметр ролика блока и барабана, огибаемых стальным канатом, определяется по формуле

$$D \geq de,$$

Таблица 2.5. Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности канатов

Назначение каната и характеристика грузоподъемной машины	Коэффициент запаса прочности
Грузовой и стреловой для грузоподъемной машины с ручным приводом	4,0
Грузовой и стреловой для грузоподъемной машины с машинным приводом и режимом работы:	
легким	5,0
средним	5,5
Стреловой, являющийся растяжкой	3,5
Расчалки (ванты)	3,5
Канаты лебедок, предназначенных для подъема людей	9,0

Таблица 2.6. Число обрывов проволок на одном шаге свивки каната, при котором канат должен быть забракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности при установленном правлении соотношении $D/d^*$	Конструкция каната					
	6×19 и один органический сердечник		6×37 и один органический сердечник		6×61 и один органический сердечник	
	Число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть забракован					
	Крестовая свивка	Односторонняя свивка	Крестовая свивка	Односторонняя свивка	Крестовая свивка	Односторонняя свивка
До 6	12	6	22	11	36	18
Свыше 6	14	7	26	13	38	19
Свыше 7	16	8	30	15	40	20

\*  $D$  — диаметр барабана лебедки или ролика блока, мм;  $d$  — диаметр каната, мм.

Таблица 2.7. Нормы браковки каната в зависимости от поверхностного износа или коррозии

Уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа или коррозии, %	Коэффициент $A$ уменьшения допускаемого числа обрывов
10	0,85
15	0,75
20	0,70
25	0,60
30	0,50
40 и более	Канат бракуется

Таблица 2.8. Наименьшие допустимые значения коэффициента  $e$

Тип грузоподъемной машины	Привод механизма	Режим работы механизма	Значение
Грузоподъемные машины всех типов, за исключением стреловых кранов, электроталей и лебедок	Ручной	— Легкий	18 20
	Машинный	Средний Тяжелый Весьма тяжелый	25 30 35
Краны стреловые	Ручной	—	16
Механизмы подъема груза и стрел	Машинный	Легкий	16
		Средний Тяжелый Весьма тяжелый	18 20 25
Лебедки для подъема грузов	Ручной	—	12
	Машинный	—	20
Электрические тали	—	—	22

Таблица 2.9. Пеньковые канаты белые (по ГОСТ 483-75)

Ориентировочный диаметр, мм	Разрывная нагрузка каната, кгс, не менее	
	обыкновенного	повышенной прочности
10	628	710
11	740	840
13	980	1110
14	1200	1360
16	1550	1750
19	2080	2360
22	2820	3190
26	3520	3990
29	4400	4980

где  $D$  — диаметр барабана лебедки или ролика блока, измеряемый по средней линии навитого каната, мм;  $d$  — диаметр каната, мм;  $e$  — коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины и режима ее работы (табл. 2.8).

Для подъемов грузов вручную и в качестве оттяжек применяют пеньковые бельные канаты по ГОСТ 483-75 (табл. 2.9). Расчет пеньковых канатов производится аналогично расчету стальных канатов.

## 2.2. СТРОПЫ

На монтажных и ремонтных работах используются стропы типа УСК1 (петлевые, рис. 2.1) и типа УСК2 (кольцевые, рис. 2.2). Стропы изготавливаются из стальных канатов, свитых из тонкой проволоки с маркировочной группой 1568 (160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>). Характеристики стропов приведены в табл. 2.10 и 2.11.

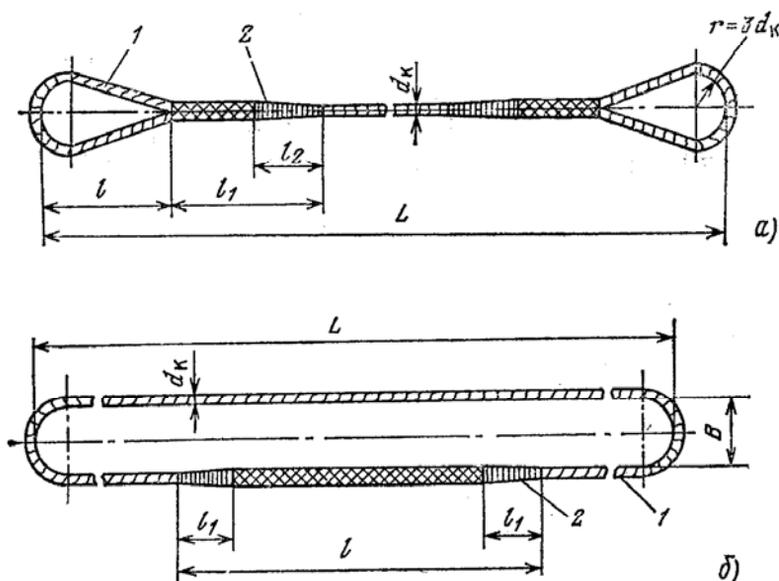
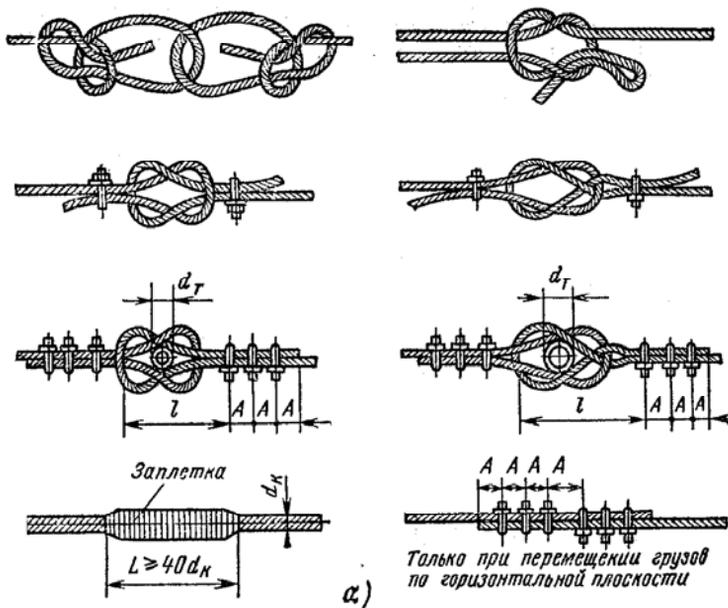


Рис. 2.1. Размеры стропов:

- $a$  — типа УСК1 (петлевого) исполнения 1 к табл. 2.10:  
 1 — канат грузового назначения марки 1, нераскручивающийся; 2 — место обмотки концов прядей каната проволокой;  
 $b$  — типа УСК2 (кольцевого) исполнения 2 к табл. 2.11:  
 1 — канат грузового назначения марки 1, нераскручивающийся; 2 — место обмотки концов прядей проволокой

При изготовлении стропов разового использования, а также для сращивания и закрепления концов канатов (рис. 2.2,  $a$  и 2.2,  $b$ ), при завязке узлов (табл. 2.12) применяются зажимы (рис. 2.3, табл. 2.13 и 2.14). Необходимое число зажимов и расстояние между ними  $A$  определяются по табл. 2.15.



а)

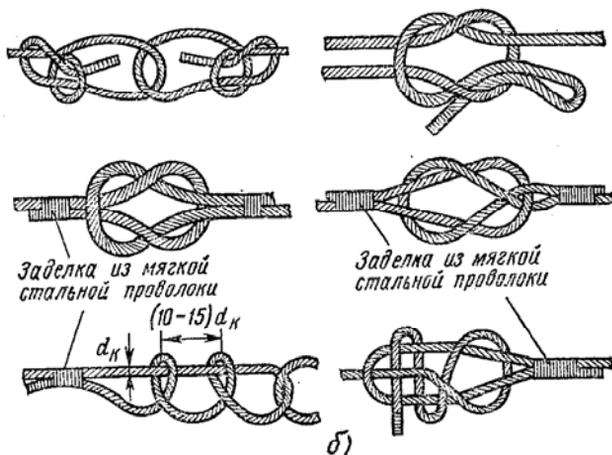


Рис. 2.2. Способы сращивания канатов:  
а — стальных; б — пеньковых

Таблица 2.10. Размеры стропов типа УСК исполнения I (петлевых)

Обозначение стропа	Диаметр каната d <sub>к</sub> , мм	Длина стропа L, м	Допускаемая нагрузка, тс	Разрывное усилие каната (тс)	Нагрузка при испытании, тс	Общая длина заготовок, м	Длина петли l, мм	Длина заплетки l <sub>з</sub> , мм	Проволока 1-0 для обмотки по ГОСТ 3282-74		Число проколов при заплетке, шт.	Масса, кг
									l <sub>2</sub> , мм	Длина развертки, мм		

Канат по ГОСТ 3079-80. Маркировочная группа 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)

УСК1-1,6/2000	15,5	2	1,6	113,5 (11,6)	2,0	3,60	320	300	90	4600	5	3,06
УСК1-1,6/4000	15,5	4	1,6	113,5 (11,6)	<del>2,0</del>	5,60	320	300	90	4600	5	4,77
УСК1-2,5/2000	19,5	2	2,5	180 (18,4)	3,125	4,08	400	420	130	7500	5	5,51
УСК1-2,5/4000	19,5	4	2,5	180 (18,4)	3,125	6,08	400	420	130	7500	5	8,21
УСК1-2,5/6000	19,5	6	2,5	180 (18,4)	3,125	8,08	400	420	130	7500	5	10,9
УСК1-2,5/10000	19,5	10	2,5	180 (18,4)	3,125	12,08	400	420	130	7500	5	16,3
УСК1-5,0/4000	25,0	4	5,0	300 (30,6)	6,25	6,33	400	500	190	16 000	5	14,2
УСК1-5,0/6000	25,0	6	5,0	300 (30,6)	6,25	8,33	400	500	190	16 000	5	18,7
УСК1-5,0/10000	25,0	10	5,0	300 (30,6)	6,25	12,33	400	500	190	16 000	5	27,7
УСК1-10,0/6000	35,0	6	10,0	590 (60,5)	12,5	9,63	500	850	260	29 000	6	42,7
УСК1-10,0/10000	35,0	10	10,0	590 (60,5)	12,5	12,63	500	850	260	29 000	6	60,4
УСК1-10,0/15000	35,0	15	10,0	590 (60,5)	12,5	18,63	500	850	260	29 000	6	82,6
УСК1-10,0/20000	35,0	20	10,0	590 (60,5)	12,5	23,63	500	850	260	29 000	6	105
УСК1-12,5/10000	43,0	10	12,5	893 (91,1)	15,625	14,1	500	1000	320	47 200	6	94,1
УСК1-12,5/15000	43,0	15	12,5	893 (91,1)	15,625	19,1	500	1000	320	47 200	6	128
УСК1-12,5/20000	43,0	20	12,5	893 (91,1)	15,625	24,1	500	1000	320	47 200	6	161

Канат по ГОСТ 3071-88. Маркировочная группа 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)

УСК1-0,5/2000	8,5	2	0,5	<del>33,4 (3,31)</del>	0,625	3,32	320	250	60	1800	4	0,82
УСК1-0,5/4000	8,5	4	0,5	<del>32,4 (3,31)</del>	0,625	5,32	320	250	60	1800	4	1,31
УСК1-1,25/2000	13,5	2	1,25	<del>80,7 (8,2)</del>	1,562	3,43	320	250	80	4100	5	2,10

УСК1-1,25/4000	13,5	4	1,25	80,7 (8,2)	1,562	7,43	250	80	4100	5	3,33
УСК1-1,25/6000	13,5	6	1,25	80,7 (8,2)	1,802	7,43	250	80	4100	5	4,55
УСК1-1,6/2000	15,5	2	1,6	109 (11,2)	2,0	3,60	300	90	4600	5	3,00
УСК1-1,6/6000	15,5	6	1,6	109 (11,2)	2,0	7,60	300	90	4600	5	6,34
УСК1-3,2/4000	22,5	4	3,2	224 (22,9)	4,0	6,36	400	130	9400	5	10,8
УСК1-3,2/6000	22,5	6	3,2	224 (22,9)	4,0	8,66	400	130	9400	5	14,2
УСК1-6,3/4000	29,0	4	6,3	379 (38,7)	7,875	6,94	700	190	19000	6	23,0
УСК1-6,3/6000	29,0	6	6,3	379 (38,7)	7,875	8,94	700	190	19000	6	25,8
УСК1-6,3/10000	29,0	10	6,3	379 (38,7)	7,875	12,94	700	190	19000	6	37,3
УСК1-8,0/6000	33,5	6	8,0	506 (51,6)	10,0	9,20	700	260	28000	6	35,3
УСК1-8,0/10000	33,5	10	8,0	506 (51,6)	10,0	10,90	700	260	28000	6	50,7
УСК1-8,0/20000	33,5	20	8,0	506 (51,6)	10,0	23,20	700	260	28000	6	89,0
УСК1-10,0/10000	38,0	10	10,0	649 (66,2)	12,5	16,65	850	260	30500	6	67,2
УСК1-10,0/15000	38,0	15	10,0	649 (66,2)	12,5	18,65	850	260	30500	6	91,8
УСК1-10,0/20000	38,0	20	10,0	649 (66,2)	12,5	23,65	850	260	30500	6	116

Канат по ГОСТ 7668-80. Маркировочная группа 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)

УСК1-1,0/2000	11,5	2	1,0	66,7 (6,81)	1,25	3,42	250	80	3200	4	1,75
УСК1-1,0/4000	11,5	4	1,0	66,7 (6,81)	1,25	5,42	250	80	3200	4	2,78
УСК1-1,0/6000	11,5	6	1,0	66,7 (6,81)	1,25	7,42	250	80	3200	4	3,80

Примечание. Изготовление и испытание стропов производить согласно ГОСТ 25573-82\*, ОСТ 24.090.48-79 и ОСТ 24.090.49-79

Таблица 2.11. Размеры стропов типа УСК исполнения 2 (кольцевых)

Обозначение стропы	Диаметр ка- ната d <sub>к</sub> , мм	Длина стро- па L, м	Допускаемая нагрузка, тс	Разрывное участие ветви каната, кН (тс)	Нарушка при испытании, тс	Общая длина заготовок, м	Ширина стро- па B, мм	Длина за- плетки l <sub>1</sub> , мм	Проволока 1-0 для обмотки по ГОСТ 3282-74		Число проко- лов при за- плетке, шт.	Масса, кг
									l, мм	Длина разверт- ки, мм		
<b>Канат по ГОСТ 3079-80. Маркировочная группа 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)</b>												
УСК2-5,0/4000	19,5	4	5,0	180 (18,4)	6,25	9,39	200	800	130	8400	5+5	12,7
УСК2-5,0/6000	19,5	6	5,0	180 (18,4)	6,25	13,39	200	800	130	8400	5+5	18,1
УСК2-10,0/6000	25,0	6	10,0	300 (30,6)	12,5	13,68	200	1000	190	16000	5+5	30,7
УСК2-10,0/10000	25,0	10	10,0	300 (30,6)	12,5	21,68	200	1000	190	16000	5+5	48,7
УСК2-10,0/15000	25,0	15	10,0	300 (30,6)	12,5	31,68	200	1000	190	16000	5+5	71,1
УСК2-10,0/20000	25,0	20	10,0	300 (30,6)	12,5	41,68	200	1000	190	16000	5+5	93,6
УСК2-16,0/6000	33,0	6	16,0	522 (53,3)	20,0	13,92	250	1100	260	29000	6+6	54,4
УСК2-16,0/10000	33,0	10	16,0	522 (53,3)	20,0	21,92	250	1100	260	29000	6+6	85,6
УСК2-16,0/15000	33,0	15	16,0	522 (53,3)	20,0	31,92	250	1100	260	29000	6+6	124,6
УСК2-16,0/20000	33,0	20	16,0	522 (53,3)	20,0	41,92	250	1100	260	29000	6+6	163,7
УСК2-28,0/10000	43,0	10	25,0	893 (91,15)	31,25	22,18	250	1250	320	50200	6+6	148,0
УСК2-28,0/15000	43,0	15	25,0	893 (91,15)	31,25	32,18	250	1250	320	50200	6+6	215,0
УСК2-28,0/20000	43,0	20	25,0	893 (91,15)	31,25	42,18	250	1250	320	50200	6+6	282,0
<b>Канат по ГОСТ 3071-88. Маркировочная группа 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)</b>												
УСК2-1,0/2000	8,5	2	1,0	32,4 (3,31)	1,25	4,5	50	300	60	1800	4+4	1,10
УСК2-1,0/4000	8,5	4	1,0	32,4 (3,31)	1,25	8,5	50	300	60	1800	4+4	2,10
УСК2-2,5/2000	13,5	2	2,5	80,5 (8,24)	3,125	4,9	150	500	90	4600	4+4	3,0
УСК2-2,5/4000	13,5	4	2,5	80,5 (8,24)	3,125	8,9	150	500	90	4600	4+4	5,45

УСК2-2,5/6000	13,5	6	2,5	80,5 (8,24)	3,125	12,9	150	500	90	4600	4+4	7,90
УСК2-6,3/4000	22,5	4	6,3	223 (22,9)	7,875	9,41	200	800	190	14000	5+5	16,10
УСК2-6,3/10000	22,5	10	6,3	223 (22,9)	7,875	21,41	200	800	190	14000	5+5	36,5
УСК2-12,5/6030	29,0	6	12,5	378 (38,7)	15,625	13,84	200	1100	260	19000	6+6	39,9
УСК2-12,5/10000	29,0	10	12,5	378 (38,7)	15,625	21,84	200	1100	260	19000	6+6	62,9
УСК2-12,5/15000	29,0	15	12,5	378 (38,7)	15,625	31,84	200	1100	260	19000	6+6	91,7
УСК2-16,0/10000	33,5	10	16,0	505 (51,6)	20,0	21,92	250	1100	260	28000	6+6	84,1
УСК2-16,0/15000	33,5	15	16,0	505 (51,6)	20,0	31,92	250	1100	260	28000	6+6	122,4
УСК2-16,0/20000	33,5	20	16,0	505 (51,6)	20,0	41,92	250	1100	260	28000	6+6	160,8
УСКК1-20,0/10000	38,0	10	20,0	647 (66,2)	25,0	22,14	250	1250	260	30500	6+6	109,0
УСКК1-20,0/15000	38,0	15	20,0	647 (66,2)	25,0	32,14	250	1250	260	30500	6+6	158,2
УСКК1-20,0/20000	38,0	20	20,0	647 (66,2)	25,0	42,14	250	1250	260	30500	6+6	207,4

Канат по ГОСТ 7668-80. Маркировочная группа 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)

УСК2-1,6/2000	9,7	2	1,6	49,8 (5,09)	2,0	4,64	150	320	80	2800	4+4	1,80
УСК2-1,6/4000	9,7	4	1,6	49,8 (5,09)	2,0	8,64	150	320	80	2800	4+4	3,30
УСК2-3,2/2000	15,0	2	3,2	104 (11,4)	4,0	5,040	150	600	90	5200	5+5	4,10
УСК2-3,2/4000	15,0	4	3,2	104 (11,4)	4,0	9,040	150	600	90	5200	5+5	7,35
УСК2-3,2/6000	15,0	6	3,2	104 (11,4)	4,0	13,040	150	600	90	5200	5+5	10,60
УСК2-8,0/4000	22,0	4	8,0	237 (24,2)	10,0	9,40	200	800	190	14000	5+5	17,2
УСК2-8,0/6000	22,0	6	8,0	237 (24,2)	10,0	13,40	200	800	190	14000	5+5	24,5
УСК2-8,0/10000	22,0	10	8,0	237 (24,2)	10,0	21,40	200	800	190	14000	5+5	39,2
УСК2-10,0/10000	25,5	10	10,0	324 (33,1)	12,5	21,6	200	1000	190	16000	5+5	53,9
УСК2-10,0/20000	25,5	20	10,0	324 (33,1)	12,5	41,6	200	1000	190	16000	5+5	103,8
УСК2-16,0/10000	31,0	10	16,0	475 (48,5)	20,0	21,81	250	1100	260	26000	6+6	79,7
УСК2-16,0/15000	31,0	15	16,0	475 (48,5)	20,0	31,81	250	1100	260	26000	6+6	116,3
УСК2-16,0/20000	31,0	20	16,0	475 (48,5)	20,0	41,81	250	1100	260	26000	6+6	152,8

Примечание. Изготовление и испытание стропов производить согласно ГОСТ 25573-82. ОСТ 24.090.48-79 и ОСТ 24.090.49-79.

Таблица 2.12. Вязка концов и сращивание чалочных канатов

Тип узла и способ вязки	Наименование узла	Назначение узла
	Прямой	Для привязки конца стального каната к петле
	Брамштоковый	
	Беседочный	Для образования петли на конце каната
	Двойной беседочный	
	Штыковой	

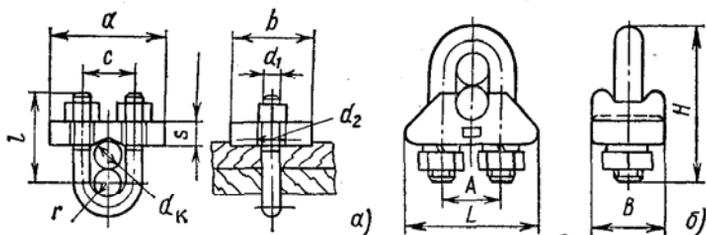


Рис. 2.3. Зажимы:  
а — к табл. 2.13; б — к табл. 2.14

Таблица 2.13. Основные размеры зажимов (рис. 2.3, а)

Диаметр каната, мм	Размеры, мм								Масса, кг
	a	b	c	l	s	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	r	
8,5	45	30	21	45	12	10	14	11,5	0,3
11,5	55	30	26	45	12	12	14	13	0,3
13,5	70	40	33	55	14	16	18	16,5	0,6
18,0	90	50	40	75	16	20	22	20	1,1
20,0	95	50	44	75	16	20	22	22	1,1
24,5	110	60	50	90	18	22	24	25	1,7
28,5	120	60	58	90	18	24	26	29	2,0
32,5	135	80	65	110	20	28	30	33	3,5

Таблица 2.14. Основные размеры зажимов по ОСТ 34-13-105-80 (рис. 2.3, б)

Обозначение зажима	Диаметр каната $d$ , мм	Размеры, мм				Масса, кг
		A	B	L	H	
10	Свыше 8 до 10	22	22	42	50	0,14
13	» 10 » 13	26	26	50	55	0,26
16	» 13 » 16	30	28	55	65	0,32
19	» 16 » 19	36	34	66	80	0,57
22	» 19 » 22	40	36	70	86	0,69
25	» 22 » 25	48	40	82	100	0,86
28	» 25 » 28	50	42	86	110	1,27
32	» 28 » 32	55	46	100	125	1,56
36	» 32 » 36	62	48	104	132	2,33

Таблица 2.15. Рекомендуемое число зажимов и их расположение

Диаметр каната, мм	11,5	13,5	18	22,5	24,5	27	28,5	35
Число зажимов, шт.	3	3	4	4	4	5	5	6
Расстояние между зажимами, мм	80	100	120	140	150	180	200	230

В некоторых случаях (для предохранения канатов от преждевременного износа) в петли стропов устанавливаются коуши сердцевидные (рис. 2.4, табл. 2.16).

Таблица 2.16. Основные размеры коушей по ГОСТ 2224-72 (рис. 2.4)

Диаметр каната, мм	Размеры, мм							Масса, кг
	D	b*	L	L <sub>1</sub>	R	S*	S <sub>1</sub>	
От 10,2 до 12,5	40	20	65	100	7,0	3,0	9,0	0,15
От 12,5 до 15,5	45	24	74	115	9,0	3,0	11,0	0,20
От 15,5 до 18,5	56	28	92	144	10,0	4,0	13,0	0,40
От 18,5 до 22,0	63	32	104	160	12,0	4,0	16,0	0,55
От 22,0 до 25,5	75	38	125	190	14,0	5,0	19,0	0,97
От 25,5 до 30,0	85	42	142	225	16,0	5,0	21,0	1,32
От 30,0 до 34,5	95	50	158	255	19,0	6,0	24,0	1,85
От 34,5 до 39,5	105	56	175	280	22,0	6,0	27,0	2,30
От 39,5 до 44,5	120	64	202	325	24,0	8,0	30,0	4,00
От 44,5 до 49,5	130	70	217	350	27,0	8,0	33,0	4,70

Расчет стропов и канатов для строповки грузов производится по формуле

$$\frac{P}{S} \geq k.$$

где  $P$  — разрывное усилие каната, кгс;  $S$  — усилие на одну ветвь стропа, кгс;  $k$  — коэффициент запаса прочности.

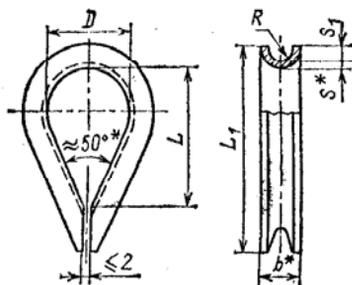


Рис. 24. Коуш сердцевидный (по ГОСТ 2224-72)

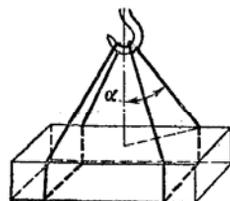


Рис. 25. Отклонение ветвей стропа от вертикали

При расчете стропов для подъема грузов с обвязкой или зацепкой крюками, кольцами или серьгами коэффициент запаса прочности принимают не менее 6.

Расчет стропов производится с учетом числа ветвей стропа и угла наклона их к вертикали (рис. 25). Усилие на одну ветвь стропа  $S$ , кгс, определяется по формуле

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \frac{Q}{n} = m \frac{Q}{n},$$

где  $Q$  — масса груза, кг;  $n$  — число ветвей стропа;  $m$  — размерный коэффициент, численно равный  $1/\cos \alpha$ ;  $\alpha$  — угол наклона ветви стропа к вертикали.

Значения коэффициента  $m$  для наиболее часто применяемых углов наклона стропов к вертикали приведены ниже:

Угол $\alpha$	0°	15°	30°	45°	60°
Коэффициент $m$	1,0	1,03	1,15	1,42	2,0

Выбор диаметра стропа можно производить по табл. 2.17.

Строповка грузов. Строп следует укреплять только за надежные части груза. Способы крепления стропов на крюках — см. рис. 2.6. Все ветви стропа должны быть натянуты равномерно; равнодействующая от натяжения стропов должна проходить через центр тяжести груза. Ветви стропа не должны соскальзывать вдоль груза в случае нарушения равновесия. Между стропом и острыми кромками груза должны быть подложены и надежно закреплены

Таблица 2.17. Грузоподъемность одной ветви стропы, т

Диаметр каната, мм	Угол наклона стропы к вертикали			
	0°	30°	45°	60°
<b>Канат типа ТЛК-О (по ГОСТ 3079-80)</b>				
13,5	1,50	1,30	1,05	0,75
15,5	1,90	1,65	1,30	0,95
19,5	3,06	2,65	2,15	1,50
21,5	3,78	3,28	2,65	1,83
23,0	4,40	3,85	3,10	2,20
25,0	5,10	4,40	3,55	2,55
29,0	6,85	5,95	4,80	3,40
30,5	7,75	6,70	5,45	3,87
33,0	8,85	7,70	6,25	4,45
35,0	10,0	8,65	7,02	5,00
43,0	15,18	13,20	10,65	7,59
<b>Канат типа ТК (по ГОСТ 3071-88)</b>				
13,5	1,35	1,10	0,96	0,68
15,5	1,85	1,60	1,30	0,93
22,5	3,80	3,30	2,65	1,90
24,5	4,60	4,00	3,25	2,30
29,0	6,45	5,60	4,53	3,20
33,5	8,60	7,48	6,00	4,30
36,5	9,77	8,50	6,86	4,86
38,0	11,00	9,60	7,75	5,50
44,5	15,20	13,20	10,70	7,60
<b>Канат типа ЛК-РО (по ГОСТ 7668-80)</b>				
9,7	0,84	0,73	0,59	0,42
11,5	1,13	0,98	0,79	0,56
13,5	1,52	1,32	1,07	0,75
15,0	1,90	1,65	1,33	0,95
18,0	2,70	2,34	1,90	1,35
20,0	3,35	2,90	2,35	1,66
22,0	4,02	3,50	2,80	2,00
29,0	7,10	6,16	5,00	3,55
31,0	8,05	7,03	5,65	4,05
33,0	9,20	8,00	6,45	4,60

Примечание. Таблица составлена для стальных канатов с маркировочной группой 1568(160) МПа (кгс/мм<sup>2</sup>) при запасе прочности, равном 6

деревянные или металлические подкладки. Строп не должен иметь переломов, перекручиваний и петель.

Применение траверс предохраняет детали оборудования при строповке от дополнительных напряжений.

Для равномерного распределения нагрузки на отдельные ветви стропы рекомендуется применять длинный строп в несколько ветвей вместо отдельных коротких стропов. Строповка длинномерных гру-

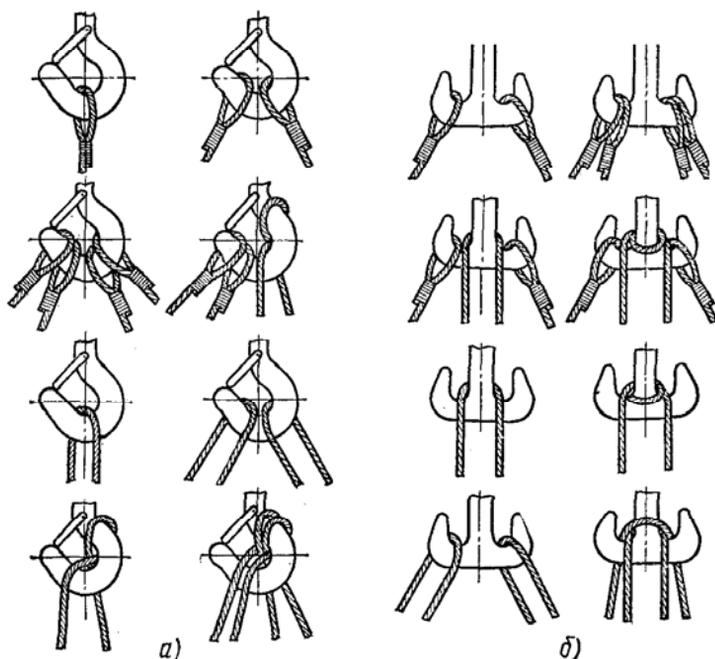


Рис. 2.6. Способы обвязки стропов:  
*а* — за однорогий крюк; *б* — за двурогий крюк

зов (например, колонн и балок, прямых труб) должна производиться двумя стропами.

### 2.3. СКОБЫ ТАКЕЛАЖНЫЕ, РЫМ-БОЛТЫ, ТАЛРЕПЫ

Скобы такелажные (рис. 2.7, табл. 2.18) используются в качестве соединительных элементов при строповке грузов.

Таблица 2.18. Скобы типа СА (по ГОСТ 2476-72)\*

Допускаемая нагрузка, тс	<i>D</i> , мм	<i>l</i> , мм	<i>H</i> , мм	Масса, кг
2,5	50	104	131	1,38
5,0	75	147	184	4,25
8,0	90	185	235	7,99
12,5	110	216	288	14,28
16,0	120	233	320	17,65
20,0	130	268	360	26,59
25,0	140	289	400	34,47

\* Даны для справок, ГОСТ 2476-72 отменен.

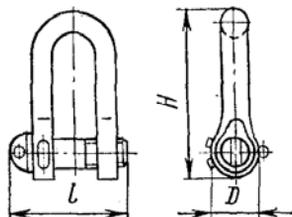


Рис. 2.7. Скоба такелажного типа СА

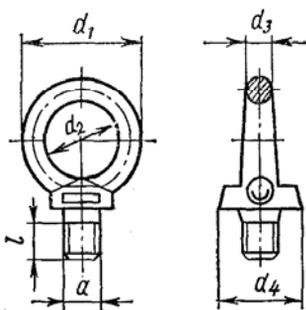
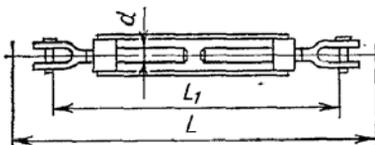


Рис. 2.8. Рым-болт

Таблица 2.19. Основные размеры рым-болтов (по ГОСТ 4751-73), мм

Условное обозначение резьбы	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$l_1$ не менее	Масса, кг
M8	36	20	8	20	12	0,05
M10	45	25	10	25	15	0,12
M12	54	30	12	30	19	0,19
M16	63	35	14	36	25	0,31
M20	72	40	16	40	29	0,50
M24	90	50	20	50	35	0,87
M30	108	60	24	63	44	1,58
M36	126	70	28	75	51	2,43
M42	144	80	32	85	58	3,72
M48	162	90	36	95	68	5,54
M56	180	100	40	105	78	8,09
M64	198	110	44	115	93	10,95
M72×6	234	130	52	135	98	18,54
M80×6	270	150	60	160	108	25,40
M100×6	324	180	72	190	133	43,82

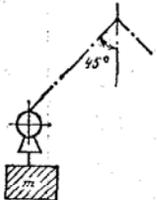
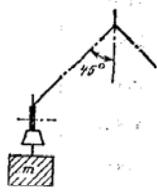
Рис. 2.9. Талреп сварной конструкции



Рым-болты (рис. 2.8, табл. 2.19, 2.20), устанавливаемые на узлах оборудования, используются для крепления стропов. Грузоподъемность рым-болтов должна соответствовать указанной в табл. 2.20.

Талрепы (рис. 2.9, табл. 2.21) применяются для натяжения расчалок из стальных канатов.

Таблица 2.20. Грузоподъемность рым-болтов (по ГОСТ 4751-73)

Условное обозначение резьбы	Грузоподъемность на 1 рым-болт, кг		
	Направление стропа		
	по вертикальной оси рым-болта	в плоскости кольца	с отклонением от плоскости кольца
			
M8	120	80	40
M10	200	125	65
M12	300	175	90
M16	550	250	125
M20	850	325	150
M24	1250	500	250
M30	2000	700	350
M36	3000	1000	500
M42	4000	1300	650
M48	5000	1650	800
M56	6200	2000	1000
M64	7500	2500	1250
M72×6	10 000	3500	1750
M80×6	14 000	4500	2250
M100×6	20 000	6500	3250

Примечание. При подъеме груза направление стропа под углом от вертикальной оси рым-болта свыше  $45^\circ$  не допускается. Для установки в одной плоскости колец двух ввинченных до упора рым-болтов допускается применение плоских шайб толщиной: до 1 мм — под рым-болты с резьбой М8—М12; не более половины шага резьбы — под рым-болты с резьбой свыше М12.

#### 2.4. БЛОКИ И ПОЛИСПАСТЫ

Блоки предназначены для подъема груза, изменения направления тягового конца каната и устройства полиспастных систем. Размеры блоков для стальных канатов не стандартизированы. В табл. 2.22 приведены основные данные блоков Кашинского завода металлоконструкций (рис. 2.10). Основные данные блоков треста «Стальконструкция» (рис. 2.11) приведены в табл. 2.23. В качестве отводных блоков применяются блоки с откидной щекой (рис. 2.12). Отводные блоки выбираются в зависимости от усилия, действующего на них. Усилие, действующее на отводной блок, зависит от натяжения каната и угла, образуемого между направлением ниток

Таблица 2.21. Талрепы открытые сварные типа ВВ  
(по ГОСТ 9690-71)\*

Допускаемая нагрузка, кгс	Размеры, мм					Масса, кг
	Диаметр каната	Резьба $d$	Ход талрепа	$L$	$L_1$	
2000	15,5	M20	185	603	418	3,6
2500	17,5	M22	185	629	444	4,2
3200	19,5	M24	212	719	507	6,0
4000	22,5	M27	212	757	545	7,1
5000	26,0	M33	248	881	633	12,8
6300	28,5	M36	248	900	652	14,0
8000	31,0	M39	265	987	722	21,2
10 000	35,0	M42	265	1027	762	23,6
12 500	39,0	M48	290	1133	843	33,4

\* Даны для справок, ГОСТ 9690-71 отменен.

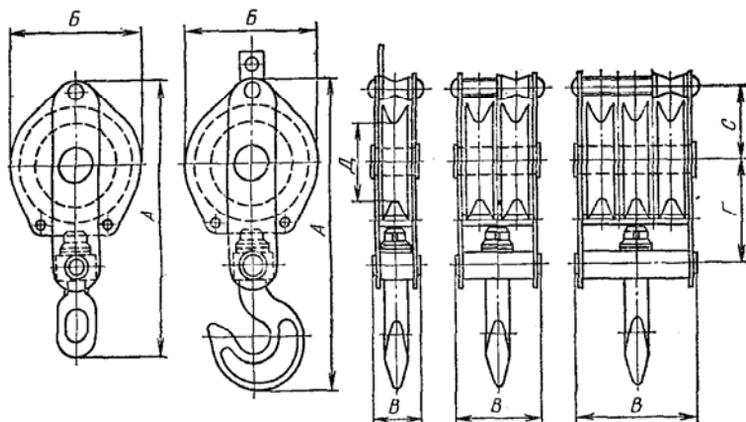


Рис. 2.10. Блоки конструкции Каширского завода металлоконструкций

каната, оггибающих блок (рис. 2.13). Усиление  $Q$ , действующее на отводной блок, всегда больше усилия на сбегающем конце каната  $S$  и определяется по формуле

$$Q = k_1 S,$$

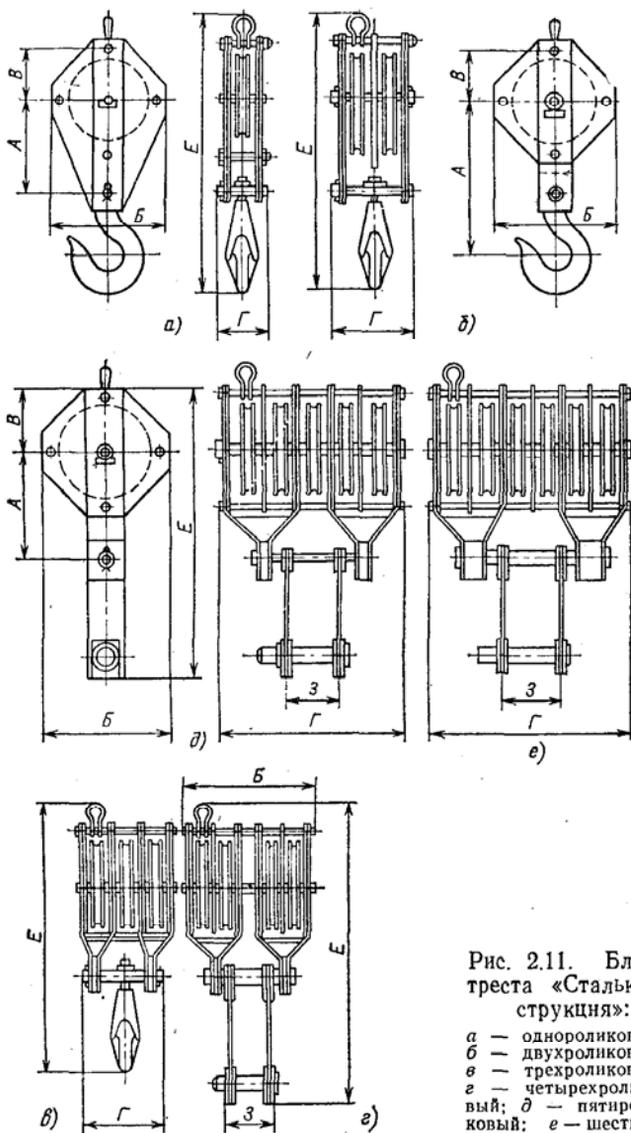
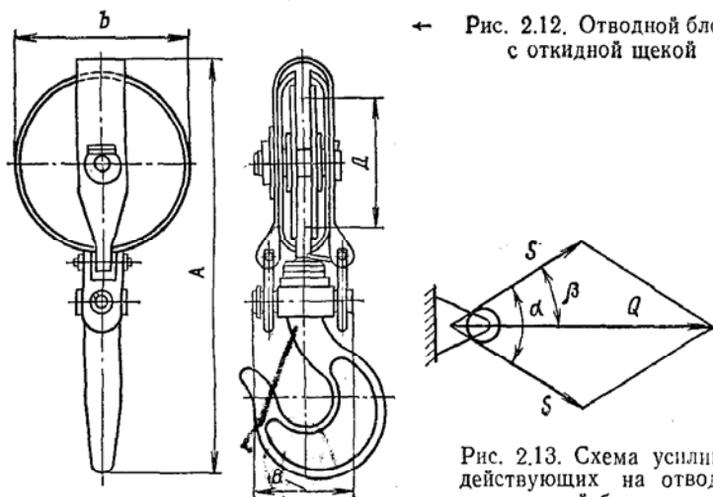


Рис. 2.11. Блоки треста «Стальконструкция»:

- a* — однороликовый;
- б* — двухроликовый;
- в* — трехроликовый;
- г* — четырёхроликовый;
- д* — пятироликовый;
- е* — шестироликовый

Таблица 2.22. Основные данные блоков Каширского завода металлоконструкций

Грузоподъемность, т	Число роликов, шт.	Диаметр ролика, мм	Диаметр каната, мм	Размер, мм					Масса, кг
				A	B	B	Г	C	
1	1	110	11,0	327	146	79	87	110	3,88
3	1	140	15,5	506	195	103	113	155	14,6
5	1	180	19,5	641	245	144	140	200	31,6
	2	140	15,5	589	195	155	113	175	30,0
10	1	260	22,0	890	340	175	197	275	77,4
	2	180	19,5	800	245	180	140	235	70,7
20	3	350	17,5	1205	420	328	235	390	306
30	4	450	24	1450	504	530	300	480	613
50	6	450	24	1788	530	710	380	545	1000
5 (с откидной щеткой)	1	180	17,5	580	245	118	—	—	20



← Рис. 2.12. Отводной блок с откидной щеткой

Рис. 2.13. Схема усилий, действующих на отводной блок

где  $k$  — коэффициент, зависящий от угла  $\alpha$ :

Угол $\alpha$ . . . . .	0°	30°	45°	60°	90°
Коэффициент $k_1$ . . . . .	2,0	1,94	1,84	1,73	1,41

При выборе отводного блока следует пользоваться данными, приведенными в табл. 2.24.

**Таблица 2.23. Основные данные блоков треста  
«Стальконструкция»**

Грузо- подъем- ность, т	Число ролик- ков, шт.	Диаметр ролика, мм	Диаметр каната, мм	Размер, мм						Масса, кг
				А	Б	В	Г	Е	З	
1	1	150	8,7	165	240	132	80	505	—	10,5
5	1	300	19,5	290	420	205	130	890	—	46
10	1	400	24	380	560	320	165	1170	—	93,5
10	2	300	19,5	320	440	250	210	1040	—	88
15	2	400	24	415	560	310	235	1300	—	175
20	2	400	24	430	560	320	245	1380	—	203
20	3	400	24	530	560	320	320	1580	124	200
25	3	400	24	530	560	320	330	1550	—	242
30	4	400	24	580	560	320	440	1636	158	335
40	5	400	24	560	560	320	505	1625	192	423
50	6	400	24	545	560	320	585	1610	258	539

**Таблица 2.24. Усилия на отводные блоки, кгс**

Усилие действующее на канат, S, кгс	Угол между канатами $\alpha$				
	0°	30°	45°	60°	90°
1000	2000	1940	1840	1720	1400
1500	3000	2910	2760	2580	2100
2000	4000	3880	3680	3440	2800
2500	5000	4850	4600	4300	3500
3000	6000	5820	5520	5160	4200
3500	7000	6790	6440	6020	4900
4000	8000	7760	7360	6880	5600
4500	9000	8730	8280	7740	6300
5000	10 000	9700	9200	8600	7000

**Таблица 2.25. Полиспасты Каширского завода  
металлоконструкций**

Грузоподъемность полиспастов, т	Диаметр роликов, мм	Число роликов в блоках, шт.	Длина в стянутом состоянии, мм (не менее)
3	140	1	1300
5	180	2	1690
10	260	1	2300
20	350	3	3200
30	450	4	3900
50	450	6	4570

Полиспасты. Длина полиспаста в стянутом состоянии  $H$ , м (рис. 2.14), определяется по формуле

$$H = h_1 + h_2 + A,$$

где  $h_1$  — строительная высота верхнего блока, м;  $h_2$  — строительная высота нижнего блока, м;  $A$  — минимальное расстояние в свету между верхним и нижним блоками, принимаемое для полиспастов грузоподъемностью до 3,0 т — 0,5 м; 10 т — 0,7 м; 25 т — 0,8 м; 50 т — 1,0 м. Основные данные полиспастов из блоков Каширского завода металлоконструкций приведены в табл. 2.25.

Длину каната, м, для оснастки полиспаста можно определить по формуле

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

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

В табл. 2.26 приведены данные для определения длины канатов полиспастов.

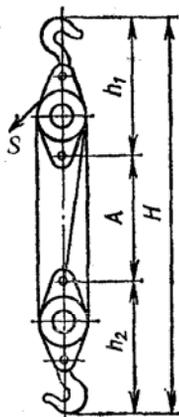


Рис. 2.14. Схема полиспаста в стянутом состоянии

Таблица 2.26. Длина каната полиспастов

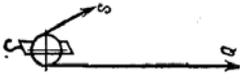
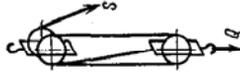
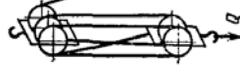
Высота подвески верхнего блока полиспаста над землей, м	Число ниток, полиспаста, шт.					
	1	2	3	4	5	6
	Длина каната $L$ , м					
5	40	46	52	57	62	68
10	50	61	72	82	92	103
15	60	76	92	107	122	138
20	70	91	112	132	152	173
25	80	106	132	157	182	208
30	90	121	152	182	212	243
35	100	136	172	207	242	278

Примечание. Длина сбегющего конца каната от верхнего блока полиспаста до лебедки принята равной высоте подвешивания верхнего блока плюс 20 м.

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

$$S = \frac{Q}{\eta^n \eta_{\text{бл}}^{n_1}},$$

Таблица 2.27. Коэффициент полезного действия и натяжение тягового каната полилипастов

Наименование	Число рабочих витков, шт.					
	1	2	3	4	5	6
КПД полилипаста $\eta$						
	Усилие в сбегающем конусе тягового каната $S, \text{ кгс}$	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88
	1,04Q	0,53 Q	0,36 Q	0,28 Q	0,23 Q	0,19 Q

где  $Q$  — масса поднимаемого груза, кг;  $n$  — число ниток полиспаста, шт.;  $\eta_{\text{отв}}$  — КПД отводного блока, принимаемый 0,96;  $n_1$  — число отводных блоков, шт.;  $\eta$  — КПД полиспаста.

Значения КПД полиспастов для стальных канатов приведены в табл. 2.27. В этой же таблице значения  $S$  подсчитаны в зависимости от  $Q$  для полиспастов с различным числом ниток (без учета КПД отводных блоков).

Подъем груза полиспастами, как правило, должен производиться при вертикальном положении полиспаста.

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

при горизонтальном направлении оттяжки (рис. 2.15, а)

$$S = Q \operatorname{tg} \alpha,$$

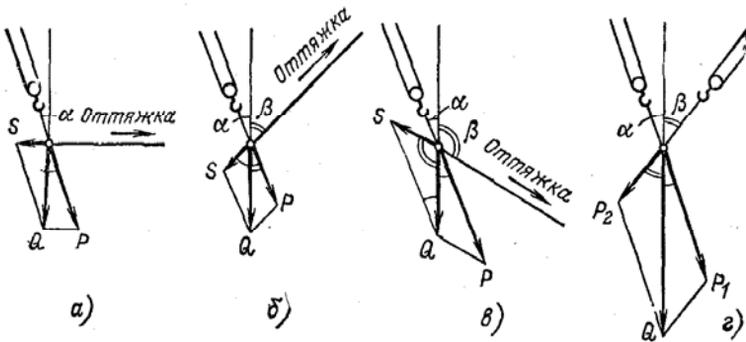


Рис. 2.15. Расчетная схема усилий на полиспаст и оттяжку

где  $S$  — усилие на оттяжку, кгс;  $Q$  — масса груза, кг; при наклонном направлении оттяжки (рис. 2.15, б)

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

Направление оттяжки по рис. 2.15, в нежелательно, так как при этом возникает дополнительная нагрузка на полиспаст. В этом случае усилие в полиспасте, кгс,

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

При подъеме груза за один строп двумя полиспастами, расположенными под углом друг к другу (рис. 2.15, г), усилия определяются по формулам

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

где  $P_1$  и  $P_2$  — усилия на полиспасты, кгс.

Подъем громоздких грузов может производиться двумя полиспастами за несколько стропов. Усилия на полиспасты определяются

в каждом отдельном случае по расчету в зависимости от углов наклона полиспастов и расположения стропов по отношению к центру тяжести груза.

### 2.5. ЛЕБЕДКИ, ТАЛИ И КОШКИ

Ручные и ручные рычажные лебедки (рис. 2.16 и 2.17, табл. 2.28 и 2.29) применяются в качестве вспомогательных механизмов для оттяжки и подтаскивания грузов, фиксации их в промежуточных положениях, поворота монтажных стрел и пр.

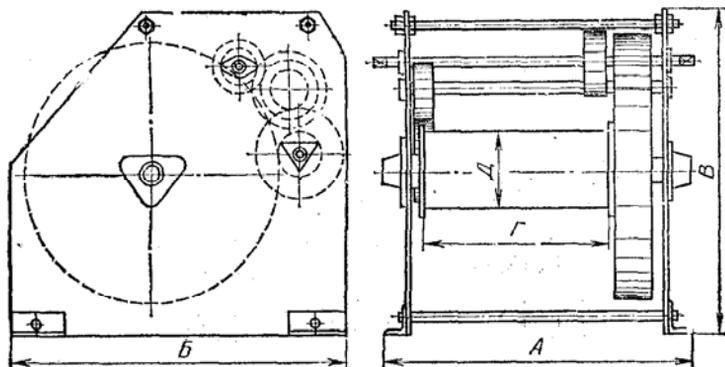


Рис. 2.16. Ручная лебедка

Таблица 2.28. Техническая характеристика лебедок с ручным приводом

Марка лебедки	Тяговое усилие, кг	Диаметр барабана $D$ , мм	Длина барабана $\Gamma$ , мм	Диаметр каната, мм	Канато-емкость, м	Размеры, м			Масса, т
						$A$	$B$	$B$	
ЛР-0,5	500	130	400	8,7	100	0,8	0,7	—	0,16
Т-68	1000	180	500	11,0	150	0,9	0,8	—	0,29
ПР-1,5	1500	190	390	13,0	65	1,3	0,8	—	0,18
Т-69	3000	250	350	15,0	150	1,1	1,2	0,9	0,57
Т-102	5000	270	640	19,5	220	1,1	1,1	1,1	1,75

Примечание. Заводы-изготовители — Орский завод строительных машин и Миллеровский завод подъемно-транспортного оборудования им. Гаврилова.

Таблица 2.29. Техническая характеристика ручных рычажных лебедок

Наименование	Тяговое усилие, кгс			
	3000	1500	750	
Подача каната за один ход рычага, мм	26—35	32	35	
Усилие рабочего на рычаге, кгс	45—70	35	25	
Длина рычага, мм	1200	1080	—	
Канат типа ТК 7×19 с металлическим сердечником (ГОСТ 3067-74):				
	диаметр, мм	16,5	12	7
длина, м	15	20	20	
Разрывное усилие, кгс	20 4.0	8500	—	
Габаритные размеры, мм:				
	длина	726	634	500
	ширина	155	155	140
высота	325	325	285	
Масса лебедки с канатом, кг	56,3	35	17	

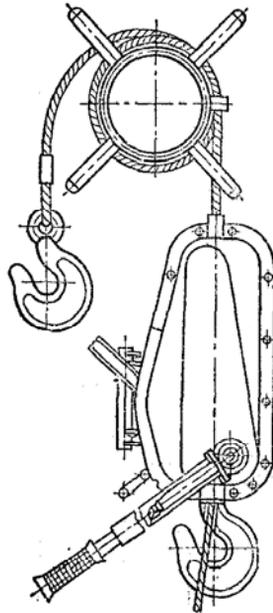


Рис. 2.17. Ручная рычажная лебедка

Электрические лебедки (рис. 2.18, табл. 2.30) используются в качестве грузоподъемного механизма при производстве монтажных работ вне зон действия кранов. Канатоемкость барабанов лебедок при замене диаметра каната определяется при помощи коэффициентов (табл. 2.31).

Тали ручные (рис. 2.19 и 2.20, табл. 2.32 и 2.33) применяются для подъема грузов на небольшую высоту. При необходимости сов-

Таблица 2.31. Коэффициенты для определения канатоемкости лебедок

Паспортный диаметр каната лебедки, мм	Диаметр каната, мм					
	15,5	17,5	22,5	24	29	30,5
15,5	1	0,8	0,4	—	—	—
17,5	1,23	1	—	—	—	—
22,0	1,95	1,45	1	0,71	—	—
24	—	—	1,15	1	0,74	—
28,5	—	—	—	1,28	1	0,85
30,5	—	—	—	—	1,5	1

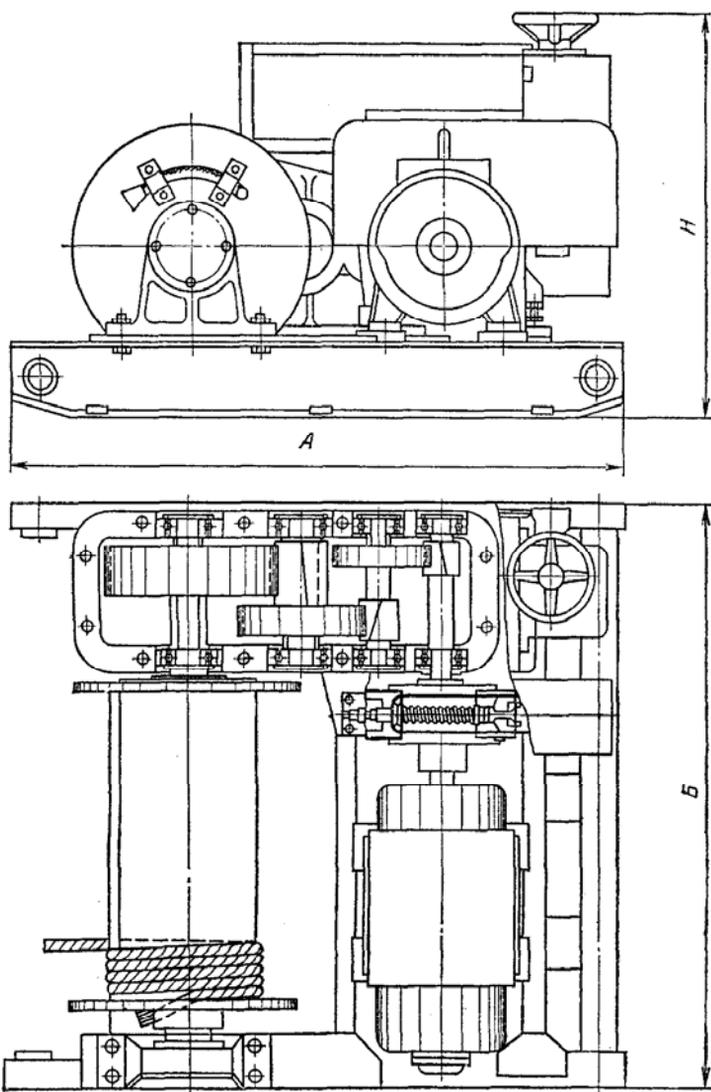


Рис. 2.18. Электрические лебедки грузоподъемностью 3—5 т

Таблица 230. Техническая характеристика электрических лебедок

Марка лебедки	Тяговое усилие, тс	Скорость наводки каната, м/мин	Диаметр барабана, мм	Длина барабана, мм	Диаметр стального каната, мм	Канатная емкость, м	Габариты, м			Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг
							Длина А	Ширина Б	Высота Н		
ЦКБ-ГСМ	12,5	7,6	750	—	33	800	2,9	3,3	1,8	20	5,5
ИЗ-587	7,5	7	500	—	28,5	350	2,2	1,6	1,3	10	2,2
Л-7502	7,5	3,1—4,0	—	—	26	130	1,6	1,5	1,4	5	2
ЛС-5-30-900	5	1,1; 1,5; 23,8	426	—	22	900	2,9	1,9	1,2	22	2,4
ЛС-5-30-450	5	1,12; 1,5	426	—	22	450	1,8	1,2	1,2	22	1,9
МЭЛ-5-23*	5	14,1—20,6	370	800	24	259	1,7	1,55	1,22	16	1,74
МЭЛ-1,5-219**	1,5	16,5	319	600	12,5	212	1,12	1,16	0,65	5	0,77
Q=0,125	0,125	9,7—10,5	—	—	4,8	60	0,52	0,38	0,29	0,6	0,047
УЛ-5М***	5	7,04	—	—	21	120	1,27	1,0	1,0	3	1,37
УЛ-3М***	3	11,1	—	—	16,5	120	1,27	1,0	1,0	3	0,89
УЛ-1,5М***	1,5	9,8	—	—	11,5	80	1,19	0,84	1,0	3	0,55

Завод-изготовитель: \* Киевский экспериментальный механический завод треста «Электромеханизация»; \*\* Московский опытно-экспериментальный завод монтажной техники Союзэнергомонтаж; \*\*\* Волжское производственное объединение «Энергомаш».

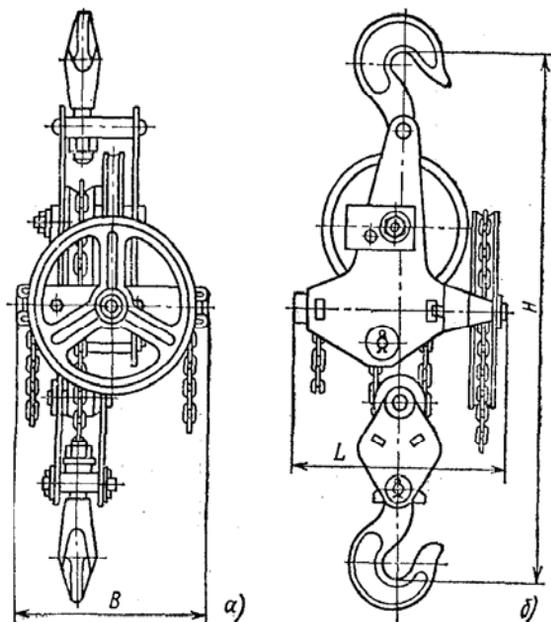


Рис. 2.19. Тали с червячной передачей по ТУ 24.09.701-88

Таблица 2.32. Тали с червячной передачей (по ТУ 24.09.701-88)

Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Размеры, мм			Усилие тяговой цепи, кгс	Масса, кг
		H (в стянутом виде)	B	L		
1	3	570	240	270	35	32
3,2	3	860	360	340	65	75
5	3	1060	460	440	75	145
8	3	1200	570	500	75	270
12,5	3	1900	700	670	75	410

мещения подъема и горизонтального перемещения грузов тали используются совместно с кошками (рис. 2.21 и 2.22, табл. 2.34, 2.35).

Тали электрические канатные по ГОСТ 22584-77 с односкоростными механизмами подъема и передвижения (рис. 2.23, табл. 2.36, 2.37) предназначены для вертикального и горизонтального перемещений подвешенного на крюке груза.

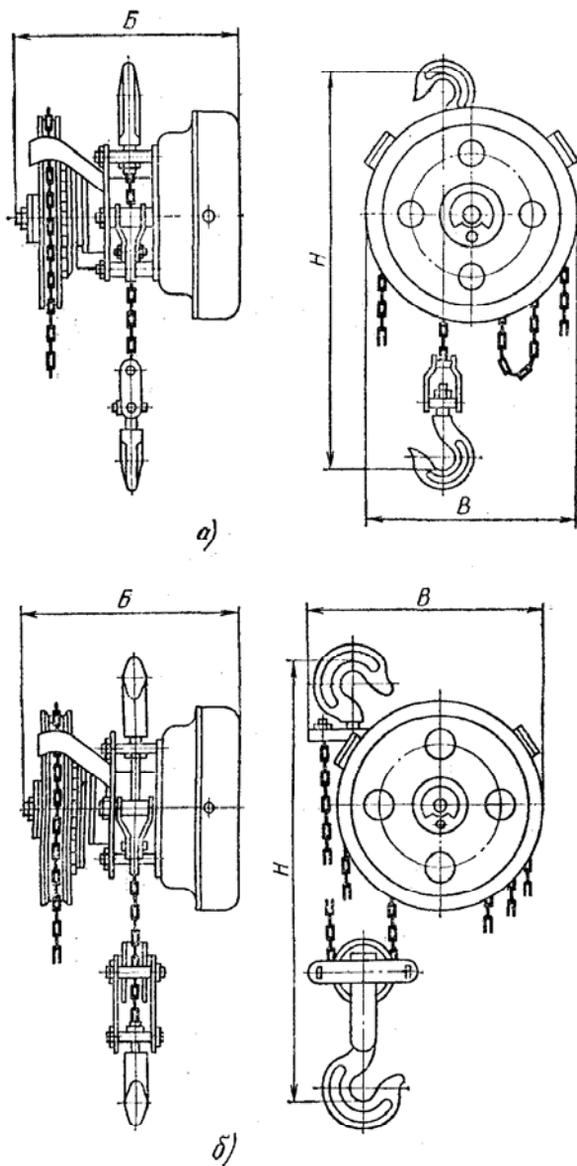


Рис. 2.20. Тали ручные шестеренные:  
 а — тип А; б — тип В

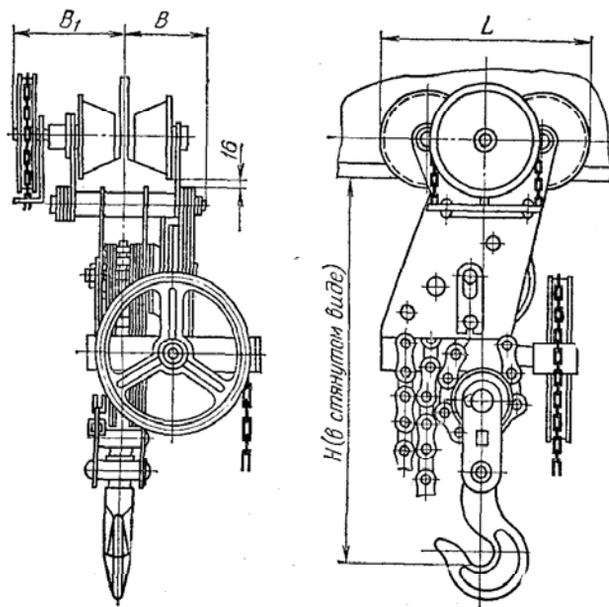


Рис. 2.21. Тали передвижные червячные (по ТУ 24.09.701-88)

Таблица 2.33. Тали ручные шестеренные (по ГОСТ 2799-75)

Тип	Грузо-подъемность, т	Высота подъема груза, м	Размеры, мм			Усилие тяговой цепи, кгс	Масса, кг
			H (в стянутом виде)	Б	В		
А	0,25	3; 6	280	160	150	25	15
	0,5	9; 12	320	180	210	32	20
	1,0		360	220	250	32	30
	2,0		470	250	280	50	50
Б	3,2	3; 6; 12	680	280	330	50	70
	5,0		800	280	350	50	125

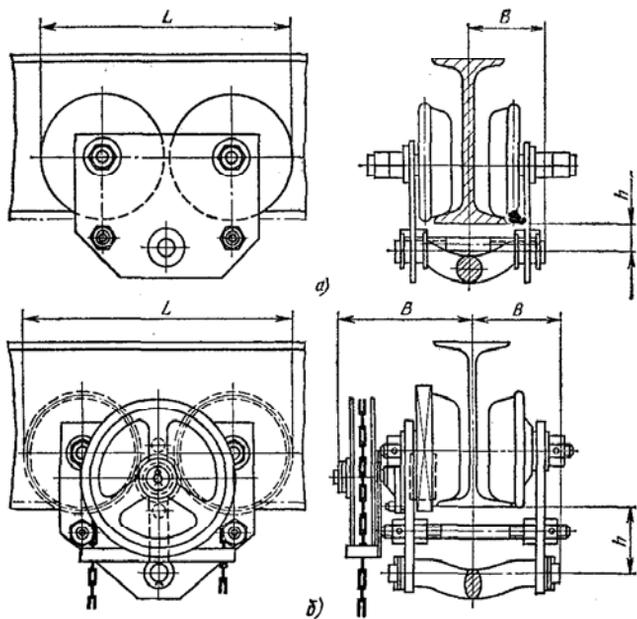


Рис. 2.22. Ручные кошки (по ГОСТ 47-63):  
*a* — без механизма передвижения (тип А); *б* — с ручным механизмом передвижения (тип В)

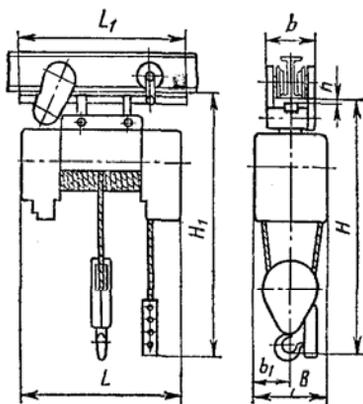


Рис. 2.23. Тали электрические канатные

Таблица 2.34. Тали с червячной передачей передвижные  
(по ТУ 24.09.701-88)

Грузоподъемность, т	Высота подвеса груза, м	Тяговое усилие на цепях, кгс		Размеры, мм				Двугранные балки ГОСТ 8239-72	Радиус закругления пути, м (не менее)	Масса, кг
		подвеса	перемещения	H	L	B	B <sub>1</sub>			
1,0	3	35	10	460	260	140	200	16—33	1,2	52
3,2	3	65	18	700	310	180	230	22—45	2,0	120
5,0	3	75	20	860	380	210	260	30—45	2,5	200
8,0	3	75	25	1100	460	250	300	40—50	3,0	410

Таблица 2.35. Кошки с ручным приводом (по ГОСТ 47-63)

Тип кошки	Грузоподъемность, т	Тяговое усилие на цепи механизма передвижения, кгс	Размеры, мм				Двугранные балки (по ГОСТ 8239-72)	Радиус закругления пути, м	Масса, кг
			h	L	B	B <sub>1</sub>			
А	0,25	—	50	190	85	—	12, 14, 16	0,8	5
	0,5	—	60	230	90	—	14, 16, 18	1,0	9
	1,0	—	80	260	110	—	16, 18, 20	1,0	13
Б	1,0	10	80	260	110	180	16, 18, 20	1,0	20
	2,0	15	100	270	120	200	20, 22, 24	1,6	30
	3,2	18	120	310	130	220	22, 24, 27	2,0	40

Таблица 2.36. Тали электрические (по ГОСТ 22584-77).  
Исполнение 5

Марка тали	Грузоподъемность, т	Высота подвеса, м	Размер, мм					H <sub>1</sub>	h не менее	L	L <sub>1</sub>
			B	b	b <sub>1</sub>	H	не более				
			не более								
ТЭ 025-511	0,25	6	210	570	110	550	5500	20	640	650	
ТЭ 050-511		6					5700		560	600	
ТЭ 050-521	0,5	12	390	450	250	780	11 700		725	765	
ТЭ 050-531		18					17 700		915	955	

Продолжение табл. 2.36

Марка тали	Грузоподъемность, Т	Высота подъема, м	Размер, мм							
			B	b	b <sub>1</sub>	H	H <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub>	
			не более			не более				
ТЭ 100-511	1,0	6	330	325	160	855	5900	20	655	695
ТЭ 100-521		12					11 900		870	920
ТЭ 100-531		18					17 900		1085	1135
ТЭ 200-511	2,0	6	370	370	185	1150	6000	20	800	800
ТЭ 200-521		12					12 000		1020	960
ТЭ 200-531		18					18 000		1260	1200
ТЭ 320-511	3,2	6	440	390	220	1310	6300	20	915	955
ТЭ 320-521		12					12 300		1145	1185
ТЭ 320-531		18					18 300		1375	1415
ТЭ 500-511	5,0	6	500	400	250	1520	6500	20	1000	950
ТЭ 500-521		12					12 500		1200	1150
ТЭ 500-531		18					18 500		1410	1360

## 2.6. ДОМКРАТЫ

Винтовые, реечные и гидравлические домкраты (рис. 2.24—2.26, табл. 2.38—2.40) применяются для вертикального и горизонтального перемещения тяжеловесного оборудования на небольшие расстояния: 200—400 мм.

Клиновые домкраты (табл. 2.41) используются для незначительных (до 15 мм) вертикальных перемещений оборудования при его выверке.

Таблица 2.37. Техническая характеристика электри

Грузо-подъемность, т	Высота подъема, м	Скорость, м/мин		Номинальная мощность электродвигателя, кВт	
		подъема	передвижения	подъема	передвижения
0,25	6	8,0	20 или 32	0,6	0,08
0,5	6; 12; 18	8,0	20 или 32	0,75	0,12
		8,0	20 или 32	0,75	0,12
1,0	6; 12; 18	8,0	20 или 32	1,7	0,18
2,0	6; 12; 18	8,0	20 или 32	3,0	0,4
3,2	6; 12; 18	8,0	20 или 32	5,0	0,6
		8,0	20 или 32	5,0	0,6
5,0	6; 12; 18	8,0	20 или 32	7,5	1,2

\* Радиус указан для талей с высотой подъема 18 м.

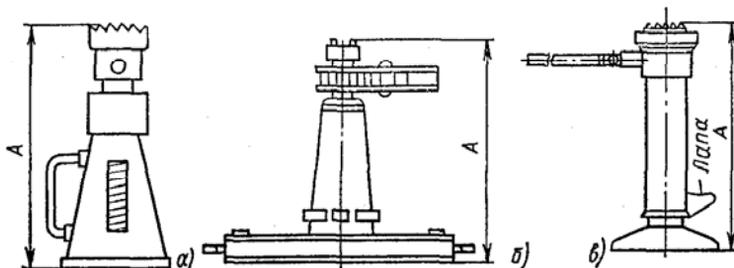


Рис. 2.24. Винтовые домкраты:  
 а — без трещотки; б — с трещоткой; в — с нижней лапой

ческих талей (по ГОСТ 22584-77). Исполнение 5

Номера профилей двутавровых балок для подвешенного пути		Наименьший радиус закругления пути, м	Расчетная нагрузка на каток Н, кгс, не более	Масса тали, кг		
ГОСТ 19425-74	ГОСТ 8239-72			высота подъема		
				6	12	18
12 м; 24 м	14—20а; 22; 24	0,5	115	85		
18 м; 24 м	16—20а; 22; 24	$\frac{0,5}{0,8}$	325	$\frac{96}{—}$	$\frac{—}{111}$	$\frac{—}{126}$
18 м; 24 м; 30 м; 36 м	—	1,0; 1,5*	500	195	220	245
24 м; 30 м; 36 м	—	1,0; 1,5*	1000	290	325	360
30 м; 36 м; 45 м	—	1,5; 2,0*	1480 1480	470 —	— 515	— 560
30 м; 36 м; 45 м	—	2,0; 2,5*	2200	700	755	815

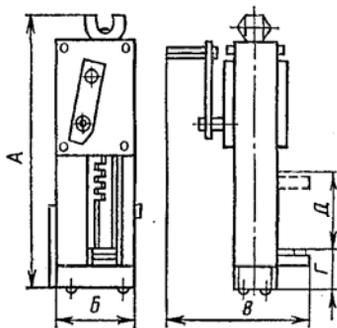


Рис 2.25. Ресечный домкрат

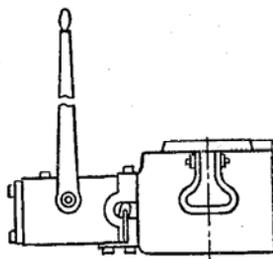


Рис. 2.26. Гидравлический домкрат

Таблица 2.38. Техническая характеристика винтовых домкратов

Тип и марка домкрата	Номер рисунка	Грузо-подъемность, т	Высота подъема, мм	Высота домкрата минимальная А, мм	Масса, кг
Бутылочный малогабаритный	—	2,5	35	130	2,8
		3	45	180	4,3
		5	70	240	7,1
БО-3 БО-5	Рис. 2,24, а	3	130	300	6,2
5		300	510	17	
БТ-5 БТ-10 БТ-15 БТ-20	Рис. 2,24, б	5	300	510	21
		10	330	585	37
		15	350	610	48
		20	290	670	92
Винтовой с нижней лапой	Рис. 2,24, в	5	180	450	20

Таблица 2.39. Техническая характеристика реечных домкратов

Марка домкрата	Грузо-подъемность, т	Высота подъема Д, мм	Размеры, мм			Высота лапы Г, мм	Масса, кг
			А	Б	В		
ДР-3	3	400	710	150	332	60	27
ДР-5	5	350	675	226	350	70	35
ДРМ-5	5	400	700	200	376	67	29,7

Таблица 2.40. Техническая характеристика гидравлических домкратов

Тип и марка домкрата	Грузо-подъемность, т	Высота подъема, мм	Максимальное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Высота домкрата минимальная, мм	Масса кг
Облегченные малогабаритные домкраты без привода (треста «Металлургмонтаж»)	5	75	400	160	3
	10	75	400	185	5,8
	25	75	400	210	18,7
	50	100	400	279	36,6
	75	100	400	293	68
	100	155	400	368	78
Домкрат ГД-50	50	150	400	480	80

Тип и марка домкрата	Грузоподъемность, Т	Высота подъема, мм	Максимальное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Высота домкрата минимальная, мм	Масса, кг
Домкраты Чюгниского механического завода:					
ДГ-50	50	100	410	220	70
ДГ-100	100	155	392	310	175
ДГ-200	200	155	408	330	320

Таблица 2.41. Техническая характеристика клиновых домкратов

Наименование	Грузоподъемность, т	
	5	10
Максимальная высота подъема груза, мм	15	10
Габаритные размеры, мм:		
длина	285	380
ширина	80	170
высота	55	53
Масса, кг	5,5	13,5

## 2.7. МАЧТЫ, СТРЕЛЫ, ЯКОРИ

**Мачты.** При отсутствии грузоподъемных механизмов и невозможности передачи монтажных нагрузок на строительные конструкции здания для подъема грузов применяются монтажные мачты. Мачты изготавливаются из стальных труб, а при высоте их более 25 м решетчатыми из сортовой стали, состоящими из отдельных звеньев, скрепляемых болтами повышенной точности. Сечение трубы для мачты определяется по графику рис. 2.27 в зависимости от высоты и грузоподъемности мачты и проверяется расчетом. Расчетные данные для мачты из труб приведены в табл. 2.42.

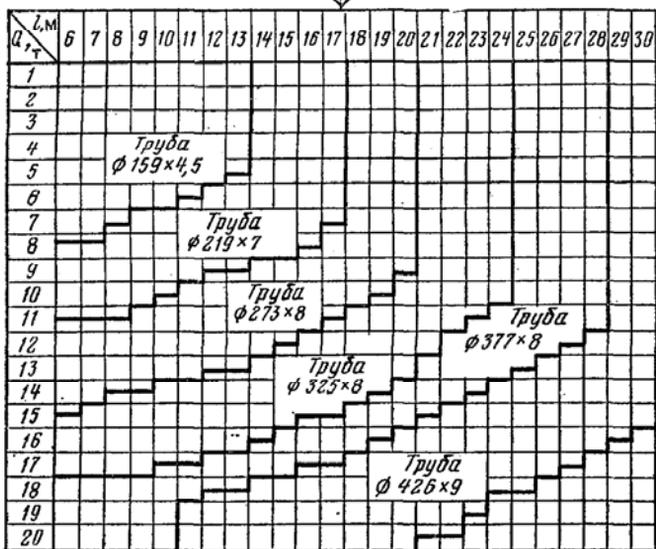
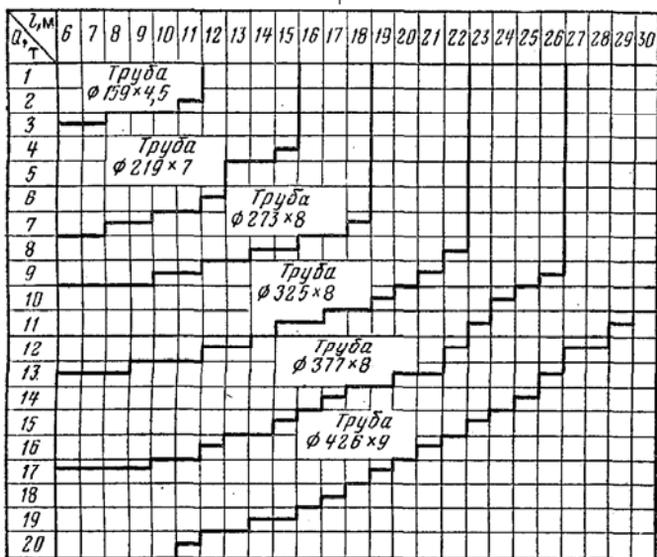
Узлы и детали трубчатых мачт показаны на рис. 2.28, а размеры их в зависимости от диаметра мачты приведены в табл. 2.43.

### Расчет стержня мачты

Усилие на завязку верхнего блока полиспаста без учета натяжения сбегающего конца каната (рис. 2.29), кгс:

$$P = (Q + q) k / \cos \alpha,$$

где  $Q$  — наибольшая масса поднимаемого груза, кг;  $q$  — масса полиспаста, кг;  $k$  — коэффициент динамичности нагрузки;  $\alpha$  — угол между направлениями полиспаста и осью мачты.



Натяжение сбегающего конца каната, кгс:

$$S = P/n\eta,$$

где  $n$  — число ниток полиспаста;  $\eta$  — КПД полиспаста, определяемый по табл. 2.27. Полное усилие на завязку верхнего блока полиспаста, кгс:

$$P_n = \frac{P \sin \alpha}{\sin \gamma},$$

где угол  $\gamma$  определяется из уравнения

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P \sin \alpha}{P \cos \alpha + S}.$$

Натяжение расчалки, кгс:

$$P_p = \frac{P_n \sin \gamma}{\sin \beta},$$

где  $\beta$  — угол между направлением расчалки и осью мачты.

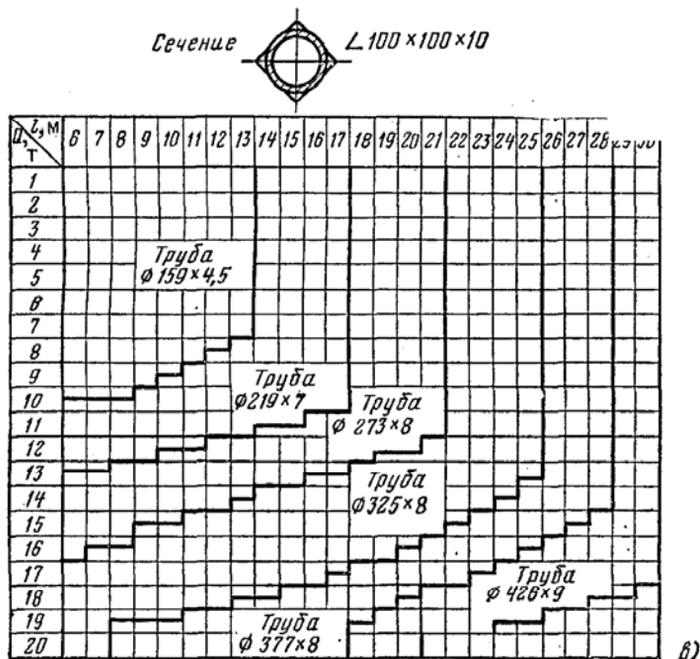


Рис. 2.27. Графики для выбора труб под мачты:

а — труба без усиления; б — труба с усилением уголками  $75 \times 75 \times 8$  мм; в — труба с усилением уголками  $100 \times 100 \times 10$  мм

Таблица 2.42. Расчетные данные для мачт из труб

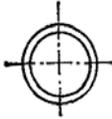
Сечение	Диаметр трубы $D$ и толщина стенки, мм	Площадь сечения $A$ , см <sup>2</sup>	Момент инерции $J$ , см <sup>4</sup>	Момент сопротивления $W$ , м <sup>3</sup>	Радиус инерции $i$ , см	Масса 1 м трубы, кг
 Труба	159×4,5	21,8	656	82,5	5,5	17,15
	219×7	47,1	2560	242	7,5	36,6
	273×8	67,9	5860	430	9,3	59,28
	325×8	79,7	9980	613	11,2	62,54
	377×8	92,5	15 620	830	13,0	72,80
	426×9	117,5	24 600	1175	14,5	92,55
 Труба, усиленная уголками 75×75×8	219×7	93,1	6430	418	8,4	73,2
	273×8	113,9	11 572	637	10,1	89,6
	325×8	125,4	17 980	843	12,0	98,66
	377×8	138,5	26 100	1050	13,7	108,72
	426×9	163,5	37 800	1430	15,2	128,9

Таблица 2.43. Размеры деталей трубчатых мачт (рис. 2.28)

Диаметр трубы $D$ и толщина стенки, мм	Труба (поперечница)		Штырь		Башмак		Плита		Косынка		Стык мачты	
	Диаметр $d_H$ и толщина стенки $\delta$ , мм	Длина трубы $b$ , мм	Диаметр $d_2$ , мм	Длина $b_2$ , мм	Диаметр $d$ и толщина стенки $\delta$ , мм	$b_3$ , мм	Толщина $e$ , мм	Длина основания $l$ , мм	Толщина $d_1$ , мм	Профиль уголков	Длина уголков $b_1$ , мм	
159×4,5	159×5,5	360	20	360	219×7	250	10	65	8	63×6	500	
219×7	159×5,5	420	24	420	273×8	300	10	70	8	63×6	600	
273×8	159×5,5	470	30	470	325×8	360	12	75	10	75×8	800	
325×8	159×5,5	525	30	525	377×8	420	12	80	10	75×8	1000	
377×8	219×9	580	40	580	426×9	480	14	85	12	100×10	1200	
426×9	219×9	630	40	630	470×10	550	14	90	12	100×10	1500	

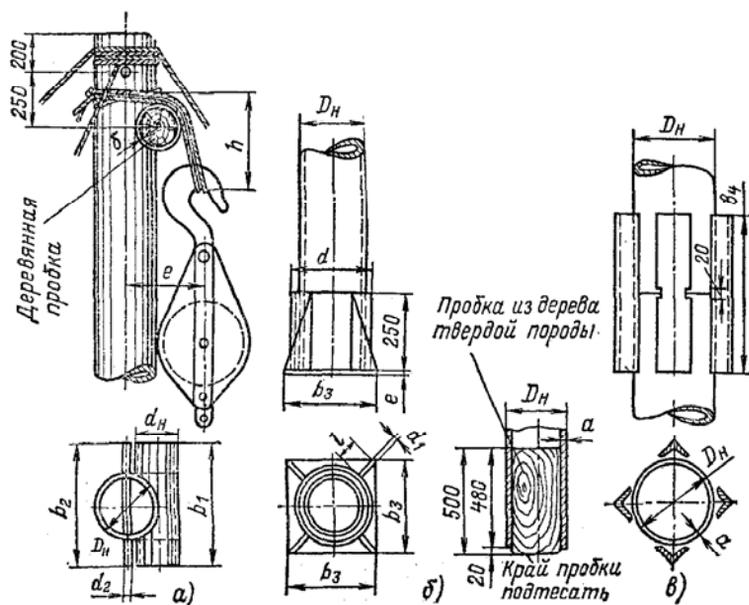


Рис. 2.28. Узлы и детали трубчатых мачт:  
 а — верхний узел; б — опора; в — стык мачты

В некоторых случаях натяжение расчалки определяется по данным табл. 2.44.

Таблица 2.44. Натяжение расчалок мачт, кгс, при угле  $\alpha$ , равном  $10^\circ$  (рис. 2.29)

Грузоподъемность мачты, т	Угол наклона расчалки к горизонту $\beta$			
	$60^\circ$	$45^\circ$	$30^\circ$	$20^\circ$
10	3500	2500	2000	1850
15	5250	3750	3000	2775
20	7000	5000	4000	3700
25	8750	6250	5000	4625
30	10 500	7500	6000	5550

Усилие вдоль мачты, кгс:

$$P_M = P_{II} \cos \gamma + P_P \cos \beta.$$

Изгибающий момент от внецентрального приложения нагрузки полиспаста

$$M = P_{II} c \cos \gamma,$$

где  $c$  — плечо от точки подвеса полиспаста до оси мачты, см.

### Напряжение в мачте

$$\sigma = \frac{P_M}{A\varphi} + \frac{M}{W} \leq 1600 \text{ кгс/см}^2,$$

где  $A$  — площадь поперечного сечения, см<sup>2</sup>;  $W$  — наименьший момент сопротивления опасного сечения мачты, см<sup>3</sup>;  $\varphi$  — коэффициент уменьшения допускаемого напряжения при продольном изгибе, который надлежит принимать по табл. П2.12 в зависимости от гибкости мачты  $\lambda$ .

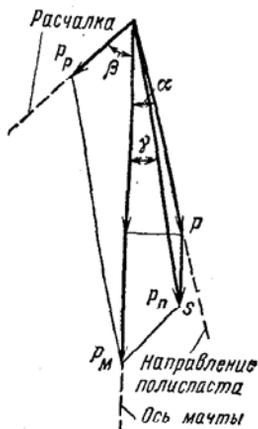


Рис. 2.29. Схема сил, действующих на мачту

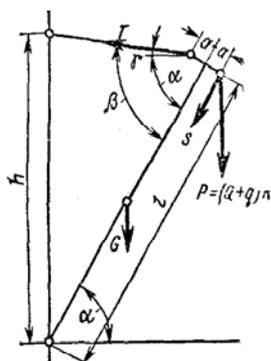


Рис. 2.30. Схема сил, действующих на стрелу

Гибкость мачты определяется по формуле

$$\lambda = L/i,$$

где  $L$  — расчетная высота мачты, см;  $i$  — наименьший радиус инерции сечения мачты, см.

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

Стрелы изготавливаются из бесшовных труб. Зона действия стрелы в горизонтальной плоскости — около 180°, в вертикальной плоскости — в пределах угла наклона стрелы к горизонту 30—80°.

Ниже приведена методика расчета стрелы.

Условно на завязку верхнего блока грузового полиспаста без учета натяжения сбегающего конца каната (рис. 2.30), кгс:

$$P = (Q + q)k,$$

где  $Q$  — масса поднимаемого груза, кг;  $q$  — масса оснастки, кг;  $k$  — коэффициент динамичности, равный 1,1.

Усилие на полиспаст наклона стрелы, кгс:

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

где  $G$  — масса стрелы, кг;  $l$  — длина стрелы, см;  $\alpha$  — угол наклона стрелы к горизонту;  $a$  — плечо от точки прикрепления полиспаста до оси стрелы, см;  $n$  — число ниток грузового полиспаста;  $\eta$  — КПД грузового полиспаста, определяемый по табл. 2.27;  $\beta = \alpha + \gamma$ ; угол  $\gamma$  определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h - l \sin \alpha - a \cos \alpha}{l \cos \alpha - a \sin \alpha}$$

Полное усилие вдоль осн стрелы, кгс:

$$S = P \sin \alpha + T \cos \beta + \frac{P}{n\eta}$$

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

$$M = \frac{P}{n\eta} a + G \cos \alpha \frac{l}{8} + P \cos \alpha \frac{l}{2} + P \sin \alpha a - T \cos \beta a - T \sin \beta \frac{l}{2}.$$

Суммарное напряжение в среднем сечении стрелы

$$\sigma = \frac{S}{A\varphi} + \frac{G \sin \alpha}{A\varphi} + \frac{M}{W} \leq 1600 \text{ кгс/см}^2,$$

где  $A$  — площадь поперечного сечения трубы, см<sup>2</sup>;  $W$  — момент сопротивления (сечения) трубы, см<sup>3</sup>;  $\varphi$  — коэффициент уменьшения допускаемого напряжения, определяемый из табл. П2.2.

Наибольшая допустимая гибкость  $\lambda = 180$ . Допустимая гибкость принята по учебному пособию «Примеры расчета такелажной оснастки». Под ред. Матвеева. — Л.: Стройиздат, 1979. Проверка напряжения в стреле должна производиться для обоих крайних ее положений, т. е. при  $\alpha = 30^\circ$  и  $\alpha = 80^\circ$ . При промежуточных положениях напряжения в стреле имеют меньшую величину.

Якоря применяются для крепления расчалок, лебедок, полиспастов при невозможности использования для этой цели строительных конструкций. Ниже приведена методика расчета наиболее часто употребляемых видов якорей наземных бетонных и заглубленных (рис. 2.31, 2.32).

Масса груза, необходимого для загрузки рамы наземного бетонного якоря, в зависимости от усилия, прикладываемого к якорю, и направлении усилия (рис. 2.31) определяется по формуле

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

где  $Q$  — масса якоря, кг;  $S$  — усилие, прикладываемое к якорю, кгс;  $\alpha$  — угол наклона тяги якоря к горизонту;  $k$  — коэффициент запаса

прочности сдвигу якоря, принимаемый равным 1,5;  $\mu$  — коэффициент трения бетона о грунт, принимаемый равным 0,15—0,7.

Проверку якоря на опрокидывание производят по формуле

$$Qa \geq k_1 Sl,$$

где  $a$  — расстояние от центра тяжести якоря до точки опрокидывания, см;  $l$  — расстояние от места приложения усилия до точки опрокидывания, см;  $k_1$  — коэффициент устойчивости, принимаемый равным 1,4.

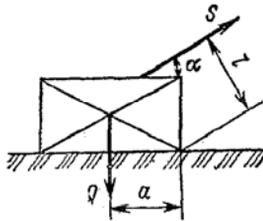


Рис. 2.31. Схема сил, действующих на наземный якорь

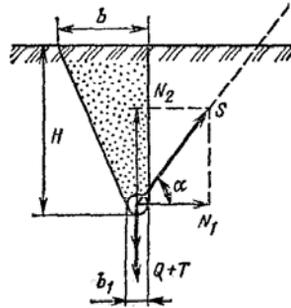


Рис. 2.32. Схема сил, действующих на заглубленный якорь

Для вертикальных сил, действующих на заглубленный якорь, должно соблюдаться условие (рис. 2.32):

$$Q + T \geq kN_2.$$

Масса грунта, сопротивляющаяся вырыванию якоря, т, определяется по формуле

$$Q = \frac{b + b_1}{2} H \rho,$$

где  $\rho$  — плотность утрамбованного грунта, т/м<sup>3</sup>; для расчетов может приниматься равным 1,6 т/м<sup>3</sup>;  $b$  принимается из расчета угла откоса задней стенки котлована не более 30°; при этом сила трения бревна о стенку котлована при вырывании, тс:

$$T = fN_1,$$

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

Горизонтальная и вертикальная составляющие усилия в тяже якоря  $S$ , тс:

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

Для горизонтальных сил должно быть соблюдено условие

$$N_1 \leq ndl \eta \sigma,$$

где  $n$  — количество бревен, соприкасающихся со стенкой котлована;  $d$  — диаметр бревна, см;  $\eta$  — коэффициент уменьшения допускаемого давления на грунт вследствие неравномерного смятия;  $\sigma$  — допускаемое давление на грунт, кгс/см<sup>2</sup> (табл. 2.45).

Таблица 2.45. Допускаемое давление на грунт на глубине 2 м

Вид грунта	Допускаемое давление на грунт $\sigma$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
Песок мелкий сухой плотный	0,35 (3,5)
Песок мелкий влажный плотный	0,2—0,3 (2—3)
Супесок сухой средней плотности	0,2 (2,0)
Супесок влажный средней плотности	0,15 (1,5)
Глина в пластическом состоянии	0,1—0,25 (1,0—2,5)

## 2.8. САМОХОДНЫЕ СТРЕЛОВЫЕ КРАНЫ

Характеристики применяемых гусеничных, пневмоколесных, автомобильных и железнодорожных кранов приведены в табл. 2.46, 2.47, 2.48, 2.48а и рис. 2.33—2.67.

## 2.9. БАШЕННЫЕ КРАНЫ

Башенные краны грузоподъемностью до 75 т (рис. 2.68—2.70, табл. 2.49) применяются для монтажа строительных конструкций главных корпусов и тяжеловесного тепломеханического оборудования тепловых и автономных электростанций.

## 2.10. КОЗЛОВЫЕ И ПОЛУКОЗЛОВЫЕ КРАНЫ

Козловые краны (рис. 2.71—2.74, табл. 2.50) предназначены для работ на открытых складах и укрупнительно-сборочных площадках. Для монтажа и ремонта оборудования тепловых и атомных электростанций применяются краны специального назначения, различающиеся конструкцией и характеристиками.

Полукозловые краны (табл. 2.50а) устанавливаются на перекрытии бункерно-деаэрационных отделений главного корпуса для механизации монтажа и ремонта оборудования пылеприготовления (сепараторов, циклонов и пылепроводов), регенеративных воздухоподогревателей, дымососов, золоуловителей и газоздухопроводов.

## 2.11. МОСТОВЫЕ КРАНЫ

Мостовые краны электрические (рис. 2.75, табл. 2.51) устанавливаются в машинных залах, помещениях котельных и других зданиях и являются эксплуатационными, монтажными и ремонтными механизмами.

Таблица 2.46. Техническая характеристика гусеничных кранов

Марка крана	Длина стрелы, м			Вылет стрелы, м		Высота подъема, м, при вылете стрелы		Скорость		Удельное давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup>	Масса, т
	наименьший	наибольший	Грузоподъемность, т, при вылете стрелы	наименьший	наибольший	наименьший	наибольший	подъема груза, м/мин	вращения платформы, об/мин		
ДЭК-25г	14	25	3,1	4,25	14	11,5	6	8,8	1,5	1,14	3,8
	20	12	1,8	6	17	17,5	12				
	26	9	0,8	7	22	23,5	15,5				
	32	6	2	8	15	30	28				
ДЭК-251	14	25	4,3	4,75	14	13,5	7	1,10	0,3— 1,0	0,69	36,1
	19	14,7	2,8	5,4	18	18,5	9,6				
	22,75	13,5	1,8	6,1	21	22,2	12				
	24	12,5	1,8	6,3	22	23,2	12,9				
	27,75	10,9	1,2	7	25	26,9	14,5				
	32,75	7	1,2	7,9	20	31,8	26,7				
РДК-25 (стреловое исполнение с гуськом 5 м)	12,5	24,4	4,2	4	12,35	12	6,3	0,9; 7	0,44	0,86	42,6
	17,5	22,0	2,7	4,54	16,18	16,9	9,6				
	22,5	18,2	1,8	5,08	18,7	21,9	14,5				
	27,5	12,5	1,4	5,6	18,6	26,9	21,3				
	32,5	11,0	0,9	6,16	19,0	31,8	27,0				
ДЭК-50 (стреловое исполнение)	15	50	14,8	7,9	14	13,3	8,2	0,8	0,3	1,2	89
	30	30	5,4	8	26	28,2	16,8				
	40	15	2,6	10	34	38,6	23,7				
СКГ-30	15	30	8,3	5	14	14,5	8,3	6	0,7	1,0	61,4
	20	20	5,4	6	18	19,1	11,2				
	25	15	3,1	7,35	23	22,2	12,8				
СКГ-40	15	40,0	8,0	4,5	14	14,8	7,5	0,75	0,45	0,93	57,6
	20	25,0	5,4	6,15	18	19,7	10,0				
	25	20,0	5,0	7,0	18	24,0	17,8				
	30	15,0	2,0	7,8	25	28,6	17,3				
КС-8161 (СКГ-100)	20	100	16,5	5—6	18	19,6	12,3	0,5— 14	0,25	1,7	132
	30	63	7,8	6,5—8	26	29,5	18,2				
	40	40	2,8	7,5—9	34	37,5	23				
МКГ-100 (стреловое исполне- ние)	21	100	9	4,6—6,5	22,2	20	7	0,5—3	0,5	1,1	131
	31	63	7	5—8,5	27,8	30	17				
	41	40	4,2	5,5—11	30,8	40	28				
МКГ-100 (башенное исполне- ние)	31	40	28,8	8—14	18	45	32				
	41	40	28,2	8,5—13	18	55	42				

Таблица 2.47. Техническая характеристика пневмоколесных кранов

Марка крана	Длина стрелы, м		Грузоподъемность, т, при вылете стрелы				Вылет стрелы, м		Высота подъема, м, при вылете стрелы		Скорость		Масса, т
			на опорах		без опор		наименьший	наибольший	наименьший	наибольший	подъема груза, м/мин	вращения платформы, об/мин	
	наименьший	наибольший	наименьший	наибольший									
КС-4361 (К-161) без гуська	10	16	3	9	2,3	3,75	10	8,8	3,7	0,7-10	0,5-2,6	23,7	
	15	9	2	5,5	1,1	5	13,5	13,5	7,8				
	20	5,25	1,1	3,15	0,75	6,5	17	18,3	11,4				
	25	4	0,3	2,25	0,4	7,5	23	22,8	11,4				
КС-5361 (К-255)	15	25	4	10	2	4,5	13,2	14	6,4	1,7-7,5	0,3-1,5	32,9	
	20	17	1,85	6,5	1	5,5	18	18	10,2				
	25	12	2	6	0,6	6,5	18,5	23	15,2				
КС-5363 (К-255А)	15	25	3,5	14	2	4,5	13,8	14	8	—	—	—	
	20	16,2	2,1	8	1,2	5,5	18	19,2	10,25				
	25	11,5	0,8	5,5	0,3	6,5	22,1	23,5	13				
	30	8	0,5	3,5	—	7,5	26,3	28,9	15,6				

Примечание. В скобках даны старые обозначения кранов.

Таблица 2.48. Техническая характеристика автомобильных кранов

Марка крана	Длина стрелы, м		Грузоподъемность, т, при вылете стрелы				Вылет стрелы, м		Высота подъема, м, при вылете стрелы		Скорость		Масса, т
			на опорах		без опор		наименьший	наибольший	наименьший	наибольший	подъема груза, м/мин	вращения платформы, об/мин	
	наименьший	наибольший	наименьший	наибольший									
КС-2561Д	8,0	6,3	1,9	1,0	0,09	3,3	7,0	8,0	5,5	1,2-10,5	0,3-2,5	8,9	
	12,0	3,7	0,9	—	—	4,1	11	12,0	7,0				
КС-3562А	10	10	1,6	2	0,4	4	10	10	5	0,2-10	0,1-1,6	14,3	
	18	3	0,5	—	—	6,75	17,7	17	7,5				
СМК-10	10	10,0	2,0	—	—	4,0	9,5	10,5	6,0	3,5-10	1-1,5	14,6	
	16	5,0	0,6	—	—	4,0	16,0	16,5	5,5				
КС-4561 (К-162)	10	16,0	2,8	4,4	1,0	3,9	10,0	10,5	4,7	1,3-15,2	0,5-1,0	22,5	
	14	12,0	1,5	3,0	0,43	4,2	13,0	14,5	7,7				
	18	8,15	1,2	2,2	0,24	5,0	14,0	18,5	13,0				
	22	5,5	1,14	—	—	6,0	14,0	22,4	18,5				
КС-5473	10	25,0	7,0	5,0	1,0	3,2	8,0	10,0	4,2	6,0	0,2-1,5	28,8	
	15	16,0	3,0	—	—	3,5	12,0	14,2	7,2				
	20	9,5	1,4	—	—	4,2	18,0	19,3	5,4				
	24	7,0	0,6	—	—	5,4	20,0	22,6	11,4				
КС-6471	11,0	40,0	10,0	10,0	1,8	3,5	9,0	10,6	5,2	—	—	—	
	15,0	28,0	5,8	8,0	1,0	3,5	11,5	14,5	8,0				
	20,0	18,6	3,8	5,6	0,8	4,5	14,0	20,0	7,0				
	27,0	10,0	0,5	—	—	6,0	22,0	26,5	14,8				

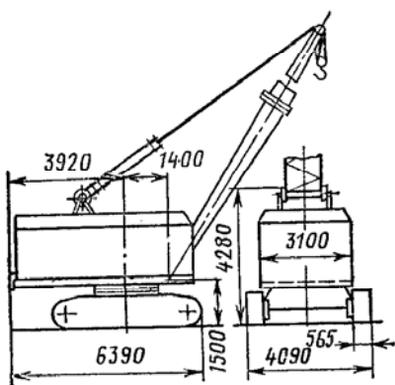


Рис. 2.33. Схема гусеничного крана ДЭК-25Г

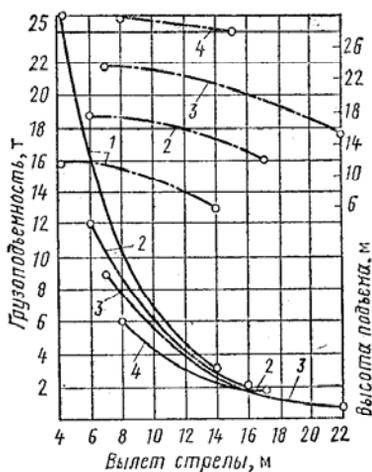


Рис. 2.34. Грузовые характеристики гусеничного крана ДЭК-25Г:

— — грузоподъемность; — — высота подъема крюка; 1 — при стреле 14 м; 2 — при стреле 20 м; 3 — при стреле 26 м; 4 — при стреле 32 м

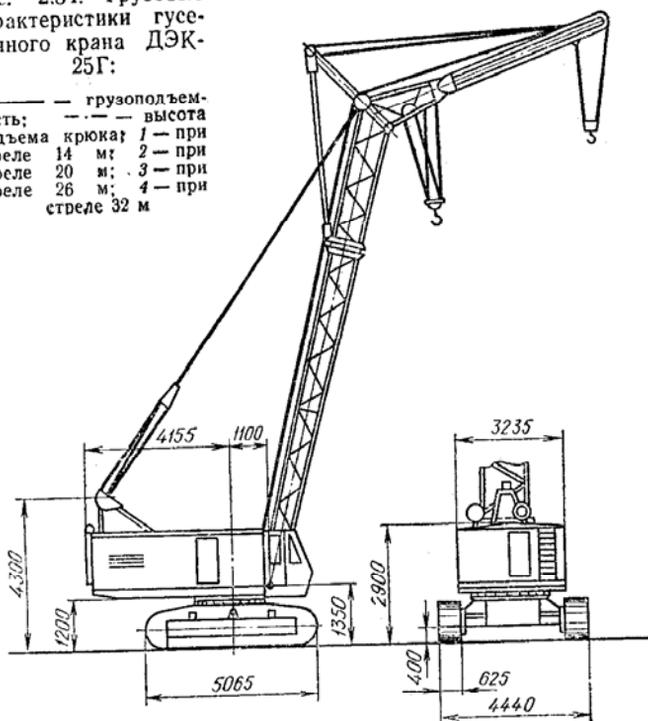


Рис. 2.35. Схема гусеничного крана ДЭК-251

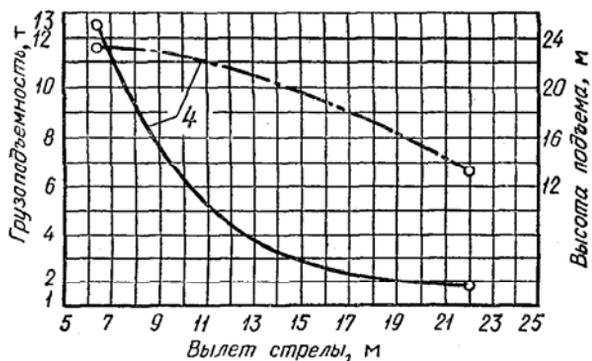
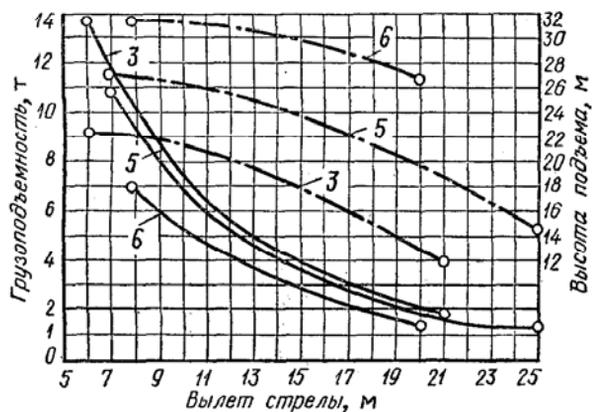
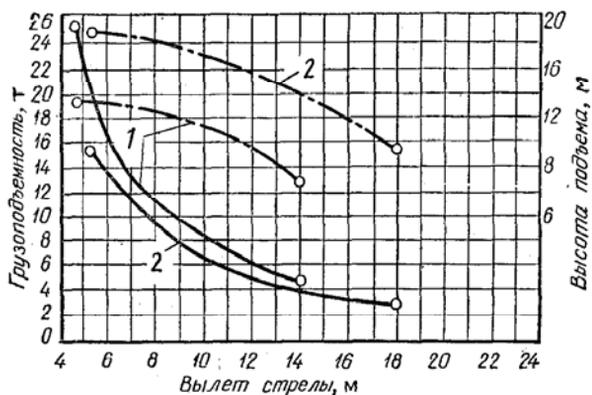


Рис. 2.36. Грузовые характеристики крана ДЭК-251:  
 ———— грузоподъемность; - - - - - высота подъема крюка; 1 — при стреле 14 м; 2 — при стреле 19 м; 3 — при стреле 22,75 м; 4 — при стреле 24 м; 5 — при стреле 27,75 м; 6 — при стреле 32,75 м

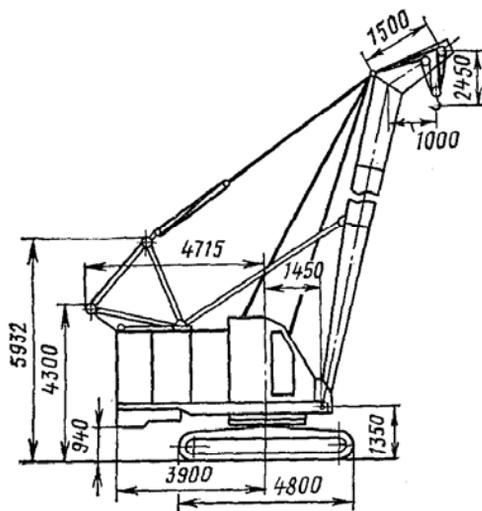


Рис. 2.37. Схема гусеничного крана РДК-25:  
ширина по гусеницам 3225 мм; ширина крана 3150 мм

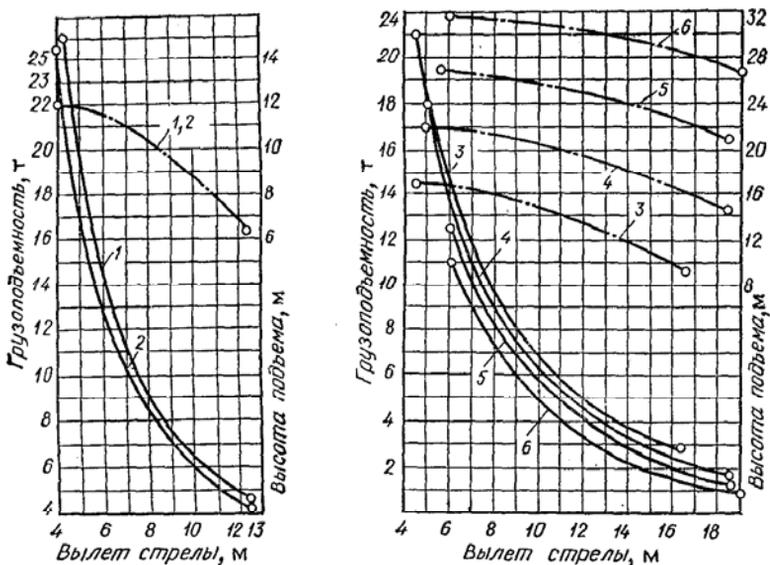


Рис. 2.38. Грузовые характеристики крана РДК-25:

— грузоподъемность; - - - - высота подъема крюка; 1 — при стреле 12,5 м; 2 — при стреле 12,5 м с жестким гуськом; 3 — при стреле 17,5 м с жестким гуськом; 4 — при стреле 22,5 м с жестким гуськом; 5 — при стреле 27,5 м с жестким гуськом 5 м; 6 — при стреле 32,5 м с жестким гуськом 5 м

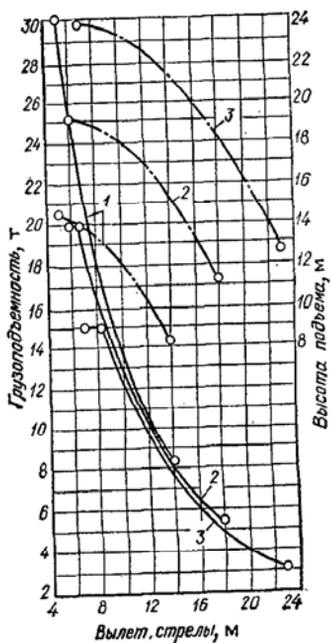


Рис. 2.39. Грузовые характеристики крана СКГ-30:

— грузоподъемность;  
 - - - - высота подъема крюка;  
 1 — при стреле 15 м; 2 — при стреле 20 м; 3 — при стреле 25 м

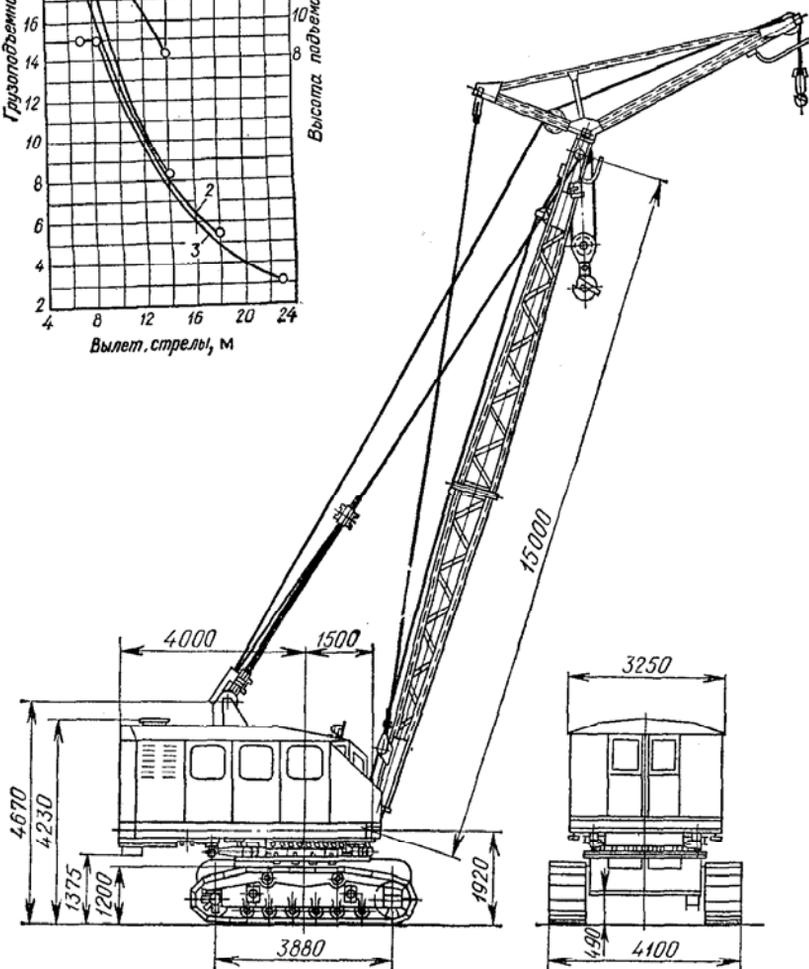


Рис. 2.40. Схема гусеничного крана СКГ-30

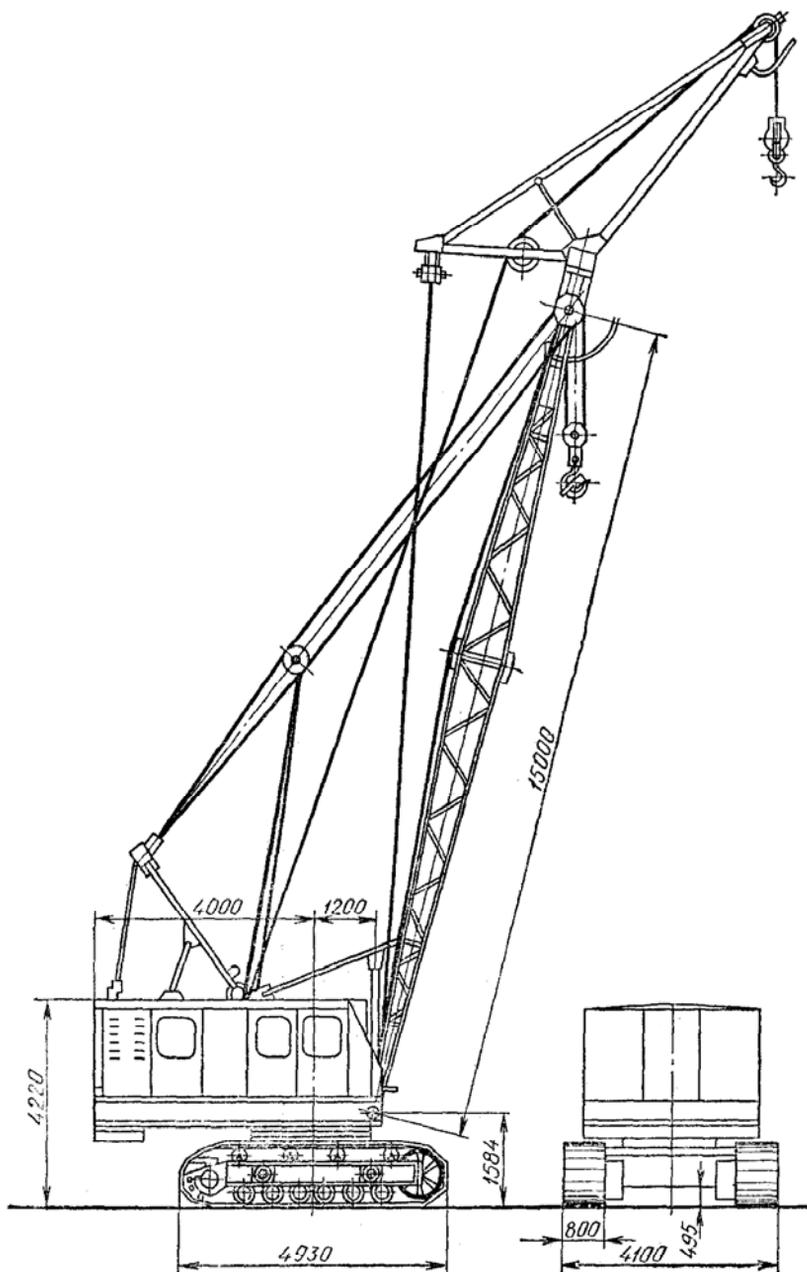


Рис. 2.41. Схема гусеничного крана СКГ-40

Рис. 2.42. Грузовые характеристики крана СКГ-40:

— грузоподъемность; — — — — высота подъема крюка; 1 — при стреле 15 м; 2 — при стреле 20 м; 3 — при стреле 25 м; 4 — при стреле 30 м (при оборудовании стрел клювом длиной 5 м грузоподъемность основного крюка снижается на всех вылетах на 1 т)

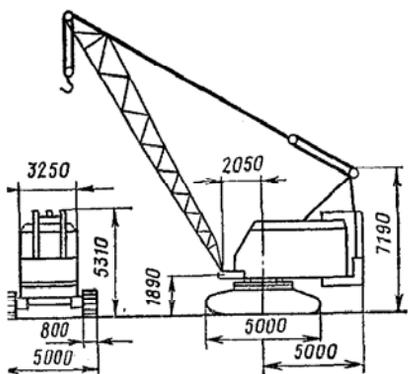
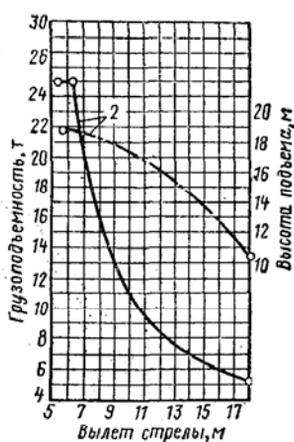
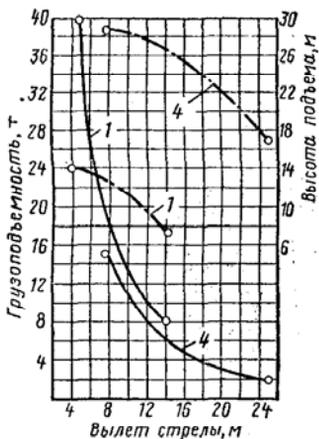
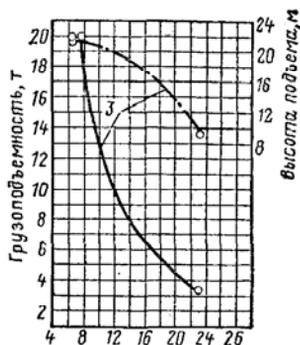


Рис. 2.43. Схема гусеничного крана ДЭК-50

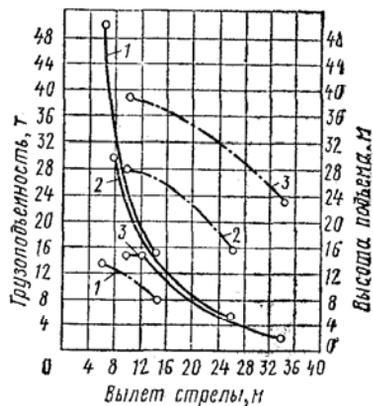


Рис. 2.44. Грузовые характеристики крана ДЭК-50:

— грузоподъемность; — — — — высота подъема крюка; 1 — при стреле 15 м; 2 — при стреле 30 м; 3 — при стреле 40 м

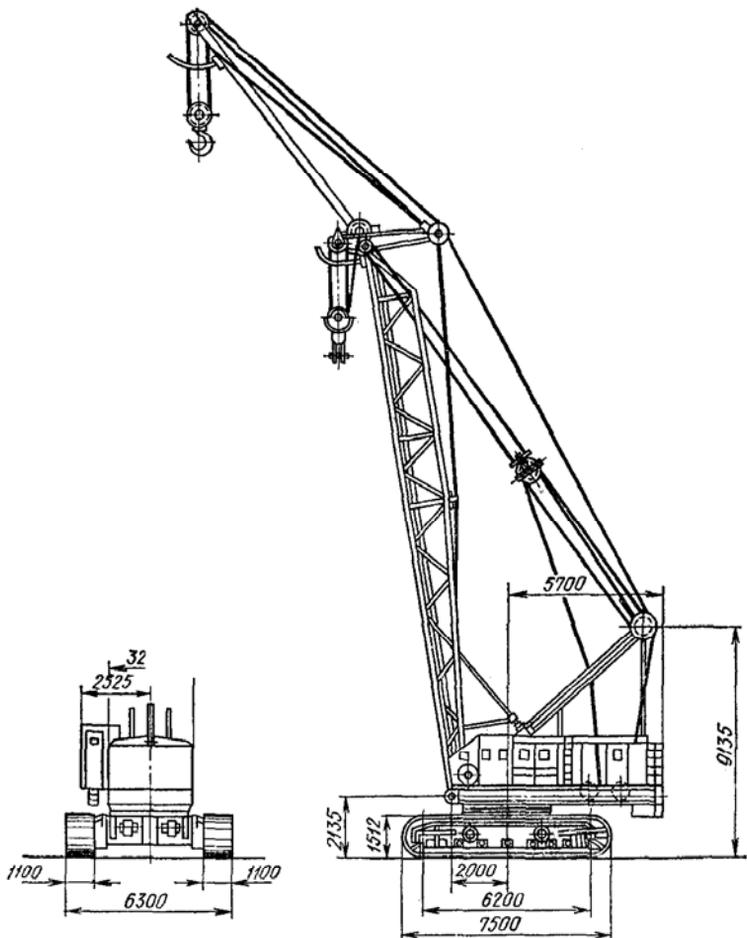


Рис. 2.45. Схема гусеничного крана КС-8161 (СКГ-100) в стреловом исполнении

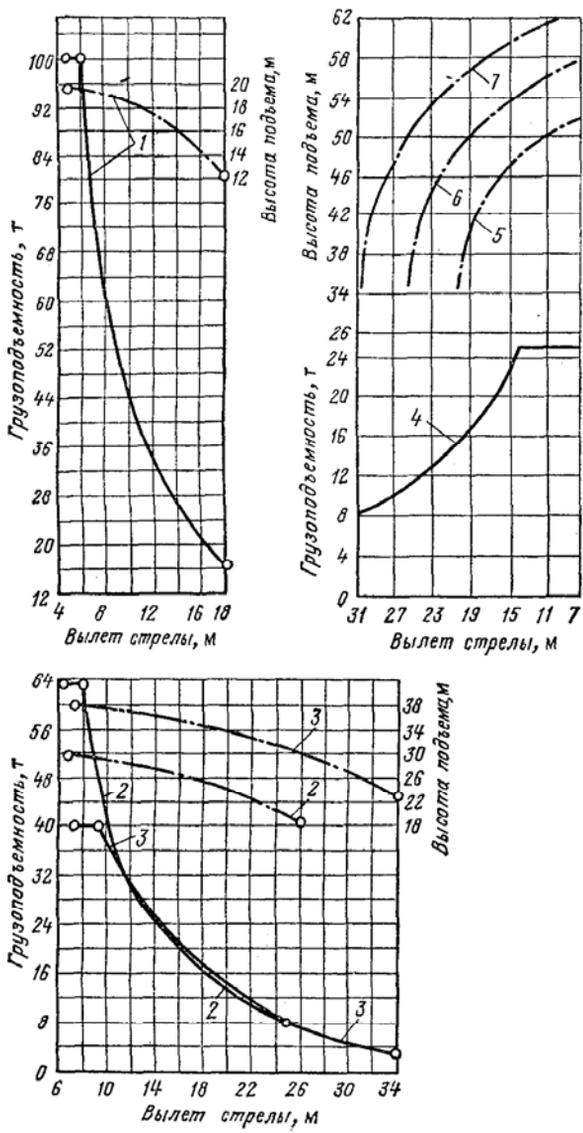


Рис. 2.46. Грузовые характеристики крана КС-8161 (СКГ-100):  
 — грузоподъемность; - - - - высота подъема крюка; 1 — при стреле 20 м; 2 — при стреле 30 м; 3 — при стреле 40 м; 4 — при стреле 35 м башенно-стрелового оборудования; 5, 6, 7 — при клювах соответственно 19, 24 и 29 м

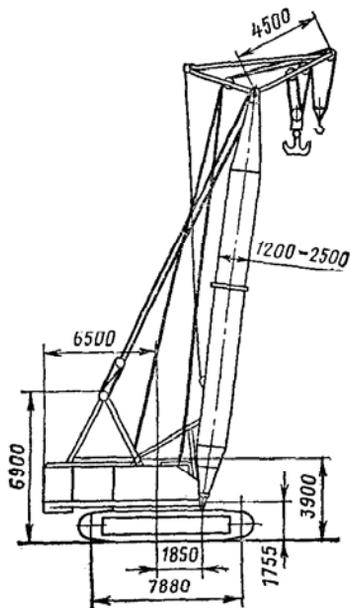


Рис. 2.47. Схема гусеничного крана МКГ-100:

ширина гусеничного хода 7999 мм;  
ширина гусениц 1250 мм; ширина  
кабины 3215 мм

при стреле 41 м с клювом; башенно-стреловое оборудование; 4 — при стреле 31 м и маневровом гуське 16 м; 5 — при стреле 31 м и маневровом гуське 30 м; 6 — при стреле 41 м и маневровом гуське 30 м; 7 — при стреле 51 м и маневровом гуське 30 м

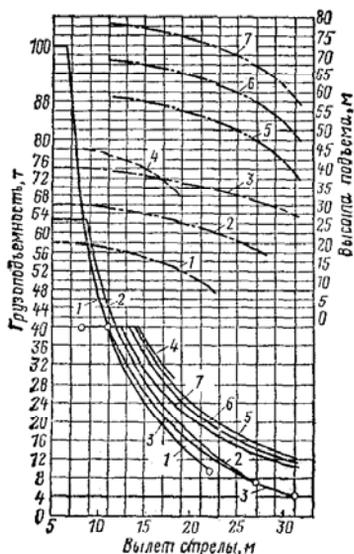


Рис. 2.48. Грузовые характеристики крана МКГ-100:

— грузоподъемность;  
— высота подъема крюка; 1 — при стреле 21 м с клювом; 2 — при стреле 31 м с клювом; 3 —

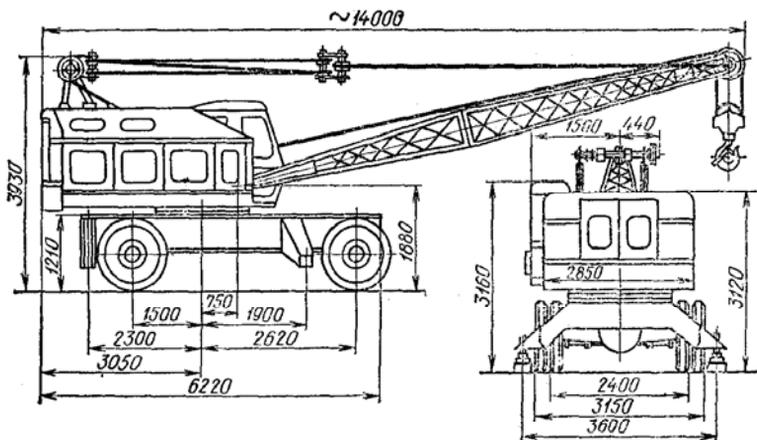


Рис. 2.49. Схема пневмокошесного крана КС-4361 (К-161)

Рис. 250. Грузовые характеристики крана КС-4361 (К-161):

— грузоподъемность на выносных опорах;  
 — грузоподъемность без выносных опор;  
 - - - высота подъема крюка;  
 1 — при стреле 10 м; 2 — при стреле 15 м; 3 — при стреле 10 м с гуськом (вспомогательный подъем); 4 — при стреле 15 м с гуськом (вспомогательный подъем); 5 — при стреле 20 м; 6 — при стреле 25 м; 7 — при стреле 20 м с гуськом (вспомогательный подъем); 8 — при стреле 25 м с гуськом (вспомогательный подъем)

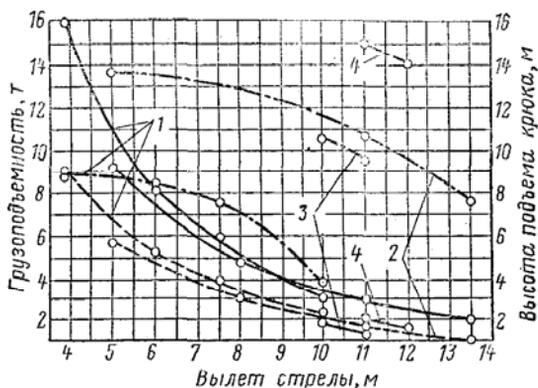


Рис. 251. Схема пневмоколесного крана КС-5361 (К-255)

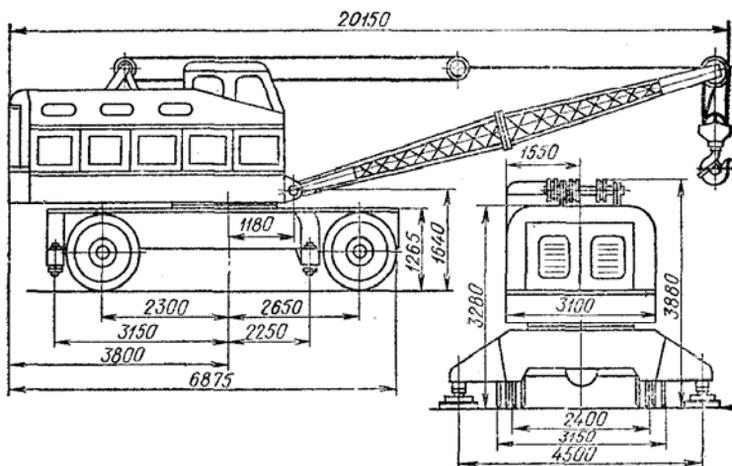
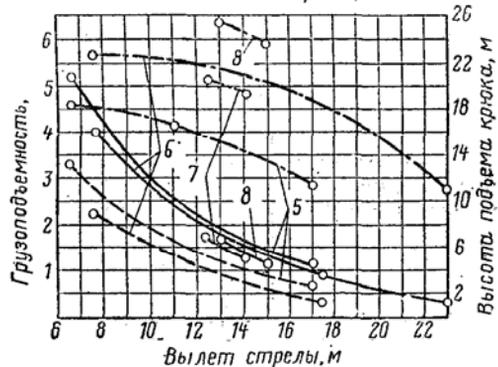


Рис. 2.52. Грузовые характеристики крана КС-5361 (К-155):

— на выносных опорах;  
 - - - без выносных опор;  
 - · - · - высота подъема крюка;  
 1 — при стреле 15 м; 2 — при стреле 20 м; 3 — при стреле 25 м с гуськом; 4 — при стреле 15 м с гуськом; 5 — при стреле 20 м с гуськом; 6 — при стреле 25 м с гуськом

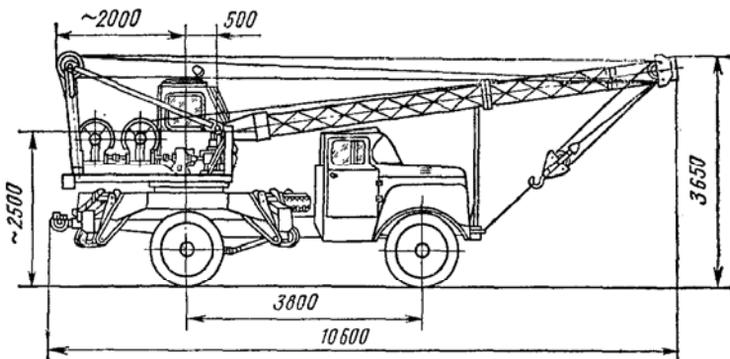
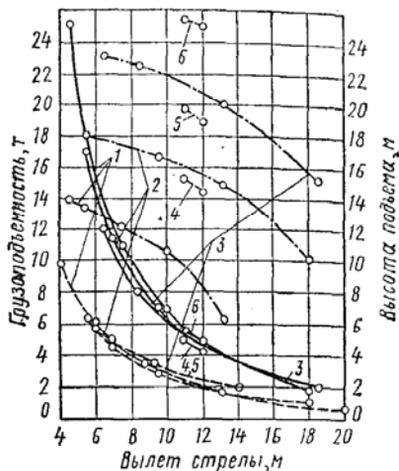
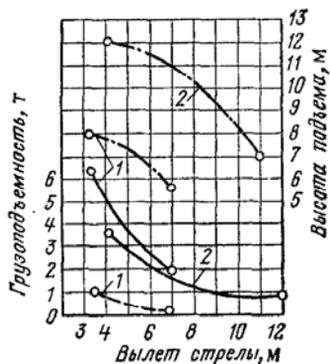


Рис. 2.53. Схема автомобильного крана КС-2561-Д

Рис. 2.54. Грузовые характеристики крана КС-2561-Д:

— на выносных опорах;  
 - - - без выносных опор;  
 - · - · - высота подъема крюка;  
 1 — при стреле 8 м; 2 — при стреле 12 м



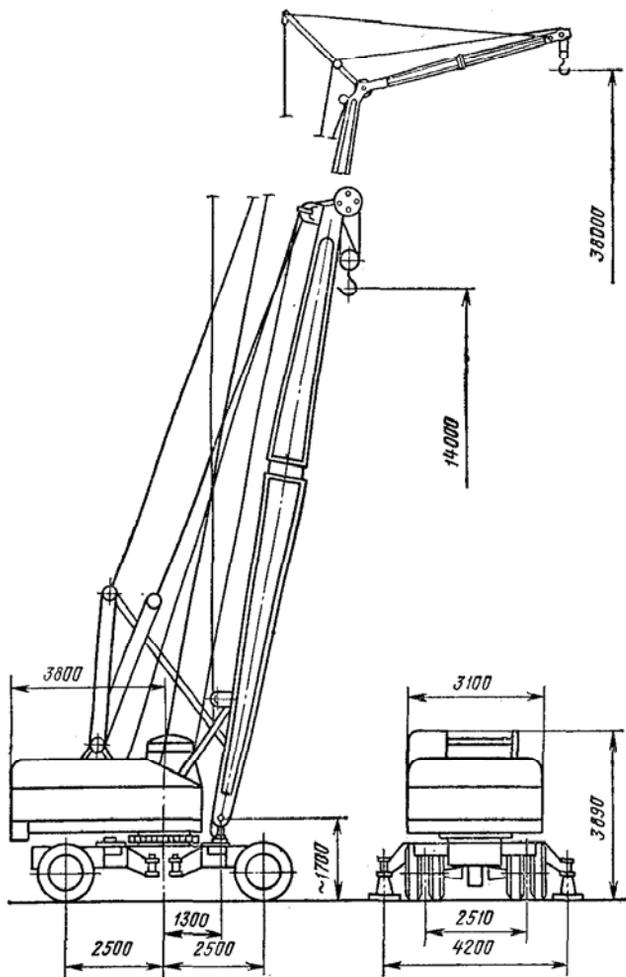


Рис. 2.55. Схема пневмоколесного крана КС-5363 (К-255А)

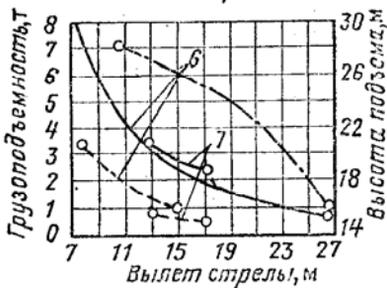
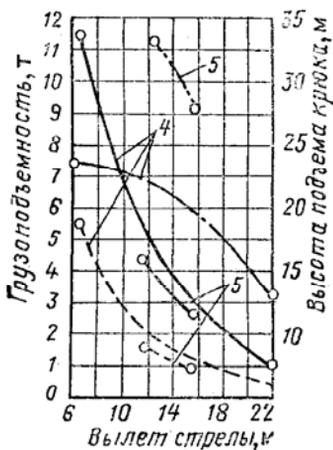
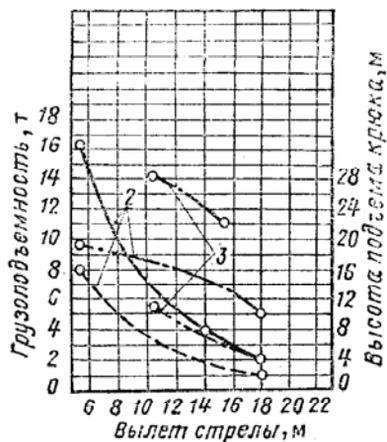
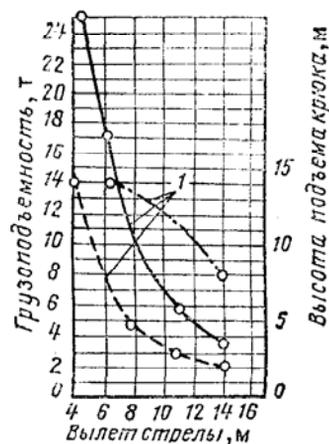


Рис. 2.56. Грузовые характеристики крана КС-5363 (К-255А):

- на выносных опорах;
- - - без выносных опор;
- · · · · высота подъема крюка;
- 1 — при стреле 15 м; 2 — при стреле 20 м; 3 — при стреле 20 м с управляемым гуськом; 4 — при стреле 25 м; 5 — при стреле 25 м с управляемым гуськом; 6 — при стреле 30 м; 7 — при стреле 30 м с управляемым гуськом

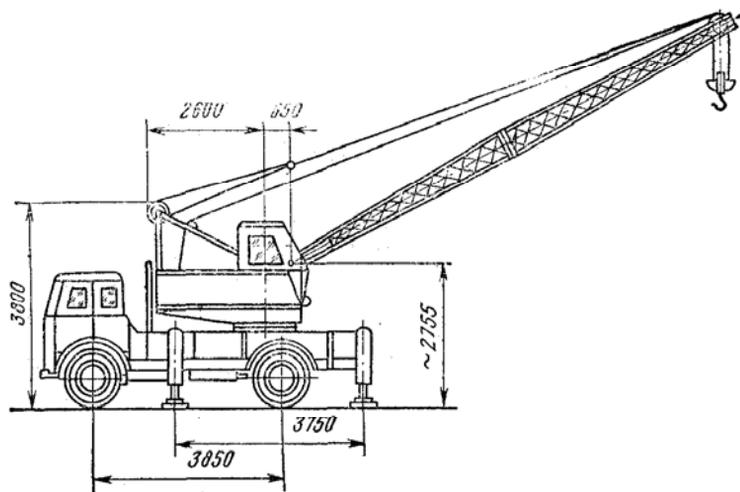


Рис. 2.57. Схема автомобильного крана КС-3562А

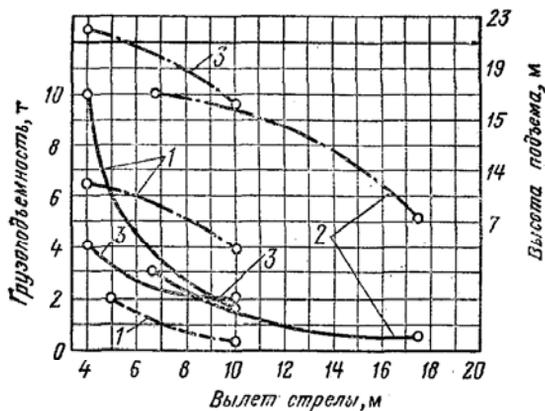


Рис. 2.58. Грузовые характеристики крана КС-3562А:

— на выносных опорах; - - - без выносных опор; - · - · - высота подъема крюка; 1 — при стреле 10 м; 2 — при стреле 18 м; 3 — при башенно-стреловом оборудовании

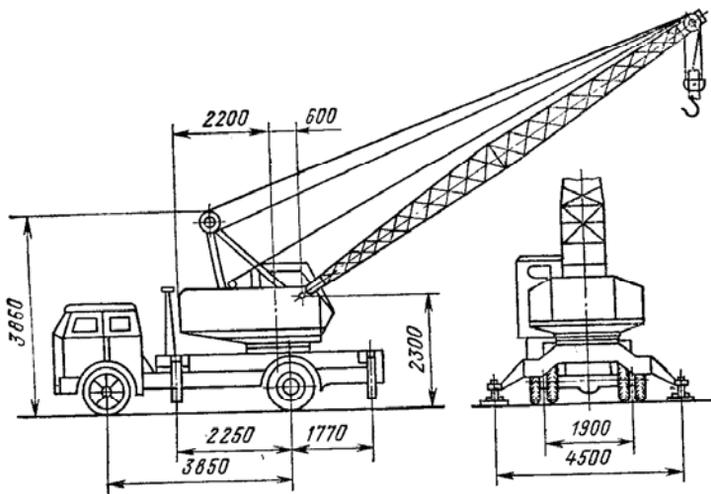


Рис. 2.59. Схема автомобильного крана СМК-10

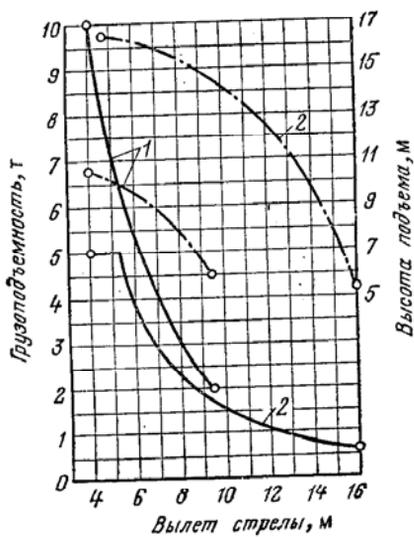


Рис. 2.60. Грузовые характеристики крана СМК-10:  
 — на выносных опорах;  
 - - - высота подъема крюка; 1 — при стреле 10 м; 2 — при стреле 16 м

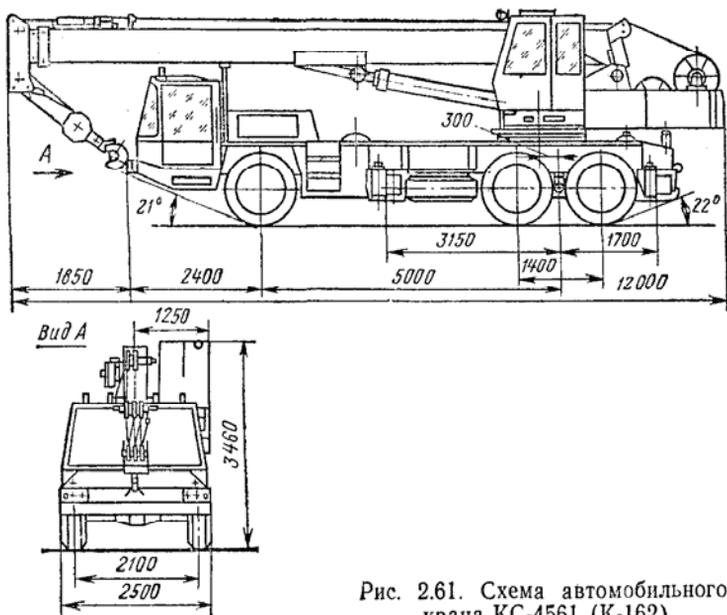
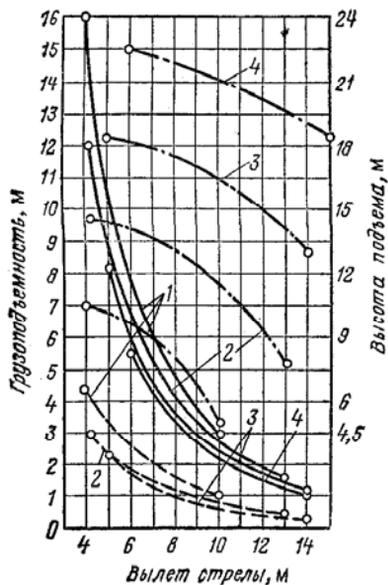


Рис. 2.61. Схема автомобильного крана КС-4561 (К-162)

Рис. 2.62. Грузовые характеристики крана КС-4561 (К-162)

— на выносных опорах; - - - без выносных опор; — высота подъема крюка; 1 — при стреле 10 м; 2 — при стреле 14 м; 3 — при стреле 18 м; 4 — при стреле 22 м



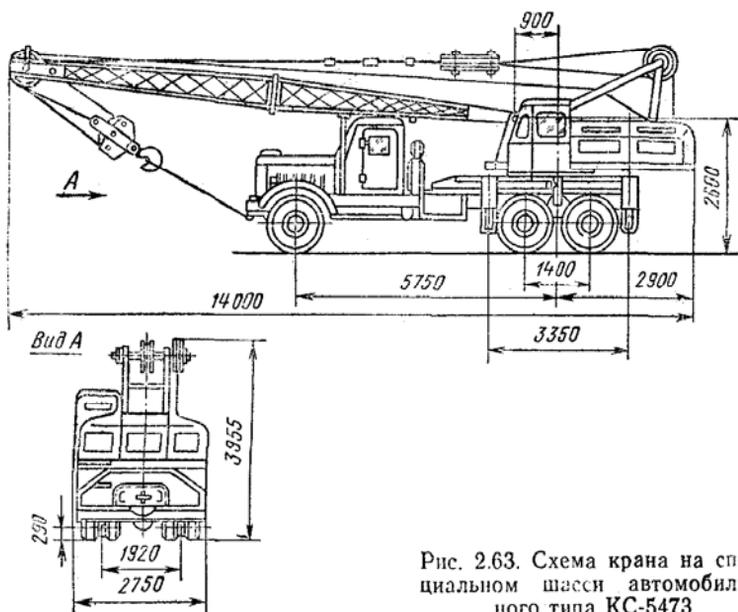


Рис. 2.63. Схема крана на специальном шасси автомобильного типа КС-5473

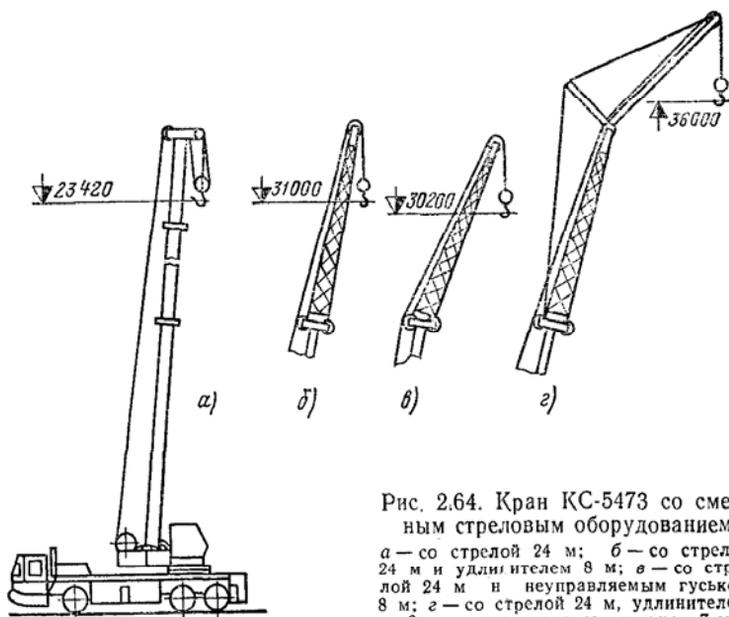


Рис. 2.64. Кран КС-5473 со сменным стреловым оборудованием:  
 а — со стрелой 24 м; б — со стрелой 24 м и удлинителем 8 м; в — со стрелой 24 м и управляемым гуськом 8 м; г — со стрелой 24 м, удлинителем 8 м и управляемым гуськом 7 м

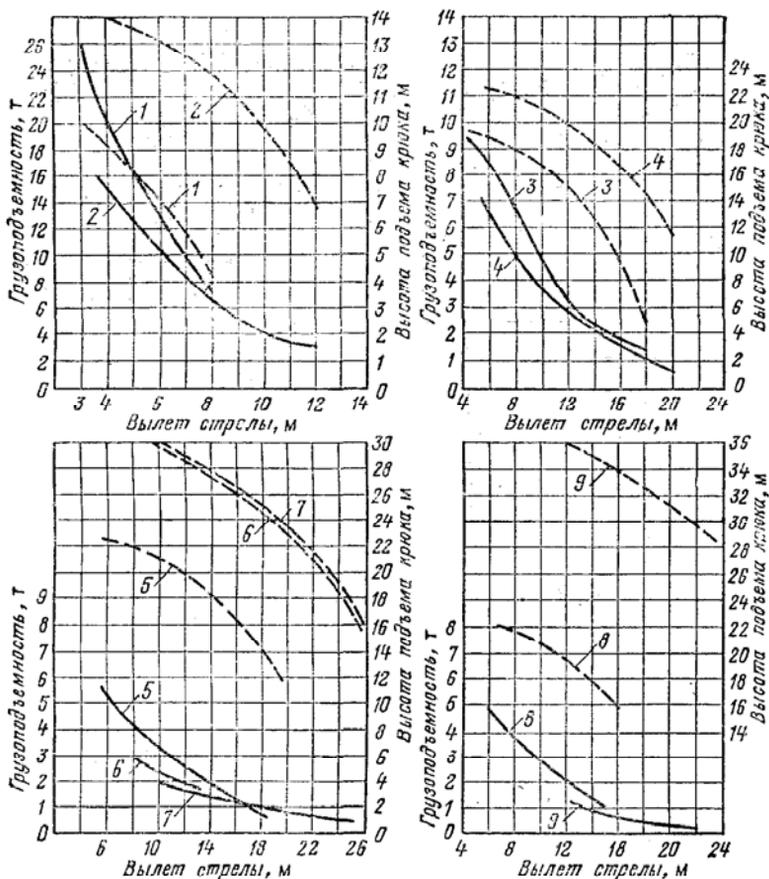


Рис. 2.65. Грузовые характеристики крана КС-5473:

— — — — — грузоподъемность; — — — — — высота подъема на выносных опорах;  
 1 — при стреле 10 м; 2 — при стреле 15 м; 3 — при стреле 20 м; 4 — при стреле 24 м; 5 — при стреле 24 м с удлинителем 8 м ( $\alpha=0^\circ$ ) или неуправляемым гуськом 8 м ( $\alpha=15^\circ$ ), главный подъем; 6 — при стреле 24 м с удлинителем 8 м ( $\alpha=0^\circ$ ), вспомогательный подъем; 7 — при стреле 24 м с неуправляемым гуськом 8 м ( $\alpha=15^\circ$ ), вспомогательный подъем; 8 — при стреле 24 м с удлинителем 8 м ( $\alpha=0^\circ$ ) и неуправляемым гуськом 7 м ( $\alpha=30^\circ$ ), главный подъем; 9 — при стреле 24 м с удлинителем 8 м ( $\alpha=0^\circ$ ) и неуправляемым гуськом 7 м ( $\alpha=30^\circ$ ), вспомогательный подъем

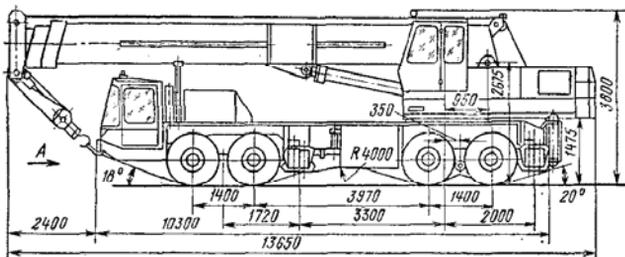


Рис. 2.66. Схема автомобильного крана КС-6471

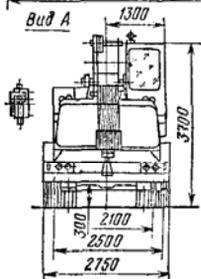


Рис. 2.67. Грузовые характеристики крана КС-6471:

— грузоподъемность; - - - высота подъема крюка; 1 — при стреле 11 м на опорах; 2 — при стреле 11 м без выносных опор; 3 — при стреле 15 м на опорах; 4 — при стреле 15 м без выносных опор; 5 — при стреле 20 м на опорах; 6 — при стреле 20 м без выносных опор; 7 — при стреле 27 м на опорах

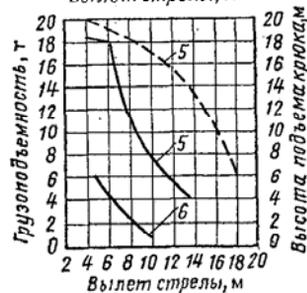
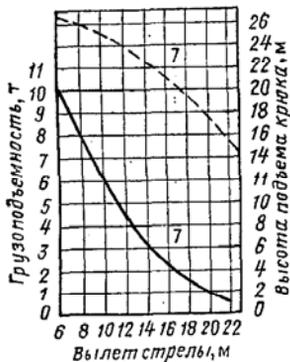
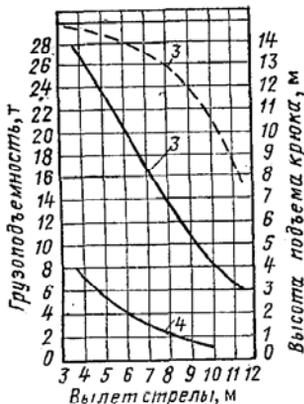
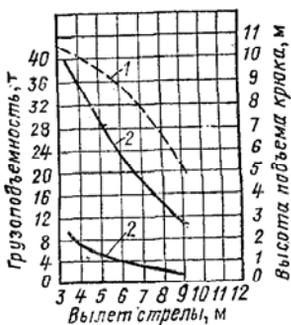


Таблица 2.48а. Краны стреловые на железнодорожном ходу

Наименование	Марка крана			
	СК-30	СК-25	МК-20	КДЭ-161
Грузоподъемность при длине стрелы, т:				
наименьшей	30	25	20	15
наибольшей	9,5	9	5	2,9
Длина стрелы, м	15	15	40	14—18
Вылет стрелы, м:				
наименьший	5	6	12	4—4,5
наибольший	14	13	30	13,5
Высота подъема крюка при вылете стрелы, м:				
наименьшем	14,5	15,3	54	17,8
наибольшем	8,4	10,6	40	6
Скорость, м/мин:				
подъема груза	6,0	7,3	9,2	—
перемещения по горизонтали	3,0	2,3	8,0	10,4
Масса крана, т	71	72	114	49,1

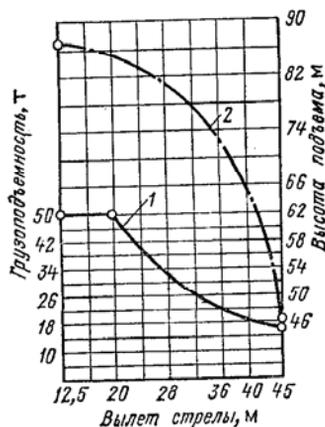
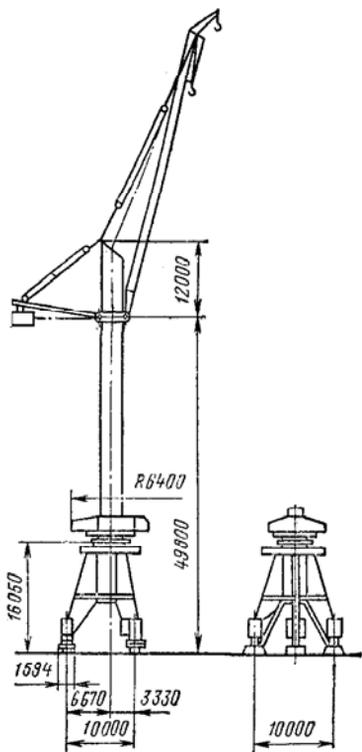
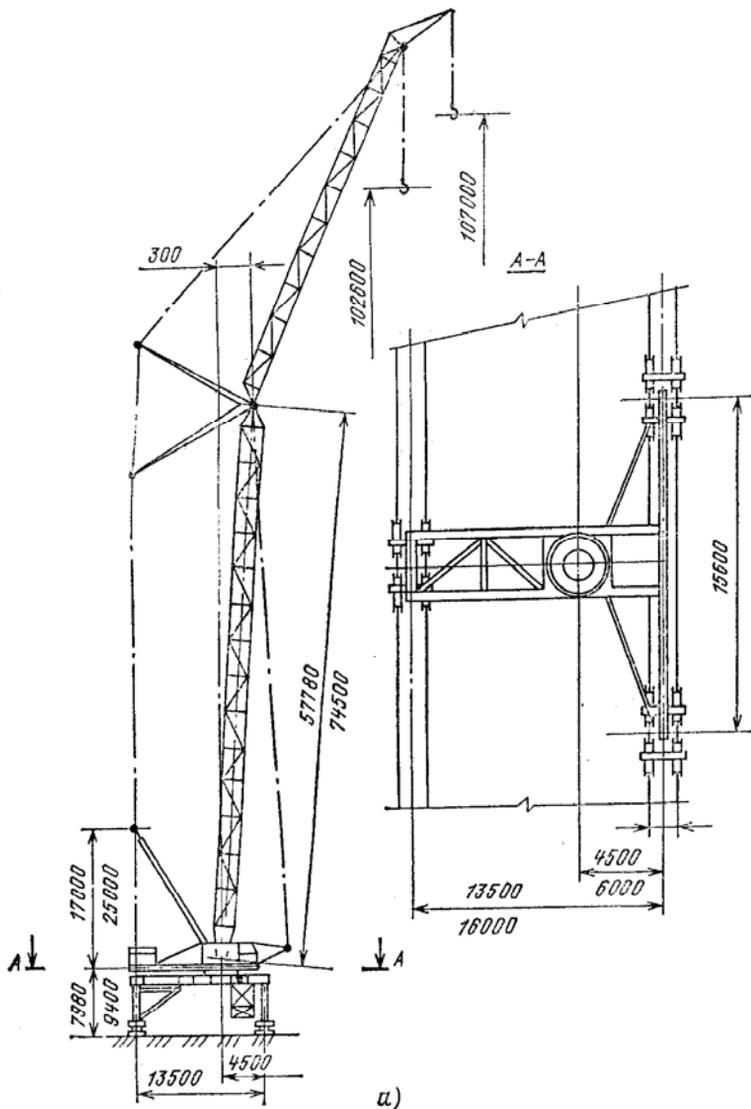


Рис. 2.69. График грузоподъемности и высоты подъема крана БК-1000: 1 — грузоподъемность; 2 — высота подъема

Рис. 2.68. Схема башенного крана БК-1000



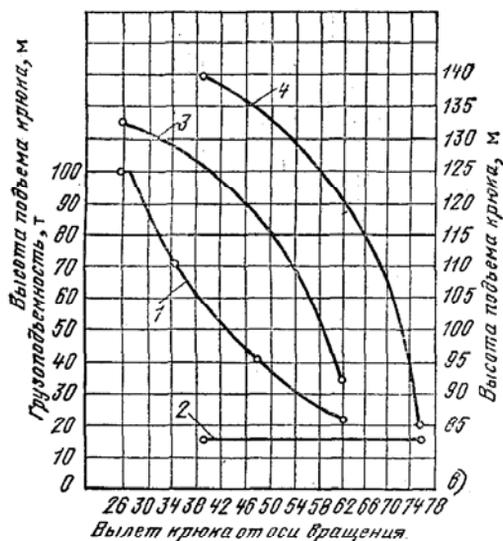
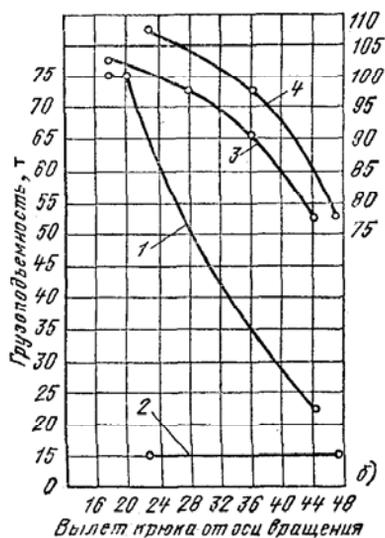


Рис. 2.70. Краи башенные типа СКР:

а — схема кранов СКР-2200; б — грузовые характеристики крана СКР-2200; 1 — грузоподъемность главного крюка; 2 — грузоподъемность вспомогательного крюка; 3 — высота подъема главного крюка; 4 — высота подъема вспомогательного крюка; в — грузовые характеристики крана СКР-3500; 1 — грузоподъемность главного крюка; 2 — грузоподъемность вспомогательного крюка; 3 — высота подъема главного крюка; 4 — высота подъема вспомогательного крюка

Таблица 2.49. Техническая характеристика башенных кранов

Марка крана	Грузоподъемность, т, при вылете стрелы		Вылет стрелы, м		Высота подъема, м, при вылете стрелы		Скорость		Мощность электродвигателей, кВт	Ширина колеи, м	Масса, т
	наименьшим	наибольшим	наименьшим	наибольшим	наименьшим	наибольшим	подъема груза, м/мин	поворота стрелы крана, об/мин			
МСК-5-20	5	5	10	20	38	26	15-30	0,6	32	4,0	29
МСК-8-20	8	8	10	20	40	28	7, 15	0,6	32	5,0	38
МСК-10-20	10	10	10	20	45	35	2,3, 15	0,5	45	6,5	48
КБ-160,2	8	5,5	13	25	60	23,7	15	0,6	58	6,0	48
БК-1000	50	16	20	45	88	47	13-10,7	0,2	193	10,0	259
БК-1425	75	25	13	45	91	52	0,8-3,6	0,19	200	10,0	393
СКР-2200	75	22	18	44	102,4	77,3	6,4	0,2/0,08	198	13,5	390
СКР-3500	100	22,3	26	61,5	132	91,9	4,4	0,2/0,08	—	16,0	200
											650

Таблица 2.50. Техническая характеристика козловых кранов

Марка крана	Грузоподъемность, т	Пролет крана, м	Вылет консолей, м	Высота подъема крюка, м	База крана, м	Скорость, м/мин			Мощность электродвигателей, кВт	Масса, т
						подъема груза	перевозки тележки	перевозки крана		
К-2	2	6-9	2-3,5	5,28	3,5	6,15	20	12	4,0	2,89
К-20-32	20	32	—	10,5	7,0	8,6	24	24	32	32,2
К-30-32	30	32	—	10,5	6,9	4,85	23,5	39	4,9	46,5
КСК-30-42А	30	42	12; 16	18,0	12,0	1,45	27,5	35	77,5	97,5
КС-50-42	50	42	10; 10	14,5	9,0	3,2	23,8	40	110,4	120

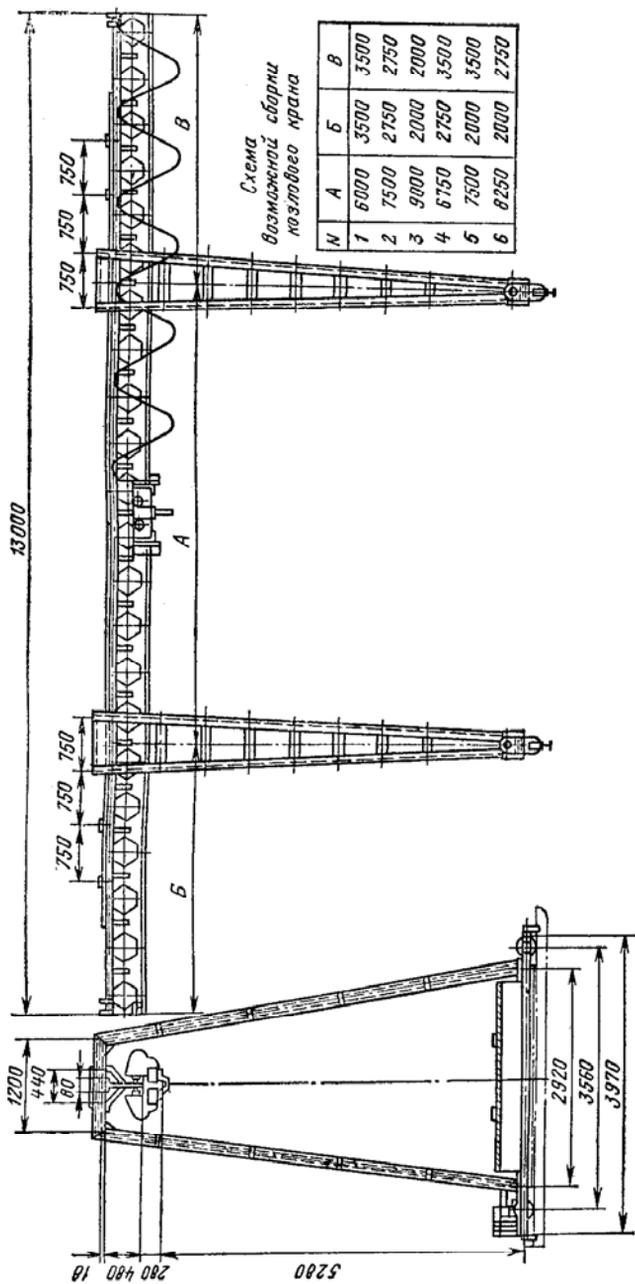


Рис. 2.71. Кран козловой грузоподъемностью 2 т

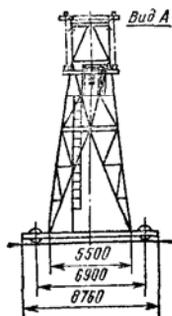
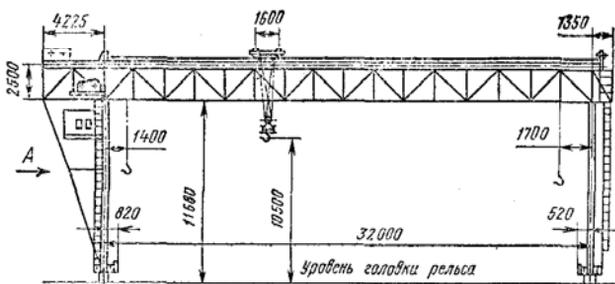


Рис. 2.72. Кран козловой К-30-32 грузоподъемностью 30 т

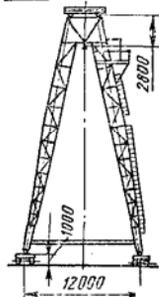
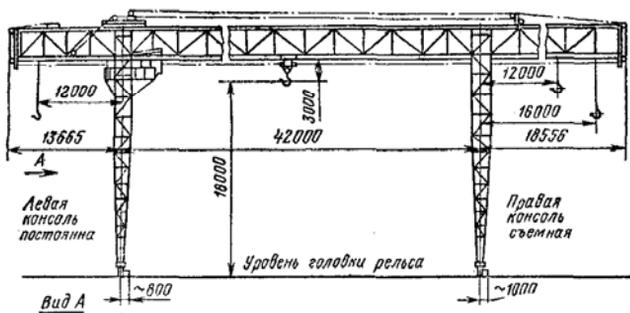


Рис. 2.73. Кран козловой КСК-30-42А грузоподъемностью 30 т. Грузоподъемность крана на левой консоли в пролете и на правой консоли до вылета 12 м — 30 т, на участке правой консоли на вылете с 12 до 16 м — 20 т

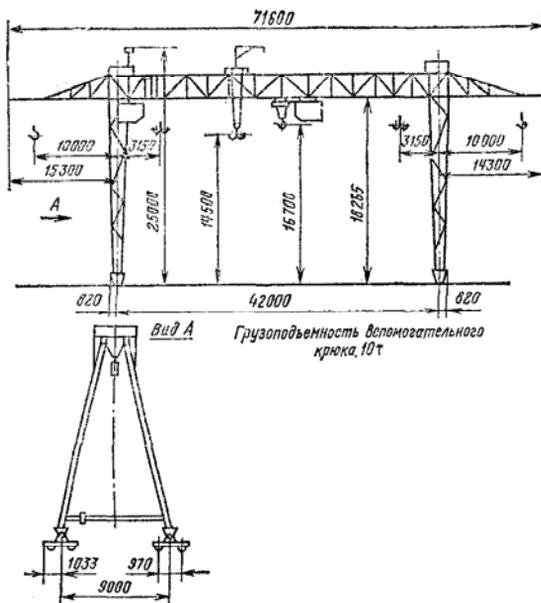


Рис. 2.74. Кран козловой КС-50-42 грузоподъемностью 50 т

Таблица 2.50а. Техническая характеристика полукозловых кранов

Наименование	Марка крана				
	К-30-11	КП-20-30		К-35-42	
		Исполнение I	Исполнение II	Исполнение I	Исполнение II
Грузоподъемность, т	30	20	20	35	35
Пролет, м	11	20	16	42	32
Высота подъема крюка (максимальная), м	67	22	23	37,5	37,5
Вылет консоли, м	—	4,5	4,5	6,0	6,0
Высота подъема крюка от уровня головки нижнего подкранового рельса, м	17	13	13	28	19
Разность отметок головок подкрановых рельсов, м	8,2	9,0	9,0	25	16

Таблица 2.51. Техническая

Грузо- подъем- ность, т	Пролет $L_{кр}$ , м	Высота подъема крюка, м	Размеры						
			$B$	$H$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$h$
20/5	19,5 25,5 31,5	34/36	6100	2400	950	2270	2955	1635	700
30/5	19,5 25,5 28,5 31,5	39/41	6950	2850	1795	3080	2255	970	400
50/10	22,5 26,5 28,5 31,5 36,5	50/52	8200	3230	1810	3380	2650	1090	1315
80/20	28 34	25/27	9100	4000	1900	3200	2700	1400	1000
100/10	41,5	72,9/75,3	8600	6500	2100	3200	2300	1300	1500
100/20	25 28	20/22	8500		1900	3200	2700	1400	1200
	31			4000					1000
	35 ÷ 43			4300					
125/20	28 31	20/22	8500		1950	3200	2700	1400	1600
	34			4000					1300
	35 ÷ 43		9300	4300					

характеристика мостовых кранов

мм		Мощность, кВт	Масса, т		Скорость подъема, м/мин		Скорость передвижения, м/мин		
$h_1$	$F$		крана	тележки	Главный подъем	Вспомогательный подъем	крана	тележки	
400	350	30	35	11	2,5	12	32	21	
	550	15	42						
	850	20	53						
—300	150	20	41	13	2,1	11,8	32	21	
	350	14	48						
	420	+13,5	56						
	620		61						
—500	500	28	69	23,5	2,1	12	45	21,6	
	650		75						
	700		80						
	700		5,0						87
	960		15						104
—500	250	105	125	35	1,9	11,4	34,2	12,7	
—800	—	132,5	159,7	—	3,0	16,0	31,8	11,4	
—400	266	28	130 140	38	1,1	7,3	32,4	11,5	
—700		37	150						
		6,3 28	160						
—400	266	22 45	155 165	41	0,8	13	23,8	11,7	
		5	170						
		19	175						
	286								

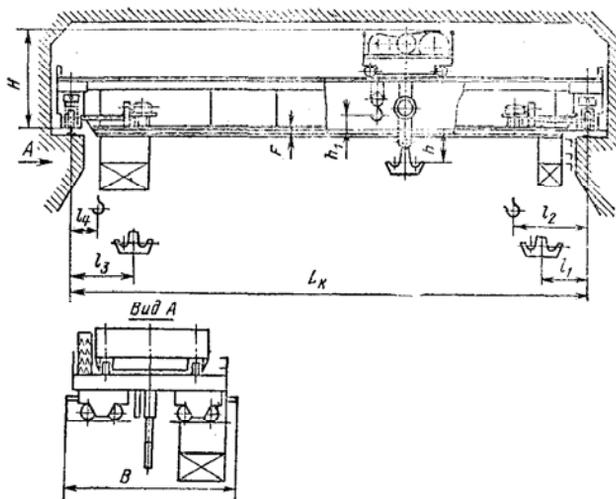


Рис. 2.75.

## 2.12. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Для внутриобъектных перевозок материалов, оборудован и монтажных блоков используются тракторы, тягачи, автомобили и железнодорожные транспортные средства (табл. 2.52—2.58).

Таблица 2.52. Техническая характеристика тракторов

Наименование	Марка трактора			
	Т-75	Т-100М	Т-180	ДЭТ-2
Тяговое усилие на крюке, кгс	3500	9500	14 700	22 000
Скорость движения, км/ч	2,1—10,6	0,1—10,1	2,7—12,5	2,3—20
Удельное давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup>	0,44	0,48	0,48	0,56
Ширина гусеницы, мм	390	500	700	690
Размеры, мм:				
длина	3600	4255	5300	6230
ширина	1845	2460	2470	3160
высота	2300	3059	2800	3180
Масса, кг	5720	11 100	15 200	26 800

Таблица 2.53. Техническая характеристика грузовых автомобилей

Наименование	Марка автомобиля			
	ГАЗ-52-04	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	ЗИЛ-133Г
Грузоподъемность, т	2,5	4	6	8
Масса буксируемого с прицепом груза, т	2,5	4	8	—
Погрузочная высота, мм	1210	1350	1450	1410
Размеры платформы, мм:				
длина	3070	3740	3750	6100
ширина	2070	2170	2325	2328
высота	610	680	575	575
Габаритные размеры, мм:				
длина	5715	6395	6670	9000
ширина	2280	2380	2500	2500
высота	2130	2220	2300	2395
автомобиля, кг	2520	3250	4300	6875
емкость, т	8,4	8,0	7,5	12
а буксируемого с прицепом груза, т	20,0	12	10	16,6
рузочная высота, мм	1090	1450	1600	1500
меры платформы, мм:				
длина	6260	4960	4565	5770
ширина	2360	2360	2500	2480
высота	685	685	935	824
Габаритные размеры, мм:				
длина	8530	7310	8645	9660
ширина	2500	2500	2750	2650
высота	3700	2720	3175	2620
Масса автомобиля, кг	7450	6725	11 800	10 300

Таблица 2.54. Техническая характеристика прицепов-тяжеловозов

Наименование	Марка прицепа-тяжеловоза		
	ЧМЗАП-5523А	ЧМЗАП-5208	ЧМЗАП-5212
Полезная нагрузка, кг	21 000	40 000	60 000
Размеры погрузочной площадки, мм:			
длина	6765	4880	5500
ширина	3000	3200	3300
высота	1200	1140	1000
Общая длина, мм	12 950	9330	11 370
Масса без груза, кг	8550	11 000	14 500

Таблица 2.55. Техническая характеристика грузовых автомобилей-тягачей

Наименование	Марка автомобиля				
	КРАЗ-258	Урал-377С	МАЗ-504	ЗИЛ-131В	ЗИЛ
Масса полуприцепа с грузом, т	30	18,5	17,4	10,5	<b>7</b>
Масса в снаряженном состоянии, т	9,7	6,8	6,3	3,7	
Дорожный просвет, мм	290	320	295		
Скорость движения, км/ч	60	60	75		
Расход топлива на 100 км пробега, л	50	58	32		
Вместимость бака, л	225	300	175×2	125×2	
Габаритные размеры, м:					
длина	7,4	7,0	5,4	<b>5</b>	
ширина	2,6	2,0	2,6	<b>2,4</b>	
высота	2,6	2,7	3,3	2,4	

Таблица 2.56. Техническая характеристика двухосных к автомобилям

Наименование	Марка прицепа		
	СМЗ-710В	5310	МАЗ-5207В
Полезная нагрузка, кг	2000	9330	6750
Погрузочная высота, мм	1160	1210	1040
Размеры платформы, мм:			
длина	3700	6848	4550
ширина	2100	2500	2350
Длина в транспортном положении, мм	5750	9500	6580
Масса, кг	1500	3500	3200

Грузы, подлежащие перевозке по железной дороге МПС, не должны выходить за пределы габарита очертания погрузки (рис. 2.76).

Грузы, выходящие за пределы габарита очертания погрузки, являются негабаритными. В зависимости от того, в какое из очертаний негабаритности вписывается груз, различают пять степеней абаритности — от 0 до IV степени.

Перевозка негабаритных грузов подлежит согласованию с управлением железной дороги.

Расчет прочности крепления и устойчивости грузов на железнодорожных платформах выполняют в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов» (М.; Транспорт, 1969) изменениями и дополнениями по состоянию на 01.11.75.

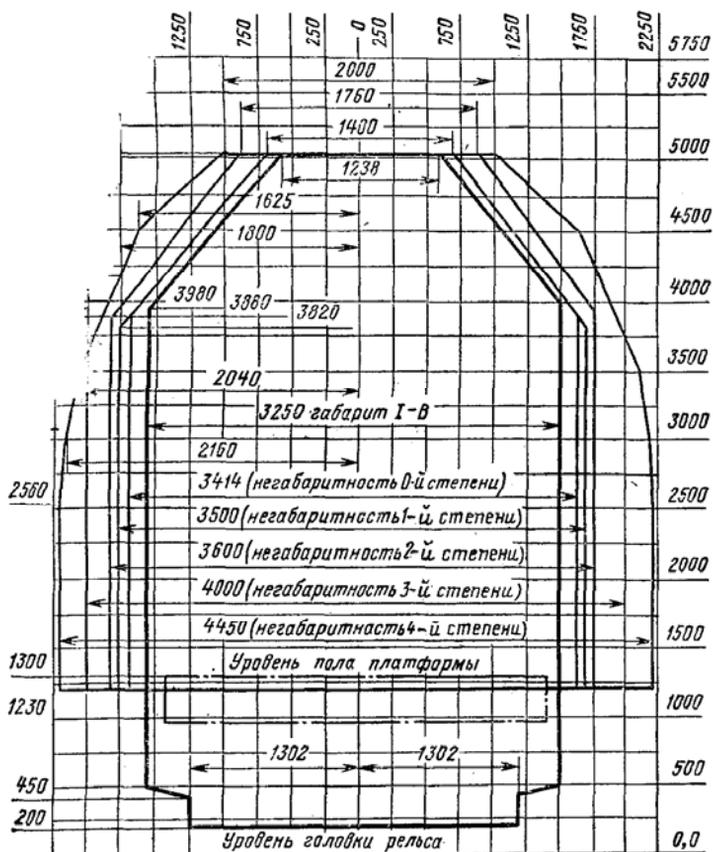


Рис. 2.76. Схема габаритов очертания погрузки

Таблица 2.57. Техническая характеристика вагонов и платформ

Наименование	Платформа				Полувагон		Крытый вагон сварной	
	с металлическими сортами		с деревянными сортами		шестко- сный	четыре- осный	четыре- осный	двухос- ный
	четырёхосная		двухосная					
Грузоподъемность, т	63	62	50	20	94	63	60	20
Длина по осям автосцепы, м	14,62	14,19	14,22	10,42	16,4	13,9	14,7	8,
База вагона, м	9,7	9,7	9,7	5,5	10,4	8,6	9,8	2,
Длина по концевым блокам рамы, м	13,4	12,97	12,91	9,11	—	—	—	—
Внутренние размеры, мм:								
длина	13,4	12,97	12,91	9,11	14,3	12	13,4	6,
ширина	2,77	2,87	2,78	2,71	2,9	2,9	2,7	2,
Высота бортов, мм	500	455	455	624	—	—	—	—
Высота от уровня головок рельсов до уровня пола, мм	1302	1270	1270	1300	—	—	—	—
Тара, т	20,9	21,4	18,4	9,2	31,5	21,8	22	12,1
Площадь пола, м <sup>2</sup>	36,8	36,8	35,6	25,1	41,7	35,5	36,9	
Полезный объем, м <sup>3</sup>	—	—	—	—	102	70,5	90,2	

Таблица 2.58. Техническая характеристика железнодорожных транспортеров

Наименование	Количество осей, шт.			
	4	4	8	16
Грузоподъемность, т	55	62	100	200
База транспортера, мм	14 000	10 200	16 120	23 490
Длина, мм:				
по осям сцепления	19 470	15 580	24 250	38 430
по концам главной балки	18 250	14 450	23 120	—
Размеры погрузочной площадки, мм:				
длина	10 000	6000	8000	8500
ширина	2450	2400	2380	2270
Расстояние от уровня головок рельсов до уровня погрузочной площадки, мм	683	570	700	940
Масса, т	29,3	20,5	60,7	115,9

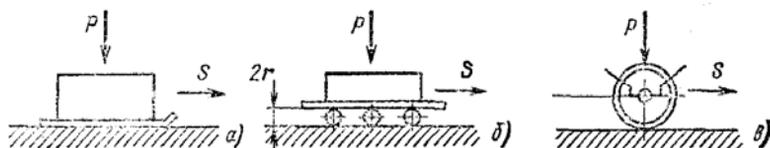


Рис. 2.77. Перемещение груза по горизонтальной плоскости:  
*a* — на стальном листе (санях); *б* — на катках; *в* — на платформе

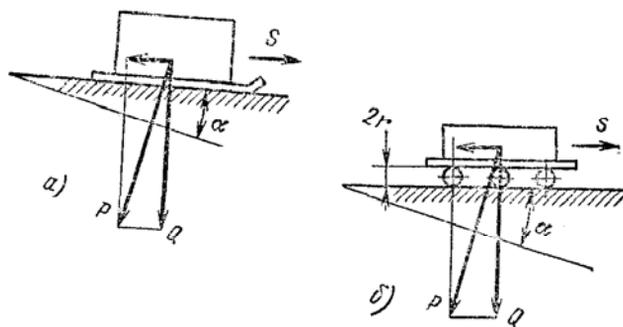


Рис. 2.78. Перемещение груза по наклонной плоскости:  
*a* — на санях; *б* — на катках

Таблица 2.59. Определение тяговых усилий при перемещении грузов

$S = Pf$ $S = P (\sin \alpha + f \cos \alpha)$	При горизонтальном или наклонном перемещении грузов на санях или листах (рис. 2.77, а; 2.78, а)
$S = \frac{P(f + f'')}{2r}$ $S = P \left( \sin \alpha + \frac{f' + f''}{2r} \cos \alpha \right)$	При горизонтальном или наклонном перемещении грузов на катках (рис. 2.77, б; 2.78, б)
$S = P\mu$	При перемещении грузов на вагонетках или платформах по горизонтальной плоскости (рис. 2.77, в)

В формулах:  $P$  — масса перемещаемого груза, кг;  
 $f$  — коэффициент трения скольжения, определяемый в зависимости от поверхностей:

дерево по стали...0,40; сталь по земле...0,42;  
 дерево по снегу...0,10; сталь по снегу...0,10;  
 дерево по земле...0,55; сталь по стали...0,11;

$r$  — радиус катка, см;  $f'$  — коэффициент трения качения между опорной поверхностью и катком:

при стальных санях и катках . . . . . 0,07  
 при деревянных санях и стальных катках 0,10

$f''$  — коэффициент трения качения между катком и поверхностью перемещения:

при перемещении катков по земле . . . 0,15  
 при перемещении катков по шпалам . . 0,10

$\alpha$  — угол наклона к горизонту плоскости перемещения груза;

$\mu$  — общий коэффициент трения качения:

при шарикоподшипниках . . . . . 0,009  
 при подшипниках скольжения . . . . 0,015

При производстве монтажных и ремонтных работ часто перемещают грузы на санях, листах, катках (рис. 2.77, 2.78).

Определение тяговых усилий  $S$ , кгс, при перемещении грузов производят по формулам, приведенным в табл. 2.59.

Тяговое усилие для перемещения грузов на санях можно определить по табл. 2.60.

Таблица 2.60. Тяговые усилия при перемещении грузов по горизонтальной и наклонным плоскостям

Масса груза, т	Тяговое усилие, тс						
	Горизонтальная плоскость				Наклонная плоскость		
	Перемещение на санях		Перемещение на санях по каткам		Перемещение на катках при угле наклона		
	по земле	по снегу	по земле	по шпалам	5°	10°	15°
3	1,3	0,3	0,08	0,06	0,3	0,6	0,8
5	2,1	0,5	0,13	0,10	0,5	1,0	1,4
10	4,2	1,0	0,25	0,2	1,1	1,9	2,8
15	6,2	1,5	0,38	0,3	1,6	2,8	4,2
20	8,4	2	0,5	0,4	2,1	3,8	5,6
30	—	3	—	0,6	3,2	5,7	9,4

Примечания: 1. Тяговые усилия указаны при движении груза. Тяговое усилие для выведения груза из состояния покоя следует принимать выше на 20—50 %.

2. Во 2-й и 3-й графах приняты стальные сани, а в 4-й и 5-й графах — деревянные сани.

3. Катки стальные из труб диаметром 108 м.

## РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

### МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛЕСАРНЫХ И СБОРОЧНЫХ РАБОТ

#### 3.1. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

При производстве работ широкое распространение получил электрифицированный инструмент и инструмент с пневматическим приводом.

В табл. 3.1—3.4 приведены технические характеристики наиболее распространенного электрифицированного инструмента. В табл. 3.5 приведены характеристики пневматического инструмента.

Таблица 3.1. Техническая характеристика электрических сверлильных машинок

Наименование	Марка машинки			
	ИЭ-1003Б	ИЭ-1019А	ИЭ-1022В	ИЭ-017
Наибольший диаметр сверления, мм	6	9	14	22
Электродвигатель:				
тип	КНД	КНД	КНД	
потребляемая мощность, Вт	270	340	400	
напряжение, В	220	220	220	
частота тока, Гц	50	50	50	200
Масса машинки (без кабеля), кг	1,9	2,0	3,0	5,0

Таблица 3.2. Техническая характеристика электрических шлифовальных машинок

Наименование	Марка машинки						
	ИЭ-2004А	ИЭ-2009	ИЭ-2008	ИЭ-8201А	ПШМ-125	УШЭМ-2301	УШЭМ-180
Диаметр абразивного круга, мм	150	125	63	200	125	230	180
Электродвигатель:							
тип	АП	КНД	КНД	ЭВ	АП	АП	АП
потребляемая мощность, Вт	1070	1200	600	1020	800	1600	1600
напряжение, В	36	220	220	220	36	36	36
частота тока, Гц	200	50	50	50	200	200	200
Масса машинки (без кабеля), кг	6,5	7,0	4,6	26,5	7,0	8,1	8,4

Таблица 3.3. Техническая характеристика электрогайковертов

Наименование	Марка гайковерта		
	ИЭ-3116	ИЭ-3113	ИЭ-3109
внешний диаметр завинчиваемой гайки, мм	12	16	20
внешний момент затяжки, Н·м	6,3	12,5	25,0
двигатель:			
Потребляемая мощность, Вт	КНД 215	КНД 340	АП 420
напряжение, В	220	220	36
частота тока, Гц	50	50	200
Масса гайковерта (без кабеля), кг	3,9	3,9	4,2

Таблица 3.4. Техническая характеристика электрифицированного инструмента

Наименование	Марка ножниц		Марка перфоратора		Станок электроза точный ИЭ-9703
	ИЭ-5403А	ИЭ-5404	ИЭ-4707	ИЭ-4709	
длина разрезаемого листа, мм	2,5	1,6	—	—	—
диаметр просверливаемого отверстия, мм	—	—	50	32	—
Диаметр абразива, мм	—	—	—	—	100
Электродвигатель: тип	КНД	КНД	АН	КНД	АН
потребляемая мощность, Вт	420	230	1350	650	300
напряжение, В	220	220	220	220	220
частота тока, Гц	50	50	50	50	50
Масса (без кабеля), кг	4,7	3,0	17,0	17,4	20,6

Таблица 3.5. Техническая характеристика пневматических сверлильных и шлифовальных машинок

Наименование	Марка сверлильной машинки				Марка шлифовальной машинки	
	ИП-1020	ИП-1021	ИП-1023	ИП-1103 угловая	ИП-2009А	ИП-2014А
Наибольший диаметр сверла, кру-га, мм	12	14	25	32	63	15
Наибольшая мощность на шпинделе, Вт	440	590	900	1900	440	1300
Наибольший расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,9	1,0	1,2	2,0	0,9	1,3
Масса машинки, кг	1,9	2,6	5,3	7,5	2,1	5,9

Таблица 3.6. Техническая характеристика трубоотрезных станков типа 2Т

Наименование	Марка станка							
	2Т-194М	2Т-299М	2Т-377	2Т-480	2Т-570	2Т-630	2Т-820	2Т-1020
Наружный диаметр обрабатываемой трубы, мм:								
наибольший	194	299	377	480	570	630	828	1020
наименьший	133	219	325	426	550	—	—	910
Скорость резания, м/мин:								
наибольшая	19,7	19,6	18,0	20,0	19,2	19,6	20,8	18,0
наименьшая	13,5	14,4	15,5	17,8	18,6	—	—	16,0
Масса, кг	240	261	282	321	429	500	500	600

### 3.2. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ

Для резки труб большого диаметра из перлитных и аустенитных сталей применяются переносные трубоотрезные станки типа 2Т. Переносные станки 2Т с плавающим суппортом предназначены для резки труб с толщиной стенки до 13 мм, с жестким суппортом — для толщины до 65 мм. Техническая характеристика станков типа 2Т приведена в табл. 3.6.

Для резки и подготовки под сварку труб из нержавеющей стали диаметром до 159 мм с толщиной стенки до 22 мм применяются станки типа СРКТ.

Техническая характеристика станков типа СРКТ приведена в табл. 3.7.

Для отрезки и подготовки под сварку труб диаметром до 108 мм применяются труборезы типа ПТВ (табл. 3.8).

Для отрезки труб диаметром до 60 мм используются трубоотрезные машинки — электроножовка ОЭС-840 и машинка СА-60М

Т а б л и ц а 3.7. Техническая характеристика трубоотрезных станков типа СРКТ

Наименование	Марка станка		
	СРКТ 57-76	СРКТ 78-108	СРКТ 133-159
Наружный диаметр обрабатываемой трубы, мм	57—76	78—108	133—159
Скорость резания, м/мин	8,2—11,0	11,0—15,6	11,0—20,0
Масса, кг	14	18	28
Электродвигатель:			
мощность, кВт	0,6	0,6	1,6
напряжение, В	36	36	36
частота тока, Гц	220	220	220

Т а б л и ц а 3.8. Техническая характеристика труборезов типа ПТВ

Наименование	Марка трубореза		
	ПТВ-16-28	ПТВ-32-60М	ПТВ-76-108
Диаметр отрезаемых труб, мм	16—28	32—60	76—108
Электродвигатель:			
тип	С-531	АП-33А	АП-33А
мощность, кВт	0,27	0,8	0,8
напряжение, В	36	36	36
частота тока, Гц	200	200	200
частота вращения, об/мин	680	11 500	11 500
Частота вращения планшайбы, об/мин	67	60	46
Подача автоматическая, мм/об	0,1	0,1	0,1
Масса трубореза, кг	11,17	15,5	17,9

и МРТ-2, в которых режущим инструментом является абразивный круг. Для торцовки труб  $D_n$  до 320 мм и снятия фасок под сварку применяются машинки ТОТ-32-2, МФ-32 и ОЭС-806, приводом этих машинок являются электросверлильные машинки ИЭ-1017А. Масса машинок с приводом не превосходит 18 кг.

Для сборки труб  $D_n=133-560$  мм под сварку применяются центровочные хомуты. Для центровки труб  $D_n=420-1020$  мм используются центраторы.

Для райберовки отверстий в полумуфтах роторов турбин и генераторов применяются механические райберы МРТ-46М, МРТ-55-58 у которых режущим инструментом является развертка и механичес-

Т а б л и ц а 3.9. Техническая характеристика машинок для райберовки отверстий

Наименование	Марка машинки			
	МРТ-46М	МРТ-55-58	РМ70-ТГ	РМ45-ЦН
Диаметр обрабатываемых отверстий, мм	46—50	55—58	47—73	38—70
Скорость резания, м/мин	16,0	18,8	14,8— 23,6	14,8— 27,2
Привод	С-478	С-478	АП-33А	ИЭ-1017А
Масса, кг	76	80	27	25

Примечание. Масса машинок типа МРТ указана с приводом и комплектом сменных разверток.

Т а б л и ц а 3.10. Техническая характеристика машинок для фрезерования гнезд под колпачковые гайки

Наименование	Марка машинки			
	Ц-160-4	Ц-140-4	Ц-120-6	Ц-100-4
Диаметр шпильки разьема турбины, мм	М160×4	М140×4	М201×6	М100×4
Диаметр фрезеруемой плоскости, мм	250	220	192	160
Диаметр фрезы, мм	43; 42; 41	38; 37; 36	35; 34; 33	29; 27,5; 26
Скорость резания, м/мин	21,6	19	17,5	13,9
Машинное время обработки за один проход, мин	11,3	9,8	8,2	7,8
Масса машинки с приводом, кг	29,3	25,2	23,3	19

кий райбер РМ70-ТГ с рецом в качестве режущего инструмента. Для райберовки отверстий в полумуфтах циркуляционных насосов применяется механический райбер РМ45-ЦН. Техническая характеристика машинок для райберовки отверстий в полумуфтах приведена в табл. 3.9.

Для обработки поверхности под колпачковые гайки шпилек горизонтальных разъемов турбин применяются приспособления Ц-160, Ц-140, Ц-120 и Ц-100. Приспособления переносные снабжены фрезами и различаются между собой лишь размерами отдельных конструктивных элементов. Техническая характеристика машинок приведена в табл. 3.10.

## РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

---

#### 4.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГАЗОСВАРОЧНЫХ РАБОТ

Снабжение работ горючим газом осуществляется от стационарных или передвижных газогенераторных установок, цистерн сжиженного газа, от трубопроводов природного газа или от баллонов.

Удельные расходы газов для производства сварочных работ приведены в табл. 4.1. Технические характеристики стальных баллонов для газов приведены в табл. 4.2.

Для обеспечения сварочных работ кислородом применяются кислородные газифицированные станции КГН-30 и 2КГН-30 стационарного типа производительностью соответственно 30 и 60 м<sup>3</sup>/ч кислорода и автомобильные газификационные установки АГУ (табл. 4.3), в которых жидкий кислород газифицируется и направляется на производство при давлении 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>). Обеспечение кислородом отдаленных объектов осуществляется баллонами вместимостью 40 л.

В табл. 4.4—4.8 приведены характеристики резаков для ручной кислородной резки, горелки для ручной газопламенной сварки, пайки и нагрева металла и редуктора.

#### 4.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ И ТЕРМООБРАБОТКИ

В табл. 4.9—4.14 даны технические характеристики сварочных трансформаторов, преобразователей и выпрямителей, наиболее часто используемых при производстве сварочных работ и термообработке.

В табл. 4.15 даны характеристики электрододержателей пассажного типа для ручной электродуговой сварки.

Таблица 4.1. Удельные расходы газов для сварки и резки металла

Газ	Удельный расход газа на монтаж 1 т		Расход газа на 1 м <sup>3</sup> кислорода
	тепломеханического оборудования	металлоконструкций	
Кислород, м <sup>3</sup>	10,0	3,0	—
Пропан-бутан:			
газообразный, м <sup>3</sup>	3,0	1,0	0,3
жидкий, л	12,0	4,0	1,2
Природный газ, м <sup>3</sup>	10,0	3,0	1,0
Ацетилен, м <sup>3</sup>	5,0	1,5	0,5

Таблица 4.2. Техническая характеристика стальных

Наименование	Тип	Предельное рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Испытательное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Состояние газа	Количество газа, м
Кислородный баллон	А	15 (150)	22,5 (225)	Сжатый	6000
Ацетиленовый баллон	В	1,6 (16)	3 (30)	Растворенный	5520
Баллон для аргона	А	15 (150)	22,5 (225)	Сжатый	6000
Баллон для азота	А	15 (150)	22,5 (225)		6000
Баллон для водорода	А	15 (150)	22,5 (225)		6000
Баллон для углекислоты	Б	7,5 (75)	9,5 (95)	Жидкий	25 жидкого (12 600 л газа)
Баллон для пропан-бутана	Е	1,6 (16)	2 (20)	Сжиженный	27 кг жидкого (13 000—14 000 л газа)

Таблица 4.3. Техническая характеристика передвижных кислородных установок

Наименование	Марка установки	
	АГУ-8К	АГУ-8М
Объем жидкого кислорода, л	6000	2000
В пересчете на газообразный кислород, м <sup>3</sup>	4500	1500
Средняя производительность при наполнении баллонов, м <sup>3</sup> /ч	425	425
Максимальное давление кислорода, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	22 (220)	22 (220)
Масса при заполненных резервуаре и испарителе, г	23,0	9,6
Марка автомобиля	КРАЗ-257	ЗИЛ-130

баллонов для газов

Жидкостная емкость, л	Цвет окраски	Надпись	Цвет надписи	Размеры: высота × диаметр × толщина стенки, мм	Масса без газа, кг
40	Голубой	«Кислород»	Черный	1390 × ×219 ×8	67
40	Белый	«Ацетилен»	Красный	1390 × ×219 ×7	52
40	Черный с белым	«Аргон»	Черный	1390 × ×219 ×8	67— 70
40	Черный	«Азот»	Желтый с поперечной коричневой полоской	1390 × ×219 ×8	67— 70
40	Темно-зеленый	«Водород»	Красный	1390 × ×219 ×8	67— 70
40	Черный	«Углекислота» или СО <sub>2</sub> сварочный	Желтый	1390 × ×219 ×8	67— 70
50,5	Красный	«Пропан»	Белый	950 ×300 × ×4,5	34

Таблица 4.4. Резаки для ручной кислородной резки

Марка оборудования	Толщина разрезаемого металла, мм	Номер муфты	Давление кислорода, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Давление азота, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Расход кислорода, м <sup>3</sup> /ч	Расход азота, м <sup>3</sup> /ч	Расход керосина, л/м	Паприты, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.10)	ГОСТ, № чертежа, ТУ
РГМ-70	5—60	1—3	0,3—0,5 (3—5)	0,001 (0,01)	2,5—40	0,6—1,2	—	262× 160×43	0,541	БАМЗ	ТУ 26-05-231-74
	3—70	1—3	0,3—0,6 (3—6)	0,001 (0,01)	2,5—40	0,6—1,2	—	282× 34×143	0,611		ТУ 26-05-228-73
	3— 350	1—3	0,3—1,2 (3—12)	0,001 (0,01)	2,5—42	0,6—1,2	—	80×550	1,4		ТУ 26-05-488-78
Маяк-1-02	3— 350	1—3	0,3—1,2 (3—12)	0,02 (0,2)	2,5—42	0,6—1,2	—	80×550	1,4	БАМЗ	ТУ 26-05-487-78
	30,0— 80,0	1—5	0,5— 0,75 (5—7,5)	0,05 (0,5)	43,75— 114,5	2,5—7,0	—	470× 1000× ×195	8,8		ТУ 26-05-449-76
РК-71	10— 200	1—5	0,4—1,1 (4—11)	—	5,4—36	—	25— 290	160× ×580×70	1,57		ТУ 26-05-318-79
РПА-2-72	15— 50	1—3	0,8—1,2 (8—12)	0,01 (0,1)	18—75	0,9—1,0	—	150× ×1350× ×170	2,5	БАМЗ	ТУ 26-05-306-72
	15— 50	1—3	0,8—1,2 (8—12)	0,02 (0,2)	18—75	0,9—1,0	—	150× ×1350× ×170	2,5		ТУ 26-05-307-72

Таблица 4.5. Горелки для ручной газопламенной сварки, пайки и нагрева металла

Марка оборудо- вания	Толщина свар- иваемого металла, мм	Давление кисло- рода, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Давление ацети- лена, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Давление про- пан-бутана, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Номер муфты- ка	Габариты, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
Г2-02	0,2—	0,15—0,3	0,001 (0,01)	—	1—4	300 × 120 ×	0,518	БАМЗ	ТУ 26-05-486-78
	0,7	(1,5—3,0)	—	—	3—6	× 60	0,97		ТУ 26-05-486-78
	30,0	(1,5—3,0)	0,001—0,01	—	2—4	420 × 150 ×	0,83		ТУ 26-05-489-78
Г3У-3	0,5—	0,1—0,4	—	0,001	—	545 × 155 ×	—	—	—
	7,0	(1—4)	—	(0,01)	—	× 75			
ГЗУ-4	—	0,2—0,4	—	0,02 (0,2)	3—7	605 × 135 ×	1,63	—	ТУ 26-05-468-77
	—	(2—4)	—	—	2—4	× 66	0,95		ТУ 26-05-465-77
ГВП-5	—	0,5—0,6	—	0,001—0,1	—	470 × 160 ×	—	—	—
	—	(5—6)	—	(0,01—1,0)	2—4	× 65			
ГВ-1	—	0,5—0,6	—	0,1—0,15	—	480 × 180 ×	—	—	—
	—	(5—6)	—	(1,0—1,5)	2—4	× 70			
6206-000	—	0,5—0,7	—	0,13 (1,3)	3—7	275 × 178 ×	2,3	БАМЗ	ТУ 51-02-136-78
ГАО-2-72	—	(5—7)	—	—	3—6	× 120	2,035		ТУ 26-05-450-76
	—	0,4 (4,0)	0,01 (0,1)	—	1—4	1290 × 129 ×	1,03		ТУ 26-05-450-76
ГАЛ-2-68	2,5—10	0,2—0,5	0,01—0,025	—	—	515 × 199 ×	—	—	—
		(2—5)	(0,1—0,25)	—	—	× 93	—	—	—

Таблица 4.6. Редукторы-расходомеры газовые баллонные

Марка оборудо- вания	Редуцируемый газ	Максимальный расход газа, м³/ч (л/мин)	Максимальное давление на вхо- де, МПа (кгс/см²)	Максимальное рабочее давле- ние, МПа (кгс/см²)	Максимальное рабочее давле- ние, МПа (кгс/см²)	Разработчик	Изготовитель (см. табл. 4.1б)	ГОСТ, ОСТ, № чер- тежа, Ту
АР-10 АР-40	Аргон	10 (0,6)	15 (150)	1,5 (15)	0,1 (1)	ВНИИавто- генмаш	БАМЗ	ТУ 26-05-196-74
		40 (2,4)	15 (150)	1,5 (15)	0,1 (1)			ТУ 26-05-196-74
АР-150 У-30	Аргон	150 (9,0)	15 (150)	1,5 (15)	0,1 (1)	ВНИИавто- генмаш	БАМЗ	ТУ 26-05-196-74
	Углекислый газ	30 (1,8)	10 (100)	0,4 (4)	0,1 (1)			ТУ 26-05-290-70
Г-70 А-90	Гелий	70 (4,2)	15 (150)	1,5 (15)	0,1 (1)	ВНИИавто- генмаш	БАМЗ	ТУ 26-05-196-74
	Азот	90 (5,4)	20 (200)	0,39 (3,9)	0,1 (1)			ТУ 26-05-196-74
А-30 В-50	Азот	30 (1,8)	20 (200)	1,5 (15)	0,1 (1)	ВНИИавто- генмаш	БАМЗ	ТУ 26-05-196-74
	Водород	50 (3,0)	20 (200)	0,54 (5,4)	0,1 (1)			ТУ 26-05-196-74

Таблица 4.7. Редукторы газовые баллонные

Марка обозначения	Редуцируемый газ	Максимальный расход газа, м <sup>3</sup> /ч	Максимальное давление газа на входе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Максимальное рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Минимальное рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Паработчик	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
ДКП-1-65		50		1,2 (12)	0,1 (1)			ТУ 26-05-463-76
БКО-25-1		25		0,8 (8)	0,1 (1)			ТУ 26-05-499-80
ДКД-8-65	Кислород	25	20 (200)	0,8 (8)	0,05 (0,5)	ВНИИагто-генмаш	БАМЗ	ТУ 26-05-235-70
ДКД-15-65		60		1,5 (15)	0,1 (1)			ТУ 26-05-235-70
ДК-40		40		4,0 (40)	1,5 (15)			ТУ 26-05-485-78
ДАП-1-65	Ацетилен	5	2,5 (25)	0,12 (1,2)	0,01 (0,1)			ТУ 26-05-463-76
ДАД-1-65			3,0 (30)					ТУ 26-05-235-70
ДПП-1-65	Пропан-бутан	5	2,5 (25)	0,3 (3,0)	0,01 (0,1)	ВНИИагто-генмаш	БАМЗ	ТУ 26-05-463-76
СЗ-1404-ФМ	Воздух	60	15 (150)	0,8 (8)	0,2 (2)			ТУ 26-05-463-76
ДВП-1-65	Водород	80	20 (200)	1,5 (15)	0,1 (1)			ТУ 26-05-463-76

Таблица 4.8. Редукторы газовые рамповые

Марка оборудования	Регулируемый газ	Максимальный расход газа, м <sup>3</sup> /ч	Максимальное давление газа на входе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Максимальное рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Минимальное рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Исполнитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № черт. тех. з. ТУ (см. табл. 4.16)
ДКС-66 ДКС-200	Кислород	10	1,6 (16)	0,5 (5) 1,2 (12)	0,01 (0,1) 0,2 (2,0)	Исполнитель (см. табл. 4.16)	ТУ 26-05-236-73 ТУ 26-05-474-77
		200					
ДКР-250 ДКР-500	Кислород	250	20 (200)	1,6 (16)	0,3 (3)	Исполнитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ 6268-78 ГОСТ 6268-78
		500					
ДАС-66 ДАС-20 ДАР-1-64	Ацетилен	10	0,12 (1,2) 0,12 (1,2) 3 (30)	0,1 (1) 0,1 (1) 0,1 (1)	0,01 (0,1) 0,01 (0,1) 0,02 (0,2)	Исполнитель (см. табл. 4.16)	ТУ 26-05-236-73 ТУ 26-05-474-74 ГОСТ 13861-80
		10					
		30					
ДПС-66 ДПС-15	Пропан-бутан	6	0,3 (3) 0,4 (4)	0,15 (1,5) 0,3 (3,0)	0,02 (0,2) 0,02 (0,2)	Исполнитель (см. табл. 4.16)	ТУ 26-05-236-73 ТУ 26-05-474-77
		15					
ДПР-1-64 ДМС-66 РС-258-58	Пропан-бутан Метан Воздух	25	2,5 (25) 0,3 (3) 25 (250)	0,3 (3,0) 0,15 (1,5) 6,5 (65)	0,02 (0,2) 0,02 (0,2) 0	Исполнитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ 13861-80 ТУ 26-05-236-73 ТУ 26-05-188-74
		35					
		60					

Таблица 4.9. Трансформаторы сварочные для ручной дуговой сварки

Марка оборудования	Номинальный ток, А	Период нагружкн, %	Пределы регулир-вания свароч-ного тока, А	Напряжение, В		Номинальная мощность, кВ·А	Габаритные раз-меры, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чер-тежа, ТУ
				рабочее	холостого хо-да					
ТД-102УХЛ2 ТД-306УХЛ2	160	20	60—175	26,4	80	11,4	548×300×530	37	СЗЭСО	ТУ 16-517.973-77
	250	20	100—300	30	80	19,4	608×345×585	66		
ТД-500-4У2	500	60	100—530	—	80	32	716×765×810	200	Искра, Таш-электромаш	ТУ 16-739.355-83
ТДМ-317У2 ТДМ-401У2 ТДМ-503У2 ТДМ-401-1У2 с УСНТ-06	315	60	60—360	32,6	62—80	21	555×585×818	130	КЭМЗ, Искра Искра Ташэлектромаш Искра	ТУ 16-739.254-80
	400	60	80—460	36	64—80	27	555×585×848	145		
	500	60	90—560	40	65—75	36	558×600×892	175		
	400	60	80—460	36	64—80	27	555×585×848	158		
	500	60	90—560	40	65—75	36	729×600×892	185		
ТДМ-503-1У2 ТДМ-503-2У2 ТДМ-503-3У2 ТДМ-503-4У2	500	60	90—560	40	65—75	36	654×600×892	195	Ташэлектромаш	ТУ 16-739.254-80
	500	60	90—560	40	65—75	36	824×600×892	210		
	500	60	90—560	40	65—75	36	979×600×892	200		
	500	60	90—560	40	65—75	36	560×590×850	160		
ТДМ-319УХЛ5	315	60	150—330	32,6	80	12,2	560×590×850	160	Искра	ТУ 16-672.061-84

Таблица 4.10. Преобразователи и генераторы сварочные для ручной дуговой сварки

Марка оборудования	Номинальный сварочный ток, А	Период нагрузки, %	Пределы регулировки сварочного тока, А	Напряжение, В		Номинальная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
				номинальное рабочее	холостого хода					
ПД-305У2	315	60	45—350	32,6	90	17,7	1200×580×845	280	Искра	ТУ 16-516.265-82
ПД-502-1У2	500	60	75—500	42	90	30	1010×650×935	480	ТЭСО	ТУ 16-527.281-83
ПСО-300-2У2	315	60	115—315	32	100	15	1069×620×1028	430	ВЭСО	ТУ 16-539.199-75
				40	60	35				
ПСГ-500-1У3	500	—	60—500	40	60	35	1050×620×890	460	ВЭСО	ТУ 16-539.168-75
				32,6	100	10,3				
ГД-304У3	315 300	—	15—350 80—300	32,6	100	10,3	680×625×700	260	ТЭСО	ТУ 16-539.214-79
				30	90	—				
ГД-502У2	500	60	15—500	40	90	—	950×500×750	400	ТЭСО	ТУ 16-515.083-78
ГСО-300-5У2	315	60	100—315	32	100	—	630×520×625	218	Датэлектромаш	ТУ 16-739.375-83
ГСМ-500У2	315 (однополюсная)	60	50—630	55	70	—	1017×636×585	680	ТЭСО	ТУ 16-539.876-79

Т а б л и ц а 4.11. Выпрямители сварочные для ручной дуговой сварки однополюстные

Марка оборудования	Номинальный сварочный ток, А	Период нагрузки, %	Пределы регулирования сварочного тока, А	Напряжение, В		Номинальная мощность, кВт · А	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. Табл. 4.10)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
				Номинальное рабочее	холостого хода					
ВД-201УЗ ВД-306УЗ ВД-502-2УЗ ВС-600УЗ	200	60	30—200	28	64—71	15	730×550×980	125	Искра ТЗЭСО ТЗЭСО КОЭЗСАУ	ТУ 16-739.252-80 ТУ 16-739.198-79 ТУ 16-739.270-81 ТУ 12-47.221-74
	315	60	45—315	32	61—70	24	785×780×795	174		
	500	60	40—500	42	80	42	810×560×950	330		
	600	60	150—600	32	65	60	840×980×1200	450		
*ВВУ-40 *ВВУ-80 *ВВУ-160 *ВВУ-315 *ВВУ-630	40	60	2—50	30	60—80	4	700×520×920	160	ЭМЗ	
	80	60	3—90	30	60—80	8	700×520×920	180		
	160	60	5—180	30	60—80	15	700×520×1195	240		
	315	60	8—350	30	60—80	20	700×520×1195	360		
	630	60	10—700	30	60—80	40	700×520×1250	480		
	400	60	50—450	36	80	14,4	820×850×900	220		

Таблица 4.12. Выпрямители для ручной дуговой сварки многополюсные

Марка оборудования	Номинальный сварочный ток одного поста, А	Перед нагрузка, %	Пределы регулирования сварочного тока, А		Напряжение, В			Номинальная мощность, кВ·А	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
			при жестких характеристиках	при плавных характеристиках	номинальное рабочее при жестких характеристиках	номинальное рабочее при плавных характеристиках	холодного хода при плавных характеристиках					
ВДМ-1601У3 ВДМ-1601У3 ВДУМ-4Х401У3	315	60	—	—	—	100	88	1050×700×900	420	Электрак	ТУ 16-739.226-80 ТУ 16-739.159-78 ТУ 16-739.184-79	
	315	60	—	—	60	100	120	1050×700×900	500			
	400	60	100—400	100—400	45	36	86	1350×850×1200	790			
ВМГ-5000У4 ВДУМ-7501У1 УДГ-201УХЛ4	315	100	—	—	50	60	317	1500×1150×1685	2490	ОЗ ИЭС им. Патона Дугэлектромаш Электрак	ТУ 88 УССР 085.159-77 ТУ 16-683.010-84	
	160	100	—	—	—	100	660	5150×2200×2450	8500			
	200	40	—	12—200	—	12—13	—	—	—			

Таблица 4.13. Выпрямители сварочные для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов однофазные

Марка оборудования	Номинальный ток, А	Перод нагрузки, %	Пределы регулировки сварочного тока, А	Напряжение, В		Номинальная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Категория (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
				номинальное	холодного хода					
ВДГ-601У3	630	60	100—700	66	—	69	1250×900×1155	560	ВЭСО	ТУ 16-539.977-75
ВДГИ-301У3	315	60	40—325	30	—	13	1045×748×953	330	СЭМЗ	ТУ 16-539.978-75
ВДГ-303У3	315	60	50—315	40	60	21	720×800×950	230		ТУ 16-739.328-82
ВСЖ-303У3	315	60	50—315	10—	18—	20	600×650×900	200	КОЭССАУ	ТУ 34-28.10106-80
ВС-300У3	315	60	50—315	32	48	20	965×720×560	210		ТУ 34-1458.75
ВС-500У3	500	60	100—500	30	65	50	1150×770×600	350		ТУ 34-28.10156-80
*ВСЖ-630У3	600	60	100—600	10—	18—	40	820×800×1400	540	ОЗ ИЭС им. Платона КОЭССАУ СЭМЗ ВЭСО	ТУ 34-3099.74
ВС-300АУ3	315	60	50—315	32	48	20	650×600×900	180		ТУ 34-28.10155-80
ВДГИ-302У3	315	60	40—325	34	65	17,3	720×593×938	250		ТУ 16-435.054-84
ВДГ-601У3	630	60	100—700	35	45	69	1250×900×1156	560		ТУ 16-539.977-75

Таблица 4.14. Выпрямители сварочные для ручной дуговой сварки, автоматической сварки под слоем флюса и полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов однополюстные универсальные

Марка оборудования	Номинальный сварочный ток, А	Перед нагрузка, %	Пределы регулирования сварочного тока, А		Напряжение, В			Номинальная мощность, кВ·А	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, Ту
			при жестких характеристиках	при падющих характеристиках	номинальное рабочее при жестких характеристиках	номинальное рабочее при падющих характеристиках	холостого хода при падющих характеристиках					
ВДУ-504-1У3	500	60	100—	60—	50	46	75—	40	1400×840×	370	Электро-	ТУ 16-739.143.78
			500	500	500	80	80					
ВДУ-505У3	500	60	60—	50—	46	50	85	40	800×700×	300	Электрик	ТУ 16-739.303.82
			500	500	500	85	×920					
ВДУ-506У3	500	60	60—	50—	50	46	85	—	820×620×	310	ПО	ТУ 16.435.035-84
			500	500	500	85	×1100					
ВДУ-1201У3	1250	100	300—	300—	56	56	100	135	1400×850×	750	Электрик	ТУ 16-739.114-77
			1250	1250	10—	10—	70					
ТИР-300ДМ1	315	60	—	—	—	10—	25	25	1230×620×	410	ЗНО	ЭР-134.00.00.000.ТУ
			—	150	30	×1000						

Таблица 4.15. Электродержатели пассажного типа для ручной электродуговой сварки

Марка оборудования	Номинальный сварочный ток при $\eta_{\text{н}}=60\%$	Диаметр электрода, мм	Сечение медного сварочного провода, мм <sup>2</sup>	Габариты, мм	Масса, кг	Изготовитель (см. табл. 4.16)	ГОСТ, ОСТ, № чертежа, ТУ
ЭД-310-2У1	315	2—6	50	266×36×81	0,5	КЭМЗ	ГОСТ 14651-78
ЭД-500-1У1	500	4—10	70	193×40×92	0,7		
ЭД-200-2У1	—	1,6—4,0	—	∅32×250	0,3		
ЭД-310-3У1	315	2,5—6,0	—	∅36×260	0,46		
ЭД-400-1У1	400	3,8—8,0	—	»	0,55		
ЭД-500-2У1	500	4,0—10,0	—	∅40×290	0,7		

Таблица 4.16. Расшифровка условных сокращений, названий предприятий-изготовителей, указанных в таблицах 4.4—4.15

Условное сокращение	Полное наименование предприятия
БАМЗ ОЗ ИЭС им. Е. О. Патона ПЗТЭСО	Барнаульский автогенный машиностроительный завод Опытный завод ИЭС им. Е. О. Патона Псковский завод тяжелого электросварочного оборудования
СЭМЗ СЗЭСО Искра ИЭС им. Е. О. Патона	Симферопольский электромашиностроительный завод Сальянский завод электросварочного оборудования Новоуткинский завод электросварочных машин и аппаратов «Искра» Институт электросварки им. Е. О. Патона
КЗЭСО КЭМЗ ЭМЗ Электрик Электросварка Ташэлектромаш	Каховский завод электросварочного оборудования Кокандский электромашиностроительный завод Электромашиностроительный завод (г. Ржев) Ленинградский завод «Электрик» Калининградский завод «Электросварка» Ташкентский электромашиностроительный завод «Ташэлектромаш»
ТЗЭСО КОЭЗСАУ	Тбилисский завод электросварочного оборудования «Электросварка» Киевский опытно-экспериментальный завод средств автоматического управления ВО «Союзэнергоавтоматика»
ВЗЭСО Дагэлектромаш ЗНО	Вильнюсский завод электросварочного оборудования Дагестанский электромашиностроительный завод «Дагэлектромаш» Завод нестандартного оборудования (пос. Протвино, Московской обл.)

**РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ**  
**МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ МОНТАЖНЫХ**  
**И РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

**5.1. УГЛЕРОДИСТЫЕ, НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ**  
**СТАЛИ**

В табл. 5.1 и 5.2 приведены данные о химическом составе и механических свойствах основных марок стали, используемых при производстве монтажных и ремонтных работ.

Таблица 5.1. Химический состав стали

Марка стали	Содержание элементов, %							
	C	Mn	Si	P	Sr	C	Ni	Cu
				не более				
ВСтЗкп	0,14—	0,30—	0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
	0,22	0,60						
ВСтЗПс	0,14—	0,40—	0,05—	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
	0,22	0,65	0,17					
ВСтЗсп	0,14—	0,40—	0,12—	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30
	0,22	0,65	0,30					
14Г2	0,12—	1,20—	0,17—	0,035	0,04	0,30	0,30	0,30
	0,18	1,60	0,37					
09Г2	≤0,12	1,40—	0,17—	0,035	0,04	0,30	0,30	0,30
		1,80	0,37					
10	0,07—	0,35—	0,17—	0,035	0,04	0,15	0,25	0,25
	0,14	0,65	0,37					
15	0,12—	0,35—	0,17—	0,035	0,04	0,25	0,25	0,25
	0,19	0,65	0,37					
20	0,17—	0,35—	0,17—	0,035	0,04	0,25	0,25	0,25
	0,24	0,65	0,37					

**5.2. ПРОКАТ СОРТОВОЙ И ФАСОННЫЙ**

В табл. 5.3—5.10 приведен сортамент основных видов фасонного и сортового проката, используемого при производстве монтажных и ремонтных работ.

**5.3. РЕЛЬСЫ**

Основные размеры и расчетные характеристики крановых и железнодорожных рельсов приведены в табл. 5.11—5.14.

**5.4. ТРУБЫ**

В табл. 5.15—5.17 приведены расчетные данные основных типов стальных труб.

**5.5. МЕТИЗЫ**

В табл. 5.18—5.23 приведены размеры и характеристики крепежа и метизов.

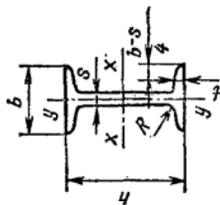
Таблица 5.2. Механические свойства основных марок стали

ГОСТ	Марка стали	Толщина проката, мм	Временное сопротивление, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup> (кгс·м/см <sup>2</sup> )				
						Вид проката (сталь)	Длины, мм	При t °С		После механического старения
ГОСТ 23570-79	18кп	4—20	363—490 (37—50)	235 (24)	26	—	—	—20		—
								—40		—
										—
ГОСТ 380-71	18пс	5—9 10—2	372—509 (38—52)	245 (25)	25	Листовая и фасонная	5—9 10—20	4		4
								3		3
										—
ГОСТ 380-71	18сп	5—9 10—20	372—539 (38—55)	245 (25)	25	Листовая и фасонная	5—9 10—20	4		4
								3		3
										—
ГОСТ 380-71	ВСт3кп	4—20 21—40	360—460 (37—47)	235 (24) 225 (23)	27	—	—	—		—
								—		—
										—
						Листовая	5—9 10—25	39 (4) 29 (3)		39 (4) 29 (3)

ГОСТ 19282-73	ВСр3лс ВСт3сп	4—20 21—40	370—480 (38—49)	245 (25) 235 (24)	26 25	Универсаль- ная	5—9 10—25	49 (5) 29 (3)	—	49 (5) 29 (3)		
						Сортовая и фасонная	5—9 10—25	49 (5) 29 (3)	—	49 (5) 29 (3)		
ГОСТ 1050-74	09Г2	5—9 10—20	441 (45)	304 (31)	21	—	—	—	34 (3,5) 29 (3,0)	—		
						14Г2	5—9 10—20	460 (47) 450 (46)	333 (34) 323 (33)	21	—	—
ГОСТ 1050-74	10 15 20	— — —	333 (34) 372 (36) 411 (42)	206 (21) 225 (23) 245 (25)	31 27 25	—	—	—	—	—	—	
						—	—	—	—	—	—	—
						—	—	—	—	—	—	—

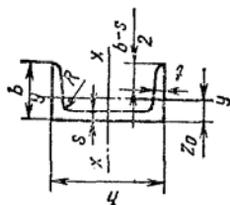
Таблица

профильные (по ГОСТ 8239-89)



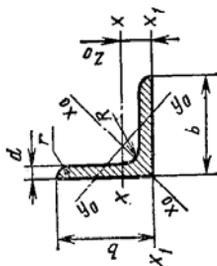
Номер профиля	Масса I м, кг	Размер					Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Ось x-x				Ось y-y			
		h	b	s	t	R		J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7,0	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22	
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38	
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8,0	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55	
16	15,9	160	81	5,0	7,8	8,5	20,2	873	102	6,57	62,3	58,6	14,5	1,70	
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9,0	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88	
20	21,0	200	100	5,2	8,4	9,5	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07	
22	24,0	220	110	5,4	8,7	10,0	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27	
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37	
27	31,5	270	125	6,0	9,8	11,0	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54	
30	36,5	300	135	6,5	10,2	12,0	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69	
36	48,6	360	145	7,5	12,3	14,0	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89	
40	57,0	400	155	8,3	13,0	15,0	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03	
45	66,5	450	160	9,0	14,2	16,0	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09	
50	78,5	500	170	10	15,2	17,0	100,0	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23	
55	92,6	550	180	11	16,5	18,0	118,0	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39	

Таблица 5.4. Швеллеры (по ГОСТ 8240-89)



Номер профиля	Масса I м, кг	Размер, мм				Площадь сечения	Ось x-x			Ось y-y				
		h	b	s	t		R	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	S, $\text{см}^3$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	89,4	22,4	3,16	3,13	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7,0	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8,0	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67
16	14,2	160	64	5,0	8,4	8,5	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9,0	1090	121	7,24	69,8	86,0	17,0	2,04	1,94
20	18,4	200	76	5,2	9,0	9,5	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
22	21,0	220	82	5,4	9,5	10,0	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
24	24,0	240	90	5,6	10,0	10,5	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,60	2,42
27	27,7	270	95	6,0	10,5	11,0	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11,0	12,0	5810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7,0	11,7	13,0	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14,0	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	48,3	400	115	8,0	13,5	15,0	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

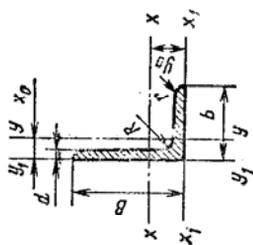
Таблица 5.5. Сталь прокатная угловая равнополочная (по ГОСТ 3509-86)



Номер профиля	Масса 1 м, кг	Размер, мм			Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей								
		b	d	R		x-x		x <sub>0</sub> -x <sub>0</sub>		y <sub>0</sub> -y <sub>0</sub>		x <sub>1</sub> -x <sub>1</sub>		
						J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>x</sub> , см	J <sub>x0</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>x0</sub> , см	J <sub>y0</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>y0</sub> , см	J <sub>x1</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>x1</sub> , см	
2,5	1,12	25	3	3,5	1,2	1,43	0,81	0,75	1,29	0,95	0,34	0,49	1,57	0,73
							1,16	0,85	1,84	1,07	0,48	0,55	2,20	0,80
2,8	1,27	28	3	4	1,3	1,62	1,77	0,97	2,80	1,23	0,74	0,63	3,26	0,89
							2,26	0,96	3,58	1,21	0,94	0,62	4,39	0,94
3,2	1,46	32	3	4,5	1,5	1,86	2,56	1,10	4,06	1,39	1,06	0,71	4,64	0,99
							3,29	1,09	5,21	1,38	1,36	0,70	6,24	1,04
3,6	1,65	36	3	4,5	1,5	2,10	3,55	1,23	5,63	1,55	1,47	0,79	6,35	1,09
							4,58	1,22	7,26	1,53	1,90	0,78	8,53	1,13
4	1,85	40	3	5	1,7	2,35								
							3,08							

4,5	2,08	45	3	5	1,7	2,65	5,13	1,39	8,13	1,75	2,12	0,89	9,04	1,21
	2,73		4			3,48	6,63	1,38	10,5	1,74	2,74	0,89	12,1	1,26
5	3,05	50	4	5,5	1,8	3,89	9,21	1,54	14,6	1,94	3,80	0,99	16,6	1,38
	3,77		5			4,80	11,2	1,53	17,8	-1,92	4,63	0,98	20,9	1,42
5,6	4,25		5		2,0	5,41	16,0	1,72	25,4	2,16	6,59	1,10	29,2	1,57
6,3	4,81	63	5	7	2,3	6,13	23,1	1,94	36,6	2,44	9,52	1,25	41,5	1,74
7	5,38	70	5	8	2,7	8,68	31,9	2,16	50,7	2,72	13,2	1,39	56,7	1,90
	6,39		6			8,15	37,6	2,15	59,6	2,71	15,5	1,38	68,4	1,94
	8,37		8			10,7	48,2	2,13	76,4	2,68	20,0	1,37	91,9	2,02
7,5	6,89	75	6	9	3,0	8,78	46,6	2,30	73,9	2,90	19,3	1,48	83,9	2,06
	7,96		7			10,1	53,3	2,29	84,6	2,89	22,1	1,48	98,3	2,10
	9,02		8			11,5	59,8	2,28	94,9	2,87	24,8	1,47	113	2,15
9	9,64	90	7	10	3,3	12,3	94,3	2,77	150	3,49	38,9	1,78	169	2,47
	10,9		8			13,9	106	2,76	168	3,48	43,8	1,77	194	2,51
10	12,2	100	8	12	4,0	15,6	147	3,07	233	3,87	60,9	1,98	265	2,75
	15,1		10			19,2	179	3,05	284	3,84	74,1	1,96	333	2,83
	17,9		12			22,8	209	3,03	331	3,81	86,9	1,95	402	2,91
12,5	15,5	125	8	14	4,6	19,7	294	3,87	467	4,87	122	2,49	516	3,36
	19,1		10			24,3	360	3,85	571	4,84	149	2,47	649	3,45
	22,7		12			28,9	422	3,82	670	4,82	174	2,46	782	3,53

Таблица 5.6. Сталь прокатная угловая неравнополочная (по ГОСТ 8510-86)



Номер профиля	Масса I м, кг	Размер, мм				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей								
		B	b	d	R		r	Ось x-x		Ось y-y		Ось X1-x1		Ось Y1-y1	
								$J_{x'}$ , см <sup>4</sup>	$i_{x'}$ , см	$J_{y'}$ , см <sup>4</sup>	$i_{y'}$ , см	$J_{x1'}$ , см <sup>4</sup>	$u_0$ , см	$J_{y1'}$ , см <sup>4</sup>	$x_0$ , см
3,2/2	1,17	32	20	3	3,5	1,2	1,49	1,52	1,01	0,46	0,55	3,26	1,08	0,82	0,49
4/2,5	1,48	40	25	4	1,3	1,89	3,06	1,27	0,93	0,70	6,37	1,32	1,58	0,59	
	1,94						3,93	1,26	1,18	0,63	8,53	1,37	2,15	0,63	

4,5/2,8	2,20	45	28	4	5	1,7	2,80	5,68	1,42	1,69	0,78	12,1	1,51	2,98	0,68
5/3,2	2,49	50	32	4	5,5	1,8	3,17	7,98	1,59	2,56	0,90	16,6	1,65	4,42	0,76
5,6/3,6	2,81 3,46	56	36	4	6,0	2,0	3,58 4,41	11,4 13,8	1,78 1,77	3,70 4,48	1,02 1,01	23,2 29,2	1,82 1,86	6,25 7,91	0,84 0,83
6,3/4	3,91 4,63	63	40	5	7	2,3	4,98 5,90	19,9 23,3	2,00 1,99	6,26 7,28	1,12 1,11	41,4 49,9	2,08 2,12	10,8 13,1	0,95 0,99
7/4,5	4,39	70	45	5	7,5	2,5	5,59	27,8	2,23	9,05	1,27	56,7	2,28	15,2	1,05
7,5/5	5,69 7,43	75	50	6	8	2,7	7,25 9,47	40,9 52,4	2,38 2,35	14,6 18,5	1,42 1,40	83,9 112	2,44 2,52	25,2 34,2	1,21 1,29
9/5/6	8,77	90	56	8	9	3,0	11,2	90,9	2,85	27,1	1,56	194	3,04	47,8	1,36
10/6,3	9,87	100	63	8	10	3,3	12,6	127,0	3,18	39,2	1,77	266	3,32	67,6	1,50

Таблица 5.7. Сталь горячекатаная круглая (по ГОСТ 2590-88)

Диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	W, см <sup>3</sup>	r, см	Диаметр, мм	Масса, 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	W, см <sup>3</sup>	r, см
6	0,222	0,283	0,021	0,15	30	5,55	7,07	2,65	0,75
8	0,395	0,503	0,050	0,20	32	6,31	8,04	3,22	0,80
10	0,616	0,785	0,098	0,25	36	7,99	10,18	4,58	0,90
12	0,888	1,131	0,169	0,30	40	9,87	12,57	6,28	1,00
14	1,21	1,539	0,269	0,35	45	12,48	15,90	8,95	1,13
15	1,39	1,767	0,331	0,38	48	14,21	18,10	10,86	1,20
16	1,58	2,011	0,402	0,40	50	15,42	19,64	12,27	1,25
18	2,0	2,545	0,573	0,45	56	19,33	24,63	17,24	1,40
20	2,47	3,142	0,785	0,50	60	22,19	28,27	21,21	1,50
22	2,98	3,801	1,040	0,55	70	30,21	38,48	33,67	1,75
24	3,55	4,524	1,357	0,60	80	39,46	50,27	50,27	2,00
25	3,85	4,909	1,534	0,63	90	49,94	63,62	71,57	2,59
28	4,83	6,158	2,160	0,70	100	61,65	78,54	98,20	2,50

Таблица 5.8. Сталь горячекатаная квадратная (по ГОСТ 2591-88)

Сторона квадрата, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	W, см <sup>3</sup>	r, см	Сторона квадрата, см	Масса, 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	W, см <sup>3</sup>	r, см
10	0,785	1,0	0,167	0,29	30	7,06	9,0	1,50	0,86
12	1,13	1,44	0,24	0,34	40	12,56	16,0	2,66	1,15
16	2,01	2,56	0,426	0,46	50	19,63	25,0	4,16	1,44
20	3,14	4,0	0,67	0,57	60	28,26	36,0	6,0	1,73
25	4,91	6,25	1,04	0,72	100	78,5	100	16,7	2,89

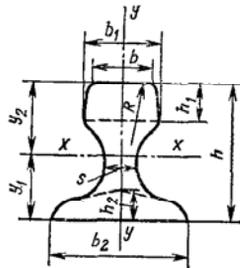
Таблица 5.9. Полоса стальная горячекатаная (по ГОСТ 103-76)

Ширина полосы, мм	Масса 1 м полосы, кг, при толщине, мм									
	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
30	0,94	1,8	1,41	1,65	1,88	2,12	2,36	2,83	3,77	4,71
40	1,26	1,57	1,88	2,20	2,51	2,83	3,14	3,77	5,02	6,28
45	1,41	1,77	2,12	2,47	2,83	3,18	3,53	4,24	5,65	7,06
50	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14	3,53	3,92	4,71	6,28	7,85
55	1,73	2,16	2,59	3,02	3,45	3,89	4,32	5,18	6,91	8,64
60	1,88	2,36	2,83	3,30	3,77	4,24	4,71	5,65	7,54	9,42
70	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50	6,59	8,79	10,99
80	2,51	3,14	3,77	4,40	5,04	5,65	6,28	7,54	10,05	12,56
90	2,83	3,53	4,24	4,95	5,65	6,36	7,06	8,48	11,3	14,13
100	3,14	3,92	4,71	5,50	6,28	7,06	7,85	9,42	12,56	15,7
120	3,77	4,71	5,65	6,59	7,54	8,48	9,42	11,3	15,07	18,84
150	4,71	5,89	7,06	8,24	9,42	10,6	11,8	14,13	18,84	23,55
180	5,65	7,06	8,48	9,89	11,3	12,7	14,1	16,96	22,61	28,26

Таблица 5.10. Сталь листовая рифленая (по ГОСТ 8568-77)

Наименование	Ромбическая				Чечевицная			
	2,5	3	4	5	2,5	3	4	5
Толщина основания, мм	2,5	3	4	5	2,5	3	4	5
Высота рифа, мм	1,0	1,0	1,0	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	21,6	25,6	33,4	42,3	22,6	26,6	34,4	42,3

Таблица 5.11. Основные размеры крановых рельсов (по ГОСТ 4121-76), мм

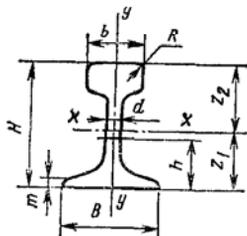


Тип рельса	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	s	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	R
КР 50	50	55	90	20	90	25	20	300
КР 60	60	65,5	105	24	105	27,5	22	350
КР 70	70	76,5	120	28	120	32,5	24	400
КР 80	80	87	130	32	130	35	26	400
КР 100	100	108	150	38	150	40	30	450
КР 120	120	129	170	44	170	45	34	500

Таблица 5.12. Основные расчетные характеристики крановых рельсов

Тип рельса	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Расстояние до центра тяжести, см		J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>1</sub> = $\frac{J_x}{y_1}$ , см <sup>3</sup>	W <sub>2</sub> = $\frac{J_x}{y_2}$ , см <sup>3</sup>	W = $\frac{J_y}{\frac{b}{2}}$ , см <sup>3</sup>	Масса 1 м, кг
		y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>						
КР 50	38,02	4,32	4,68	375,5	111,4	82,76	76,4	24,76	29,8
КР 60	50,99	4,89	5,67	654,6	195,8	135,5	115,4	37,31	40,0
КР 70	67,30	5,39	6,07	108,2	327,1	182,4	178,1	54,53	52,8
КР 80	81,13	6,43	6,57	1547	482,4	240,6	235,5	74,2	63,7
КР 100	113,3	7,6	7,40	2865	940,9	376,9	387,1	125,5	85,9
КР 120	150,4	8,43	8,57	4924	1695	584,1	574,5	199,4	118

Таблица 5.13. Основные размеры железнодорожных рельсов дорог широкой и узкой колеи, мм



Тип рельсов	ГОСТ	H	B	b	d	h	m	R
<b>Рельсы дорог широкой колеи</b>								
Р 65	ГОСТ 8161-75	180	150	75	18	78,5	11,2	13
Р 50	ГОСТ 7174-75	152	132	70	16,7	68,5	10,5	13
Р 43	ГОСТ 7173-54	140	114	70	14,5	62,5	11,0	13
<b>Рельсы дорог узкой колеи</b>								
Р 11	ГОСТ 6368-82	80,5	66	32	7	—	—	—
Р 15		91,5	76	37	7	—	—	—
Р 18		90,0	80	40	10	—	—	—
Р 24		107,0	92	51	10,5	—	—	—

Таблица 5.14. Расчетные характеристики железнодорожных рельсов дорог широкой и узкой колеи

Тип рельса	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Ось x—x				Ось y—y		Масса 1 м, кг	
		Расстояние до центра тяжести		J, см <sup>4</sup>	W, см <sup>3</sup> , для волокна		J, см <sup>4</sup>		W, см <sup>3</sup>
		z <sub>1</sub> , см	z <sub>2</sub> , см		нижнего	верхнего			
<b>Рельсы дорог широкой колеи</b>									
Р 65	82,56	8,13	9,87	3548	436	359	569	76	64,64
Р 50	65,93	7,05	8,15	2018	286	218	375	57	51,63
Р 43	57,0	6,90	7,10	1489	217	200	260	45	44,65
<b>Рельсы дорог узкой колеи</b>									
Р 11	14,31	3,96	4,09	125	31,7	30,5	15,1	4,58	11,20
Р 15	19,16	4,5	4,65	222	49,2	47,7	31,5	8,29	15,0
Р 18	23,07	4,29	4,71	240	56,1	51,0	47,1	10,3	18,06
Р 24	32,70	5,36	5,34	468	87,2	87,6	80,6	17,5	25,6

Таблица 5.15. Трубы бесшовные горячедеформированные  
(по ГОСТ 8732-78)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	J, см <sup>3</sup>	W, см <sup>3</sup>	r, см
25	2,5	1,39	1,77	1,13	0,99	0,80
	3	1,63	2,07	1,28	1,02	0,78
32	2,5	1,76	2,31	2,54	1,58	1,04
	3	2,15	2,73	2,90	1,82	1,03
38	3	2,59	3,30	5,09	2,67	1,24
	3,5	2,98	3,79	5,70	3,00	1,22
42	3	2,89	3,69	7,08	3,86	1,38
	4	3,75	4,8	8,70	4,15	1,35
45	3,5	3,58	4,56	9,90	4,40	1,47
	4	4,04	5,15	10,96	4,87	1,45
50	3	3,48	4,47	12,2	4,89	1,66
	3,5	4,01	5,11	13,90	5,56	1,65
	4	4,54	5,78	15,4	6,16	1,64
	4,5	5,05	6,43	16,8	6,72	1,62
57	3	4,00	5,09	18,6	6,53	1,91
	4	5,23	6,66	23,5	8,25	1,88
	5	6,41	8,17	27,9	9,78	1,85
60	4	5,52	7,04	27,7	9,24	1,99
	5	6,78	8,64	32,9	10,1	1,96
	6	7,99	10,18	37,6	12,5	1,92
76	4	7,10	9,04	58,8	15,5	2,55
	5	8,75	11,15	70,6	18,6	2,52
	6	10,36	13,19	81,4	21,4	2,49
89	4	8,38	10,68	90,6	21,7	3,01
	5	10,36	13,20	117,0	26,3	2,98
	6	12,28	15,65	135,0	30,4	2,95
102	4	9,67	12,32	148	29,0	3,47
	6	14,21	18,09	209	41,0	3,41
108	4	10,26	13,07	177	32,8	3,69
	5	12,70	16,19	215	39,8	3,65
	6	15,09	19,22	251	46,5	3,62
	8	19,73	25,14	316	58,5	3,55

Продолжение табл. 5.15

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса Г м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Л, см <sup>4</sup>	W, см <sup>3</sup>	г, см
133	4	12,73	16,21	338	50,8	4,57
	6	18,79	23,94	484	72,6	4,50
	8	24,66	31,42	616	92,7	4,44
159	6	22,64	28,83	845	106	5,42
	8	29,76	37,96	1085	136	5,35
	10	36,75	46,80	1304	164	5,28
168	6	23,97	30,52	1003	119	5,74
	8	31,57	40,20	1290	153	5,67
194	8	36,70	46,76	2026	209	6,58
	10	45,38	57,78	2452	258	6,52
219	6	31,52	40,17	2279	208	7,54
	8	41,63	53,00	2956	270	7,47
	9	46,61	59,38	3280	299	7,44
	10	51,54	65,64	3594	328	7,40
245	8	46,76	59,55	4186	341	8,39
	10	57,95	73,81	5104	416	8,32
273	7	45,92	58,48	5176	379	9,41
	8	52,28	66,59	5850	428	9,37
	9	58,60	74,63	6509	476	9,34
	10	64,86	82,60	7152	523	9,31
325	8	62,54	79,65	10 012	616	11,22
	9	70,14	89,33	11 159	686	11,19
	10	77,68	98,94	12 284	755	11,16
	12	92,63	117,99	14 468	890	11,09
377	9	81,68	104,04	17 620	934	13,01
	10	90,51	115,24	19 422	1030	12,98
	12	108,02	137,58	22 935	1216	12,91
426	9	92,56	117,88	25 634	1203	14,75
	10	102,59	130,66	28 282	1327	14,72
	12	1 2,52	156,04	33 460	1570	14,65
500	9	108,98	138,8	41 841	1673	17,36
	10	120,84	153,90	46 211	1848	17,34
	12	143,40	183,90	54 787	2191	17,26
600	9	131,17	167,07	72 943	2431	20,89
	10	145,50	185,32	80 660	2688	20,86

Т а б л и ц а 5.16. Трубы электросварные прямошовные  
(по ГОСТ 10704-76)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Г, см	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Г, см
42	2,5	2,44	3,10	1,40	194	5,6	23,3	29,7	6,69
	3,0	2,89	3,68	1,38		6,0	27,8	35,4	6,65
50	3,0	3,48	4,43	1,66	219	6,0	31,5	40,2	7,54
	3,5	4,01	5,11	1,65		8,0	41,6	53,0	7,47
57	3,0	4,00	5,09	1,91	245	6,0	35,4	45,0	8,45
	3,5	4,62	5,89	1,90		8,0	46,7	59,5	8,39
60	3,0	4,22	5,38	2,02	273	6,0	39,5	50,3	9,45
	4,0	5,52	7,03	1,98		8,0	52,8	66,6	9,38
76	4,0	7,10	9,04	2,55	325	6,0	47,2	60,1	11,3
	5,0	8,75	11,1	2,51		8,0	62,5	79,6	11,2
89	4,0	8,38	10,7	3,01	377	8,0	72,8	92,7	13,1
	5,0	10,4	13,2	2,97		10,0	90,5	115	13,0
102	4,0	9,67	12,3	3,47	426	8,0	82,5	105	14,8
	5,0	11,9	15,2	3,44		10,0	103	131	14,7
108	4,0	10,3	13,1	3,68	530	8,0	103	131	18,5
	5,0	12,7	16,2	3,65		10,0	128	163	18,4
133	4,0	12,7	16,2	4,57	630	8,0	123	156	22,0
	5,0	15,8	20,1	4,53		10,0	153	195	21,9
159	5,0	19,0	24,2	5,45	720	8,0	141	179	25,2
	6,0	22,6	28,8	5,42		10,0	175	223	25,1
168	5,0	20,1	25,6	5,77	820	8,0	160	204	28,7
	6,0	23,9	30,5	5,74		10,0	200	254	28,6

Таблица 5.17. Трубы водогазопроводные (по ГОСТ 3262-75)

Условный проход	Наружный диаметр, мм	Легкие				Обыкновенные			
		Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Г, см	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Г, см
8	13,5	2,0	0,57	0,72	0,41	2,2	0,61	0,78	0,40
10	17,0	2,0	0,74	0,94	0,53	2,2	0,80	1,02	0,52
15	21,3	2,5	1,16	1,48	0,67	2,8	1,28	1,63	0,65
20	26,8	2,5	1,50	1,91	0,86	2,8	1,66	2,11	0,85
25	33,5	2,8	2,12	2,70	1,09	3,2	2,39	3,05	1,07
32	42,3	2,8	2,73	3,47	1,40	3,2	3,09	3,93	1,38
40	48,0	3,0	3,33	4,24	1,59	3,5	3,84	4,89	1,58
50	60,0	3,0	4,22	5,37	2,02	3,5	4,88	6,21	2,00
70	75,5	3,2	5,71	7,27	2,56	4,0	7,05	8,99	2,53
80	88,5	3,5	7,34	9,35	3,01	4,0	8,34	10,62	2,99
90	101,3	3,5	8,44	10,75	3,46	4,0	9,60	12,23	3,44
100	114,0	4,0	10,8	13,82	3,89	4,5	12,2	15,48	3,88
125	140,0	4,0	13,4	17,09	4,81	4,5	15,0	19,6	4,79
150	165,0	4,0	15,9	20,23	5,70	4,5	17,8	22,69	5,68

Таблица 5.18. Размеры болтов с шестигранной головкой (по ГОСТ 7798-70) нормальной точности и повышенной точности (по ГОСТ 7805-70)

Наименование	Диаметр резьбы, мм							
	10	12	16	20	24	30	36	
Размер «под ключ», мм	17	19	24	30	36	46	55	
Высота головки, мм	7	8	10	13	15	19	23	
Диаметр описанной окружности, мм	ГОСТ 7798-70	18,7	20,9	26,5	33,3	39,6	50,9	60,8
	ГОСТ 7805-70	18,9	21,1	26,8	33,6	40,3	51,6	61,7
Площадь поперечного сечения нетто, см <sup>2</sup>	—	0,837	1,57	2,45	3,52	5,60	—	

**Таблица 5.19. Масса болтов с крупным шагом резьбы  
(ГОСТ 7798-70 и ГОСТ 7805-70)**

Длина болта, мм	Масса 1000 шт., кг, при диаметре болтов, мм						
	10	12	16	20	24	30	36
25	27,82	39,95	75,87	136,4	—	—	—
30	30,66	44,05	83,24	147,9	—	—	—
35	33,88	48,43	90,62	159,4	246,9	—	—
40	36,96	52,87	97,99	170,9	263,5	479,1	—
45	40,05	57,31	105,7	182,5	280,1	505,2	—
50	43,13	61,76	113,6	194,0	296,7	531,2	844,8
60	49,30	70,64	129,4	219,1	329,9	583,3	920,1
70	55,47	79,53	145,2	243,8	366,5	635,4	995,3
80	61,64	88,42	161,0	268,1	402,1	691,8	1071
90	67,81	97,29	176,8	293,2	437,6	747,3	1151
100	73,98	106,2	192,6	317,8	473,2	802,8	1231
120	86,32	124,0	224,2	367,2	544,2	913,9	1391
130	92,49	132,8	240,0	391,9	579,8	969,5	1471
150	104,8	150,6	271,6	441,2	650,8	1080	1631

**Таблица 5.20. Гайки шестигранные (по ГОСТ 5915-70)  
(нормальной точности) и ГОСТ 5927-70 (повышенной точности)**

Наименование	Диаметр резьбы, мм							
	10	12	16	20	24	30	36	
Размер «под ключ», мм	17	19	24	30	36	46	55	
Высота, мм	8	10	13	16	19	24	29	
Диаметр описанной окружности, мм	ГОСТ 5927-70	18,9	21,1	26,8	33,6	40,3	51,6	61,7
	ГОСТ 5915-70	18,7	20,9	26,5	33,3	39,6	50,9	60,8
Масса 1000 шт., кг	11,37	15,4	33,17	62,6	107,0	224,5	376,9	

Таблица 5.21. Шайбы (по ГОСТ 11371-78)

Наименование	Диаметр стержня, мм						
	10	12	16	20	24	30	36
Диаметр отверстия, мм	10,5	13,0	17,0	21,0	25,0	31,0	37,0
Наружный диаметр, мм	21	24	30	37	44	56	100
Толщина, мм	2,0	2,5	3,0	4,0	4,0	5,0	8,0
Масса 1000 шт. шайб, кг	4,08	6,27	11,3	22,9	32,3	67,1	132

Таблица 5.22. Гвозди строительные

Диаметр, мм	Длина, мм	Масса 1000 шт., кг	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса 1000 шт., кг
2,0	50	1,29	3,0	80	4,44
2,0	60	1,54	3,5	90	6,80
2,5	50	1,93	4,0	100	9,80
2,5	60	2,31	4,0	120	11,77
3,0	70	3,88	5,0	150	22,4

Таблица 5.23. Металлические изделия

Наименование	ГОСТ или технические условия	Характеристика	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг
Сетка плетеная одинарная	ГОСТ 5336-80	Сетка № 20 из проволоки Ø 1,6 мм с ячейками 20 мм	1,96
		Сетка № 40 из проволоки Ø 3 мм с ячейками 40 мм	3,11
Сетка тканая	ГОСТ 3826-82	Сетка № 10 из проволоки Ø 1 мм с ячейками 10 мм Ширина сетки 1 и 1,5 м	1,2
Сетка плетеная с шестигранными ячейками	ЧМТУ 3906-53	Сетка № 20 из проволоки Ø 0,5 мм с ячейками 20 мм	0,22
		Сетка № 25 из проволоки Ø 0,6 мм с ячейками 25 мм	0,26

Наименование	ГОСТ или технические условия	Характеристика	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг
Сетка из калиброванной проволоки	ГОСТ 3306-88	Сетка из проволоки $\varnothing$ 3,5 мм с ячейками 40 мм	3,5
Сетка сварная	ГОСТ 8478-81	Сетка из проволоки $\varnothing$ 5 и 5,5 мм с ячейками 100 и 150 мм Марка сеток: 5-10 5,5-10 5-15 5,5-15 Ширина сеток 2,3 и 2,65 м	3,18 3,84 2,18 2,64
Проволока стальная низкоуглеродная	ГОСТ 3282-74	Диаметр проволоки, мм: 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 Масса 1 м, г: 3,95; 6,17; 8,88; 15,8; 24,7; 55,5; 98,7; 154,2; 221,9	— —

### 5.6. СПЛАВЫ И ПРОКАТ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Баббиты** — оловянные и свинцово-оловянные подшипниковые сплавы, сравнительно мягкие материалы с малым коэффициентом трения скольжения, применяются для заливки вкладышей подшипников быстроходных машин. Химический состав и плотность баббитов приведены в табл. 5.24.

**Бронзы** — сплавы меди с оловом и меди с алюминием, применяются для изготовления вкладышей тяжело нагруженных тихоходных машин.

Таблица 5.24. Химический состав и плотность баббита (ГОСТ 1320-74)

Марка баббита	Химический состав, %						Плотность, г/см <sup>3</sup>
	Сурьма	Медь	Кадмий	Мышьяк	Олово	Свинец	
Б83	10—12	5,5—6,5	—	—	82—84	—	7,3
Б16	15—17	1,5—2,0	—	—	15—17	64—68	9,29
Б6	14—16	2,5—3,0	1,75—2,25	0,6—1,0	5—6	74—78	9,6
БН	13—15	1,5—2,0	1,25—1,75	0,5—0,9	9—11	69—74	9,55
БТ	14—16	0,7—1,1	—	—	9—11	72—76	10,1

**Медные листы** (ГОСТ 495-77) изготавливаются мягкими (отожженными) с пределом прочности при растяжении до 20 кгс/мм<sup>2</sup> и относительным удлинением до 30 % и твердыми неотожженными с пределом прочности до 30 кгс/мм<sup>2</sup> и относительным удлинением 3 %.

**Листы холодокатаные** медные изготавливаются толщиной от 0,4 до 10 мм, а горячекатаные от 1 до 25 мм. Плотность 8,9 г/см<sup>3</sup>.

**Прутки медные и латунные** (ГОСТ 1535-71 и ГОСТ 2060-73) применяются для изготовления выколоток и антимагнитного крепежа.

**Фольга листовая оловянная и свинцовая, лакированная оловом** (ГОСТ 18394-73), изготавливается толщиной от 0,015 до 0,1 мм и применяется для подкладок при сборке тепломеханического оборудования.

**Припой медно-цинковые** (ГОСТ 19248-73) и оловянно-свинцовые изготавливаются в виде чушек, прутков и трубок, заполненных флюсом, применяются для пайки различных цветных и черных металлов.

**Медный порошок** применяется в качестве компонента для смазки резьбовых соединений, работающих при высоких (до 500 °С) температурах.

## **5.7. ПРОКЛАДОЧНЫЕ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Паронит** (ГОСТ 481-80) — листовый материал, изготавливаемый из асбеста, каучука и наполнителей и применяемый в виде прокладок различных размеров и конфигураций для уплотнения фланцевых соединений паропроводов и трубопроводов горячей воды. Плотность паронита в пределах 1,5—2 г/см<sup>3</sup>.

**Картон асбестовый** (ГОСТ 2580-80) и бумага асбестовая (ГОСТ 23779-79) изготавливаются из хризолитового асбеста в листах и рулонах и применяются в качестве огнезащитного, теплоизоляционного и электроизоляционного материала.

**Шнур асбестовый** (ГОСТ 1779-83) применяется для уплотнения температурных швов обмуровки.

**Резина листовая техническая** (ГОСТ 7338-77) применяется для изготовления уплотняющих прокладок фланцевых соединений трубопроводов холодной воды и др.

**Шнур резиновый** (ГОСТ 6467-79) применяется для работы в качестве уплотнительной детали.

**Войлок технический** (ГОСТ 6308-71) и детали из него — сальники, прокладки, фильтры — применяются для задержки смазочных масел в местах трения, для фильтрации масел и в качестве изоляторов.

**Набивки сальниковые** (ГОСТ 3152-79) применяются для герметизации сальников различных машин.

**Графит кристаллический серебристый** (ГОСТ 5279-74) применяется для набивки сальников арматуры, затирки обработанных поверхностей, перемещающихся под воздействием температуры деталей, изготовления уплотняющих мастик.

Области применения прокладочных материалов в зависимости от среды и параметров приведены в табл. 5.25.

**Таблица 5.25. Прокладочные материалы и области их применения**

Транспортируемый продукт	Пределы применения прокладок		Материал прокладок	Толщина, мм
	Условное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Температура, °С		
Вода производственная	До 3	До 40	Резина сплошная групп I, II и III	4
	От 3 до 6	До 60	Резина этих же групп с двумя прокладками	4
	От 6 до 50	До 450	Паронит прокладочный	2
Пар насыщенный и перегретый	До 50	До 450	Паронит прокладочный	2
Конденсат паровой и горячая вода	До 6	До 80	Картон прокладочный, пропитанный маслом	3
	То же	От 80 до 120	Резина группы IV с двумя прокладками	4
	До 64	До 250	Паронит прокладочный	2
Вакуум	—	—	Картон асбестовый	4
Сжатый воздух, азот, инертный газ	До 6	До 50	Картон прокладочный	3
	До 50	До 120	Паронит прокладочный	2
Горячие газы (азот, водород, углекислый газ), газовые смеси (воздух, полуводяной газ, коксовый газ), дымовые газы	До 3	До 500	Картон асбестовый	4

Транспортируемый продукт	Пределы применения прокладок		Материал прокладок	Толщина, мм
	Условное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Температура, °С		
Газы (азот, водород, углекислый газ) и газовые смеси (воздух, коксовый газ), дымовые газы	До 35	До 425	Паронит прокладочный	2
Рассол прямой и обратный	До 6	До 18	Резина сплошная группы II	4
	До 10	До 30	Паронит прокладочный	2
Бензол, бензин, нефть, нефтепродукты, масла, мазут, смола	До 10	До 40	Картон прокладочный, пропитанный маслом	3
	До 25	До 200	Паронит прокладочный Резина маслостойкая групп VI, VIa, VII, VIIa, VIIб, VIII	2
Соляная кислота	—	—	Резина сплошная группы II	4
Серная кислота 15 % концентрации и выше	До 10	До 120	Картон асбестовый, пропитанный силикатом	
	До 40	До 120	Металлические зубчатые прокладки из стали марки 08	5
Минеральные и органические кислоты, кроме соляной	—	—	Картон асбестовый, пропитанный силикатом	5

## 5.8. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА

Перечень и характеристики основных марок электрических кабелей и проводов для электросварочных работ и подключения оборудования приведены в табл. 5.26.

Таблица 5.26. Электрические кабели и провода

Марка кабеля и провода	Характеристика	Число жил	Сечение, мм <sup>2</sup>	Применение
ПРГД	Кабель с медными жилами, с резиновой изоляцией, в двойной резиновой оболочке	1	6—120	Для электродуговой сварки в качестве сварочного провода
ПРГ	Провод с медными жилами, гибкий, с резиновой изоляцией, в оплетке	1	0,75—240	То же
АПР	Провод с алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке	1	2,5—240	То же и подключение оборудования к сети 350 В
КРПГ	Кабель переносной с медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке	1; 2; 3; 4;	0,75—70	Подключение оборудования для сварки и термообработки к сети
СБ	Кабель силовой с медными жилами, с бумажной изоляцией, в свинцовой оболочке	1—4	2,5—400	Подключение электросборок сварочного оборудования к подстанциям
АСБ	То же с алюминиевыми жилами	1—3	2,5—240	
ПРД	Провод с медными жилами, гибкий, с резиновой изоляцией	2	0,75—2,5	Для подключения приборов

## 5.9. ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

В табл. 5.27—5.29 приведены размеры шпал, досок, брусьев и бревен.

Таблица 5.27. Шпалы (по ГОСТ 78-65)

Обрезные	Необрезные	Толщина, мм	Ширина постели, мм		Длина, мм
			верхней	нижней	
Тип					
IA	IB	180	165	250	2750
IIA	IIB	160	160	230	
IIIA	IIIB	150	150	230	

Таблица 5.28. Доски и брусья (по ГОСТ 8486-86)

Толщина, мм	Вид	Ширина, см							
		120	140	160	180	200	220	240	250
		Объем 100 м, м³							
16	Доска	0,19	0,22	0,27	0,29	0,32	0,35	—	—
19		0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,48
25		0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,62
30		0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,66	0,72	0,76
40		0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,88	0,96	1,00
50	Брус	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,25
60		0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,50
70		0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54	1,68	1,75
100		1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,50
150		1,80	2,10	2,40	2,7	3,0	3,3	3,60	3,75
180		2,16	2,5	2,88	3,24	3,60	3,96	4,32	4,50
200		2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,00
250	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,25	

Таблица 5.29. Бревна (по ГОСТ 9463-88)

Длина, м	Диаметр в верхнем отрубе, см								
	12	13	14	15	16	18	20	22	24
	Объем, м³								
3	0,04	0,045	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,16
4	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
5	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,16	0,19	0,23	0,27
7	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,40

## 5.10. ПРОЧИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Бензин-растворитель** («калоша») (ГОСТ 443-76) получают при перегонке нефти. Применяют как растворитель битумных лакокрасочных материалов, для обезжиривания металлических поверхностей, промывки подшипников качения, шеек валов и других деталей точной обработки от консервирующей смазки.

**Керосин осветительный** (ГОСТ 4753-68) применяется для испытания на плотность корпусов подшипников и сварных соединений труб, конденсаторов, коробов, газоздухопроводов и вспомогательного оборудования.

**Ацетон технический** (ГОСТ 2603-79) — бесцветная прозрачная жидкость. Плотность 0,79—0,795 г/см<sup>3</sup>. Температура кипения 56 °С. Применяется для обезжиривания поверхностей и разведения лаков и эмалей.

**Глицерин сырой** (ГОСТ 6823-77) применяется для включения в состав специальных смазок резьбы.

**Клей резиновый торговый** (ГОСТ 2199-78) представляет раствор натурального каучука в бензине БГ-2 (ГОСТ 443-76). Применяется для склейки резиновых изделий и выпускается двух сортов I и II. Связующая сила клея I сорта не менее 5 кгс, II сорта — не менее 4,5 кгс (по миткалю шириной 50 мм).

**Кислота ортофосфорная термическая** (ГОСТ 10678-76) — бесцветная или со слабо-желтым оттенком жидкость. Применяется для очистки внутренних поверхностей труб маслопроводов от окалины и коррозии.

**Калий едкий технический** (ГОСТ 9285-78) твердый марок А и В и жидкий марок В и Г, применяется для работы в лабораториях в качестве реактивов для титрования кислот.

**Натр едкий технический** (сода каустическая) (ГОСТ 2263-79) применяется для щелочения паровых котлов и обессоливающих установок.

**Лазурь сухая** (ГОСТ 21121-75) — искусственная минеральная краска синего цвета, выпускаемая в виде порошка. По химическому составу представляет ферроцианид железа и калия (натрий, аммоний). Применяется для шабровочных работ.

**Бура техническая** (ГОСТ 8429-77) — тетраборат натрия, кристаллизующийся с 10 частями воды ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Применяется для пайки деталей медно-цинковыми припоями.

**Белила свинцовые густотертые** (ГОСТ 12287-77) — масляная краска, состоящая из водной пасты свинцовых белил или ее смеси с наполнителем, затертых на натуральной олифе или растительном масле. Применяется для окраски изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях, и изготовления мастик разъемных соединений корпусов насосов для перекачивания горячей и холодной воды, фланцевых соединений конденсаторов с цилиндрами турбин и муфтовых соединений газовых труб.

**Сурик свинцовый** (ГОСТ 19151-73) — продукт окисления глета при повышенной температуре. Тяжелый порошок ярко-красно-оранжевого цвета. Выпускается четырех марок: 1, 2, 3 и 4 в виде пасты. Применяются; марки 1 и 2 — для производства аккумуляторов; марка 3 — для уплотняющих мастик, антикоррозионного грунта и в фарфоровой промышленности; марка 4 — для антикоррозионного грунта.

**Сурик железный** (ГОСТ 8135-74) — естественный минеральный пигмент красно-коричневого цвета. Состоит из окиси железа с при-

месью глинистых веществ и кварца. Применяется для грунтовки и нанесения верхнего слоя при окраске стальных конструкций.

**Лак каменноугольный (ГОСТ 1709-75)** — раствор каменноугольного пека в ароматических соединениях. Применяется для покрытия чугунных и стальных конструкций и изделий для предохранения их от коррозии.

**Олифа натуральная льняная и конопляная (ГОСТ 7931-76)** вырабатывается из льняного или конопляного масла с введением ускорителей высыхания (сиккативов). Применяется для изготовления и разведения густотертых красок, а также в качестве самостоятельного материала для малярных работ и растворителя при изготовлении уплотняющих мастик с применением свинцовых белил, свинцового сурика и графита.

**Олифа-оксоль (ГОСТ 190-78)** — заменитель натуральной олифы. Изготавливается уплотнением льняного масла с продуванием воздуха в присутствии сиккатива и последующим добавлением растворителя. Применяется для разведения густотертых красок.

**Спирт этиловый ректификационный (ГОСТ 5962-67)**, получаемый путем брагоректификации спиртовых бражек или ректификации этилового спирта-сырца. Применяется для изготовления щелочного лака, испытания на плотность выводов обмотки ротора генератора и промывки деталей регулирования и других деталей турбин.

**Дихлорэтан технический (ГОСТ 1942-86)** — прозрачная бесцветная легкоподвижная жидкость без осадка и взвешенных частиц. Применяется для очистки маслоохладителей от шлама и масла и как растворитель масел.

**Картон строительный (ГОСТ 8740-85)** выпускается двух марок; А и Б и применяется в качестве обшивочного слоя. Ширина рулона марки А 135 см, марки Б — 129 см. Количество поставляемого картона указывается в квадратных метрах. Масса 1 м<sup>2</sup> — 0,37 кг.

**Мел природный комовой и молотый (ГОСТ 1498-64)** применяется в качестве вспомогательного материала при испытании на плотность сварных швов газозащитных газопроводов, трубопроводов низкого давления больших диаметров и для других целей.

**Шпагат вязочный пеньковый (ГОСТ 17308-88)** применяется  $\varnothing$  4—5 мм.

**Рукава резиновые для газовой сварки и резки металлов (ГОСТ 9356-75)** оплеточной конструкции применяются для подачи под давлением газа или жидких топлив к приборам для газовой сварки и резки металлов, работающим при температуре от +50 до —35 °С.

Рукава изготавливаются трех типов: I — для подачи ацетилен и горючего газа при давлении не более 6 кгс/см<sup>2</sup>, II — для подачи жидкого топлива (бензин, керосин) при давлении не более 6 кгс/см<sup>2</sup>, III — для подачи кислорода при давлении не более 15 кгс/см<sup>2</sup>.

## РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

#### 6.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Монтаж и ремонт тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС связан с большим количеством источников повышенной опасности, в частности: грузоподъемными и транспортными машинами, электри-

фицированным инструментом и электросварочным оборудованием, едкими и токсическими веществами, взрывоопасными газами и пр.

Обеспечение надлежащих условий охраны труда и техники безопасности осложняется одновременной и зачастую совмещенной работой большого количества специализированных организаций.

За соблюдение правил, норм и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии отвечают линейные инженерно-технические работники.

Руководство охраной труда и ответственность за ее состояние возложены на главных инженеров и начальников монтажных и ремонтных организаций.

Ответственность за охрану труда и техники безопасности совмещенных работ по всему монтажному комплексу возложена на руководителей генподрядных организаций. Приведенные ниже нормативно-технические материалы, не исчерпывая всех многогранных вопросов охраны труда, содержат указания по наиболее часто встречающимся вопросам обеспечения безопасных условий работы.

## **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» (утверждены Госстроем СССР 9 июня 1980 г.).

Инструктивные материалы по технике безопасности при монтаже оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС (утверждены Минэнерго СССР 9 июля 1980 г.).

Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок (утверждены Госгортехнадзором СССР 20 апреля 1972 г.).

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (утверждены Госгортехнадзором СССР 30 декабря 1969 г.).

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок (утверждены Минэнерго СССР 3 декабря 1979 г.).

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены 18 апреля 1969 г.).

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (утверждены Госгортехнадзором СССР 19 мая 1970 г.).

Правила техники безопасности и производственной санитарии при производстве ацетилена, кислорода и газопламенной обработке металлов (утверждены ЦК профсоюза рабочих машиностроения 2 апреля 1963 г.).

Правила безопасности в газовом хозяйстве (утверждены Госгортехнадзором СССР 26 июня 1979 г.).

Инструкция по безопасному ведению работ для машинистов стреловых самоходных кранов (утверждена Госгортехнадзором СССР 21 октября 1966 г.).

Инструкция по безопасному ведению работ для стропальщиков, обслуживающих грузоподъемные краны (утверждена Госгортехнадзором СССР 29 сентября 1966 г.).

### 6.3. СКЛАДИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Материалы и оборудование необходимо хранить на специально выделенных площадках. Площадки должны быть выровнены и угранбованы, а в зимнее время очищены от снега и льда. Должны быть приняты меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания хранимых материалов. При складировании материалов проходы между штабелями принимают шириной не менее 1 м. Ширину проездов выбирают в зависимости от габаритов транспортных средств и погрузо-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад.

Грузы, складываемые вблизи железнодорожного или подкранового пути при высоте штабеля до 1,2 м, должны находиться не менее 2 м от головки ближайшего рельса, а при большей высоте — не менее 2,5 м.

Укладка материалов и оборудования при их хранении должна производиться следующими способами:

Крупногабаритное и тяжеловесное оборудование	В один ряд
Трубы стальные крупных диаметров в штабелях с прокладками и концевыми упорами высотой	До 3,0 м
Трубы мелких диаметров в стеллажах высотой	До 3,0 м
Черный прокат в штабелях высотой . . . . .	До 1,5 м
Кирпич:	
в пакетах и поддонах . . . . .	До 2 ярусов
в контейнерах . . . . .	В один ярус
при укладке в клетки высотой . . . . .	До 1,7 м

Запрещается прислонять (опирать) материалы и изделия к заборам и элементам сооружений.

### 6.4. ПРОИЗВОДСТВО СОВМЕЩЕННЫХ И ОПАСНЫХ РАБОТ

При организации строительных площадок, размещений участков работ, рабочих мест проходов и проездов следует установить опасные для людей зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы. К зонам постоянно действующих производственных факторов относятся зоны:

вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок;

вблизи неогражденных перепадов на высоте 1,3 м и более;

в местах перемещения машин и оборудования или частей и рабочих органов;

в местах, над которыми происходит перемещение грузов грузоподъемными кранами;

в местах, где содержатся вредные вещества в концентрациях выше предельно допустимых или воздействует шум интенсивностью выше предельно допустимой.

Строительно-монтажные работы в зонах постоянно действующих опасных производственных факторов, как правило, не допускаются, а зоны ограждаются устройствами, предназначенными для предотвращения непреднамеренного доступа людей.

К зонам потенциально действующих опасных производственных факторов относятся участки территории вблизи строящегося здания;

участки этажей (ярусы) зданий и сооружений в одной захватке, над которыми происходит монтаж (демонтаж) конструкций или оборудования.

При производстве работ в указанных опасных зонах следует осуществлять организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

Границы опасных зон, в пределах которых возможно возникновение опасности в связи с падением предметов, устанавливаются согласно табл. 6.1.

Таблица 6.1. Границы опасной зоны в связи с падением предметов

Высота возможного падения предмета, м	Вблизи мест перемещения грузов (от горизонтальной проекции траектории максимальных габаритов перемещаемого груза машинами), м	Вблизи строящегося здания или сооружения (от его внешнего периметра), м
До 20	7	5
Свыше 20 до 70	10	7
» 70 до 120	15	10
» 120 до 200	20	15
» 200 до 300	25	20
» 300 до 450	30	25

Границы опасных зон, в пределах которых действует опасность поражения электрическим током, устанавливаются согласно табл. 6.2.

Таблица 6.2. Границы опасных зон поражения электрическим током

Напряжение, кВ	Расстояния, ограничивающие опасную зону от неогражденных неизолированных частей электроустановки или от вертикальной плоскости, образующейся проекцией на землю ближайшего провода воздушной линии электропередачи, находящейся под напряжением, м
До 1	1,5
От 1 до 20	2
От 35 до 110	4
От 150 до 220	5
330	6
От 500 до 750	9
800 (постоянного тока)	9

Границы опасных зон вблизи движущихся частей и рабочих органов машин определяются расстоянием в пределах 5 м, если другие повышенные требования отсутствуют в паспорте или инструкции завода-изготовителя.

При производстве работ вблизи действующих воздушных линий электропередачи опасная зона равна ширине охранной зоны ВЛ и определяется двумя параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими от крайних проводов линии на расстояние, м:

- для линий напряжением до 20 кВ — 10;
- для линий напряжением до 35 кВ — 15;
- для линий напряжением до 110 кВ — 20;
- для линий напряжением до 220 кВ — 25.

Особо опасными считаются такие работы, для выполнения которых кроме обычных мер безопасности необходимы дополнительные меры, разрабатываемые отдельно для каждого конкретного вида работ.

К выполнению строительно-монтажных работ, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности труда, допускаются лица не моложе 18 лет и имеющие профессиональные навыки, прошедшие обучение безопасным методам и приемам этих работ и получившие соответствующие удостоверения.

Перед началом работ в местах, где имеется или может возникнуть производственная опасность (вне связи с характером выполняемой работы), необходимо оформление наряда-допуска.

Перечень работ, на которые необходимо выдавать наряд-допуск должен быть составлен на основании приведенного ниже типового перечня:

- строительно-монтажные работы с применением строительных машин в охранных зонах воздушных линий электропередачи;
- строительно-монтажные работы, выполняемые в колодцах, шурфах или закрытых емкостях;
- строительно-монтажные работы, выполняемые на территории действующего предприятия, когда имеется или может возникнуть производственная опасность, исходящая от действующего предприятия;
- строительно-монтажные работы, выполняемые на участках, где имеется или может возникнуть производственная опасность, исходящая от других видов работ, выполняемых на смежных участках.

## 6.5. РАБОТЫ НА ВЫСОТЕ

К работам на высоте относятся работы, выполняемые от 1,3 м и более от земли, пола, основания, перекрытия и т. д.

При работе на высоте рабочие места должны быть ограждены. При невозможности или нецелесообразности устройства ограждений работы должны выполняться с предохранительными поясами.

Работы на высоте более 5 м от земли, перекрытия или рабочего настила при их выполнении непосредственно с монтируемого оборудования, конструкций и механизмов, когда единственным средством защиты от падения с высоты является предохранительный пояс, считаются верхолазными.

Работы на любой высоте, при которых нельзя использовать леса, подмости и лестницы, должны выполняться рабочими-верхолазами.

К самостоятельным верхолазным работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, имеющие стаж верхолазных работ не менее одного года и тарифный разряд не ниже третьего.

Предохранительные пояса через каждые 6 мес должны подвергаться испытаниям на статическую нагрузку 400 кг.

## 6.6. УСТРОЙСТВО ЛЕСОВ И ПОДМОСТЕЙ

Инвентарные леса, подмости и люльки должны быть снабжены паспортами предприятий-изготовителей. Использование неинвентарных лесов допускается в исключительных случаях с разрешения главного инженера организации.

Неинвентарные леса при высоте более 4 м должны сооружаться по утвержденному проекту.

При расчете лесов принимается равномерно распределенная нагрузка: 250 кгс/м<sup>2</sup> для каменной кладки и 150 кгс/м<sup>2</sup> — для монтажных работ. Кроме того, все горизонтальные элементы проверяются на сосредоточенный груз 130 кг.

Ширина настилов на лесах и подмостях должна быть не менее 1 м для монтажных работ. Высота проходов на лесах в свету должна быть не менее 1,8 м.

При высоте лесов (стоечных и подвесных) более 6 м должно быть не менее двух настилов; рабочий (верхний) и защитный. При выполнении работ одновременно с двух настилов, находящихся на разных ярусах, их число должно быть не менее трех.

Настилы лесов, подмоостей и стремянок, расположенных выше 1,3 м от уровня земли или перекрытия, должны быть ограждены перилами высотой не менее 1 м, состоящими из стоек, поручня, одного промежуточного горизонтального элемента и бортовой доски высотой не менее 15 см. Подъем и спуск людей на леса допускается только по лестницам, закрепленным верхним концом к поперечине лесов.

Леса и подмости высотой до 4 м допускаются к эксплуатации после приемки их пронзводителем работ, а свыше 4 м — после технического освидетельствования их комиссией.

Подвесные леса могут быть допущены к эксплуатации только после их испытания статической нагрузкой, превышающей нормативную на 25 %, а подъемные подмости — и динамической нагрузкой, превышающей нормативную на 10 %. По результатам испытания должен быть составлен акт.

Приставные лестницы перед эксплуатацией и через каждые полгода подлежат испытанию статической нагрузкой в 120 кгс, приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы, находящейся в эксплуатационном положении.

Общая длина (высота) приставной лестницы должна обеспечивать рабочему возможность производить работу стоя на ступени, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы, при этом рабочий должен закрепляться карабином предохранительного пояса к надежным элементам конструкции.

Нижние концы приставных лестниц должны иметь упоры в виде металлических шипов или резиновых наконечников в зависимости от состояния опорной поверхности.

Навесные металлические лестницы высотой более 5 м должны быть ограждены металлическими дугами с вертикальными связями и надежно прикрепленными к конструкции.

## 6.7. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Для надзора за состоянием грузоподъемных машин, их эксплуатацией и перемещением грузов должны быть назначены ответственные лица из числа инженерно-технических работников соответствующих служб монтажных организаций.

Вновь установленные грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные приспособления должны подвергаться до пуска в работу полному техническому освидетельствованию, предусматривающему: осмотр, статическое испытание грузом, в 1,25 раза превышающим номинальную грузоподъемность, и динамическое испытание (только грузоподъемных машин) грузом, в 1,1 превышающим номинальную грузоподъемность.

Грузоподъемные машины, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию:

частичному не реже одного раза в 12 мес;

полному не реже одного раза в три года, а редко используемые не реже одного раза в пять лет.

Внеочередное полное техническое освидетельствование грузоподъемных машин производится после переноса на новое место, реконструкции, ремонта и т. п.

При частичном техническом освидетельствовании статическое и динамическое испытания грузоподъемной машины не производятся.

Съемные грузозахватные приспособления и тара в процессе эксплуатации должны подвергаться осмотру в следующие сроки:

Траверы . . . . .	через 6 мес
Клещи-захваты, тара . . . . .	через 1 мес
Стропы (за исключением редко используемых) . . . . .	через 10 сут

Запрещается работа грузоподъемных машин (стреловых) под проводами действующих воздушных линий электропередач любого напряжения.

Вблизи линий электропередач работа грузоподъемных машин разрешается при соблюдении минимальных расстояний (по воздуху), см. табл. 6.2, от частей машин в перемещаемых грузах (в любом их положении) до ближайшего провода.

Наименьшее допускаемое расстояние по горизонтали от подошвы откоса выемки до ближайших опор грузоподъемной машины принимается в соответствии с табл. 6.3.

**Т а б л и ц а 6.3. Пределы допустимого приближения грузоподъемных машин к откосам**

Глубина выемки, м	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, м			
	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,5	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

## 6.8. ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

К электросварочным работам допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение на право производства работ.

Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом для ручной дуговой сварки не должна превышать 10 м.

Не допускается расположение сварочных проводов ближе 10 м от трубопроводов кислорода, ацетилена, пропан-бутана. Электросварка в замкнутых пространствах, емкостях, сосудах должна производиться только при наличии наряда-допуска, определяющего безопасные условия производства работ. При этом работы должны выполняться не менее чем двумя рабочими, причем наблюдающий за сварщиком должен иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже первой и находиться снаружи емкости для контроля за безопасным проведением работ сварщиком.

Электросварщик, работающий внутри емкости, должен быть снабжен предохранительным поясом с веревкой, конец которой не менее 2 м должен быть у наблюдающего.

Электросварочные установки, применяемые для сварки внутри емкостей, должны быть оснащены устройством автоматического отключения напряжения холостого хода или ограничения его до 12 В с выдержкой времени не более 0,5 с.

Должна применяться переносная электролампа напряжением не более 12 В.

Для удаления газов, образующихся в процессе сварки, должна применяться естественная или искусственная вентиляция, в крайнем случае сварку производить в шланговом противогазе.

При вертикальном расположении емкостей с одним верхним люком для доступа в емкость должны применяться металлические инвентарные лестницы.

Сварочный трансформатор должен находиться вне свариваемой емкости.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

#### П1.1. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

В табл. П1.1 приведены основные единицы физических величин Международной системы СИ согласно ГОСТ 8.417-81 (СТ СЭВ 1052-78).

В табл. П1.2 приведены некоторые производные единицы, образованные из наименований основных единиц, и производные единицы, имеющие специальные наименования.

В связи с применением в практике внесистемных единиц измерения в табл. П1.3 приведены соотношения между внесистемными и единицами системы СИ.

**Таблица П1.1. Основные единицы физических величин системы СИ**

Наименование	Наименование единицы измерения	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Термодинамическая температура	кельвин	К

**Примечание.** Кроме температуры Кельвина (обозначение  $T$ ) допускается применение температуры Цельсия (обозначение  $t$ ), определяемой выражением  $t = T - 273,15$  К. Температура Кельвина выражается в кельвинах (градусах Кельвина), температура Цельсия — в градусах. Числовое значение температуры должно сопровождаться значками К и °С. По размеру Кельвин и градус Цельсия равны между собой. Различие состоит лишь в начале отсчета.

**Таблица П1.2. Производные единицы физических величин системы СИ**

Наименование	Наименование единицы измерения	Обозначение
<b>Единицы, образованные из наименований основных единиц</b>		
Площадь	квадратный метр	м <sup>2</sup>
Объем, вместимость	кубический метр	м <sup>3</sup>
Скорость	метр в секунду	м/с
Ускорение	метр в секунду в квадрате	м/с <sup>2</sup>
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м <sup>3</sup>
Удельный объем	кубический метр на килограмм	м <sup>3</sup> /кг

## Единицы, имеющие специальные наименования

Частота	Герц	Гц
Сила, вес	Ньютон	Н
Давление, механическое напряжение	Паскаль	Па
Энергия, работа, количество теплоты	Джоуль	Дж
Мощность, поток энергии	Ватт	Вт
Электрическое напряжение	Вольт	В
Электрическое сопротивление	Ом	Ом

Таблица П1.3. Соотношения между внесистемными единицами и единицами системы СИ

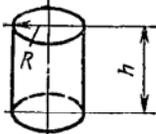
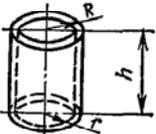
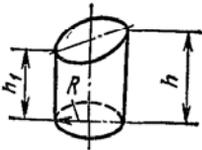
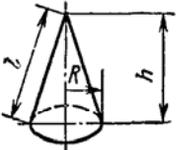
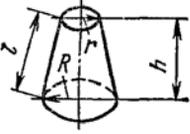
Наименование величин	Соотношение между внесистемными единицами и единицами системы СИ	Соотношение между единицами системы СИ и внесистемными единицами
Масса Сила, вес Давление, механическое напряжение	$1 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м} = 9,81 \text{ кг}$ $1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н}$ $1 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 98066,5 \text{ Па}$ $1 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 0,098 \text{ МПа}$ $1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$ $1 \text{ мм рт. ст.} = 133,3 \text{ Па}$ $1 \text{ мм вод. ст.} = 9,8 \text{ Па}$	$1 \text{ кг} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м}$ $1 \text{ Н} = 0,102 \text{ кгс}$ $1 \text{ Па} = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ кгс}/\text{см}^2$ $1 \text{ МПа} = 10,2 \text{ кгс}/\text{см}^2$ $1 \text{ Па} = 10^{-5} \text{ бар}$ $1 \text{ Па} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ мм рт. ст.}$ $1 \text{ Па} = 0,102 \text{ мм вод. ст.}$
Энергия, работа, количество теплоты	$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,81 \text{ Дж}$ $1 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 1 \text{ Дж}$ $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ $1 \text{ л. с.} \cdot \text{ч} = 2,65 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ $1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$	$1 \text{ Дж} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м}$ $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$ $1 \text{ Дж} = 2,78 \cdot 10^{-7} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ $1 \text{ Дж} = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ л. с.} \cdot \text{ч}$ $1 \text{ Дж} = 0,24 \text{ кал}$
Мощность	$1 \text{ кгс} \cdot \text{м}/\text{с} = 9,81 \text{ Вт}$ $1 \text{ л. с.} = 0,735 \text{ кВт}$	$1 \text{ Вт} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м}/\text{с}$ $1 \text{ кВт} = 1,36 \text{ л. с.}$

## П1.2. ПОВЕРХНОСТИ И ОБЪЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

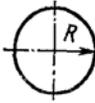
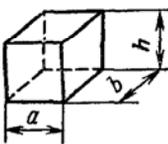
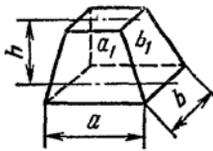
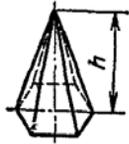
В табл. П1.4 приведены формулы для вычисления поверхностей и объемов геометрических тел.

В формулах:  $R$  — большой радиус,  $r$  — меньший радиус,  $h$  — высота,  $l$  — образующая.

Т а б л и ц а П I . 4 . П о в е р х н о с т и и о б ъ е м ы г е о м е т р и ч е с к и х т е л

Эскиз тела	Боковая поверхность $S$	Полная поверхность $P$	Объем $V$
<p>Цилиндр</p> 	$S = 2\pi R h$	$P = 2\pi R (h + R)$	$V = \pi R^2 h$
<p>Полый цилиндр (труба)</p> 	<p>Внешняя <math>S_1 = 2\pi R h</math> Внутренняя <math>S_2 = 2\pi r h</math></p>	<p>—</p>	$V = \pi h (R^2 - r^2)$
<p>Кососрезанный цилиндр</p> 	$S = \pi R \times (h_1 + h)$	<p>—</p>	$V = \pi R^2 \left( \frac{h_1 + h}{2} \right)$
<p>Конус</p> 	$S = \pi R l$ , где $l = \sqrt{R^2 + h^2}$	$P = \pi R l + \pi R^2$	$V = \frac{1}{3} \pi R h$
<p>Усеченный конус</p> 	$S = \pi l (R + r)$	<p>—</p>	$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$

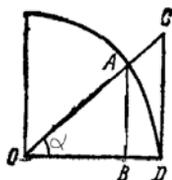
Продолжение табл. П1.4

Эскиз тела	Боковая поверхность $S$	Полная поверхность $P$	Объем $V$
Шар 	—	$P = 4\pi R^2$	$V = \frac{4}{3} \pi R^3$
Прямоугольная призма 	$S = 2h(a + b)$	$P = 2(ab + ah + bh)$	$V = abh$
Обелиск 	$S = h(a + a_1 + b + b_1)$	$P = h(a + a_1 + b + b_1) + ab + a_1 b_1$	$V = \frac{h}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]$
Пирамида 	$S$ —сумма площадей треугольников	—	$V = \frac{h}{3} \times \text{площадь основания}$

### П1.3. ОСНОВНЫЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ, РЕШЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

В табл. П1.5 приведены тригонометрические функции треугольника, в табл. П1.6 и табл. П1.7 — формулы для определения элементов прямоугольных и косоугольных треугольников, в табл. П1.8 — значения тригонометрических функций.

Таблица П1.5. Тригонометрические функции треугольника



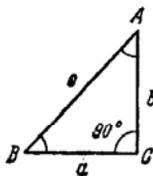
$$\sin \alpha = \frac{AB}{OA} ; \cos \alpha = \frac{OB}{OA} ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CD}{OD}$$

Зависимость между функциями одного угла:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 ; \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} ; \operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Таблица П1.6. Определение элементов прямоугольных треугольников



$a, b$  — катеты;  $c$  — гипотенуза;  $a^2 + b^2 = c^2$ ;  
 $A, B, C$  — углы

Дано

Формулы нахождения остальных элементов

$a, b$

$$\operatorname{tg} A = \frac{a}{b} ; B = 90^\circ - A ; c = \sqrt{a^2 + b^2} ;$$

$$S = \frac{ab}{2}$$

$a, c$

$$\sin A = \frac{a}{c} ; b = \sqrt{c^2 - a^2} ; B = 90^\circ - A$$

$A, a$

$$B = 90^\circ - A ; b = a \operatorname{ctg} A ; c = \frac{a}{\sin A}$$

$A, c$

$$B = 90^\circ - A ; a = c \sin A ; b = c \cos A$$

Таблица П1.7. Определение элементов косоугольных треугольников

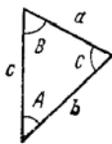
	Теорема синусов
	$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$
	Теорема косинусов
	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ ; $a = b \cos C + c \cos B$ ; $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$ ; $b = a \cos C + c \cos A$
Дано	Формула нахождения элементов треугольника
$a, b, A$	$\sin B = \frac{b \sin A}{a}$ ; $C = 180 - A - B$ ; $c = \frac{b \sin C}{\sin B}$
$a, B, c$	$A = 180 - B - C$ ; $b = \frac{a \sin B}{\sin A}$ ; $c = \frac{a \sin C}{\sin A}$
$a, b, c$	$\cos A = \frac{c^2 - a^2 + b^2}{2bc}$ ; $\cos B = \frac{a^2 - b^2 + c^2}{2ac}$ ; $C = 180 - A - B$

Таблица П1.8. Значения тригонометрических функций

Угол	sin	cos	tg	ctg	Угол
0°	0,000	1,000	0,000	—	90°
1°	0,017	1,000	0,017	57,29	89°
2°	0,035	0,999	0,035	28,64	88°
3°	0,052	0,999	0,052	19,08	87°
4°	0,070	0,998	0,070	14,30	86°
5°	0,087	0,996	0,087	11,43	85°
6°	0,105	0,995	0,105	9,514	84°
7°	0,122	0,993	0,123	8,144	83°
8°	0,139	0,990	0,141	7,115	82°
9°	0,156	0,988	0,158	6,314	81°
Угол	cos	sin	ctg	tg	Угол

Продолжение табл. П1.8

Угол	sin	cos	tg	ctg	Угол
10°	0,174	0,985	0,176	5,671	80°
11°	0,191	0,982	0,194	5,144	79°
12°	0,208	0,978	0,213	4,704	78°
13°	0,225	0,974	0,231	4,331	77°
14°	0,242	0,970	0,249	4,011	76°
15°	0,259	0,966	0,268	3,732	75°
16°	0,276	0,961	0,287	3,487	74°
17°	0,292	0,956	0,306	3,271	73°
18°	0,309	0,951	0,325	3,078	72°
19°	0,326	0,946	0,334	2,904	71°
20°	0,342	0,940	0,364	2,747	70°
21°	0,358	0,934	0,384	2,605	69°
22°	0,375	0,927	0,404	2,475	68°
23°	0,391	0,921	0,424	2,356	67°
24°	0,407	0,914	0,445	2,246	66°
25°	0,423	0,906	0,466	2,144	65°
26°	0,438	0,899	0,488	2,050	64°
27°	0,454	0,891	0,509	1,962	63°
28°	0,469	0,883	0,532	1,881	62°
29°	0,485	0,875	0,554	1,804	61°
30°	0,500	0,866	0,577	1,732	60°
31°	0,515	0,857	0,601	1,664	59°
32°	0,530	0,848	0,625	1,600	58°
33°	0,545	0,839	0,649	1,540	57°
34°	0,559	0,829	0,675	1,482	56°
35°	0,574	0,819	0,700	1,428	55°
36°	0,588	0,809	0,727	1,376	54°
37°	0,602	0,799	0,754	1,327	53°
38°	0,616	0,788	0,781	1,280	52°
39°	0,629	0,777	0,810	1,235	51°
40°	0,643	0,766	0,839	1,192	50°
41°	0,656	0,755	0,869	1,150	49°
42°	0,669	0,743	0,900	1,110	48°
43°	0,682	0,731	0,933	1,072	47°
44°	0,695	0,719	0,965	1,035	46°
45°	0,707	0,707	1,000	1,000	45°
Угол	cos	sin	ctg	tg	Угол

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСЧЕТЫ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

### П2.1. ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ И РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

В табл. П2.1 приведены основные формулы для определения реакции опор, изгибающих моментов и прогибов балок.

В табл. П2.2, П2.3, П2.4 приведены формулы для определения моментов и радиусов инерции и моментов сопротивления сечений различных форм и расчетные данные для наиболее характерных сечений балок.

Основные обозначения в таблицах:

$x, y$  — главные оси сечения;  
 $A$  — площадь сечения брутто;  
 $J_x$  и  $J_y$  — моменты инерции сечения относительно осей  $x-x$  и  $y-y$ ;  
 $W_x$  и  $W_y$  — моменты сопротивления сечения относительно осей  $x-x$  и  $y-y$ ;

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}, \quad i_y = \sqrt{\frac{J_y}{A}}$$

— радиусы инерции сечения;

$A, J_x, J_y, W_x, W_y$  соответствуют сечениям брутто;

$A_n, J_{xn}, J_{yn}, W_{xn}, W_{yn}$  соответствуют сечениям нетто.

$M_x$  и  $M_y$  — изгибающие моменты относительно осей  $x-x$  и  $y-y$ .

### П2.2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Прочность при изгибе в одной из главных плоскостей проверяют по формуле

$$\sigma = \frac{M}{W_{n_{\min}}} \leq R_y \gamma_c,$$

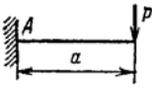
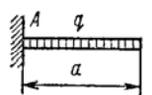
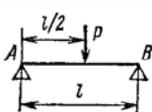
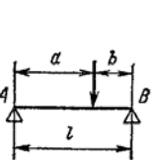
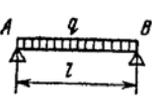
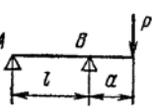
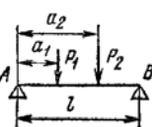
где  $\sigma$  — напряжение при изгибе, кгс/см<sup>2</sup>;  $M$  — изгибающий момент, кгс·см;  $W_{n_{\min}}$  — момент сопротивления нетто, см<sup>3</sup>;  $R_y$  — расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести, кгс/см<sup>2</sup>;  $\gamma_c$  — коэффициент условий работы, принимаемый по табл. П2.5

Прочность при изгибе в двух главных плоскостях проверяют по формуле

$$\sigma = \frac{M_x}{J_{xn}} y + \frac{M_y}{J_{yn}} x \leq R_y \gamma_c,$$

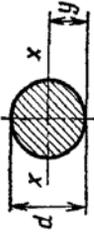
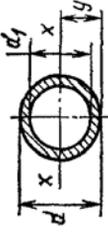
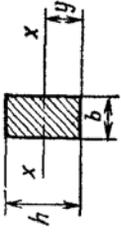
где  $x$  и  $y$  — координаты рассматриваемой точки сечения относительно главных осей, см;  $J_{xn}$  и  $J_{yn}$  — моменты инерции сечения относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ , см<sup>4</sup>.

Таблица П2.1. Расчетные формулы балок

Тип балки и нагрузки	Опорная реакция	Изгибающий момент	Прогнб
	$A = P$	$M_{\text{макс}} = -Pa$	$f_{\text{макс}} = \frac{Pa^3}{3EJ}$
	$A = qa$	$M_{\text{макс}} = \frac{qa^2}{2}$	$f_{\text{макс}} = \frac{qa^4}{8EJ}$
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{\text{макс}} = \frac{Pl}{4}$	$f_{\text{макс}} = \frac{Pl^3}{48EJ}$
	$A = \frac{Pb}{l}$ $B = \frac{Pa}{l}$	$M_{\text{макс}} = \frac{Pab}{l}$	$f_{\text{макс}} = \frac{Pbl^2}{27EJ} \times \left(1 - \frac{b^2}{l^2}\right) \times \sqrt{3 \left(1 - \frac{b^2}{l^2}\right)}$
	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_{\text{макс}} = \frac{ql^2}{8}$	$f_{\text{макс}} = \frac{5ql^4}{384EJ}$
	$A = -\frac{Pa}{l}$ $B = \frac{P(a+l)}{l}$	$M_b = -Pa$	На конце консоли $f = \frac{Pa^2}{3EJ} (l+a)$
	$B = \frac{1}{l} \times (P_1 a_1 + P_2 a_2)$	$M_1 = A a_1$ $M_2 = A a_2 - P_1 (a_2 - a_1)$	

Примечание.  $E$  — модуль упругости для стали равен  $0,205 \cdot 10^6$  МПа ( $2,1 \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>).

Таблица П2.2. Расчетные формулы сечений различных форм

Сечение	$A, \text{ см}^2$	$J_x, \text{ см}^4$	$W_x = \frac{J_x}{y}, \text{ см}^3$	$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}, \text{ см}$
	$\frac{\pi d^2}{4} = 0,7854d^2$	$\frac{\pi d^4}{64} = 0,4908d^4$	$\frac{\pi d^3}{32} = 0,0982d^3$	$\frac{d}{4}$
	$\frac{\pi (d^2 - d_1^2)}{4}$	$\frac{\pi (d^4 - d_1^4)}{64}$	$\frac{\pi (d^4 - d_1^4)}{32d}$	$\sqrt{\frac{d^2 - d_1^2}{4}}$
	$bh$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}}$

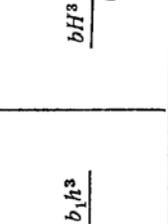
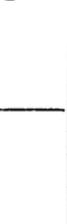
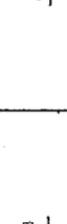
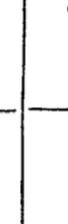
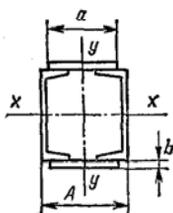
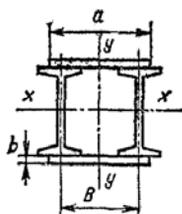
Сечение	$A, \text{ см}^2$	$J_x, \text{ см}^4$	$W_x = \frac{J_x}{y}, \text{ см}^3$	$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}, \text{ см}$
	$bH - b_1h$	$\frac{bH^3 - b_1h^3}{12}$	$\frac{bH^3 - b_1h^3}{6H}$	$\sqrt{\frac{bH^3 - b_1h^3}{12(bH - b_1h)}}$
	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{h}{\sqrt{18}}$
	$a^2$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3 \sqrt{2}}{12}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$
	$b(h - h_1)$	$\frac{b(h^3 - h_1^3)}{12}$	$\frac{b(h^3 - h_1^3)}{6h}$	—

Таблица П2.3. Расчетные данные сечений двух швеллеров  
(по ГОСТ 8240-89)



Номер профиля	Размеры, мм			Масса 1 м, кг	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей					
	B	a	b			x-x			y-y		
						$J_x, \text{см}^4$	$W, \text{см}^3$	$i, \text{см}$	$J_y, \text{см}^4$	$W, \text{см}^3$	$i, \text{см}$
16	200	170	8	49,70	63,4	3414	387	7,34	3214	321	7,12
20	152	130	8	53,20	67,6	5290	490	8,85	1949	256	5,37
	200	160	8	56,85	72,4	5810	538	8,95	3715	371	7,16
	200	160	10	61,90	78,8	6566	597	9,13	3850	385	6,99
24	180	160	10	73,10	93,2	10 800	830	10,78	3748	416	6,34
	220	180	8	70,60	90,0	10 229	799	10,60	5790	525	7,96
	220	180	10	76,20	97,2	11 425	878	10,83	5993	543	7,78
	260	220	8	75,60	96,4	11 210	876	10,79	6850	668	9,49
	260	220	10	82,50	105	12 670	976	10,97	9042	695	9,27
30	200	180	10	91,80	117	20 270	1266	13,14	6158	615	7,25
	250	200	8	88,70	113	19 210	1215	13,04	9785	782	9,30
	250	200	10	95,00	121	21 230	1325	13,24	10 050	804	9,11
	300	250	8	95,00	121	21 106	1315	13,20	15 380	1025	11,26
	300	250	10	102,80	131	23 630	1477	13,44	15 870	1058	11,00

Таблица П2.4. Расчетные данные сечений из балок двутавровых  
(по ГОСТ 8239-89)



Номер про- филь	Размер, мм			Масса 1 м, кг	Площадь се- чения, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей					
	B	a	b			x-x			y-y		
						$J_x$ , см <sup>4</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см
20	100	160	10	67,1	85,6	208	655	9,18	2253	225	5,13
24	115	180	10	82,9	105,6	12 545	965	10,9	3668	318	5,89
30	135	200	10	104,4	133	23 770	1485	13,37	6244	462	6,85
	190	280	10	117	149	27 614	1725	13,61	12 726	783	9,24
36	145	250	10	136,5	173,8	43 872	2309	15,89	10 140	700	7,64
		250	20	175,7	223,8	62 860	3143	16,75	12 740	878	7,54
36	200	300	10	144,3	183,8	47 295	2489	16,04	17 912	1038	9,87
	250	360	12	165,0	210,2	56 651	2950	16,41	29 707	1504	11,89
45	160	250	10	169,7	216	81 350	3461	19,40	14 840	925	8,28
	240	360	10	186,9	238	92 988	3956	19,77	33 294	1664	11,82
		360	20	243,4	310	134 424	5486	20,82	41 070	2053	11,51
55	180	250	10	218,8	278	149 500	5240	23,19	23 770	1320	9,24
		250	20	258,2	328	191 500	6405	24,16	26 368	1460	8,96
55	220	300	10	226,7	288	157 300	5520	23,4	34 790	1740	11,0
	220	360	20	292,6	372	227 264	7700	24,72	45 840	2292	11,10

Т а б л и ц а П 2.5. Коэффициенты условий работы элементов стальных конструкций

Элементы конструкции	$\gamma_c$
1. Сплошные балки и сжатые элементы ферм покрытий под залами театров, клубов, под трибунами, помещениями магазинов, книгохранилищ, архивов и т. п. при весе перекрытий, равном временной нагрузке или большем	0,9
2. Колонны общественных зданий и опор водонапорных башен	0,95
3. Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из уголков сварных ферм покрытий и перекрытий (например, стропильных и аналогичных им ферм) при гибкости $\lambda \geq 60$	0,8
4. Сплошные балки при расчетах на общую устойчивость при $\varphi_6 < 1$	0,95
5. Затяжки, тяги, оттяжки, подвески, выполненные из прокатной стали	0,9
6. Элементы стержневых конструкций покрытий и перекрытий:	
а) сжатые (за исключением замкнутых трубчатых сечений) при расчетах на устойчивость	0,95
б) растянутые в сварных конструкциях	0,95
в) растянутые, сжатые, а также стыковые накладки в болтовых конструкциях (кроме конструкций на высокопрочных болтах) из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ), несущих статическую нагрузку, при расчетах на прочность	1,05
7. Сплошные составные балки, колонны, а также стыковые накладки из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ), несущие статическую нагрузку и выполненные с помощью болтовых соединений (кроме соединений на высокопрочных болтах), при расчетах на прочность	1,1
8. Сечения прокатных и сварных элементов, а также накладок из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см <sup>2</sup> ) в местах стыков, выполненных на болтах (кроме стыков на высокопрочных болтах), несущих статическую нагрузку, при расчетах на прочность:	
а) сплошных балок и колонн	1,1
б) стержневых конструкций покрытий и перекрытий	1,05

Элементы конструкции	$\gamma_c$
9. Сжатые элементы решетки пространственных решетчатых конструкций из одиночных равнополочных или неравнополочных (прикрепляемых большой полкой) уголков:	
а) прикрепляемые к поясам одной полкой сварными швами либо двумя болтами и более, поставленными вдоль уголка:	
раскосы по рис. П2.1, а	0,9
распорки по рис. П2.1, б, в	0,9
раскосы по рис. П2.1, в	0,8
б) прикрепляемые непосредственно к поясам одной полкой, одним болтом, а также прикрепляемые через фасонку независимо от вида соединения	0,75
10. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнополочных уголков только меньшей полкой), за исключением элементов конструкций, указанных в поз. 9 настоящей таблицы, раскосов по рис. П2.1, б, прикрепляемых непосредственно к поясам сварными швами, либо двумя болтами, поставленными вдоль уголка и плоских ферм из одиночных уголков	0,75
11. Грузоподъемные приспособления: мачты, стрелы, шевры, порталы и т. п.	0,9*

\* В отдельных особо ответственных случаях при обосновании значения коэффициента могут быть приняты другими.

Примечания: 1. Поз. 11 принята из табл. 10 инструкции ВСН 42-74 Минмонтажспецстроя СССР.

2. Коэффициенты условий работы  $\gamma_c < 1$  при расчете одновременно учитывать не следует.

3. Коэффициенты условий работы, приведенные соответственно в поз. 1 и 6а; 1 и 7; 1 и 8; 2 и 7; 2 и 8а; 3 и 6в, при расчете следует учитывать одновременно.

4. Коэффициенты условий работы, приведенные в поз. 3; 4; 6а; 6; 7; 8; 9 и 10, а также в поз. 5 и 6б (кроме стыковых сварных соединений) при расчете соединений рассматриваемых элементов учитывать не следует.

5. В случаях, не оговоренных в настоящей главе, в формулах следует принимать  $\gamma_c = 1$ .

В табл. П2.5 приведены коэффициенты условий работы стальных конструкций.

Прочность стенки балки в местах приложения нагрузки к верхнему поясу, а также в опорных сечениях балки, не укрепленных ребрами жесткости, проверяют по формуле

$$\sigma_{\text{вос}} = \frac{F}{t l_{ef}} \leq R_y \gamma_c,$$

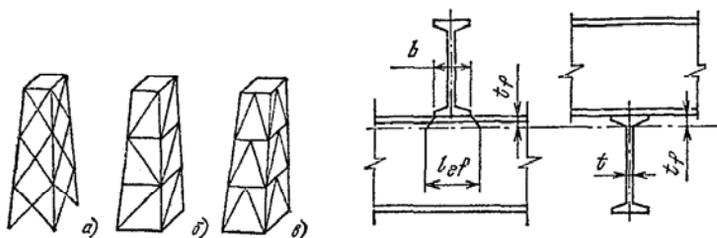


Рис. П2.1. Схемы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков:

а, б, в — с совмещенными в смежных гранях узлами

Рис. П2.1а. Схема для определения длины распределения нагрузки на прокатную балку

где  $F$  — расчетное значение нагрузки (силы), кгс;  $l_{ef}$  — условная длина распределения нагрузки, определяемая в зависимости от условий опирания; для случая опирания по рис. П2.1, а

$$l_{ef} = b + 2t_f,$$

где  $t_f$  — расстояние от наружной грани полки до начала внутреннего закругления стенки (для прокатной балки).

Устойчивость балок двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости стенки, проверяется по формуле

$$\frac{M}{\varphi_b W} \leq R_y \gamma_c,$$

где  $M$  и  $W$  — изгибающий момент и момент сопротивления в плоскости наибольшей жесткости;  $\varphi_b$  — коэффициент, принимаемый для прокатных двутавров по табл. П2.6 или вычисляемый по ниже приведенным формулам.

Для балок двутаврового сечения с двумя осями симметрии для определения коэффициента  $\varphi_b$  необходимо вычислить коэффициент  $\varphi_1$  по формуле

$$\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \left( \frac{h}{l_{ef}} \right) \frac{E}{R_y}.$$

где значения  $\psi$  следует принимать по табл. П2.7 в зависимости от характера нагрузки и параметра  $\alpha$ , который должен вычисляться по формуле

Таблица П2.6. Коэффициенты  $\Phi_6$  для двутавровых балок (по ГОСТ 8239-89)

Номер двутавра	Балки без закрепления в пролете при сосредоточенной нагрузке, приложенной									
	к верхнему поясу					к нижнему поясу				
	$\Phi_6$ при пролетах, м					$\Phi_6$ при пролетах, м				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
16	0,68	0,50	0,34	—	—	0,89	0,64	0,47	—	—
20	0,72	0,46	0,36	0,29	0,25	0,92	0,67	0,48	0,37	0,30
24	0,73	0,50	0,37	0,30	0,25	1,0	0,78	0,53	0,41	0,33
30	0,74	0,50	0,38	0,30	0,25	—	0,86	0,57	0,43	0,34
36	0,77	0,52	0,39	0,30	0,26	—	0,87	0,62	0,45	0,36
45	0,83	0,52	0,39	0,32	0,26	—	0,89	0,67	0,49	0,38
50	0,87	0,53	0,40	0,33	0,27	—	0,90	0,71	0,53	0,40
55	0,88	0,55	0,40	0,34	0,28	—	0,92	0,75	0,56	0,43

Номер двутавра	Балки без закрепления в пролете при равномерно распределенной нагрузке, приложенной									
	к верхнему поясу					к нижнему поясу				
	$\Phi_6$ при пролетах, м					$\Phi_6$ при пролетах, м				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
20	0,65	0,41	0,30	—	—	0,88	0,55	0,38	0,30	0,25
24	0,66	0,44	0,32	0,25	0,21	0,90	0,60	0,42	0,32	0,26
30	0,67	0,45	0,32	0,25	0,21	0,93	0,69	0,46	0,34	0,27
36	0,70	0,45	0,34	0,26	0,22	1,0	0,72	0,50	0,36	0,28
45	0,75	0,46	0,36	0,27	0,22	—	0,79	0,54	0,39	0,30
50	0,81	0,48	0,36	0,29	0,23	—	0,84	0,56	0,42	0,32
55	0,87	0,50	0,37	0,30	0,24	—	0,90	0,59	0,45	0,34

Примечание. Значения  $\Phi_6$  вычислены в соответствии со СНиП П-23-81 для двутавровых балок из стали с пределом текучести 350 МПа (3550 кгс/см<sup>2</sup>).

Таблица П2.7. Коэффициенты  $\psi$  для двутавровых балок с двумя осями симметрии

Вид нагрузки в пролете	Нагруженный пояс	Формулы для $\psi$ при значениях $\alpha$	
		$0,1 \leq \alpha < 40$	$40 \leq \alpha < 400$
Сосредоточенная	Верхний	$\psi = 1,75 + 0,09\alpha$	$\psi = 3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
	Нижний	$\psi = 5,05 + 0,09\alpha$	$\psi = 6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$

Вид нагрузки в пролете	Нагруженный пояс	Формулы для $\psi$ при значениях $\alpha$	
		$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 \leq \alpha \leq 400$
Равномерно распределенная	Верхний	$\psi = 1,6 + 0,08\alpha$	$\psi = 3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
	Нижний	$\psi = 3,8 + 0,08\alpha$	$\psi = 5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$

для прокатных двутавров

$$\alpha = 1,54 \frac{J_t}{J_y} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2,$$

где  $h$  — полная высота сечения;  $J_t$  — момент инерции сечения при кручении, принимаемый по табл. П2.8;  $l_{ef}$  — расчетная длина балки.

Таблица П2.8. Моменты инерции при кручении  $J_t$  прокатных двутавров (по ГОСТ 8239-89)

Номер двутавра	$J_t, \text{см}^4$	Номер двутавра	$J_t, \text{см}^4$
16	4,46	36	31,4
20	6,92	45	54,7
24	11,1	50	75,4
30	17,4	55	100

равная  $l_{ef} = l$  (где  $l$  — пролет балки) при отсутствии поперечных связей.

Значение коэффициента  $\varphi_6$  необходимо принимать при  $\varphi_1 \leq 0,85$   $\varphi_6 = \varphi_1$ ; при  $\varphi_1 > 0,85$   $\varphi_6 = 0,68 + 0,21\varphi_1$ , но не более 1,0.

Прогны изгибаемых элементов определяются по формулам, приведенным в табл. П2.1, и не должны превышать величин, приведенных в табл. П2.9.

Конструкцию кронштейна и сечение его элементов в зависимости от величины приложенной нагрузки  $P$  и плеча  $l$  можно выбрать руководствуясь данными, приведенными в табл. П2.10 и П2.11.

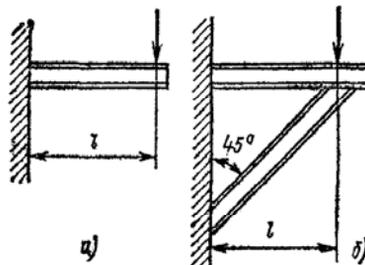


Рис. П2.2. Кронштейны:

а — без подкоса; б — с подкосом

Т а б л и ц а П 2.9. Предельные прогибы изгибаемых элементов

Элементы конструкций	Относительные прогибы элементов (к пролету $l$ )
Балки и фермы крановых путей под краны: легкого режима работы (включая ручные краны, тельферы и тали)	1/400
среднего режима работы	1/500
тяжелого и весьма тяжелого режима работы	1/600
Балки рабочих площадок производственных зданий	
при наличии рельсовых путей: широколейных	1/600
узколейных	1/400
Балки рабочих площадок производственных зданий при отсутствии рельсовых путей и балки междуэтажных перекрытий:	
главные балки	1/400
прочие балки и косоуры лестницы	1/250
стальной настил	1/150
Балки и фермы покрытий и чердачных перекрытий:	
несущие подвесное подъемно-транспортное или технологическое оборудование	1/400
не несущие подвесное оборудование	1/250
прогоны	1/200
профилированный настил	1/150
Элементы фахверка:	
ригели	1/300
прогоны остекления	1/200

Примечания: 1. Для консолей следует принимать пролет  $l$ , равный удвоенному вылету консолей %.  
2. Прогибы следует определять без учета ослабления сечений отверстиями для болтов и без учета коэффициентов динамичности.

Т а б л и ц а П 2.10. Допустимая нагрузка на кронштейн без подкоса (рис. П 2.2, а)

$l$ , мм	Нагрузка $P$ , т						
	Номер профиля						
	10	12	14	16	20	24	30
Для швеллера (по ГОСТ 8240-89)							
350	1,4	2,0	3,0	3,9	6,2	10,2	16,4
500	1,0	1,45	2,0	2,7	4,3	6,9	10,8
750	—	—	1,3	1,8	2,9	4,6	7,4

Продолжение табл. П2.10

l, мм	Нагрузка P, т						
	Номер профиля						
	10	12	14	16	20	24	30

Для двутавра (по ГОСТ 8239-89)

350	—	2,6	3,7	5,0	8,3	11,0	19,0
500	—	1,6	2,3	3,1	5,2	8,1	13,5
750	—	1,0	1,5	2,1	3,4	5,4	9,0

Примечание. Значения вычислены в соответствии со СНиП II-23-81 для двутавров и швеллеров из стали с пределом текучести 350 МПа (3550 кгс/см<sup>2</sup>).

Прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой N, кгс, проверяют по формуле

$$\frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c,$$

где  $R_y$  — расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести, кгс/см<sup>2</sup>;  $A_n$  — площадь сечения элемента нетто, см<sup>2</sup>;  $\gamma_c$  — коэффициент условий работы, принимаемый по табл. П2.5.

Таблица П2.11. Рекомендации для выбора сечения элементов кронштейна с подкосом (рис. П2.2, б)

Нагрузка P, тс	Номер профиля швеллера по ГОСТ 8240-72 при l, мм			
	350	500	750	1000
2	10	10	10	12
5	12	12	12	14
10	12	14	14	16
15	16	16	20	20

Примечание. Значения вычислены для швеллеров из стали с пределом текучести 350 МПа (3550 кгс/см<sup>2</sup>).

Устойчивость центрально-сжатых элементов проверяют по формуле:

$$\frac{N}{A\phi} \leq R_y \gamma_c,$$

где A — площадь сечения брутто, см<sup>2</sup>;  $\phi$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. П2.12 в зависимости от гибкости  $\lambda$  центрально-сжатого элемента:

$$\lambda = l_{ef}/i.$$

Т а б л и ц а П 2.12. Коэффициенты  $\varphi$  продольного изгиба центрально-сжатых элементов

Гибкость $\lambda$	Коэффициенты $\varphi$ для элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )				
	200 (2050)	240 (2450)	280 (2850)	320 (3250)	360 (3650)
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911
40	0,906	0,894	0,833	0,873	0,863
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094

Т а б л и ц а П 2.13. Предельные гибкости сжатых элементов  $\lambda$

Элементы конструкций	Предельная гибкость сжатых элементов
1. Пояса, опорные раскосы и стойки передающие опорные реакции: плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб или парных уголков высотой до 50 м;	180—60 $\alpha$
пространственных конструкций из одиночных уголков, пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой свыше 50 м	120
2. Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7: плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков;	210—60 $\alpha$

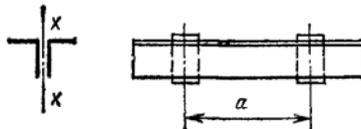
Элементы конструкций	Предельная гибкость сжатых элементов
пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков с болтовыми соединениями	220—40 $\alpha$
3. Верхние пояса ферм, незакрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа следует принимать по поз. 1)	220
4. Основные колонны	180—60 $\alpha$
5. Второстепенные колонны (стойки фонарей и т. п.), элементы решетки колони, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	210—60 $\alpha$
6. Элементы связей, кроме указанных в поз. 5, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в поз. 7.	200
7. Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечения, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости Обозначение, принятое в табл. П2.13:	150

$$\alpha = \frac{N}{\varphi AR_y \gamma_c} \text{ — коэффициент, принимаемый не менее } 0,5.$$

Здесь  $l_{0i}$  — расчетная длина элементов, см;  $i$  — радиус инерции сечения элементов, см.

Гибкость сжатых элементов не должна превышать величин, приведенных в табл. П2.13.

Рис. П2.2а. Составной стержень на прокладках



Составные стержни с прокладками (рис. П2.2а) рассматривают как сплошные:

для сжатых элементов  $a \leq 40i$ ;

для растянутых элементов  $a \leq 80i$ .

При этом количество прокладок в сжатом элементе должно быть не менее двух.

Расчетные длины колонн (стоек) или отдельных их участков определяют по формуле

$$l_{ef} = \mu l_c,$$

где  $l_c$  — длина колонны, стойки, распорки, см;  $\mu$  — коэффициент расчетной длины, определяемый из табл. П2.14 в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки.

Таблица П2.14. Коэффициенты  $\mu$  для колонн постоянного сечения без упругого защемления концов

Схема закреплений и нагрузки				
$\mu$	2,0	1,0	0,7	0,5

### П2.3. ВЫБОР МАРОК СТАЛИ

Сталь для изготовления конструкций стенов и приспособлений выбирается в зависимости от толщины металла, расчетных сопротивлений и температуры. Необходимые данные для выбора марки стали приведены в табл. П2.15 и П2.16.

В табл. П2.17 приведены климатические данные реле районов страны, которые могут быть необходимы при расчете конструкций и организации производства работ.

### П2.4. РИСКИ И ДЕТАЛИ ПРИМЫКАНИЯ К ШВЕЛЛЕРАМ И ДВУТАВРАМ

При изготовлении стенов, конструкций, приспособлений следует пользоваться приведенными в табл. П2.18—П2.22 данными о рисках прокатных профилей (рис. П2.3) и деталями примыкания к швеллерам и двутаврам (рис. П2.4 и П2.5).

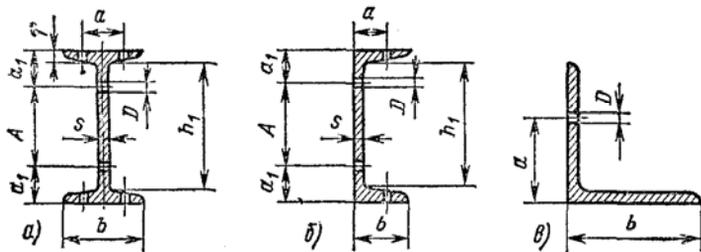


Рис. П2.3. Риски прокатных профилей:

$a$  — балки двутавровые;  $b$  — швеллеры;  $в$  — уголки

Т а б л и ц а П2.15. Рекомендации для выбора марки стали

Наименование конструкций	Марка стали, категория	ГОСТ или ТУ	Толщина, мм	Расчетная температура не ниже, °С	
Траверсы	ВСтЗсп5 20	ГОСТ 380--71 ГОСТ 8731-87	4—20 4—20	—40 —40	
	09Г2-6 09Г2-6 09Г2С-13	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 8731-87 ГОСТ 19281-73	4—20 4—20 4—20	—40 —40 —50	
	ВСтЗпс4 ВСтЗсп5	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71	4—20 4—20	—30 —40	
Приспособления для подъема и монтажа оборудования	20 09Г2-6 09Г2С-13	ГОСТ 8731-87 ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19281-73	4—20 4—20 4—20	—40 —40 —50	
	18пс ВСтЗкп2	ГОСТ 23570-79 ГОСТ 380-71	4—16 4—20	—40 —30	
	ВСтЗпс4 ВСтЗпс 09Г2-6	ГОСТ 380-71 ГОСТ 10706-76 ГОСТ 19281-73	4—20 4—15 4—20	—40 —40 —50	
Леса и площадки, лестницы и ограждения	ВСтЗкп2 ВСтЗсп4 ВСтЗпс4	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71 ГОСТ 10706-76	4—20 4—20 4—15	—40 —50 —50	
	Нерасчетные элементы	ВСтЗкп2	ГОСТ 380-71	4—20	—40

Примечание. За расчетную температуру принимается температура наружного воздуха по наиболее холодной пятидневке СНиП 01.01-82 или табл. П2.17.

**Таблица П2.16. Нормативные и расчетные сопротивления проката стальных конструкций**

Марка стали	ГОСТ или ТУ	Вид проката	Толщина проката, мм	Нормативное сопротивление по пределу текучести, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Расчетное сопротивление по пределу текучести, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
ВСт3кп2 ВСт3кп2	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71	Лист Фасон	4—20 4—20	225 (23) 235 (24)	215 (2200) 225 (2300)
ВСт3сп ВСт3пс	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71	Лист	4—20 4—20	225 (23) 225 (23)	215 (2200) 215 (2200)
ВСт3сп ВСт3пс5	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71	Фасон	4—20 4—20	235 (24) 235 (24)	225 (2300) 225 (2300)
ВСт3сп5 ВСт3пс5	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71	Лист	4—20 4—20	235 (24) 235 (24)	225 (2300) 225 (2300)
ВСт3сп5 ВСт3пс5 09Г2	ГОСТ 380-71 ГОСТ 380-71 ГОСТ 19282-73	Фасон	4—20 4—20 4—20	245 (25) 245 (25) 305 (31)	235 (2400) 235 (2400) 290 (2950)
09Г2 09Г2С 09Г2С	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73	Лист	4—20 4—9 10—20	305 (31) 345 (35) 325 (33)	290 (2950) 330 (3350) 320 (3150)
09Г2С 09Г2С 09Г2С	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19281-73	Фасон	4—9 10—20 21—32	345 (35) 325 (33) 305 (31)	330 (3350) 310 (3150) 290 (2950)
ВСт3кп ВСт3пс ВСт3сп	ГОСТ 10705-80 ГОСТ 10705-80 ГОСТ 10705-80	Труба	До 10 До 10 До 10	225 (23) 225 (23) 225 (23)	215 (2200) 215 (2200) 215 (2200)
ВСт3кп ВСт3пс4 ВСт3сп4 20	ГОСТ 10706-76 ГОСТ 10706-76 ГОСТ 10706-76 ГОСТ 8731-87	Труба	4—15 4—15 4—15 4—36	235 (24) 245 (25) 245 (25) 235 (24)	225 (2300) 235 (2400) 235 (2400) 225 (2300)

Примечания: 1. За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки.

2. За нормативные сопротивления приняты минимальные значения предела текучести, приводимые в государственных стандартах или технических условиях, МПа (кгс/мм<sup>2</sup>).

Таблица П2.17. Расчетные данные температуры, глубины промерзания, снеговой и ветровой нагрузок

Наименование пунктов	Абсолютно минимальная температура, °С	Расчетная температура для проектирования, °С		Глубина промерзания грунта, см	Масса снегового покрова земли, кг/м <sup>2</sup>	Нормативный скоростной напор ветра на высоте 10 м, кг/м <sup>2</sup>
		средняя наиболее холодный пятидневки	средняя наиболее холодных суток			
Архангельск	-45	-32	-36	160	150	35
Белгород	-37	-23	-28	110	100	35
Вильнюс	-37	-23	-25	90	0	27
Воронеж	-38	-25	-30	130	100	35
Воркута	-52	-41	-45	240	150	55
Волгоград	-36	-22	-29	110	70	45
Нижний Новгород	-41	-30	-33	150	150	35
Запорожье	-34	-23	-25	100	70	45
Каунас	-36	-20	-24	80	70	35
Караганда	-49	-32	-35	190	100	55
Кострома	-46	-30	-36	150	100	27
Киров	-45	-31	-35	170	150	27
Кировск	-41	-28	-34	170	200	55
Котлас	-51	-33	-39	170	150	35
Куйбышев	-43	-27	-36	160	100	45
Курск	-38	-24	-29	110	100	35
Ленинград	-36	-25	-28	120	100	35
Минск	-39	-25	-30	90	100	27
Москва	-40	-25	-32	140	100	27
Могилев	-37	-25	-29	120	100	35
Мурманск	-38	-28	-34	150	150	55
Новгород	-45	-27	-31	120	100	27
Новосибирск	-50	-39	-42	220	100	45
Псков	-41	-26	-31	110	100	27
Пермь	-45	-34	-38	190	200	35
Петрозаводск	-40	-29	-33	130	150	35
Печора	-54	-41	-48	240	150	55
Рига	-35	-20	-25	90	70	35
Ростов	-33	-22	-27	90	50	45
Рязань	-41	-27	-33	140	100	35
Саратов	-41	-25	-34	150	100	45
Смоленск	-41	-26	-33	110	100	27
Свердловск	-43	-31	-38	190	100	35
Сыктывкар	-51	-36	-40	190	150	27
Таллинн	-32	-21	-25	100	70	35
Череповец	-49	-31	-36	140	150	55
Ухта	-53	-40	-47	180	150	55

Таблица П2.18. Риски балок двутавровых (по ГОСТ 8239-89)  
(рис. П2.3, а)

Номер профиля	Размеры полки, мм				Размеры стенки, мм				
	<i>b</i>	<i>T</i>	<i>a</i>	<i>D</i> <sub>Макс</sub>	<i>A</i>	<i>s</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>Макс</sub>
16	81	7,7	45	13	80	5,0	125	40	15
20	100	8,3	55	17	100	5,2	161	50	17
24	115	9,5	60	19	120	5,6	196	60	21
30	135	9,9	70	23	170	6,5	251	65	23
36	145	12,1	80	23	220	7,5	302	70	23
55	180	16,2	100	25	390	10,3	475	80	25

Таблица П2.19. Риски швеллеров (по ГОСТ 8240-89)  
(рис. П2.3, б)

Номер профиля	Размеры полки, мм				Размеры стенки, мм				
	<i>b</i>	<i>T</i>	<i>a</i>	<i>D</i> <sub>Макс</sub>	<i>A</i>	<i>s</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>a</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>Макс</sub>
10	46	7,1	30	13	34	4,5	68	33	9
12	52	7,6	30	17	40	4,8	86	40	13
16	64	8,4	35	20	60	5,0	122	50	17
20	76	8,6	45	23	80	5,2	158	60	21
24	90	9,8	50	26	110	5,6	192	65	25
30	100	10,3	60	26	160	6,5	247	70	25

Таблица П2.20. Риски стали угловой равнополочной  
(по ГОСТ 8509-86), мм (рис. П2.3, в)

Полка, <i>b</i>	<i>a</i>	<i>D</i> <sub>Макс</sub>	Полка, <i>b</i>	<i>a</i>	<i>D</i> <sub>Макс</sub>
45	25	11	75	45	21
50	30	13	80	45	21
63	35	17	100	55	23
70	40	19	125	70	25

Таблица П2.21. Размеры деталей примыкания к швеллерам  
(по ГОСТ 8240-89), мм (рис. П2.4)

Номер профиля	Размеры, мм			Тип I				Тип II	
	<i>a</i>	<i>e</i>	<i>r</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>l</i>	<i>c</i>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>h</i> <sub>2</sub>
10	42	6	1,5	86	7	78	4	68	16
12	47	7	1,5	106	7	98	4	86	17
14	53	7	1,5	126	7	116	5	102	18
16	59	7	2	146	7	135	5	120	19
20	72	7	2	185	7,5	172	6	156	21
24	85	8	2	225	7,5	210	7	190	24
30	94	9	2,5	285	8	267	8	246	27

Таблица П2.22. Размеры деталей примыкания к балкам двутавровым (по ГОСТ 8239-89), мм (рис. П2.5)

Номер профиля	Размеры, мм			Тип I				Тип II	
	$a$	$e$	$r$	$l_1$	$h_1$	$l$	$c$	$l_2$	$h_2$
16	38	4	2	146	7	138	5	124	17
20	47	4,5	2	185	7	175	5	160	20
24	55	4,5	2	224	7,5	212	6	196	23
30	64	5,5	2,5	284	7,5	270	6	250	25
36	68	6,0	3	340	10	326	8	302	29
40	73	6,0	3	380	10	364	8	340	33
45	75	6,5	3,5	427	11,5	411	10	384	35
55	85	7,0	3,5	524	13,0	506	12	475	38

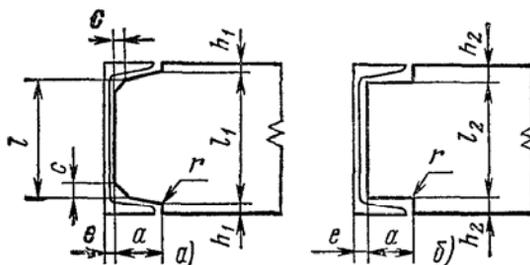


Рис. П2.4. Профили деталей, примыкающих к швеллерам:  
а — тип I; б — тип II

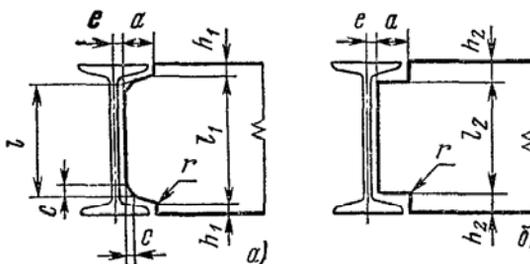


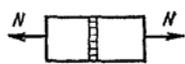
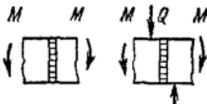
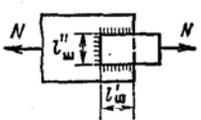
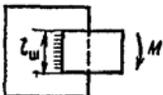
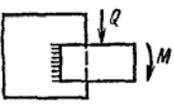
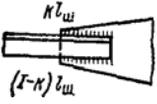
Рис. П2.5. Профили деталей, примыкающих к двутаврам:  
а — тип I; б — тип II

### П2.5. РАСЧЕТ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В соответствии с характером работы сварные соединения рассчитывают на растяжение, срез и изгиб по формулам, приведенным в табл. П2.23.

Расчетные сопротивления  $R_{\omega f}$  металла швов сварных соединений с угловыми швами принимают по табл. П2.24. Вместо расчетов несущей способности угловых сварных швов допускается использование данных табл. П2.25.

Таблица П2.23. Формулы для расчета сварных соединений на растяжение, срез и изгиб

Тип шва и нагрузка	Схема	Расчетная формула
Растяжение прямого шва встык		$\frac{N}{t l_{ш}} \leq R_{\omega y} \gamma_c$
Изгиб и срез шва		По соответствующим формулам для целого сечения с заменой $R_y$ на $R_{\omega y}$
Срез углового шва		$\frac{N}{\beta_f k_f l_{ш}} \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c$ ; $l_{ш} = 2l'_{ш} + l''_{ш} - 30$
Изгиб углового шва		$\frac{6M}{\beta_f k_f l_{ш}^2} \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c$
Изгиб и срез углового шва		$\sqrt{\left(\frac{6M}{\beta_f k_f l_{ш}^2}\right)^2 + \left(\frac{Q}{\beta_f k_f l_{ш}}\right)^2} < R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c$
Распределение швов у пера и обушка		$k \cdot \frac{L}{(I-k) l_{ш}} \quad k=0,70$ $k \cdot \frac{L}{(I-k) l_{ш}} \quad k=0,75$

Обозначения:  $l_{ш}$  — расчетная длина сварного шва, равная полной длине, уменьшенной на 10 мм;

$k_f$  — катет сварного шва;

$t$  — наименьшая толщина соединяемых элементов;

$\gamma_{\omega f}$  — коэффициент условий работы шва, равный 1 во всех случаях, кроме конструкций возводимых в районах с расчетной температурой  $> -50^\circ\text{C}$ , для которых  $\gamma_{\omega f} = 0,85$  для металла шва с нормативным сопротивлением  $R_{\omega шн} = 410 \text{ МПа}$  ( $4200 \text{ кгс/см}^2$ );

$\beta_f$  — коэффициент, принимаемый в зависимости от вида сварки; для ручной сварки  $\beta_f = 0,7$ ;

$\gamma_c$  — коэффициент условий работы;  $R_{\omega f}$  — расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу шва;

$R_{\omega y}$  — расчетное сопротивление стыковых сварных соединений растяжению и изгибу по пределу текучести, равное  $0,85 R_y$ .

Таблица П2.24. Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами

Сварочные материалы		$R_{wsp}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{wf}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
Тип электрода по ГОСТ 9467-75	Марка пробооки		
Э42, Э42А	Св-08, Св-08А	410 (4200)	180 (1850)
Э46, Э46А	Св-08ГА	450 (4600)	200 (2050)
Э50, Э50А	Св-10ГА, Св-08Г2С	490 (5000)	215 (2200)

Таблица П2.25. Предельные усилия на угловые швы, тс

Расчетная длина шва, мм	Размеры катета шва, мм						
	4	5	6	8	10	12	14
40	1,55	1,94	2,33	3,10	3,88	4,66	5,44
50	1,94	2,43	2,91	3,88	4,85	5,82	6,80
60	2,33	2,91	3,49	4,66	5,82	6,99	8,16
70	2,72	3,40	4,07	5,44	6,80	8,16	9,52
80	3,11	3,88	4,65	6,21	7,77	9,32	10,88
90	3,50	4,37	5,24	6,99	8,74	10,49	12,24
100	3,88	4,85	5,82	7,77	9,71	11,65	13,60
110	4,27	5,34	6,40	8,55	10,68	12,82	14,95
120	4,66	5,83	6,98	9,32	11,65	13,98	16,32
130	5,05	6,31	7,56	10,1	12,62	15,15	17,67
140	5,44	6,80	8,15	10,88	13,59	16,32	19,03
150	5,83	7,28	8,73	11,65	14,56	17,48	20,39
160	6,22	7,77	9,31	12,43	15,54	18,65	21,76
170	6,60	8,25	9,89	13,21	16,50	19,81	23,11
180	7,00	8,74	10,48	13,98	17,48	20,98	24,47
190	7,38	9,22	11,06	14,76	18,45	22,14	25,83
200	7,77	9,71	11,64	15,54	19,42	23,31	27,19

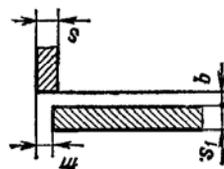
Примечание. Электроды типа Э42 в конструкциях из стали с пределом текучести до 350 МПа (3550 кгс/см<sup>2</sup>).

Т а б л и ц а П 2.26. Швы угловых соединений

Конструктивный элемент подготовительных кромок	Выполненный шов	Обозначение	Ручная дуговая сварка ГОСТ 5264-80	
			Размер конструктивных элементов кромок, мм	Обозначение шва на чертеже на виде в разрезе

Без скоса кромок

<p>Односторонний</p> 	У2	$s$ 2—6 $m=0 \div 0,5 s$ $s \geq 0,7 s_1$	ГОСТ 5264-80-У2	ГОСТ 5264-80-У2
<p>Двусторонний</p> 	У3	$s$ 2—2,5 2—8 $m=0 \div 0,5 s$	ГОСТ 5264-80-У23	ГОСТ 5264-80-У3



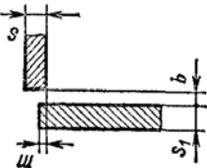
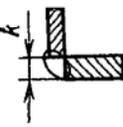
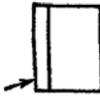
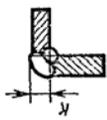
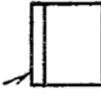
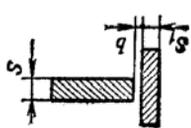
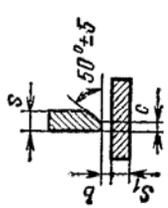
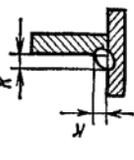
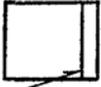
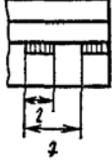
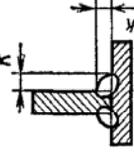
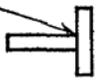
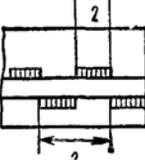
	<p>Односторонний</p> 	<p>У4</p>	<p><math>s</math> 2—30 <math>m</math> 0—0,5 <math>s</math></p> <p><math>b</math> 0+2 <math>k</math> 0,5 <math>s</math>—<math>s</math></p>	<p>ГОСТ 5264-80-У4-Δk</p> 	<p>ГОСТ 5464-80-У4-Δk</p> 
	<p>Двусторонний</p> 	<p>У5</p>	<p>0,7 <math>s_1 \geq s</math></p> <p><math>s</math> 2—30 <math>m</math> 0—0,5 <math>s</math></p> <p><math>b</math> 0+2 <math>k</math> 0,5 <math>s</math>—<math>s</math></p>	<p>ГОСТ 5464-80-У5-Δk</p> 	<p>ГОСТ 5264-80-У5-Δk</p> 

Таблица П2.27. Швы тавровых соединений

Конструктивный элемент подготовленных кромок	Выполненный шов	Ручная дуговая сварка ГОСТ 5264-80	
		Обозначение	Размер конструктивных элементов кромок, мм
		Обозначение шва на чертеже	
		на виде	в разрезе
<b>Без скоса кромок</b>			
	Односторонний	T1	<p>ГОСТ 5264-80-T1-<math>\Delta k</math></p>  <p>ГОСТ 5264-80-T1-<math>\Delta k</math></p>
	Двусторонний	T3	<p>ГОСТ 5264-80-T3-<math>\Delta k</math></p>  <p>ГОСТ 5464-80-T3-<math>\Delta k</math></p>
		<p><math>s</math> 3—4,5</p> <p><math>b</math> 4<math>^{+2}_{-1}</math></p> <p>5—6 0<math>^{+2}</math></p> <p>7—9 5<math>^{+2}_{-1}</math></p> <p>10—15 6<math>^{+2}_{-1}</math></p> <p>7<math>\pm 2</math></p>	<p>ГОСТ 5264-80-T6</p>  <p>ГОСТ 5264-80-T6</p>
		<p>Размер относится к нерасчетным швам. Для расчетных швов размер устанавливается при проектировании</p>	
<b>Со скосом одной кромки</b>			
	Односторонний	T6	<p>ГОСТ 5264-80-T6</p>  <p>ГОСТ 5264-80-T6</p>
		<p><math>s</math> 4—6</p> <p>8—26</p> <p><math>c=b</math></p> <p>1<math>\pm 1</math></p> <p>2<math>\pm 2</math></p>	

Без скоса кромок

Т2	Односторонний привальный	s	b	k	ГОСТ 5264-80-Т2-Δk-l/t	ГОСТ 5264-80-Т2-Δk-l/t	
		3—4,5	0+2	3+2			
		5—6		4+2			
		7—9		5+2			
		10—15		6+2			
		s	l	t			
		3—4,5	40—45	80—99			
		5—6	50—60	100—200			
		7—9					
		10—15					
Т4	Двусторонний шахматный	Размеры k, l, t относятся к расчетным швам. Для расчетных швов размеры устанавливаются при проектировании				ГОСТ 5264-80-Т4-Δk-lzt	ГОСТ 5264-80-Т4-Δk-lzt
							
							

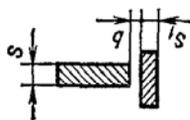
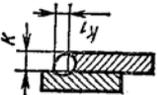
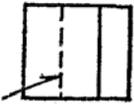
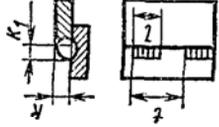
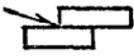
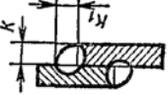
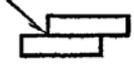


Таблица П2.28. Швы соединений внахлестку

Грунтая дуговая сварка ГОСТ 5264-80		Обозначение шва на чертеже	
Конструктивный элемент кромки	Выполненный шов	Размеры конструктивных элементов кромок, мм	на виде в разрезе
	<p>Односторонний</p> 	<p>Н1</p>	<p>ГОСТ 5264-80-Н1-Δk</p> 
		<p>Размеры конструктивных элементов кромок, мм</p> <p><math>s</math> 2—5    <math>b</math> 0+1</p> <p>6—60    <math>0+2</math></p> <p><math>k = k_1 = s + b</math></p>	

<p>Односторонний прерывистый</p> 	<p>Н1</p> <p>Размеры <math>l</math> и <math>t</math> устанавливаются при проектировании</p>	<p>ГОСТ 5264-80-Н1-Δk-l/t</p> 	<p>ГОСТ 5264-80-Н1-Δk-l/t</p> 										
<p>Двусторонний</p> 	<p>Н2</p> <table border="0" data-bbox="565 790 733 949"> <tr> <td><math>s</math></td> <td><math>b</math></td> </tr> <tr> <td>2—5</td> <td>0+1</td> </tr> <tr> <td>2—5</td> <td>0+1</td> </tr> <tr> <td>6—60</td> <td>0+2</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><math>k = k_1 = s + b</math></td> </tr> </table> <p>Размеры <math>l</math> и <math>t</math> устанавливаются при проектировании</p>	$s$	$b$	2—5	0+1	2—5	0+1	6—60	0+2	$k = k_1 = s + b$		<p>ГОСТ 5264-80-Н2-Δk</p> 	<p>ГОСТ 5264-80-Н2-Δk</p> 
$s$	$b$												
2—5	0+1												
2—5	0+1												
6—60	0+2												
$k = k_1 = s + b$													

Т а б л и ц а П 2.29. Швы стыковых соединений

Конструктивный элемент подготовленных кромок	Выполненный шов	Ручная дуговая сварка ГОСТ 5264-80	
		Обозначение	Размер конструктивных элементов кромок, мм
		Обозначение на чертеже	
		на виде	в разрезе
<b>Без скоса кромок</b>			
		C2	$s = s_1$ $1-1,5$ $2-3$ $4-6$
			$b$ $0^{+0,5}$ $1 \pm 1,0$ $1^{+1,0}_{-0,5}$
		ГОСТ 5264-80-C2	ГОСТ 5264-80-C2
<b>Со скосом одной кромки</b>			
		C5	$s = s_1$ $4-6$ $8-26$
			$c = b$ $1+1$ $2^{+1}_{-2}$
		ГОСТ 5264-80-C5	ГОСТ 5264-80-C5
Односторонний			
Двусторонний		C8	$\alpha = 50^\circ$
		ГОСТ 5264-80-C8	ГОСТ 5264-80-C8

Расчетная длина углового сварного шва должна быть не менее  $4k_f$  и не менее 40 мм. Катеты угловых сварных швов  $k_f$  должны быть не более 1,2 меньшей из толщин свариваемых элементов.

Катеты угловых сварных швов следует принимать по расчету, но не менее следующих данных:

Толщина более толстого из свариваемых элементов, мм . . . . .	4—5	6—10	11—16	17—22
Катет швов $k_f$ для стали с пределом текучести до 430 (4400) МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), мм . . . . .	4	5	6	7

Условные обозначения швов сварных соединений, а также размеры конструктивных элементов, выполненных ручной дуговой сваркой в конструкциях из углеродистой и низколегированной стали, приведены в табл. П2.26—П2.29.

## П2.6. РАСЧЕТ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Расчетное усилие  $N_b$ , которое может быть воспринято одним болтом, следует определять по формулам:

на растяжение

$$N_b = R_{bt} A_{bn};$$

на срез

$$N_b = R_{bs} \gamma_b n_s A;$$

на смятие

$$N_b = R_{bp} \gamma_b d \Sigma t,$$

где  $R_{bt}$  — расчетное сопротивление растяжению болтов, кгс/см<sup>2</sup>;  $R_{bs}$  — расчетное сопротивление срезу болтов, кгс/см<sup>2</sup>;  $R_{bp}$  — расчетное сопротивление смятию болтовых соединений, кгс/см<sup>2</sup>.

Расчетные сопротивления растяжению, срезу и смятию болтов принимают по табл. П2.30 и П2.31.  $A_{bn}$  — площадь сечения болта нетто, см<sup>2</sup>, принимаемая из табл. П2.33;  $A$  — расчетная площадь сечения стержня болта, см<sup>2</sup> ( $A = \pi d^2 / 4$ );  $d$  — наружный диаметр стержня болта, см;  $n_s$  — число расчетных срезов одного болта, шт.;  $\Sigma t$  — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении, см;  $\gamma_b$  — коэффициент условий работы соединения, принимаемый по табл. П2.32. Для одноболтовых соединений следует учитывать коэффициент условий работы  $\gamma_c$ .

Количество  $n$  болтов в соединении при действии расчетной силы  $N$  (рис. П2.6) следует определять по формуле

$$n \geq N / \gamma_c N_{\min},$$

где  $N_{\min}$  — меньшее из значений расчетного усилия для одного болта, вычисленных по формулам на растяжение, на срез и на смятие;  $\gamma_c$  — коэффициент условий работы, принимаемый по табл. П2.5.

Таблица П2.30. Расчетные сопротивления срезу и растяжению болтов, МПа (кгс/см<sup>2</sup>)

Напряженное состояние	Условное обозначение	Класс болтов				
		4,6	5,6	5,8	6,6	8,8
Срез	$R_{bs}$	150 (1500)	190 (1900)	200 (2000)	230 (2300)	320 (3200)
Растяжение	$R_{bt}$	175 (1750)	210 (2100)	200 (2000)	250 (2500)	400 (4000)

Примечание. В таблице указаны значения расчетных сопротивлений для одноболтовых соединений.

Таблица П2.31. Расчетное сопротивление смятию элементов, соединяемых болтами, МПа (кгс/см<sup>2</sup>)

Временное сопротивление стали элементов, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Элементы, соединяемые болтами	
	повышенной точности	нормальной и грубой точности
345 (35)	445 (4500)	405 (4100)
355 (36)	465 (4700)	420 (4250)
365 (37)	485 (4900)	440 (4450)
370 (38)	495 (5100)	450 (4600)
390 (40)	535 (5500)	485 (5000)
430 (44)	625 (6400)	565 (5800)
440 (45)	650 (6650)	585 (6000)
460 (47)	695 (7150)	625 (6400)
470 (48)	720 (7350)	645 (6600)
490 (50)	770 (7850)	690 (7050)

Таблица П2.32. Коэффициенты условий работы соединения

Характеристика соединений	$\gamma_b$
1. Многоболтовое в расчетах на срез и смятие при болтах;	
повышенной точности	1,0
грубой и нормальной точности	0,9
2. Болтовое в элементах конструкций из стали с пределом текучести до 380 МПа (3900 кгс/см <sup>2</sup> ) в расчете на смятие при расстояниях: $a$ — вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия; $b$ — между центрами отверстий (в одноболтовом соединении при $a=1,5d$ , в многоболтовом при $a=1,5d$ , $b=2d$ )	0,85

Примечания: 1. Коэффициенты, установленные в поз. 1 и 2, следует учитывать одновременно.

2. При значениях расстояний  $a$  и  $b$ , промежуточных между указанными в поз. 2 и в табл. П2.34, коэффициент  $\gamma_b$  следует определять линейной интерполяцией.

Таблица П2.33. Предельные усилия на болт

Характеристика болтов и соединений	Класс стали болтов	Напряженное состояние	Усилия, тс, на болт диаметром, мм				
			12	16	20	24	30
			с площадью поперечного сечения (нетто), см <sup>2</sup>				
			0,837	1,57	2,45	3,52	5,60
Одноболтовые и многоболтовые болтами нормальной точности	н	Растяжение	1,46	2,74	4,28	6,16	9,80
	с		1,75	3,30	5,14	7,39	11,76
	6,6		2,09	3,92	6,12	8,80	14,0
Одноболтовые болтами нормальной точности	с	Срез Смятие*	1,70	3,01	4,71	6,78	10,6
	5,6		2,15	3,80	5,96	8,58	13,4
			4,92	6,56	8,20	9,84	12,30
Многоболтовые болтами нормальной точности	с	Срез Смятие*	1,30	2,30	3,60	5,19	8,11
	5,6		1,64	2,92	4,56	6,56	10,26
	8,8		2,76	4,92	7,68	11,06	17,28
Одноболтовые и многоболтовые болтами повышенной точности	н	Растяжение	3,35	6,28	9,80	14,08	22,4
	с		3,07	5,46	8,54	12,29	19,2
			—	6,12	7,65	9,18	11,47

\* При толщине снимаемого элемента 1 см в конструкциях из стали с пределом текучести до 350 МПа (3550 кгс/см<sup>2</sup>).

При расчете болтовых соединений допускается пользоваться данными, приведенными в табл. П2.33.

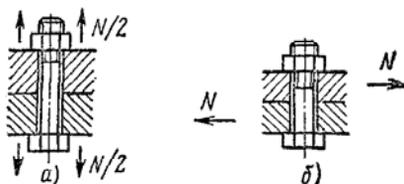


Рис. П2.6. Болт:

а — нагруженный продольной силой; б — нагруженный поперечной силой

Болты следует размещать согласно данным табл. П2.34. Болты нормальной и грубой точности в многоболтовых соединениях следует применять для конструкций, изготавливаемых из стали с пределом текучести до 380 МПа (3900 кгс/см<sup>2</sup>).

## П2.7. РАСЧЕТ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Расчет центрально-сжатых элементов деревянных конструкций постоянного сечения производится по формулам:  
на прочность

$$\frac{N}{F_{нт}} \leq R_c;$$

на устойчивость

$$\frac{N}{\varphi F_{расч}} \leq R_c,$$

где  $R_c$  — расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  $N$  — расчетная продольная сила, кгс;  $F_{нт}$  — площадь сечения элемента нетто, см<sup>2</sup>;  $F_{расч}$  — расчетная площадь поперечного сечения, принимаемая при отсутствии ослаблений  $F_{расч} = F_{бр}$ ;  $\varphi$  — коэффициент продольного изгиба, определяется по формулам:  
при гибкости элемента  $\lambda \leq 70$

$$\varphi = 1 - 0,8 \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2,$$

при гибкости элемента  $\lambda \geq 70$

$$\varphi = 3000/\lambda^2,$$

или определяется по табл. П2.35.

Гибкость  $\lambda$  элементов цельного сечения определяют по формуле

$$\lambda = l_0/r,$$

где  $l_0$  — расчетная длина элемента, см;  $r$  — радиус инерции сечения элемента, см, определяется

$$r = \sqrt{J_{бр}/F_{бр}},$$

где  $J_{бр}$  — момент инерции сечения брутто, см<sup>4</sup>.

Т а б л и ц а П2.34. Размещение болтов

Характеристика расстояния	Расстояние
1. Расстояния между центрами болтов в любом направлении:	
минимальное	2,5 d
максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков	8 d или 12 t
при растяжении и сжатии	
максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:	
при растяжении	16 d или 24 t
при сжатии	12 d или 18 t
2. Расстояния от центра болта до края элемента:	
минимальное вдоль усилия	2 d
то же поперек усилия	
при обрезных кромках	1,5 d

Т а б л и ц а П 2.35. Значения коэффициента продольного изгиба  $\varphi$  в зависимости от гибкости элементов

$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$
10	0,99	80	0,47	150	0,13
20	0,97	90	0,37	160	0,11
30	0,93	100	0,30	170	0,10
40	0,87	110	0,25	180	0,09
50	0,80	120	0,21	190	0,08
60	0,71	130	0,17	200	0,07
70	0,61	140	0,15		

Т а б л и ц а П 2.36. Предельная гибкость элементов конструкций

Наименование элемента	Гибкость
Сжатие пояса, опорные раскосы и опорные стойки ферм, колонны	120
Прочие сжатые элементы ферм и других сквозных конструкций	150
Сжатые элементы связей	200
Растянутые пояса ферм в вертикальной плоскости	150
Прочие растянутые элементы ферм и других сквозных конструкций	200

Т а б л и ц а П 2.37. Расчетные сопротивления древесины (сосны и ели)

Напряженное состояние и характеристика элементов	Обозначение	Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		
		для сортов древесины		
		1	2	3
Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон элементов прямоугольного сечения (за исключением указанных в подпунктах б, в) высотой до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	$\frac{14}{140}$	$\frac{13}{130}$	$\frac{8,5}{85}$

Продолжение табл. П2.37

Напряженное состояние и характеристика элементов	Обозначение	Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		
		для сортов древесины		
		1	2	3
Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон элементов прямоугольного сечения шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	$R_{ц}, R_{с}, R_{см}$	$\frac{15}{150}$	$\frac{14}{140}$	$\frac{10}{100}$
Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон элементов прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	$R_{ц}, R_{с}, R_{см}$	$\frac{16}{160}$	$\frac{15}{150}$	$\frac{11}{110}$
Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон элементов из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$R_{ц}, R_{с}, R_{см}$	—	$\frac{16}{160}$	$\frac{10}{100}$
Растяжение вдоль волокон для неклеенных элементов	$R_{р}$	$\frac{10}{100}$	$\frac{7}{70}$	—
Сжатие и смятие по всей площади поперек волокон	$R_{с} \cdot 90, R_{см} \cdot 90$	$\frac{1,8}{18}$	$\frac{1,8}{18}$	$\frac{1,8}{18}$
Смятие поперек волокон местное в опорных частях конструкций, лобовых врубках и узловых примыканиях элементов	$R_{см} \cdot 90$	$\frac{3}{30}$	$\frac{3}{30}$	$\frac{3}{30}$

Расчетную длину элементов  $l_0$  следует определять умножением его свободной длины  $l$  на коэффициент  $\mu_0$ :

$$l_0 = l \mu_0,$$

коэффициент  $\mu_0$  принимается при шарнирно закрепленных концах — 1; при одном шарнирно закрепленном и другом защемленном конце — 0,8; при одном защемленном и другом свободно нагруженном конце — 2,2.

Расчетную длину пересекающихся элементов, соединенных между собой в месте пересечения, следует принимать равной: при проверке устойчивости в плоскости конструкции — расстоянию от центра узла до точки пересечения элементов; при проверке устойчивости из плоскости конструкции: в случае пересечения сжатого элемента с растянутым равной по величине силой — наибольшей длине сжатого элемента, измеряемой от центра узла до точки пересечения элементов.

Расчет элементов из круглых лесоматериалов на устойчивость следует производить по сечению, расположенному в середине рас-

четной длины элемента, а на прочность — по сечению с максимальным изгибающим моментом.

Предельные гибкости сжатых элементов и расчетные сопротивления древесины приведены в табл. П2.36 и П2.37.

Расчет изгибаемых элементов на прочность производят по формуле

$$\frac{M}{W_{\text{расч}}} \leq R_{\text{н}},$$

где  $M$  — расчетный изгибающий момент;  $R_{\text{н}}$  — расчетное сопротивление изгибу;  $W_{\text{расч}}$  — расчетный момент сопротивления поперечного сечения.

Для цельных элементов  $W_{\text{расч}} = W_{\text{нт}}$ .

## П2.8. РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ГРУНТОВ

Приведенные в табл. П2.38 и П2.39 данные о допустимом и нормативном давлениях на основания из насыпных и песчаных грунтов используются при расчетах стендов, временных опорных конструкций, самоходных грузоподъемных механизмов и пр.

Таблица П2.38. Допускаемое давление на основания из насыпных грунтов

Характер насыпей и вид грунтов	Допускаемое давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	
Планомерно возведенные насыпки из грунтов:	песчаных	0,25 (2,5)
	глинистых	0,2 (2,0)
Отвалы (без уплотнения площади):		
из песчаных грунтов, шлаков		0,18 (1,8)
Отвалы с уплотнением площади оснований:		
из песчаных грунтов		0,25 (2,5)
из глинистых грунтов, отходов строительного производства		0,18 (1,8)

Таблица П2.39. Нормативные давления  $R^{\text{н}}$  на основании из песчаных грунтов, МПа (кгс/см<sup>2</sup>)

Вид грунта	Плотный грунт	Грунт средней плотности
Пески гравелистые и крупные независимо от их влажности	0,45 (4,5)	0,35 (3,5)
Пески средней крупности независимо от их влажности	0,35 (3,5)	0,25 (2,5)
Пески мелкие:		
маловлажные	0,3 (3)	0,2 (2)
очень влажные	0,25 (2,5)	0,15 (1,5)
Пески пылеватые маловлажные	0,25 (2,5)	0,2 (2)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник монтажника тепловых и атомных электростанций/Под ред. В. П. Банника и Д. Я. Винницкого. М.: Энергоиздат, 1981.
2. Справочник по ремонту котлов и вспомогательного котельного оборудования/Под общ. ред. В. Н. Шастина. М.: Энергоиздат, 1981.
3. Винницкий Д. Я. Организация монтажа оборудования тепловых электростанций. М.: Энергия, 1980.
4. Гончаров С. П. Монтаж парогенераторных установок тепловых электростанций. М.: Энергия, 1978.
5. Хромченко Ф. А. Сварка оборудования электростанций. М.: Энергия, 1977.
6. Гинзбург-Шик Л. Д. Такелажные работы. М.: Энергия, 1973.
7. Гинзбург-Шик Л. Д. Такелажные работы при монтаже оборудования электростанций. М.: Энергия, 1970.
8. Уланов Н. И. Средства механизации при монтаже оборудования тепловых электростанций. М.: Энергия, 1978.
9. Уланов Н. И. Малая механизация монтажных работ. М.: Энергия, 1975.
10. Матвеев В. В. Примеры расчета такелажной оснастки. Л.: Стройиздат, 1978.
11. Абалаков Б. В., Банник В. П., Резников Б. И. Монтаж паровых турбин и вспомогательного оборудования. М.: Энергия, 1966.
12. Зыкин А. П., Жилин В. Н. Такелажные работы при ремонте котлоагрегатов. М.: Энергия, 1976.
13. Жилин В. Н., Семенов В. М. Ремонт парогенераторов. М.: Энергия, 1976.
14. Вольский В. В. Монтаж дымовых труб новых конструкций. М.: Энергия, 1980.
15. Белоцерковец В. В. Механизация электромонтажных работ. М.: Энергия, 1977.
16. Технические условия погрузки и крепления грузов. М.: Транспорт, 1969.
17. Готлиб Е. А. Организация сварочных работ на монтаже тепловых электростанций. М.: Энергия, 1971.
18. Готлиб Е. А. Электросварщик оборудования атомных электростанций. М.: Энергия, 1978.
19. Гинзбург-Шик Л. Д., Зарипов М. З. Техника безопасности при монтаже тепломеханического оборудования электростанций (в вопросах и ответах). М.: Энергия, 1980.
20. Шемиот В. В., Бордюков А. П. Организация производства работ по монтажу оборудования электростанций. М.: Энергия, 1978.
21. Гинзбург-Шик Л. Д., Зарипов М. З. Справочное пособие по технике безопасности. М.: Энергоиздат, 1982.
22. Никитин Н. В. и др. Краткий справочник монтажника и ремонтника. М.: Энергоатомиздат, 1983.
23. Хромченко Ф. А. Сварочное пособие электросварщика. М.: Энергоатомиздат, 1989.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ. Проект производства работ . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Общая часть . . . . .	5
1.2. Состав и содержание проекта производства работ . . .	5
<b>РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. Оборудование и механизмы для произ- водства такелажных работ . . . . .</b>	<b>6</b>
2.1. Канаты . . . . .	6
2.2. Стропы . . . . .	12
2.3. Скобы такелажные, рым-болты, талрепы . . . . .	22
2.4. Блоки и полиспасты . . . . .	24
2.5. Лебедки, тали и кошки . . . . .	32
2.6. Домкраты . . . . .	41
2.7. Мачты, стрелы, якоря . . . . .	45
2.8. Самоходные стреловые краны . . . . .	53
2.9. Башенные краны . . . . .	53
2.10. Козловые и полукозловые краны . . . . .	53
2.11. Мостовые краны . . . . .	53
2.12. Транспортные средства . . . . .	84
<b>РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ. Механизированный инструмент и приспособ- ления для производства слесарных и сборочных работ</b>	<b>91</b>
3.1. Механизированный инструмент общего назначения	91
3.2. Механизированный инструмент и приспособления для специальных работ . . . . .	95
<b>РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ. Оборудование для сварочных работ</b>	<b>97</b>
4.1. Оборудование для газосварочных работ . . . . .	97
4.2. Оборудование для электродуговой сварки и термо- обработки . . . . .	97
<b>РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ. Материалы, применяемые для монтажных и ремонтных работ . . . . .</b>	<b>113</b>
5.1. Углеродистые, низколегированные и качественные стали . . . . .	113
5.2. Прокат сортовой и фасонный . . . . .	113
5.3. Рельсы . . . . .	113
5.4. Трубы . . . . .	113
5.5. Мегизы . . . . .	113
5.6. Сплавы и прокат цветных металлов . . . . .	131
5.7. Прокладочные и уплотнительные материалы . . . . .	132
5.8. Электрические кабели и провода . . . . .	135

5.9. Пиломатериалы . . . . .	136
5.10. Прочие материалы . . . . .	137
<b>РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ. Техника безопасности . . . . .</b>	<b>138</b>
6.1. Общие положения . . . . .	138
6.2. Перечень основных нормативных документов по охране труда и технике безопасности . . . . .	139
6.3. Складирование оборудования . . . . .	140
6.4. Производство совмещенных и опасных работ . . . . .	140
6.5. Работы на высоте . . . . .	142
6.6. Устройство лесов и подмостей . . . . .	143
6.7. Освидетельствование и эксплуатация грузоподъемных машин . . . . .	143
6.8. Электросварочные работы . . . . .	144
<i>Приложение 1. Общие технические сведения . . . . .</i>	<i>146</i>
<i>П1.1. Единицы физических величин . . . . .</i>	<i>146</i>
<i>П1.2. Поверхности и объемы геометрических тел . . . . .</i>	<i>147</i>
<i>П1.3. Основные тригонометрические формулы, решение треугольников . . . . .</i>	<i>149</i>
<i>Приложение 2. Расчеты на прочность элементов конструкций . . . . .</i>	<i>153</i>
<i>П2.1. Основные формулы и расчетные данные . . . . .</i>	<i>153</i>
<i>П2.2. Методика расчета элементов конструкций . . . . .</i>	<i>153</i>
<i>П2.3. Выбор марок стали . . . . .</i>	<i>168</i>
<i>П2.4. Риски и детали примыкания к швеллерам и двутаврам . . . . .</i>	<i>168</i>
<i>П2.5. Расчет сварных соединений . . . . .</i>	<i>173</i>
<i>П2.6. Расчет болтовых соединений . . . . .</i>	<i>183</i>
<i>П2.7. Расчет деревянных конструкций . . . . .</i>	<i>186</i>
<i>П2.8. Расчетные данные грунтов . . . . .</i>	<i>189</i>
Список литературы . . . . .	190

Справочное издание

**НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ НИКИТИН**  
**ЮРИЙ ФЕДОРОВИЧ ГАРШИН**  
**САМУИЛ ХОНОВИЧ МЕЛЛЕР**

**Краткий справочник монтажника и ремонтника**

Зав. редакцией *И. В. Волобуева*  
 Редактор издательства *А. А. Кузнецов*  
 Художественный редактор *В. А. Гозак-Хозак*  
 Технический редактор *О. Д. Кузнецова*  
 Корректор *З. Б. Дюановская*  
 ИБ № 2762

Сдано в набор 19.02.90. Подписано в печать 18.10.90. Формат 84×108<sup>1/32</sup>.  
 Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
 Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр.-отт. 10,4. Уч.-изд. л. 10,24. Тираж 90 000 экз.  
 Заказ № 505. Цена 95 к.

Энергоатомиздат. 113114 Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Госкомпечати СССР  
 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7