

А.А.Богорад А.Т.Загузин

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ КРАНЫ МАШИНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ**

**Допущено Государственным комитетом СССР
по народному образованию в качестве учебника
для профессионально-технических училищ**



МОСКВА

«ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1990

ББК 39.9
Б 74
УДК ~~621.784~~

Рецензент — преподаватель ПТУ В. А. Логвинов

Богорад А. А., Загузин А. Т.

Б74 Грузоподъемные краны машиностроительных предприятий: Учеб. для ПТУ.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 1990.— 271 с.: ил.

ISBN 5-06-000518-6

Приведены сведения о кранах общего и специального назначения и области их применения; рассмотрены конструктивные схемы мостовых, козловых, консольных кранов и кранов-штабелеров, их механическое и электрооборудование, а также устройство крановых путей. Большое внимание уделено вопросам управления кранами, организации безопасной эксплуатации кранов.

Второе издание (1-е — в 1984 г. под названием «Мостовые краны и их эксплуатация») дополнено материалами по технической эксплуатации кранов, практической работе машинистов кранов, автоматическому управлению кранами.

Учебник может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

Б 3207020000(4307000000)—192
052(01)—90 КБ—37—84—89

ББК 39.9
6П5.6

ISBN 5-06-000518-6

© А. А. Богорад, А. Т. Загузин, 1990

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в машиностроительной промышленности получили распространение передвижные грузоподъемные краны: мостовые, козловые, консольные и краны-штабелеры. Современный грузоподъемный кран — сложная машина, эффективность применения которой зависит от умелой и рациональной эксплуатации и правильного использования в технологическом процессе. Поэтому для обеспечения высоких эксплуатационных характеристик грузоподъемных кранов и их безаварийной работы машинист крана (крановщик) и обслуживающий персонал должны хорошо знать назначение, область применения и устройство кранов, их конструктивные особенности, технические характеристики, устройство и работу крановых механизмов, электрооборудования, приборов и устройств безопасности. Кроме того, машинист крана должен знать правила безопасной эксплуатации кранов, их технического обслуживания и ремонта, современную, прогрессивную технологию и организацию работ по перемещению различных грузов, передовой опыт новаторов производства, правила техники безопасности на машиностроительном предприятии, приемы обнаружения и устранения возможных неисправностей крана и уметь применять полученные знания на практике. Только овладев этими знаниями и приобретая необходимые практические навыки по управлению механизмами крана, учащиеся профессионально-технических училищ могут стать высококвалифицированными рабочими.

Большой вклад в создание современных машин внесли советские ученые, конструкторы и рабочие. Простейшие приспособления для подъема и перемещения различных грузов: рычаги, катки, козлы, сани, канаты из растительных волокон, полиспасты, ворота (кабестаны), зубчатые и червячные передачи с ручным приводом и другие человечество знало и широко применяло уже в далекие времена. По существу эти приспособления послужили прототипами современных лебедок, подъемных полиспастов и грузоподъемных кранов. Создание первых паровых и электрических машин явилось толчком к созданию машинного привода. В 1860 г. был изготовлен первый грузоподъемный кран с приводом от парового двигателя, а в 80-х годах того же века появился первый грузоподъемный кран с электроприводом.

Единый выпуск первых отечественных мостовых кранов общего назначения (простых по конструкции и малой грузоподъемности) был начат в конце XIX века на Брянском, Невском, Путиловском, Старокраматорском и других машиностроительных заводах.

Необходимо отметить, что в дореволюционной царской России подъемно-транспортное машиностроение было одной из отсталых отраслей народного хозяйства. К 1913 г. годовой выпуск грузоподъемных кранов на заводах России составлял 70 шт. И только после Великой Октябрьской социалистической революции подъемно-транспортное машиностроение было выделено в самостоятельную отрасль, в составе которой сегодня мощные специализированные производственные объединения, высококвалифицированные научные, конструкторские и рабочие кадры, способные успешно решать любые актуальные задачи.

В настоящее время отечественное краностроение серийно выпускает мостовые краны грузоподъемностью 5...320 т, а грузоподъемность отдельных моделей достигает 800 т. Козловые краны общего назначения имеют грузоподъемность 3,2...50 т, пролеты 10...40 м и высоту подъема груза 7...16 м, а строительно-монтажные и специального назначения — 300...400 т, пролеты 60...80 м и высоту 20...30 м. Консольные краны имеют грузоподъемность 2...6;3 т при вылете консоли 4,5...6 м. Краны-штабелеры выпускают грузоподъемностью 0,25...5 т с пролетами 6...22,5 м и высотой подъема груза 6...9 м. Сегодня на предприятиях страны работают сотни тысяч передвижных грузоподъемных кранов, эксплуатацией и обслуживанием которых заняты миллионы рабочих. Объем производства кранов ежегодно увеличивается при непрерывном совершенствовании их конструкций и параметров.

Во второе издание учебника включены новые разделы: знакомство с профессией, психофизиологические особенности работы крановщика и эргономические требования к кабинам управления, краны-штабелеры, классификация режимов работы кранов и их механизмов в соответствии с новыми требованиями ИСО, основные показатели надежности кранов, освидетельствование и техническое обслуживание металлоконструкций кранов, автоматизация управления кранами, применение манипуляторов и промышленных роботов, модернизация кранов, специальные виды работ с применением кранов, безопасные полиспасты и эвакуация людей с крана.

Введение, приложение, гл. 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13 и § 2, 3, 44, 97, 99, 100 написаны канд. техн. наук А. А. Богорадом; гл. 1, 5, 6, 7, 14, 15, 16 написаны канд. техн. наук А. Т. Загузиным, § 1, 4, 37, 39, 42, 84, 90, 95 написаны авторами совместно.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНАХ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КРАНОВ

Грузоподъемные машины (ГПМ) предназначены для подъема и перемещения грузов на незначительные расстояния в пространстве, ограниченном зоной промышленного предприятия, обслуживаемого машиной. Очевидно, что основным механизмом ГПМ является механизм подъема груза, от которого она получила свое название. В современном производстве широко применяют различные ГПМ, однако наибольшее распространение получили грузоподъемные краны.

Грузоподъемным краном называют грузоподъемную машину циклического действия, предназначенную для подъема и перемещения грузов (удерживаемых грузозахватным органом) из одной точки площадки, обслуживаемой машиной, в другую.

Цикл работ состоит из захвата (строповки) груза, подъема его на необходимую высоту, перемещения в нужную точку обслуживаемой площадки, опускания, расстроповки груза и возвращения крана в исходное положение. Грузоподъемный кран работает кратковременно, в повторяющемся циклическом режиме в отличие от машин непрерывного (постоянного) действия, например, конвейеров. Грузоподъемный кран — основное средство механизации производственных процессов, погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ на всех промышленных предприятиях, строительно-монтажных площадках, в речных и морских портах, на железнодорожном транспорте и других отраслях народного хозяйства. Очевидно, что область применения грузоподъемных кранов весьма обширна. Применяют различные типы кранов: мостовые, козловые, консольные краны и краны-штабелеры.

§ 2. ЗНАКОМСТВО С ПРОФЕССИЕЙ

Учащиеся должны хорошо сознавать, что на современном промышленном предприятии грузоподъемные краны являются основным видом технологического оборудования, от нормаль-

ной эксплуатации которых во многом зависит работа предприятия в целом, а именно — своевременное и качественное выполнение технологических процессов, безусловное выполнение плановых заданий, высокое качество выпускаемой продукции, ее себестоимость и др.

Поэтому, проходя обучение по избранной специальности, будущий молодой рабочий — *машинист крана (крановщик)* должен знать возложенную на него высокую ответственность за безопасную эксплуатацию сложной грузоподъемной машины и помнить, что от его квалификации и отношения к делу зависит не только результат собственной работы, но и успешный труд и безопасность всего коллектива предприятия (цеха) и конечный результат производства.

Молодой крановщик должен помнить, что за нарушения должностной инструкции и правил охраны труда, приведшие к несчастному случаю или аварии, он несет строгую ответственность в зависимости от характера нарушения и тяжести последствий в административном (дисциплинарное взыскание, перевод на нижеоплачиваемую работу, вплоть до увольнения) и даже уголовном порядке.

К управлению грузоподъемным краном допускаются лица, обученные по утвержденной программе и аттестованные квалификационной комиссией, в состав которой обязательно входит представитель местного органа Госгортехнадзора СССР. После аттестации крановщик получает удостоверение, в котором указывают тип грузоподъемного крана, к управлению которым он допущен.

Не реже одного раза в год, а также при переходе крановщика с одного предприятия на другое специальная комиссия проводит повторную проверку его знаний по эксплуатации крана и безопасному ведению работ. В случае перехода крановщика на работу на кран другого типа, а также при перерыве в работе по специальности более одного года, он должен быть повторно аттестован по сокращенной программе.

За допущенные нарушения, разбираемые в дисциплинарном порядке, он может быть лишен удостоверения, восстановление которого и допуск к самостоятельной работе на кране производят после повторного обучения и аттестации в установленном порядке.

Очевидно, что один крановщик не может работать на грузоподъемном кране, поэтому в состав обслуживающего кран персонала входит также *стропальщик*, выполняющий обвязку и крепление (строповку) груза к грузовому органу крана, а в случаях, когда крановщик не обзревает из кабины управления всю рабочую зону, выделяют *сигнальщика*. Обслуживающий персонал грузоподъемного крана должен быть не моложе 18 лет. Крановщиков и стропальщиков допускают к самостоятельной работе приказом по предприятию только при

наличии у них удостоверений об аттестации. Крановщик, кроме того, перед началом работы должен пройти медицинское освидетельствование.

Настоящий учебник предназначен для подготовки машинистов грузоподъемных кранов (крановщиков) мостовых, козловых, передвижных консольных кранов и кранов-штабелеров 2-го и 3-го разрядов.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ КРАНОВ

Современные грузоподъемные краны разделяют по назначению, области применения, конструктивным признакам, эксплуатационным параметрам и другим особенностям. Так, в соответствии с рекомендациями Международной конференции технических надзоров грузоподъемные краны машиностроительных предприятий разделяют:

по конструктивному исполнению — на краны *мостового* типа (мостовые, козловые, полукозловые и мостовые перегружатели), *стрелового* типа (консольные) и *краны-штабелеры* (рис. 1);

по возможности передвижения — на *передвижные* (все типы кранов) и *стационарные* (консольные поворотные) краны, управляемые с пола основными производственными рабочими (в учебнике не рассматриваются);

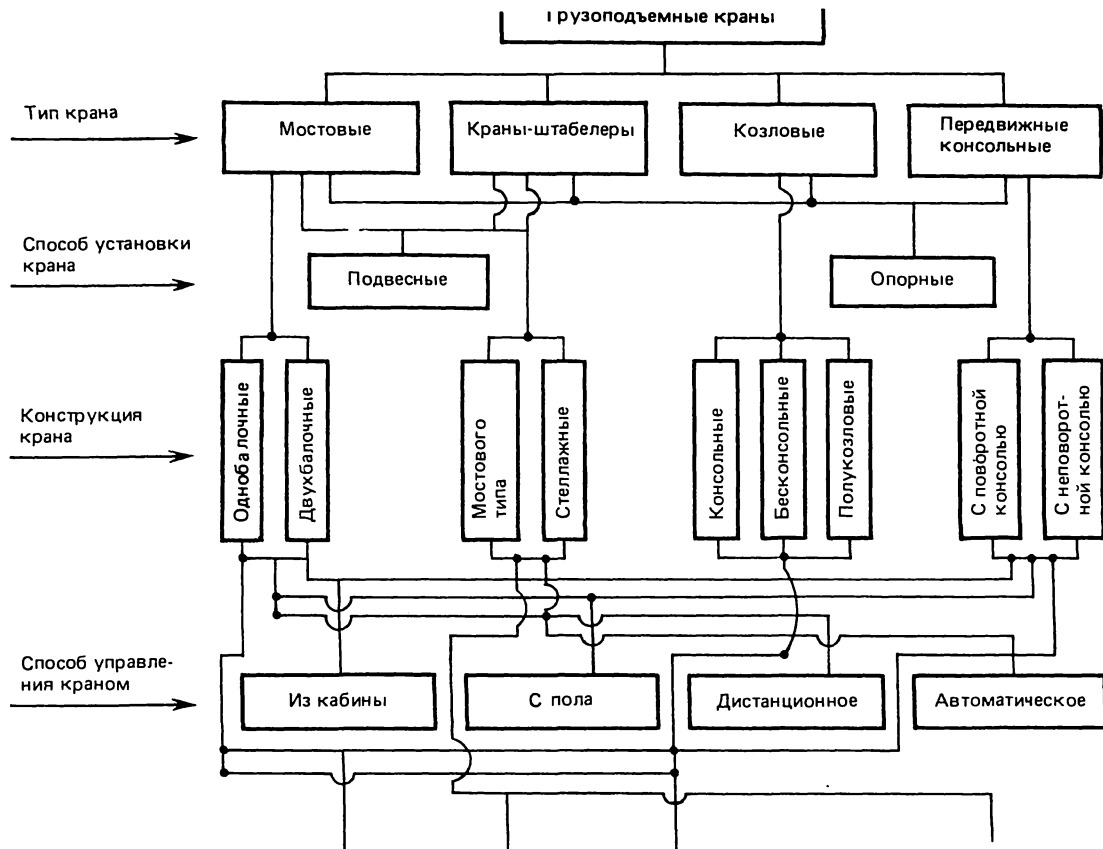
по способу передвижения — с *приводными ходовыми колесами* (механизм передвижения первого типа) и с *неприводными ходовыми колесами* (механизм передвижения второго типа — с тяговым канатом);

по конструкции ходового устройства — *рельсовые* (все краны передвигаются по рельсовому крановому пути);

по способу установки — на *опорные* (опирающиеся сверху на рельсовый крановый путь) и *подвесные* (прикрепленные к крановому пути снизу);

по роду привода механизмов — на *ручные* и *машинные*. К ручному приводу относят подвесные мостовые краны и кран-балки малой грузоподъемности, механизмом подъема груза в которых служит ручная таль. Передвижение моста крана вдоль пролета цеха и грузовой тележки крана по мосту также осуществляют вручную. Указанные краны применяют преимущественно при производстве работ по ремонту и монтажу технологического оборудования цехов. Выпускают также ручные стационарные консольные поворотные краны, которые в учебнике не рассматриваются. Все остальные краны оснащены электрическим (машинным) приводом;

по возможности и степени поворота стрелы (консоли или колонны) — *неповоротные* и *неполповоротные* (угол поворота стрелы в плане менее π рад) консольные



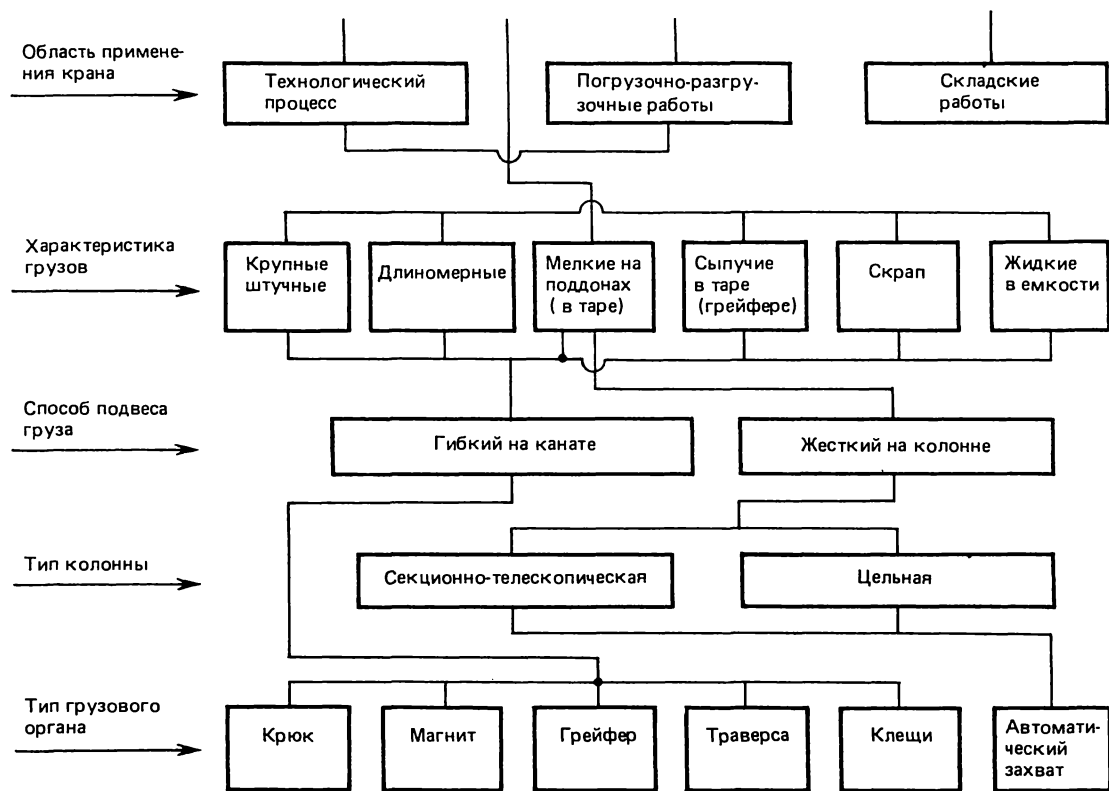


Рис. 1. Классификационная схема кранов

передвижные краны или *полноповоротные краны-штабелеры*;

по конструкции грузозахватного органа — на *крюковые*, предназначенные для работы с различными штучными грузами, *магнитные* — для транспортирования стальных и чугунных грузов, *грейферные* — для работы с сыпучими материалами, *клещевые* — для работы с затаренными в ящики, бочки или мешки грузами, *траверсные* — оснащенные траверсами со съёмными грузозахватными устройствами, например вакуумные захваты, вилочные, штыревые, торцовые и другие и *автоматические захваты* (спредеры для транспортирования контейнеров, схваты у манипуляторов и роботов);

по способу управления — на управляемые из *кабины*, с *пола* (посредством подвесной кнопочной станции или ручного привода), *дистанционно* (для кранов, работающих в среде, содержащей пары кислот, щелочи, пыль и другие вредные для человека вещества) и *автоматически* (по заданной программе или при помощи компьютера, например краны-штабелеры);

по назначению — на краны *общего* назначения, оснащенные преимущественно грузовым крюком и применяемые в основных производствах, и *специального* назначения (краны металлургические, строительно-монтажные, для обслуживания гидротехнических сооружений и др., а также краны, работающие во взрыво- и пожароопасных средах, в условиях повышенного агрессивного воздействия среды). В настоящем учебнике рассмотрены грузоподъемные краны общего назначения (табл. 1.).

Рассматриваемые конструкции грузоподъемных кранов не охвачены в настоящее время единой системой индексации машин, как, например, стреловые и башенные краны или экскаваторы. Поэтому каждая отрасль народного хозяйства страны, выпускающая краны, маркирует их по-своему.

Мостовые и консольные краны маркировки не имеют. Козловые краны по ГОСТ 7352—81, оснащенные грузовой тележкой, обычно имеют обозначение КК, а краны, оснащенные передвижной электроталью, — К. Так, обозначение КК-12,5-32 означает козловой кран с однобалочным мостом и двухрельсовой грузовой тележкой грузоподъемностью 12,5 т, а КС-5 — кран с однобалочным трубчатым мостом и электроталью грузоподъемностью 5 т. ГОСТ 16553—82 (СТ СЭВ 723—77) предусматривает изготовление мостовых опорных кранов-штабелеров: ОК — управляемых из кабины, ОП — с пола и ОКД — для работы с длинномерными грузами; мостовых подвесных кранов-штабелеров: ПК — управляемых из кабины и ПП — с пола; стеллажных кранов-штабелеров: СА — автоматических, СК — комплекточных и САД — для работы с длинномерными грузами.

1. Технические характеристики грузоподъемных кранов

Параметры	Мостовые				Козловые			Консольные			Краны-штабелеры		
					ККТ-3,2	ККТ-5	К-4М				ОП-0,125	ПП-0,25	ОП-0,5
Грузоподъемность, т	3,2*	5*	8	16/32	3,2*	5*	5	2*	3,2*	5	0,125	0,25	0,5
Пролет, м	135 ... 28,5	10,5 ... 31,5	10,5 ... 34,5	10,5 ... 34,5	12,5	12,5	11,3	—	—	—	1,8 ... 5,3	4,5 ... 9	5,1 ... 11,1
Вылет консолей (консоли), м	—	—	—	—	3,6	3,6	4,2	4,5	6	5,5	—	—	—
Высота подъема груза, м	—	16	16	16	7,1	7,1	7,3	6	12	16	5,5	4	5,25
Скорости, м/с:													
подъема груза	—	0,16	1,125	0,125	0,133	0,133	0,133	0,133	0,2	0,18	0,166/0,05	0,133	0,208/0,1
передвижения грузовой тележки	—	0,67	0,67	0,67	0,333	0,333	0,5	0,333	0,333	0,3	0,266	0,266	0,333/0,166
передвижения крана	—	1,34	1,34	1,34	0,533	0,533	0,835	0,835	0,835	1,12	0,66/0,208	0,66/0,208	0,833/0,208
Установленная мощность электродвигателей, кВт	—	14,1	27,2	53,1	—	15,3	23,2	5,5	6	19,9	0,97	—	6,34
База крана, м	—	—	—	—	7	7	6	2,8	4,2	4,5	1,4	2,54	3,55
Масса крана, т	7,85	9,3	10,8	16,1	10	11	14	2,6	—	—	0,8	1,415	3,76

Примечания: 1. Звездочкой отмечены краны, оснащенные передвижной электроталью. 2. Параметры основного механизма подъема груза мостового крана указаны в числителе, а вспомогательного — в знаменателе. 3. Дается группа режимов работы кранов 4К 6К. 4. Масса указана для кранов с наименьшей длиной пролета.

§ 4. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАНОВ

Представление об эксплуатационных и экономических показателях грузоподъемного крана дают его основные параметры, к которым относятся:

грузоподъемность — наибольшую допустимую массу груза, на подъем которого рассчитан кран в заданных условиях эксплуатации; масса грейфера, электромагнита, а также съемных грузозахватных устройств включена в грузоподъемность крана, т;

скорость рабочего движения крана (подъема, опускания груза; передвижения крана или грузовой тележки) — перемещение в единицу времени, м/с (скорость рабочего движения крана указывают с номинальным грузом);

нагрузку на ходовое колесо — наибольшую вертикальную нагрузку на ходовое колесо от собственного веса крана и номинального груза, кН;

установленную мощность — суммарную мощность электродвигателей всех механизмов крана, кВт;

массу крана — собственную массу крана без груза, т;

производительность — количество продукции (масса груза), перемещаемое в единицу времени (час, смена, год), т/ч.

Основные геометрические параметры кранов приведены в табл. 2.

§ 5. КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ И ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО КРАНОВ

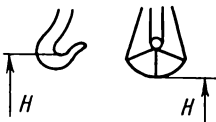
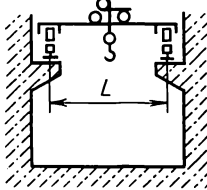
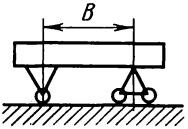
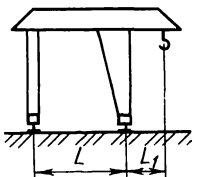
Независимо от конструкции все рассмотренные краны состоят из аналогичных сборочных единиц и деталей. Основной из них является металлоконструкция, служащая опорой для всех механизмов крана. Мост крана снабжен механизмом передвижения, при помощи которого он передвигается по пролету цеха. По рельсам, закрепленным на мосту крана, с помощью механизма передвижения перемещается грузовая крановая тележка. На крановой тележке размещены механизмы основного и вспомогательного подъема.

Независимо от типа кран снабжен приборами и устройствами безопасности. Кроме того, имеется отопительное, осветительное оборудование и монтажная оснастка (рис. 2).

Грузоподъемные краны отличаются большим разнообразием конструкций.

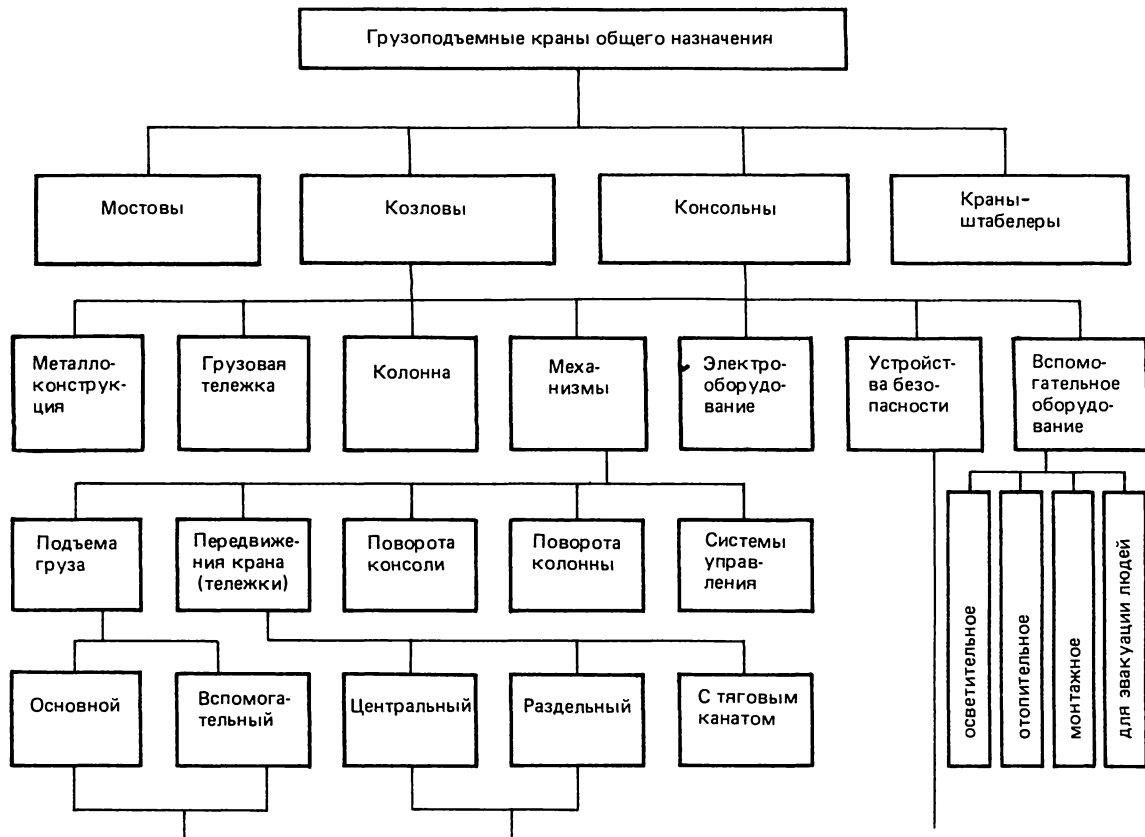
Мостовой кран — грузоподъемная машина, предназначенная для подъема, опускания и горизонтального перемещения различных грузов. Мостовые краны состоят из двух основных узлов: моста, передвигающегося вдоль цеха, и грузовой тележки или тали, передвигающихся по мосту.

2. Геометрические параметры кранов

Параметры	Определение	Эскиз
Высота подъема H	Расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до грузозахватного органа, находящегося в крайнем верхнем рабочем положении. Для кранов с крюком или другим грузозахватным органом высота подъема определяется до опорной поверхности грузозахватного органа, а для кранов с грейфером до его нижней точки в замкнутом положении	
Глубина опускания h	Расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до грузозахватного органа, находящегося в крайнем нижнем рабочем положении	
Пролет L	Расстояние по горизонтали между осями рельсов кранового пути	
База B	Расстояние между вертикальными осями передних и задних колес или осями балансирных тележек грузоподъемного крана	
Вылет консоли L_1	Наибольшее расстояние по горизонтали от оси рельса, ближайшего к консоли, до оси грузового органа, расположенного на консоли в крайнем положении	

В зависимости от конструкции моста мостовые краны бывают *однобалочные* и *двухбалочные*. Однобалочный мост состоит из главной балки, соединенной с двумя концевыми балками. Двухбалочный мост имеет две главные балки, соединенные с двумя концевыми балками. Наибольшее распространение получили двухбалочные мостовые краны.

По способу опирания на крановый путь различают мостовые краны *опорного* и *подвесного* типов. К мостовым кранам опорного типа относят краны, опирающиеся ходовыми колесами на крановый рельс, закрепленный на подкрановой балке, установленной на колоннах цеха (эстакадах).



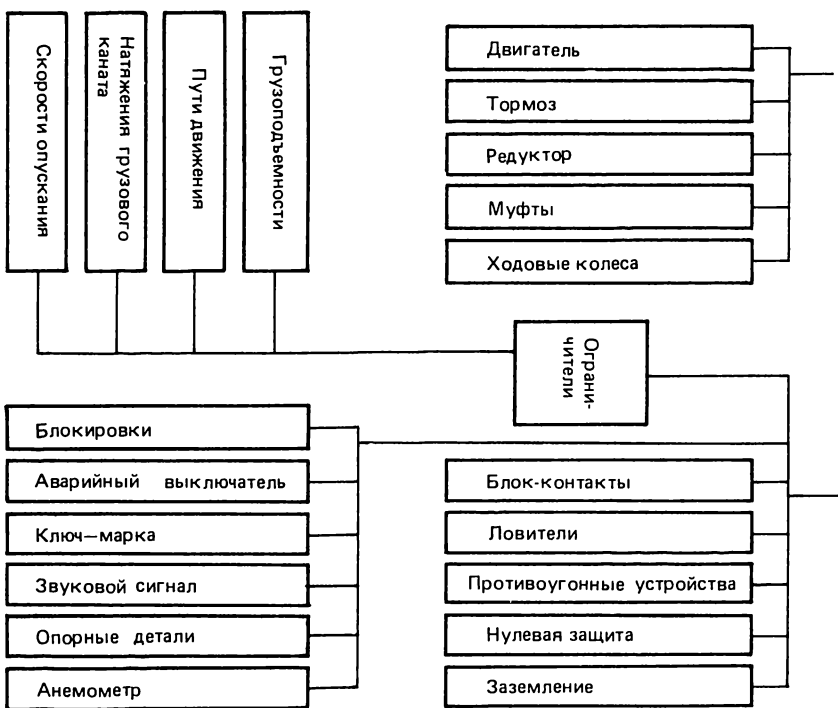
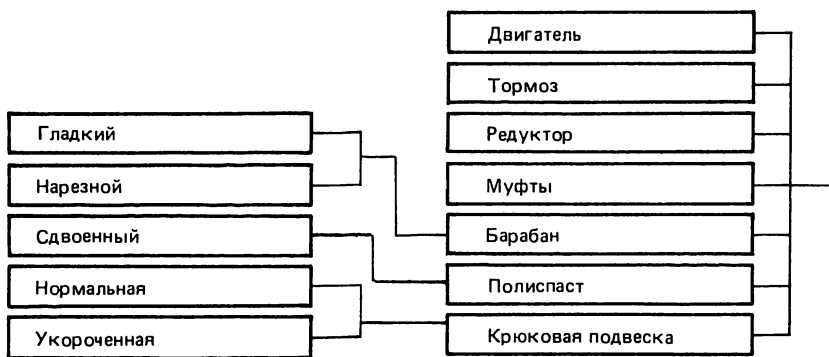


Рис. 2. Структурная схема кранов

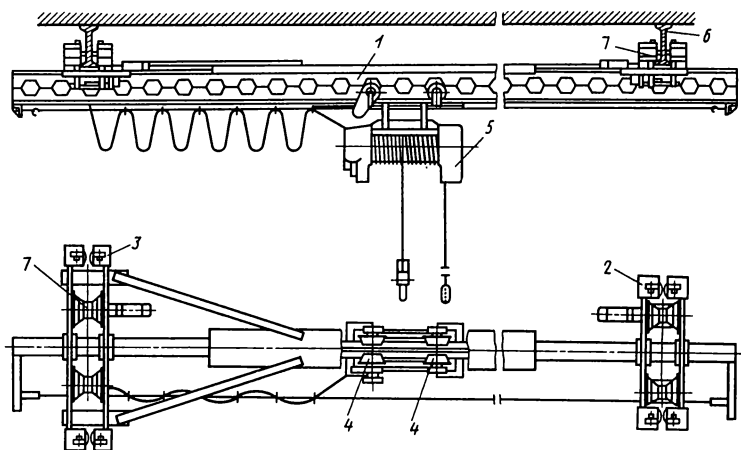


Рис. 3. Однобалочный мостовой кран подвесного типа

Мостовые краны подвесного типа ходовыми колесами опираются на нижние полки двутавровых балок, подвешенных к перекрытиям цеха.

Мостовые краны подвесные однобалочные с электрическим приводом по ГОСТ 7890—84 изготавливают двух-, трех- и четырехопорными грузоподъемностью 0,25...5 т.; длина двухопорных кранов 3,6...18,0 м, трехопорных 16,2...27,0 м, четырехопорных 28,2...34,5 м, скорость подъема груза 0,133 м/с, скорость передвижения электрической тали 0,33 м/с, скорость передвижения крана 0,53 м/с. Управление краном осуществляют с пола. Для подъема и передвижения груза используются электрические тали.

На рис. 3 показан подвесной двухопорный однобалочный кран. Главная балка 1 к левой концевой балке 3 прикреплена жестко с помощью болтов, а к правой балке 2 — подвижно.

По главной балке на ходовых колесах 4 перемещается электрическая таль 5. Перемещение главной балки по подвешенному к перекрытию цеху двутавру 6 осуществляется с помощью ходовых колес 7.

Мостовые краны опорные однобалочные с электрическим приводом по ГОСТ 22045—82 имеют грузоподъемность 1,5 т, пролет 4,5...25,5 м, высоту подъема груза 6, 12, 18 м, скорость подъема груза 0,133 м/с, скорость передвижения электрической тали 0,33 и 0,53 м/с, скорость передвижения крана 0,40; 0,63; 1,0 м/с.

Мостовые краны общего назначения опорные двухбалочные с электрическим приводом по ГОСТ 25711—83 грузоподъемностью 5...50 т имеют скорость подъема груза 0,05...

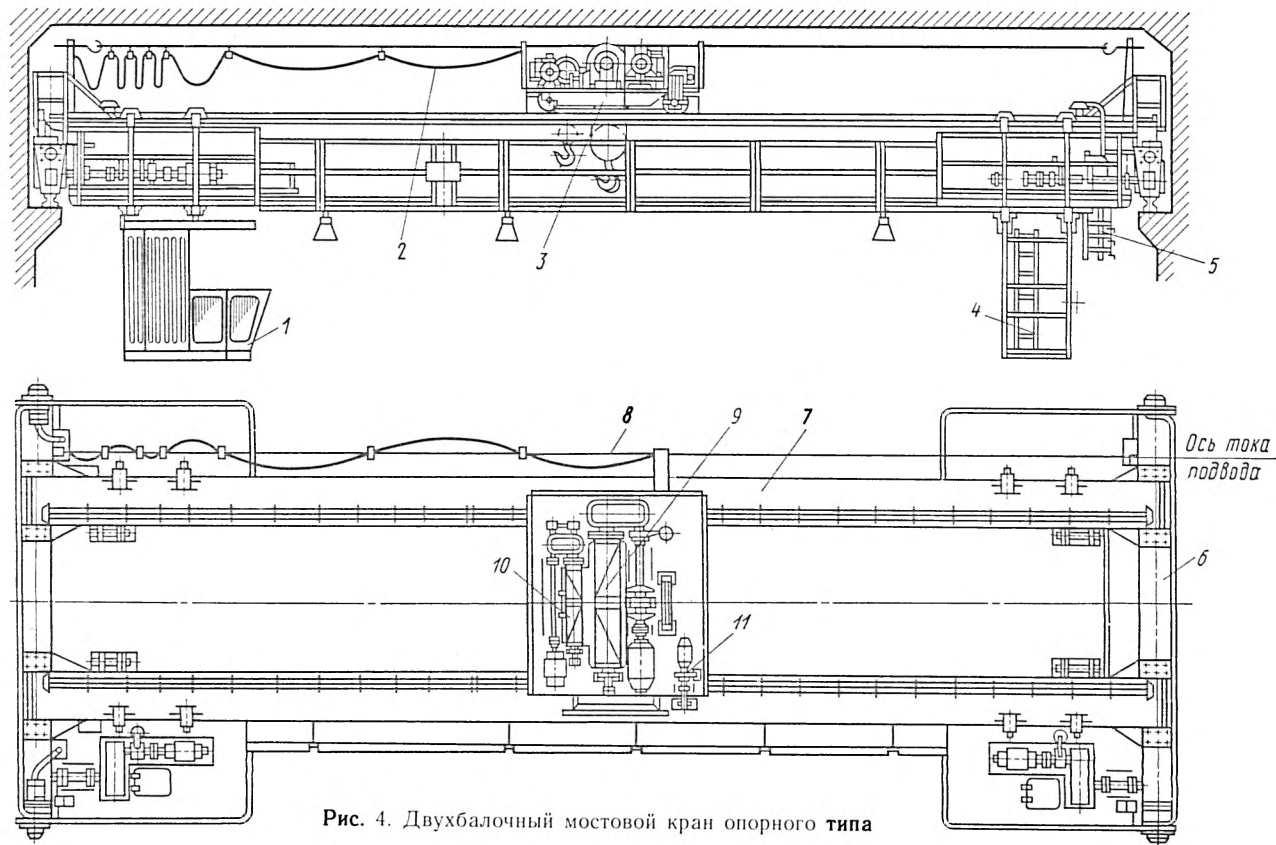


Рис. 4. Двухбалочный мостовой кран опорного типа

...0,32 м/с, скорость передвижения тележки 0,32...0,63 м/с, скорость передвижения крана 0,40...2,5 м/с, высоту подъема груза 12,5 м, пролет 10,5...34,5 м.

На рис. 4 представлен двухбалочный мостовой кран опорного типа с основным и вспомогательным механизмами подъема груза. Главные 7 и концевые 6 балки составляют мост крана. На грузовой тележке 3 установлены основной 9 и вспомогательный 10 механизмы подъема груза и механизм передвижения тележки 11. К мосту крана прикреплена кабина управления 1. Электроэнергия к механизмам крана подается с помощью специальных токоведущих шин (троллеев) 5, установленных вдоль стен цеха. Для осмотра троллеев предназначена кабина 4. Энергия к механизмам подъема груза и передвижения тележки подается с помощью гибкого кабеля 2, перемещающегося на катках по натянутой проволоке.

Козловой кран — грузоподъемная машина пролетного типа с передвижным мостом 1 (пролетным строением) на высоких опорах 2, каждая из которых через ходовые колеса 3 или колесные тележки опирается на наземный крановый рельс 4 (рис. 5). Мост имеет одну или две консоли, которые выходят за опоры, что увеличивает обслуживаемую краном зону. Мост выполняют одно- или двухбалочным. По рельсам, уложенным на двухбалочном мосте, перемещается тележка, аналогичная тележке мостового крана. Если мост выполнен однобалочным, подъем, опускание и перемещение груза вдоль моста осуществляется электроталью, установленной на монорельсе. Механизмы передвижения крана размещены на каждой опоре.

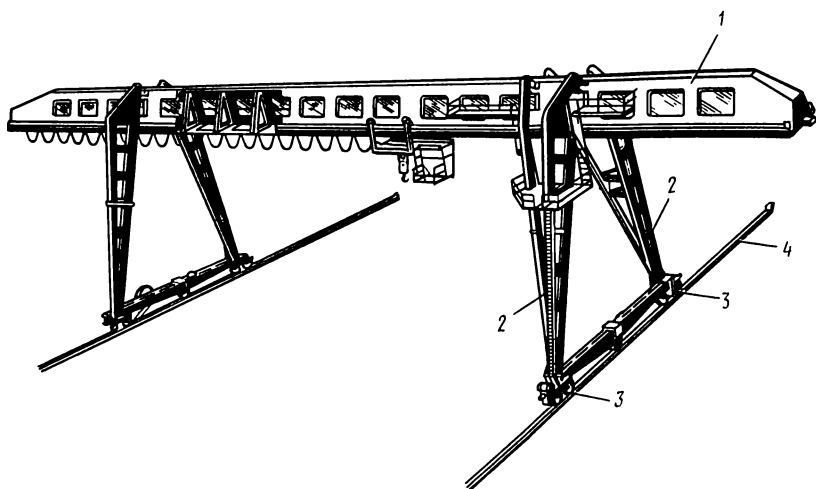


Рис. 5. Однобалочный козловой кран

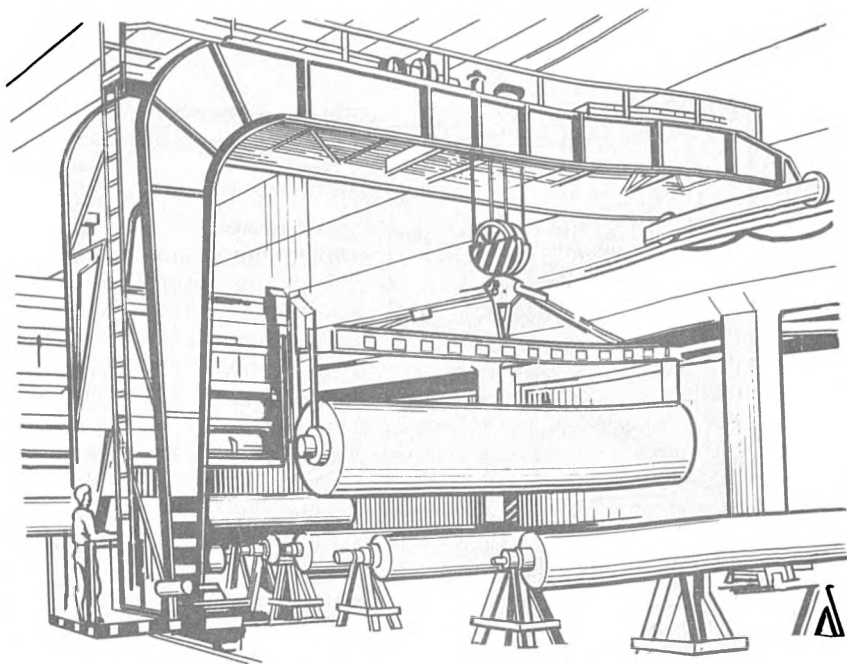


Рис. 6. Полукран

В зависимости от профиля обслуживаемой площадки ходовые тележки опор могут быть расположены на одинаковых или разных уровнях. В некоторых случаях одна из ходовых тележек может быть установлена на уровне пролетного строения. Такие краны называют полукранами (рис. 6).

Крановые крюковые электрические двухконсольные краны общего назначения грузоподъемностью 3,2...32 т, пролетом 10...32 м, высотой подъема груза 7,1...10 м с гибкой подвеской грузового крюка изготавливают по ГОСТ 7352—81.

Конструкция кранов грузоподъемностью до 12,5 т включительно должна обеспечивать возможность самоподъема собранного моста на монтаже при предварительной его сборке.

Консольный кран — грузоподъемная машина, имеющая стрелу (консоль). В отличие от кранов мостового типа стрела консольного крана не опирается обоими концами на металлоконструкцию крана, а закреплена на ней консольно. По горизонтальной стреле балочного типа передвигается грузовая тележка (электрическая таль). Устойчивость крана против опрокидывания обеспечивают горизонтальные ролики. Консольные краны, передвигающиеся по одному рельсу, уложенному на полу цеха, называют *велосипедными*.

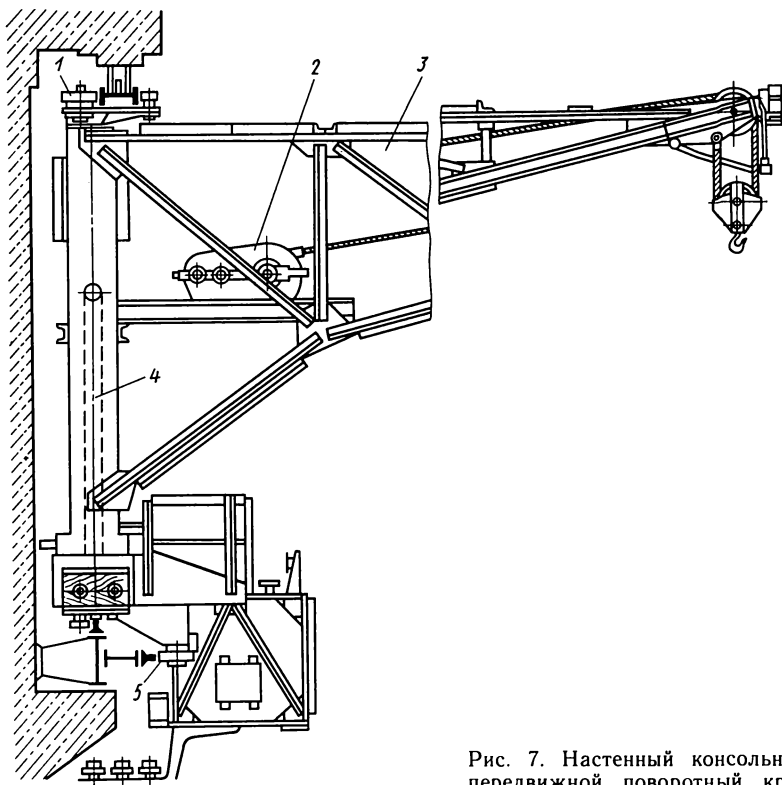


Рис. 7. Настенный консольный передвижной поворотный кран

Обычно вылет груза у кранов с неповоротной консолью изменяют при помощи передвижения грузовой тележки, а у поворотных кранов — поворотом консоли и передвижением самого крана.

На рис. 7 показан *настенный консольный передвижной поворотный кран*. На тележке крана жестко закреплена колонна 4, относительно которой поворачивается консоль 3 крана. Механизм подъема груза 2 расположен на консоли. Оба ходовых колеса являются ведущими. Верхние 1 и нижние 5 горизонтальные ролики удерживают кран от опрокидывания.

Настенный консольный передвижной неповоротный кран грузоподъемностью 5 т (рис. 8) состоит из вертикальной рамы 2 решетчатого типа; консоль 5 состоит из двух балок, по которым передвигается типовая крановая грузовая тележка 1; механизм передвижения крана вращает приводное ходовое колесо 4. Верхние и нижние горизонтальные ролики 3 обеспечивают устойчивость крана.

Краны - штабелеры применяют в механизированных складах с многоярусными стеллажами высотой 25 м и более.

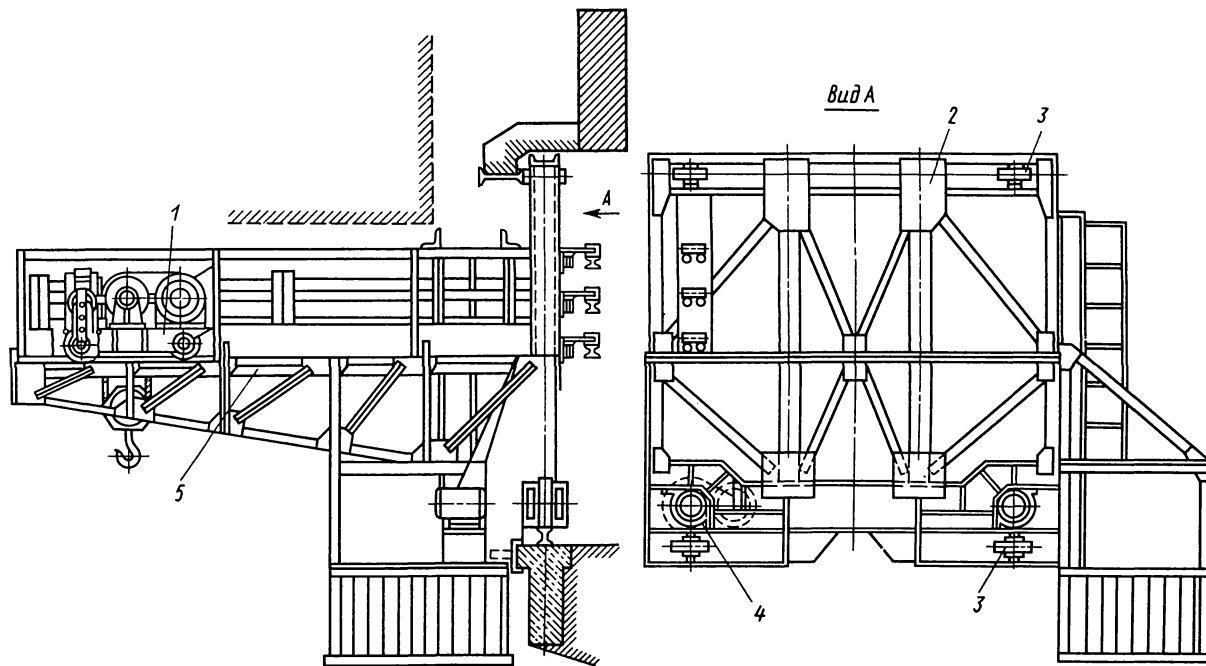


Рис. 8. Настенный консольный передвижной неповоротный кран

Краны-штабелеры по ГОСТ 16553—82 разделяют на мостовые и стеллажные.

Мостовые краны-штабелеры имеют грузоподъемность 0,125...12,5 т, пролет 5,1...28,5 м, высоту подъема грузозахватного органа 4,8...13,2 м и скорость подъема 0,125...0,3 м/с. Мостовой опорный кран-штабелер (рис. 9, а) состоит из моста 1, по которому передвигается тележка 2 с поворотной платформой 5, к которой жестко прикреплена вертикальная поворотная колонна 3. Колонна выполнена с направляющими, по которым передвигается грузоподъемник с грузовым захватным устройством 4. Колонны могут быть выполнены жесткими или телескопическими (выдвижными).

Тележки мостовых кранов-штабелеров могут быть опорными или подвесными. Опорные тележки обычно применяют в опорных кранах-штабелерах большой грузоподъемности.

Стеллажные краны-штабелеры имеют грузоподъемность 0,16...12,5 т, наибольшую высоту подъема 18 м, скорость подъема груза 0,2...0,5 м/с, скорость передвижения крана 1,0...2,5 м/с, скорость выдвижения захватного устройства 0,125...0,25 м/с.

По способу опирания ходовой тележки эти краны разделяют на подвесные, опирающиеся на нижнюю полку двутавровой балки, подвешенной к перекрытию склада; стеллажные, опирающиеся на два рельсовых пути, расположенных на стеллажах; напольные, передвигающиеся по рельсу на полу склада (типа велосипедного крана).

Стеллажный кран-штабелер (рис. 9, б) имеет тележку 7, передвигающуюся по рельсовым путям 11, установленным на стеллажах 6. С тележкой жестко соединена вертикальная колонна 8, оборудованная направляющими для подъема каретки

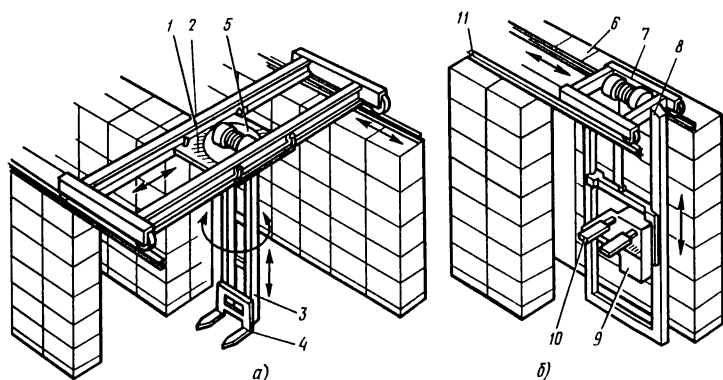


Рис. 9. Схемы кранов-штабелеров:
а — мостового типа, б — стеллажный; стрелками показаны направления рабочих движений крана

грузоподъемника 9, на которой установлен выдвижной захват 10. Механизмы подъема груза кранов-штабелеров выполнены канатными или цепными, механизмы передвижения кранов-штабелеров и грузовых тележек в основном снабжены двухскоростными двигателями, обеспечивающими основную рабочую и малую установочную скорость передвижения.

§ 6. УЧЕТ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КРАНОВ

Основным показателем, на основании которого можно оценить работу, выполняемую грузоподъемным краном, является производительность.

Производительность грузоподъемного крана — это количество груза (т/ч, м³/ч, шт/ч), которое может быть переработано им за определенный промежуток времени.

Теоретическая (расчетная) производительность характеризует непрерывную работу крана в течение 1 ч при номинальной грузоподъемности.

Техническая производительность характеризует непрерывную работу крана за 1 ч, но с учетом фактической массы груза, перемещаемого краном. Техническая производительность позволяет оценить использование крана по фактической загрузке при данном роде груза в определенных условиях.

Техническая производительность (т/ч)

$$P_T = 3600 Q_n / T_{\text{ц}},$$

где Q_n — масса груза, перемещаемая краном за один цикл (номинальная грузоподъемность), т; $T_{\text{ц}}$ — продолжительность одного цикла, с; определяется как сумма времени, затрачиваемого на выполнение операций цикла.

$$T_{\text{ц}} = \varphi (t_1 + t_2 + \dots + t_n),$$

где $t_1, t_2, \dots, t_n$ — время отдельных операций цикла, с; φ — коэффициент, учитывающий совмещение отдельных операций цикла; для мостовых кранов он равен 0,8.

Эксплуатационная производительность характеризует количество конкретно перегружаемого груза в течение одной рабочей смены при правильной организации труда, передовых ее методах на определенном участке производства. В отличие от технической эксплуатационная производительность учитывает как использование машины по времени, так и ее загрузку в течение одной рабочей смены. Эксплуатационная производительность (т/смен)

$$P_{\text{см}} = P_T \cdot K_B \cdot K_{\text{гр}} \cdot T_{\text{см}},$$

где K_B — коэффициент использования крана по времени (отношение времени работы в течение смены к ее продолжитель-

ности); $K_{гр}$ — коэффициент использования крана по грузоподъемности (отношение массы груза, перемещаемой в среднем за один рабочий цикл, к номинальной грузоподъемности); $T_{см}$ — число рабочих часов в смене, ч.

Потребный парк грузоподъемных машин (шт.) определяют по формуле

$$Z_m = \frac{Q_r K_n}{n_{см} \Pi_{см} (365 - T_{пр})}$$

где Q_r — годовой грузооборот, т; K_n — коэффициент неравномерности поступления грузов; $n_{см}$ — число рабочих смен в сутки; 365 — число дней в году; $T_{пр}$ — регламентированные простои крана в течение года (нерабочие дни, праздники, ремонт, техническое обслуживание и др., ориентировочно $T_{пр} = 52 \dots 80$ сут).

Механизмы кранов и элементы металлоконструкций состоят из отдельных сборочных единиц, обеспечивающих сборку их на месте монтажа. Современное производство кранов основано на создании блочных и унифицированных конструкций, позволяющих получить наивысший технико-экономический эффект при изготовлении и эксплуатации машин. Блочной называют конструкцию, состоящую из самостоятельных сборочных единиц-блоков, соединенных между собой при помощи легкоразъемных элементов. Применение блочных конструкций позволяет выпускать сборочные единицы в законченном виде, ведет к специализации производства, а это, в свою очередь, обеспечивает повышение качества изготавливаемых элементов.

Блочная конструкция позволяет снять с машины сборочную единицу, требующую ремонта, без разборки смежных элементов конструкции. При наличии запасных блоков можно вышедшую из строя сборочную единицу заменить в короткое время, что уменьшает простой оборудования и позволяет осуществить более качественный ремонт в специализированных цехах. Кроме того, применение блочных конструкций дает возможность максимально унифицировать отдельные сборочные единицы и детали выпускаемых машин, что увеличивает их производство.

Унификация кранов, т. е. применение типовых, выпускаемых специализированными предприятиями механизмов и узлов (редукторы, тормоза, барабаны, кабины и т. д.), увеличивает их серийность и снижает трудоемкость изготовления. Кроме того, унификация позволяет сократить эксплуатационные расходы и время ремонта. Ремонт узла приводит к значительному простоя крана, поэтому на предприятиях создают запас крановых узлов минимальной номенклатуры и количества для замены выходящих из строя. Снятые узлы ремонтируют и передают на склад.

1. Какие функции выполняют передвижные грузоподъемные краны на современном машиностроительном предприятии?
2. Какие требования предъявляются к будущему машинисту крана, кого допускают к работе на грузоподъемном кране и как этот допуск оформляют?
3. Как классифицируют грузоподъемные краны? Что общего и в чем состоит отличие кранов мостового, козлового, консольного и крана-штабелера, каковы их основные параметры и технические характеристики?
4. Как определяют эксплуатационную производительность крана?
5. Что дает блочность и унификация механизмов крана?

Глава 2

КРАНОВЫЕ ПУТИ

§ 7. КЛАССИФИКАЦИЯ КРАНОВЫХ ПУТЕЙ

По типу механизма передвижения рассматриваемые грузоподъемные краны относят к рельсовым, потому что они передвигаются по рельсам. Рельс (от английского слова «райлс» — прямая планка, брус) — стальная балка специального профиля с выпуклой округленной головкой. Два рельса одного типа образуют рельсовый путь (рельсовую колею) для движения подвижного состава или грузоподъемных кранов. По рельсам передвигаются не только краны, но и грузовые тележки. Иногда для движения машин применяют один рельс — монорельс.

Рельсовый крановый путь предназначен для восприятия всех рабочих нагрузок от крана или грузовой крановой тележки и передачи их на строительные конструкции, основание или металлоконструкцию крана. Для удобства изложения материала путь, по которому передвигается грузовая тележка, называющая тележечным.

В зависимости от назначения и конструкции крана крановый путь представляет собой пару рельсов, уложенных строго горизонтально на специальное основание в одном высотном уровне — для мостовых, козловых и опорных кранов-штабелеров либо один рельс для консольных, подвесных кранов-штабелеров, стеллажных кранов и передвижных электроталей. Исключение составляют полукозловые краны, рельсы кранового пути которых уложены в разном высотном уровне. В кранах любой конструкции с рельсами взаимодействуют рабочие поверхности ходовых колес механизма передвижения крана (грузовой тележки).

В зависимости от типа грузоподъемного крана крановые пути разделяют на *надземные*, установленные на определенной высоте над основанием (землей) и применяемые для передвижения мостовых и консольных кранов, а также кранов-штабе-

леров, и наземные, установленные на уровне основания (земли) для работы козловых, полукозловых и стеллажных кранов. В свою очередь, надземные крановые пути могут быть выполнены *опорными*, установленными на подкрановые балки и передающими нагрузки на колонны здания или открытой эстакады, и *подвесными*, прикрепленными к элементам перекрытий строительных конструкций здания. Опорные крановые пути применяют, как правило, для однопролетных мостовых кранов большой грузоподъемности, консольных кранов и кранов-штабелеров. Подвесные крановые пути используют для двух- и многопролетных мостовых кранов, кран-балок, стеллажных кранов и передвижных электрических талей. Крановые пути сооружают по типовым или индивидуальным проектам, выполняемым соответствующей проектной организацией.

§ 8. ПУТИ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Рельсовый опорный путь мостового крана состоит из основных и вспомогательных элементов. Основными элементами пути являются рельсы и подкрановые балки. К вспомогательным элементам относят подрельсовую постель, детали крепления рельсов к подкрановым балкам и балок к колоннам, а также концевые упоры и выключающие линейки.

Для движения грузоподъемных кранов и их грузовых тележек, оснащенных ходовыми колесами с цилиндрическим ободом, применяют стальные рельсы с выпуклыми и плоскими головками, а для колес с коническим ободом — только с выпуклыми головками. В качестве рельсов с выпуклыми головками используют железнодорожные рельсы широкой колеи типа Р и специальные крановые рельсы типа КР по ГОСТ 4121—76, а с плоскими головками — стальной сортовой прокат квадратного или прямоугольного профиля (рис. 10). Стальные крановые рельсы типа КР имеют более широкую подошву (опорную часть), благодаря чему нагрузка от ходовых колес крана распределяется по верхнему поясу подкрановой балки более равномерно. Кроме того, они хорошо воспринимают горизонтальные боковые нагрузки и более соответствуют условиям работы грузоподъемных кранов. Поэтому для кранов группы ра-

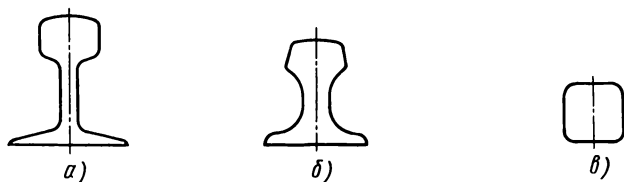


Рис. 10. Профили рельсов опорных крановых путей:
а — типа Р, б — типа КР, в — сортовой прокат

жима работы 6К...8К применяют только рельсы типа КР. Пример условного обозначения рельса типа КР с номинальной шириной головки 100 мм: *Рельс КР100 ГОСТ 4121—76*. Рекомендации по выбору крановых рельсов в зависимости от грузоподъемности крана и нагрузки на ходовое колесо приведены ниже:

Грузоподъемность крана, т	5	10, 16	20	25, 35	50	80
Нагрузка на колесо, кН	50	100...160	200	250	350	—
Типоразмер рельса при форме головки:						
выпуклой	Р18, Р24	Р38	КР50, Р43	КР70, Р43	КР80, Р50	КР120, Р65
плоской (ширина, мм)	40	50, 60	60	70, 80	90	100

Крановые и тележечные рельсы необходимо крепить таким образом, чтобы исключить их боковое и продольное смещение при передвижении и работе грузоподъемного крана. Крановые рельсы опорного пути крепят к подкрановым балкам строительной конструкции (эстакады), которые в зависимости от нагрузок, группы режима работы крана и типа строительной конструкции изготавливают сварными из профильного сортового стального проката или из сборного железобетона. Рельсы грузовых крановых тележек крепят непосредственно на верхних поясах главных балок моста крана. Существуют различные способы крепления рельсов к подкрановым балкам (рис. 11). Предпочтение получили инвентарные сборно-разборные крепления, обеспечивающие возможность выполнения горизонтальной рихтовки пути и простого ремонта с заменой выбракованных участков рельса. Для обеспечения возможности регулировки крепления

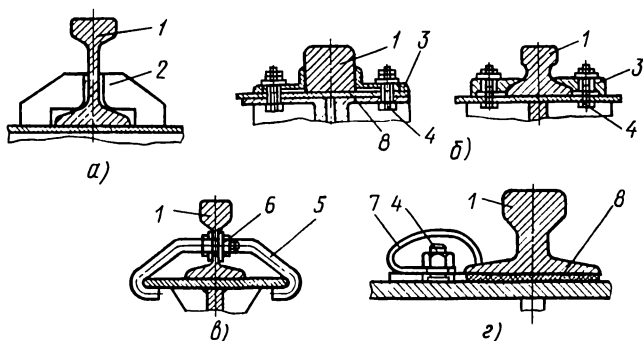


Рис. 11. Крепление рельсов к подкрановым балкам: а — приварными скобами, б — прижимными планками, в — крюками с регулируемым гайками, г — пружинными скобами; 1 — рельс, 2 — скоба, 3 — прижимная планка, 4 — болт с гайкой, 5 — крюк, 6 — гайка, 7 — пружинная скоба, 8 — упругая подкладка

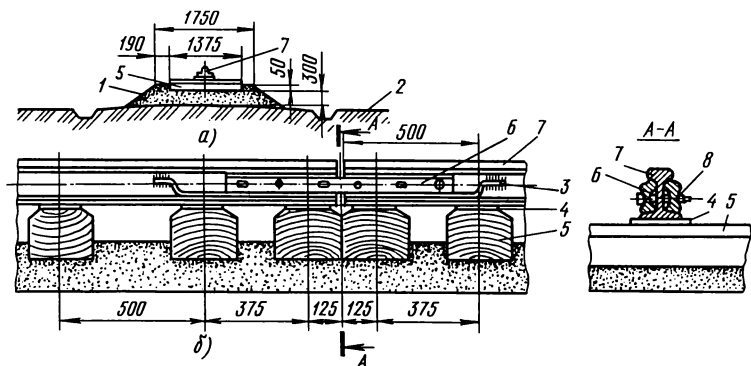


Рис. 12. Наземный крановый путь:
 а — поперечное сечение, б — рельсовый стык (вид сбоку); 1 — верхнее строение, 2 — нижнее строение, 3 — соединительная электропроводящая перемычка, 4 — упругая подкладка, 5 — полушпала, 6 — двухголовая рельсовая подкладка, 7 — рельс, 8 — соединительный болт

при рихтовке пути в прижимных планках выполняют овальные отверстия, либо последние сверлят по месту. Для мостовых кранов группы режимов работы 1К...3К правила допускают крепить рельсы к подкрановым балкам сваркой. При закреплении рельсов с помощью сварки необходимо исключить их возможную деформацию в процессе остывания сварочных швов.

С целью равномерного распределения эксплуатационных нагрузок на крановый рельсовый путь, смягчения ударов и толчков, уменьшения смещений рельсов и износа ходовых колес кранов и рельсов последние по всей длине пути рекомендуется устанавливать на упругие подкладки.

В качестве подвесных крановых путей применяют специальные рельсы, прикрепляемые снизу к элементам перекрытий строительных конструкций (фермы, стропильные балки) с помощью подвесок или монтажных столиков. В качестве монорельсов для передвижных электроталей применяют специальные двухголовые, тавровые или рельсы типа Р5 по ГОСТ 19240—73. Для подвесных кран-балок грузоподъемностью 1...2 т при величине пролета менее 6 м в качестве опорных рельсов применяют двутавровые балки № 12...30 по ГОСТ 8239—72 из горячекатаной стали марки ВСтЗпс по ГОСТ 380—71. Для кранов большей грузоподъемности (до 5 т) применяют двутавровые балки специального сечения № 24 М—45 по ГОСТ 19425—74.

§ 9. ПУТИ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

Наземный крановый путь козлового крана на опорных элементах (шпалах, полушпалах, бетонных балках) состоит из верхнего и нижнего строений. В состав верхнего строения входят рельсы, накладки, соединяющие рельсы между собой, шпалы и опорные элементы, детали крепления рельсов к шпалам, выклю-

чающие линейки, элементы заземления и балластный слой (призма). Нижнее строение кранового пути (рис. 12) состоит из земляного полотна (постели) и устройства для отвода воды (водоотвода). Конструкция и размеры кранового пути должны соответствовать требованиям, изложенным в паспорте крана и СНиП 3.08.01—85.

Конструкцию и размеры элементов рельсовых крановых путей определяют в зависимости от нагрузки на ходовые колеса, группы режима работы и интенсивности передвижения кранов. Как правило, в наземных крановых путях применяют железнодорожные рельсы типа Р38...Р65, укладываемые на соответствующие опорные элементы. Для укладки рельсовых путей применяют полушпалы (половина стандартной шпалы длиной 2750 мм) обрезанные и необрезанные длиной 1375 мм, изготовляемые из древесины хвойных пород с последующей обязательной пропиткой антисептическими веществами. Для кранов с удельным давлением на ходовое колесо до 150 кН допускают применение укороченных полушпал длиной 900 мм.

Между рельсом и опорным элементом устанавливают специальные плоские стальные подкладки. Крепят рельсы к полушпалам путевыми шурупами по ГОСТ 809—71 с прижимными планками или костылями для железных дорог по ГОСТ 5812—82 (рис. 13). Предварительно в полушпалах сверлят отверстия диаметром 16 мм на глубину 155 мм — для путевых шурупов и диаметром 12 мм на глубину 130 мм — для костылей. Для соединения концов рельсов применяют двухголовые рельсовые на-

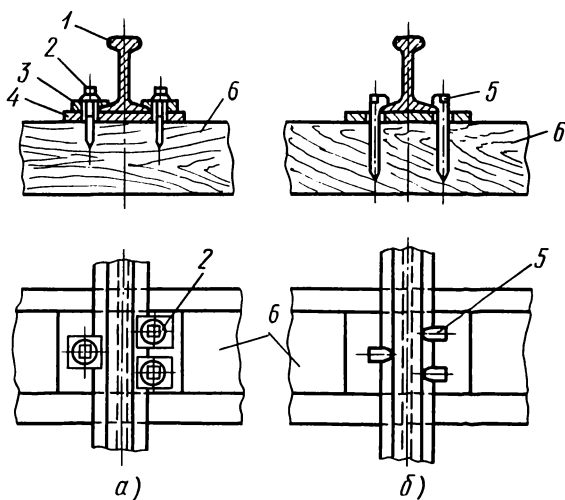


Рис. 13. Крепление рельсов к полушпалам:
 а — шурупами, б — костылями; 1 — рельс, 2 — путевой шуруп, 3 — прижимная планка, 4 — упругая подкладка, 5 — костыль, 6 — полушпала

кладки по ГОСТ 4133—73, одновитковые пружинные шайбы, соединительные болты и гайки. Стыки рельсов располагают на двух, уложенных рядом полушпалах (см. рис. 12).

В качестве материала для балластного слоя применяют щебень или гравий естественный (карьерный или сортированный — обогащенный), песок, гранулированный металлургический или доменный шлак с размерами фракций до 60...70 мм. Балластная призма имеет отношение откосов боковых сторон 1 : 1,5.

Балластный слой обязательно укладывают на предварительно уплотненное земляное полотно из основного материкового или насыпного грунта. Земляное полотно под балластный слой выполняют на подготовленных площадках с одностатным уклоном 3...5% в сторону кюветов, дренажных труб или ливневой канализации, что обеспечивает отвод дождевых вод. После укладки наземные крановые пути обкладывают передвигением грузоподъемного крана без груза вдоль всего пути 10...15 раз, а затем краном с контрольным грузом 5...10 раз с последующей подбивкой балластного слоя на просевших участках пути. Осадка пути под ходовыми колесами козлового крана не должна превышать 1 мм на каждые 10 кН нагрузки на ходовое колесо крана.

В случае подачи на грузоподъемный кран электроэнергии посредством гибкого электрического кабеля вдоль одного рельса (со стороны установленного на кране кабельного барабана) на всю длину передвижения крана прокладывают деревянный лоток шириной 300...400 мм с высотой бортов 200...250 мм. В этот лоток ложится кабель, разматываясь с барабана, при передвижении крана. Лоток крепят к полушпалам с помощью костылей.

§ 10. ПУТИ КОНСОЛЬНЫХ КРАНОВ И КРАНОВ-ШТАБЕЛЕРОВ

Передвижные консольные краны имеют небольшую грузоподъемность и, как правило, работают в одних пролетах производственных цехов с мостовыми кранами. Чтобы краны при передвижении не мешали друг другу, крановые пути консольных кранов расположены ниже путей мостовых кранов. По конструкции крановые пути консольных кранов — надземные, опорные, т. е. аналогичны путям мостовых кранов. Консольный кран не перекрывает весь пролет цеха, поэтому он опирается только одной стороной и для его передвижения необходима одна ветвь рельсового пути.

Устойчивость грузоподъемного крана обеспечивают дополнительные опорные горизонтальные ролики (см. рис. 7, поз. 1; 5): верхние, перекатывающиеся по боковой поверхности головки рельса или по специальным направляющим, закрепленным на

верхних поясах подкрановых балок, и нижние, перекатывающиеся по направляющим, установленным на несущих колоннах. Безребордные цилиндрические ходовые колеса консольных кранов перекатываются по рельсам типа Р18 и Р24. Для надежного взаимодействия колеса с рельсом ширина цилиндрического обода колеса должна быть больше ширины головки рельса на 60 мм. С целью компенсации неточностей укладки рельсов при монтаже ходовой части крана между горизонтальными роликами и направляющими оставляют регулируемый зазор в пределах 20 мм.

Краны-штабелеры по конструкции аналогичны мостовым кранам и в них используют сборочные единицы механизмов передвижения мостовых кранов, поэтому для кранов-штабелеров применяют надземные опорные и подвесные пути, конструкции которых изложены в § 8. В зависимости от конструкции и назначения крана-штабелера опорный крановый путь может опи-

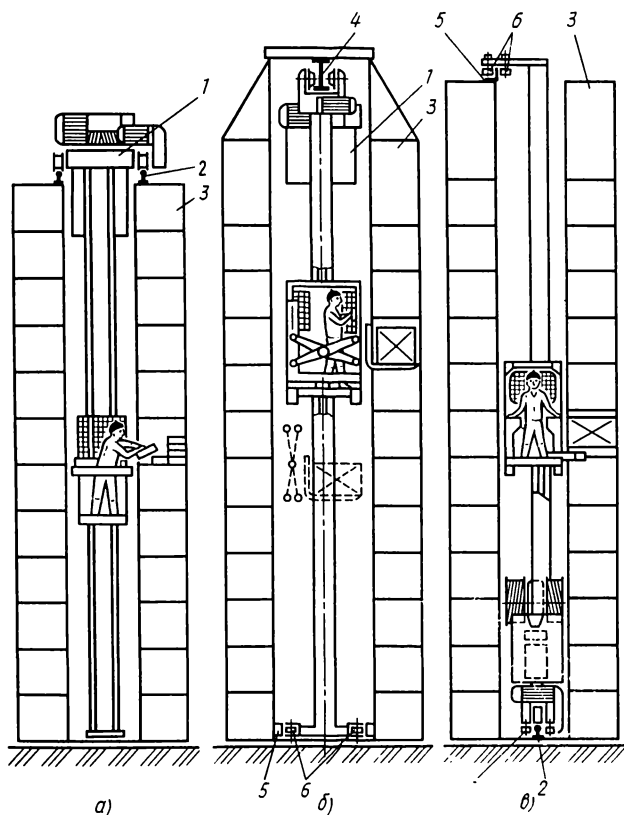


Рис. 14. Крановый путь крана-штабелера:
1 — кран-штабелер, 2 — опорный рельс, 3 — стеллаж, 4 — подвесной рельс, 5 — направляющая, 6 — горизонтальный ролик

ратся не на строительные конструкции здания, а на верхнюю часть стеллажей для хранения грузов (рис. 14, а). С целью исключения возможного отклонения колонны подвесного крана-штабелера от вертикальной оси и повреждения ее или стеллажей при передвижении крана на нижней части колонны крепят два горизонтальных направляющих ролика, а на стеллажах — направляющие для них (рис. 14, б). Аналогичные направляющие ролики устанавливают в верхней части колонны стеллажного крана-штабелера, передвигающегося по уложенному на плиты пола рельсу — типа велосипедного консольного крана (рис. 14, в).

§ 11. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КРАНОВЫМ ПУТЯМ

При разработке проекта, монтажа и эксплуатации рельсовых крановых путей необходимо руководствоваться требованиями Правил по кранам и СНиП 3.08.01—85. Сдачу и приемку крановых путей в эксплуатацию производят по акту, к которому обязательно прилагают результаты нивелировки пути, схему геодезической съемки поперечного профиля пути и данные по определению величины сопротивления растеканию тока в системе заземления рельсового пути. При этом допуски на установку крановых путей кранов-штабелеров более жесткие, чем на установку путей мостовых кранов. Данное требование продиктовано тем, что при перекосе моста крана-штабелера возникает перекос колонны, вызывающий уменьшение зазоров между нижней частью колонны и стеллажами. В случае передвижения крана колонна может зацепиться за стеллаж, чем вызовет возникновение аварийной ситуации.

Крепление подвесных крановых путей к перекрытиям промышленных зданий (складов) должно допускать возможность их регулирования по высоте для компенсации возможной усадки фундаментов, прогибов ферм и т. п. Концы крановых рельсов соединяют друг с другом (стыкуют) с помощью двухсторонних накладок и болтов или сваривают. При этом взаимные отклонения торцов рельсов в стыках в плане и по высоте не должны превышать 1...2 мм, а зазоры в стыках — 2 мм по головкам рельсов (для рельсов, уложенных на жесткие подкрановые балки). Стык рельсов, выполненный с помощью накладок, подвергается интенсивному разрушению вследствие действия ударных нагрузок, возникающих при передвижении крана (тележки). Сварка стыков позволяет снизить ударные нагрузки примерно в 2 раза и соответственно повысить долговечность кранового пути. Сварные швы располагают в шахматном порядке (в плане) со смещением одного относительно другого не менее, чем на 3 м.

Очевидно, что основание наземного кранового пути более податливо, чем жесткие подкрановые балки. Кроме того, такой крановый путь работает на открытом воздухе, где перепады тем-

пературы значительно выше, чем в помещении. Поэтому зазоры в стыках рельсов длиной 12,5 м должны быть больше 6 мм (контролировать при температуре окружающего воздуха 0° С).

Для ограничения пути передвижения грузоподъемного крана или грузовой тележки по обоим концам каждого кранового и тележечного пути устанавливают тупиковые упоры в виде вертикальных стоек (рис. 15). Тупиковые упоры предназначены для остановки крана (грузовой тележки) у края пути в случае отказа аппаратов управления приводами механизмов или их тормозов, а также невнимательности крановщика (небрежность управления) и должны воспринимать ударные нагрузки от крана (тележки),двигающегося с номинальной скоростью и максимальным грузом, поднятым в крайнее верхнее положение. Тупиковые упоры устанавливают на пути на расстоянии не менее 0,5 м от концов рельсов. При подходе грузоподъемного крана (грузовой тележки) к концу рельсового пути его буферная часть должна касаться деревянных подушек обоих тупиковых упоров одновременно. Перед упорами на крановых путях закрепляют выключающие линейки.

Для защиты обслуживающего кран персонала от поражения электрическим током в соответствии с требованиями Правил по кранам и СН 102—76 крановые пути обязательно заземляют.

Эксплуатация крановых путей, рельсы которых имеют обмятые головки или провисшие более чем на 3 мм концы; трещины в головке или шейке рельса, а также по соединительным отверстиям; общую коррозию на глубине более 3 мм; износ головки более 6 мм по высоте и более 3 мм по ширине с каждой стороны и другие дефекты, **запрещена**.

Крановщику и ремонтным рабочим категорически запрещено производить какие-либо работы на крановых путях без специального разрешения, оформляемого в установленном порядке с выдачей наряда-допуска. О предстоящих работах необходимо

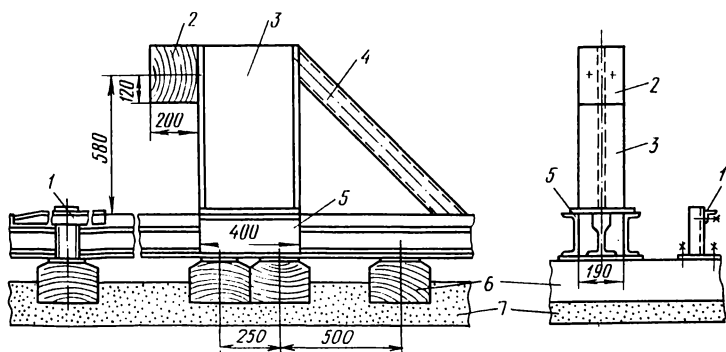


Рис. 15. Установка тупикового упора в конце кранового пути:
1 — выключающая линейка, 2 — деревянная подушка, 3 — стойка, 4 — подкос, 5 — дополнительная опорная балка, 6 — полшпала, 7 — балластный слой

уведомить всех крановщиков, краны которых работают в данном и смежных пролетах цеха, и сделать соответствующие записи в вахтенных журналах этих кранов.

Контрольные вопросы

1. Каковы назначение и классификация рельсовых крановых путей?
2. Чем отличаются опорные крановые пути от подвесных? Какие существуют типы рельсов и как осуществляется их крепление к подкрановым балкам и полушпалам?
3. В чем различие и что общего в крановых путях рассматриваемых в учебнике типов кранов?
4. Каковы основные нормативные документы и технические требования, предъявляемые к крановым путям?
5. Каким способом соединяют концы рельсов?
6. Каково назначение тупиковых устройств? Для чего и как производят заземление крановых путей?

Глава 3

КРАНОВЫЕ КАНАТЫ И СЪЕМНЫЕ ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 12. КОНСТРУКЦИИ СТАЛЬНЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ КАНАТОВ

Основным гибким тяговым (несущим) элементом практически любого грузоподъемного крана является стальной проволочный канат, назначение которого преобразовывать вращательное движение барабана лебедки механизма подъема груза крана в поступательное движение перемещаемого груза. Для соединения груза с захватным органом крана также применяют стальные канаты или цепи.

В сравнении с цепями стальные канаты менее трудоемки в изготовлении, имеют высокую прочность (высокое разрывное усилие каната в целом), долговечность и гибкость, удобнее в работе, себестоимость их изготовления в 8...10 раз ниже себестоимости изготовления стальных цепей. Стальной проволочный канат работает практически бесшумно, уменьшает динамические нагрузки и обладает большей надежностью, так как разрушается не внезапно, как цепь, а число оборванных проволок в канате нарастает постепенно, что позволяет следить за его состоянием и выбраковывать задолго до разрушения.

Стальной канат состоит из определенного количества проволок 1, как правило, круглых диаметром 0,1...2,0 мм, получаемых волочением из высокоуглеродистой канатной стали марок 60, 80 по ГОСТ 1050—74, перевитых между собой и образующих элемент каната прядь 2 (рис. 16). Несколько прядей, также перевитых между собой и расположенных на центральном сердечнике 3, образуют собственно канат. Специальная обработка канатной проволоки обеспечивает ее высокие механические свой-

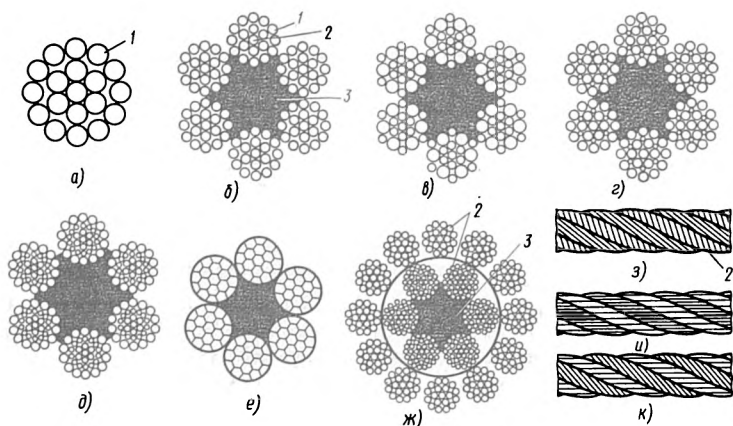


Рис. 16. Стальные проволочные канаты

ства. Так, маркировочная группа (временное сопротивление разрыву) проволок изменяется в широком диапазоне 1372... 2352 МПа. На практике применяют значения 1568... 1862 МПа. В зависимости от количества проволок в пряди, прядей в канате, их конструкции и формы, сочетания направлений свивки элементов каната, наличия и типа сердечника и других факторов возможны самые различные конструктивные формы стальных проволочных канатов.

Основные технические требования к стальным проволочным канатам регламентирует ГОСТ 3241—80, предусматривающий выпуск различных типов стальных канатов:

1. По форме поперечного сечения: *круглые* и *плоские*; плоские канаты не предназначены для работы в полиспадах, поэтому в грузоподъемных кранах их не применяют.

2. По конструкции (круглые канаты): *одинарной*, *двойной* и *тройной* свивки. Канаты одинарной спиральной свивки (рис. 16, а) представляют собой перевитые по спирали в один или несколько концентрических слоев проволоки. При изготовлении канатов двойной свивки сначала из проволок свивают канат одинарной свивки, называемый в данном случае прядью, а затем из прядей свивают сам канат. Пряди в канатах двойной свивки расположены также по спирали в один (несколько) концентрических слоев вокруг центрального формирующего сердечника (рис. 16, б, в, г, д). В свою очередь, канаты двойной свивки бывают одно-, двух- (рис. 16, ж) и трехслойные; два последних называют многослойными (многопрядными).

3. По форме поперечного сечения прядей: *круглопрядные* и *фасоннопрядные* (трехгранной, овальной или другой формы).

4. По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки: типа ЛК с линейным касанием проволок между

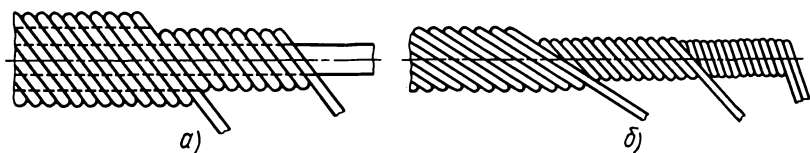


Рис. 17 Касание проволок между слоями пряди:
а — типа ЛК, б — типа ТК

слоями (рис. 17, а), типа ТК с точечным касанием проволок между слоями (рис. 17, б), типа ТЛК (ЛТК) с комбинированным точечно-линейным (линейно-точечным) касанием проволок между слоями, типа ПК с полосовым касанием проволок между слоями.

Пряди типа ТК состоят из проволок одного диаметра и их свивают за несколько технологических операций (по числу слоев проволок в пряди), тогда как пряди типа ЛК состоят из проволок разного диаметра и их свивку выполняют за одну технологическую операцию, что является существенным преимуществом.

В свою очередь, пряди типа ЛК изготавливают из одинаковых по диаметру проволок в слоях пряди ЛК-О (см. рис. 16, б), из разных по диаметру проволок в наружном слое пряди ЛК-Р (см. рис. 16, в), с промежуточными проволоками заполнения между слоями пряди ЛК-З (см. рис. 16, г), с проволоками одного диаметра в одном слое и разного диаметра в другом слое пряди ЛК-РО (см. рис. 16, д).

Пряди типа ПК получают методом пластической деформации обычных прядей в специальных обжимных плашках (волоках), в результате чего линейный контакт проволок в прядях преобразуется в полосовой, что обуславливает уменьшение внутренних контактных напряжений, повышает прочность и благоприятно сказывается на работоспособности стальных канатов (см. рис. 16, е).

5. По материалу сердечника: с крученым сердечником из растительных волокон (пенька, джут, кенаф, манила, сизаль и др., см. рис. 16, б...ж) — *органический сердечник* (о. с.), с витым сердечником из канатных проволок — *металлический сердечник* (м. с.) и с сердечником из искусственных синтетических волокон (и. с.).

6. По способу свивки: на раскручивающиеся (Р) и нераскручивающиеся (Н). Проволоки и пряди в канатах типа Н сохраняют после разрезания свое первоначальное положение в канате, а в канатах типа Р — не сохраняют, концы их раскручиваются, образуя «метелки».

7. По направлению свивки: канаты *правого* и *левого* (Л) направления свивки. Направление свивки элементов каната определяют по направлению свивки прядей наружного слоя канатов двойной свивки. У канатов правой свивки элемен-

ты располагаются справа вниз налево (см. рис. 16, з...к), а у канатов левой свивки — наоборот — слева вниз направо. Отечественная промышленность выпускает преимущественно канаты правой свивки.

8. По сочетанию направлений свивки элементов каната: *односторонней свивки* (О) с одинаковым направлением свивки проволок в наружном слое прядей и прядей в канате (см. рис. 16, з), *крестовой свивки* с противоположными направлениями свивки (см. рис. 16, и), *комбинированной свивки* (К) с сочетанием указанных направлений свивки (см. рис. 16, к).

9. По степени крутимости: *крутящиеся* под действием растягивающей нагрузки, в которых все элементы каната имеют одинаковые направления свивки, и *малокрутящиеся* (МК) — многослойные с противоположным направлением свивки прядей в канате.

10. По механическим свойствам проволоки каната: высшей марки В, первой марки I и второй марки II (изготовление с согласия потребителя), отличающиеся чистотой химического состава и физико-механическими свойствами по ГОСТ 7372—79.

11. По назначению: *грузолюдские* (ГЛ), *грузовые* (Г) и *бензельные* (Б). Для подъема людей и опасных грузов типа расплавленного металла применяют только канаты ГЛ, свитые обязательно из проволок высшей марки В. Канаты типа Б применяют для наложения бензельных обвязок на концы канатов (вместо мягкой отоженной проволоки) перед резкой, закреплением или запасовкой в полиспасты.

12. По виду покрытия поверхности проволок: из светлой проволоки (без покрытия) для легких условий эксплуатации (Л), из проволоки с тонким слоем цинкового покрытия (оцинкованные) для средних условий эксплуатации в агрессивных средах (С), из проволоки с цинковым покрытием средней толщины для жестких условий эксплуатации (Ж) и из проволоки с толстым слоем покрытия для очень жестких условий эксплуатации (ОЖ).

Конструкции конкретных канатов, их назначение и параметры регламентированы требованиями соответствующих ГОСТов. Условное обозначение каната должно содержать: диаметр каната, назначение, марку, вид покрытия, направление свивки элементов, способ свивки, степень крутимости, маркировочную группу и номер соответствующего стандарта. Например, условное обозначение: *Канат 39,5-Г-1-0-Р-1764 (180) ГОСТ 7668—80* означает канат диаметром 39,5 мм, грузового назначения, из проволоки первой марки, без покрытия, правой односторонней свивки, раскручивающийся, с маркировочной группой проволок 1764 МПа. ГОСТ требует указывать (в скобках) маркировочную группу проволок в от-

мененной системе физических единиц МКГСС — 180 кгс/мм² ГОСТ 7668—80 соответствует конструкция каната 6×36+1 о. с.— двойной свивки из шести прядей по 36 проволок в каждой пряди с одним органическим сердечником.

В механизмах грузоподъемных кранов получили распространение канаты двойной свивки с органическим сердечником следующих конструкций: ЛК-Р0 6×36+1 о. с. по ГОСТ 7668—80, ЛК-З 6×25+1 о. с. по ГОСТ 7665—80, ТЛК-О 6×37+1 о. с. по ГОСТ 3079—80 и ЛК-Р 6×19+1 о. с. по ГОСТ 2688—80. Органические сердечники указанных канатов изготавливают из пенькового волокна по ГОСТ 5269—77, крученой хлопчатобумажной пряжи, сизали или манилы. Сердечник должен быть трехпрядным с обязательной пропиткой противогнильным составом.

Из вышесказанного очевидно, что стальной канат представляет собой сложный агрегат из перевитых проволок, поэтому под его прочностью понимают агрегатную прочность каната в целом (разрывное усилие). В случаях, когда агрегатная прочность каната с органическим сердечником недостаточна, а увеличение его диаметра нежелательно, применяют канаты с металлическим сердечником следующих конструкций: ЛК-Р0 6×36+7×7 по ГОСТ 7669—80, ЛК-З 6×25+7×7 по ГОСТ 7667—80 и ЛК-Р 6×19+7×7 по ГОСТ 14954—80. Указанные конструкции канатов обязательны к применению в грузоподъемных кранах, транспортирующих расплавленный или раскаленный металл и жидкий шлак, где тепловое воздействие на канат велико и органический сердечник быстро выгорает.

§ 13. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СРОК СЛУЖБЫ СТАЛЬНОГО КАНАТА

Стальной проволоочный канат представляет собой сложный агрегат пространственно перевитых между собой спиральных проволок, в которых под нагрузкой, кроме напряжений от свивки каната, возникают различные дополнительные внутренние напряжения: растяжения, изгиба, кручения и контактные, которые действуют совместно. Складываясь, эти напряжения в сечениях отдельных проволок могут достигнуть (а в некоторых случаях и превысить) предел прочности материала. За счет свивки элементов каната при нагружении последнего в проволоках возникают дополнительные контактные напряжения, соответственно наибольшие по величине в прядях типа ТК, несколько меньшие в прядях типа ЛК и небольшие при полосовом касании проволок в прядях типа ПК.

Изгиб стального каната под нагрузкой обуславливает возникновение дополнительных внутренних напряжений в его проволоках и за счет их упругих деформаций — поворот (смещение) соседних поперечных сечений каната.

На блоке канат взаимодействует с поверхностью его желоба и за счет упругой деформации и кручения под действием растягивающей нагрузки немного проскальзывает и поворачивается относительно собственной оси. При этом канат истирается в зависимости от числа перегибов на блоке.

Очевидно, что уменьшить число перегибов каната на блоке можно за счет уменьшения кратности полиспаста (меньшее количество блоков). Однако при этом в соответствии с «золотым законом механики» уменьшается выигрыш в силе.

Увеличение диаметров блоков (барабанов) также благоприятно сказывается на дополнительных внутренних напряжениях в проволоках каната, но и оно ведет к увеличению мощностей, габаритов и масс машины.

Канат является одним из ответственных и в то же время быстроизнашиваемых элементов грузоподъемного крана. Так, средний срок службы стальных канатов механизмов подъема груза мостовых кранов составляет 4...8 мес при сроке службы кранов 20...25 лет.

Оценить все факторы, определяющие работоспособность и долговечность стального каната, не позволяет объем учебника. Однако следует знать, что в основе преждевременного разрушения стальных канатов, их ускоренного изнашивания и возникновения структурных дефектов лежат: неправильный выбор конструкции каната (типа, параметров свивки) и радиуса его изгиба, несоответствие профиля и размеров желоба блока (канавок на барабане) диаметру каната, неправильная запасовка каната в полиспаст, наличие неблагоприятных условий в отношении абразивного изнашивания и коррозии, нарушение режимов эксплуатации (статические перегрузки и чрезмерные динамические нагружения каната), нарушение периодичности осмотров и обслуживаний, качества производства этих работ, несоответствие смазочных материалов и пр.

§ 14. КОНЦЕВЫЕ КРЕПЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Применение стальных канатов невозможно без выполнения концевых креплений, предназначенных для соединения канатов с деталями механизмов грузоподъемных кранов и перемещаемыми грузами.

Конструкция концевой фиксации каната должна быть простой, технологичной в изготовлении и эксплуатации, надежной, доступной для осмотра и удобной для замены каната (в случае разъёмного соединения).

На грузоподъемных кранах применяют два вида концевых креплений канатов: *неразъемные* и *разъемные*. Неразъемные концевые крепления канатов применяют при изготовлении инвентарных съемных грузозахватных устройств и для натяжения вспомогательного каната, несущего кабельный токо-

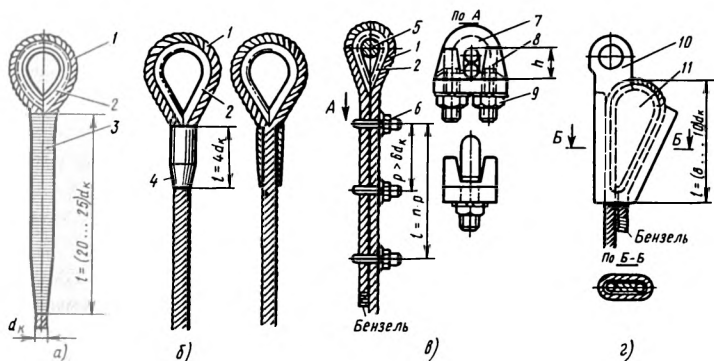


Рис. 18. Способы крепления конца стального каната:
 d_k — диаметр каната, l — длина концевой крепления, p — шаг установки зажимов

подвод. В указанных случаях на концах каната выполняют петли путем заплетки (счаливания, рис. 18, а), установки обжимной стальной (алюминиевой) втулки (рис. 18, б) или заливки легкоплавкими сплавами в конусной втулке (температура плавления $+450^\circ \text{C}$). Последний способ, более трудоемкий и дорогой, применения в грузоподъемных кранах не получил.

Разъемные концевые крепления стальных канатов применяют для соединения их с барабанами лебедок, крюковыми подвесками и в отдельных случаях для строповки нестандартных тяжеловесных грузов. Как правило, для этого используют винтовые зажимы для стальных канатов (рис. 18, в) и клиновые втулки (рис. 18, г), специальные прижимные планки или апробированные решения по утвержденным отраслевым нормам.

Заплетка 3 (счаливание) концов стальных канатов 1 — наиболее простой и издавна известный способ, выполнение которого требует применения тяжелого, трудоемкого и малоквалифицированного ручного труда (рис. 18, а). Из-за простоты этот вид концевой крепления применяют и в настоящее время.

Для обеспечения правильного формирования петли концевой крепления каната, уменьшения внутренних контактных напряжений от поперечной силы и предохранения каната от истирания о захватные устройства 5 в процессе работы в петлю каната 1 вставляют специальную деталь — коуш 2 (от одноименного голландского слова — круглая или овальная стальная обойма с желобом по наружной поверхности, рис. 18, в). Для применения в механизмах грузоподъемных кранов отечественная промышленность выпускает коуши и штампованные коуши по ГОСТ 2224—72 для канатов диаметром 2,2...82,5 мм.

Крепление конца каната в обжимной втулке является более простым, технологичным, экономически эффективным и прогрессивным способом. Диаметр закрепляемых канатов до 36,5 мм. Основной деталью соединения является овальная втулка 4 из стали 20 по ГОСТ 1050—74 или алюминиевых сплавов АД0, АД1, АД31 и АМЦ по ГОСТ 4784—74 (рис. 18, б).

Конец каната 1 пропускают через овальную втулку 4, изгибают для образования петли и вновь вставляют во втулку с противоположной стороны (при необходимости в петлю укладывают коуш). После чего собранное соединение обжимают в штампе под прессом или продавливают через волок. Необходимо помнить, что конец свободного (ненагруженного) конца каната обязательно должен выступать из обжатой втулки.

Среди разъемных концевых креплений наибольшее распространение получили винтовые зажимы для стальных канатов по ОСТ 24.090.51—80, изготавливаемые ковкой и штамповкой из сталей марок ВСтЗпс5, ВСтЗсп5 по ГОСТ 380—71 и марок 20, 35 по ГОСТ 1050—74, а также литьем из стали марки 25Л-11 по ГОСТ 977—75. Зажим 6 для стальных канатов состоит из U-образной скобы 7 и колодки 8, стягиваемых гайками 9 (рис. 18, в). Диаметр закрепляемых канатов — 6...63 мм (всего 16 типоразмеров). Условное обозначение зажима для канатов диаметром 25...28 мм — *Зажим 28 ОСТ 24.090.51—80*.

Концевое крепление каната в клиновой втулке выполняют в соответствии с требованиями ОСТ 22—253—72 (рис. 18, г). Правила по кранам предусматривают применение кованных, штампованных или литых стальных втулок 10 с клиньями 11 соответствующей конфигурации. Применение чугунных втулок и клиньев, а также стальных сварных втулок запрещено. В основе принципа работы данного крепления лежат силы трения, возникающие между рабочими поверхностями втулки, клина и каната; при этом чем больше растягивающее усилие в канате, тем выше заклинивающая способность крепления.

Конец каната на барабане лебедки крепят при помощи прижимных планок, расположенных на цилиндрической (рис. 19, а) или торцевой (рис. 19, б) поверхностях барабана, либо вставляемых в полость прилива (утолщения), выполненного в стенке барабана (рис. 19, в). В отдельных случаях применяют клиновую втулку (рис. 19, г), аналогичную рассмотренной выше.

Наибольшее применение получили прижимные планки, установленные на цилиндрической поверхности барабана. Планки обычно прижимают одним болтом (шпилькой). Для обеспечения надежного концевого крепления Правила по кранам требуют ставить не менее *двух* планок. Диаметр за-

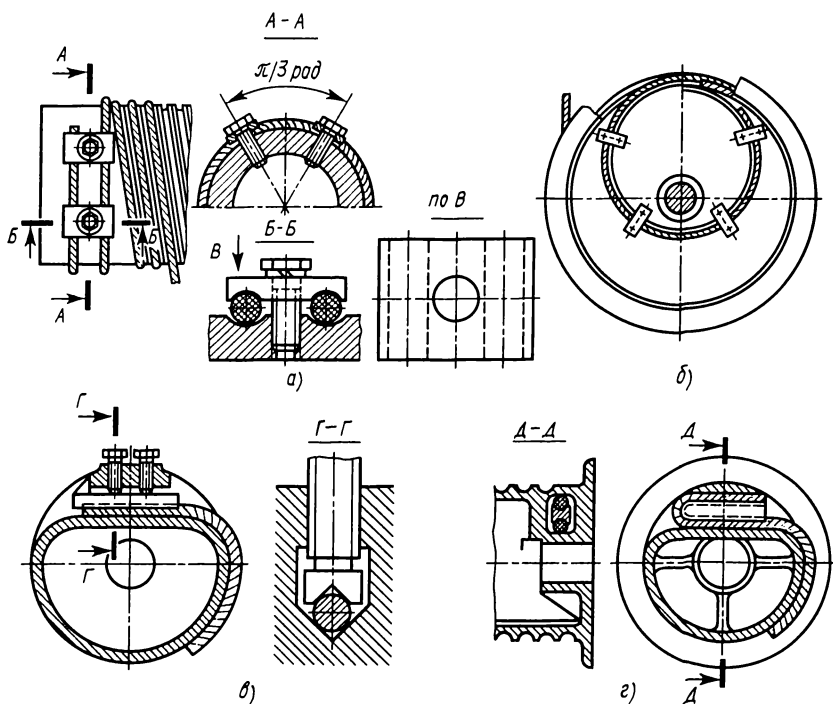


Рис. 19. Крепление конца каната на барабане лебедки

крепляемых канатов 10...43,5 мм. Длина свободного конца каната (за последней прижимной планкой) должна быть не менее двух диаметров каната.

Во избежание повреждения каната кромками прижимной планки изгибать свободный конец каната под прижимной планкой или возле нее **категорически запрещено**. Крепление прижимной планки к барабану лебедки должно обеспечивать надежный контроль за состоянием крепления в процессе эксплуатации и удобный доступ для подтяжки болтов (шпилек) и при необходимости замены каната.

Следует помнить, что в соответствии с требованиями Правил по краям на барабане лебедки между концевым креплением и ходовой ветвью каната постоянно должны находиться неприкосновенные (дополнительные) витки каната, которые никогда не должны сматываться с барабана, даже при опускании крюковой подвески в крайнее нижнее положение. Минимальное количество дополнительных витков каната — 1,5, что соответствует длине дуги обхвата барабана канатом 3π рад. Назначение указанных дополнительных витков каната — уменьшить величину усилия в канате под прижимными планками. В соответствии с законом Эйлера при

данном угле обхвата усилие в закрепляемом конце каната будет в 2,5 раза меньше номинального (рабочего) усилия в ходовой ветви каната.

§ 15. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ВЫБРАКОВКА СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Надежная и безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов в значительной мере зависит от состояния стальных канатов, поэтому в процессе эксплуатации крана необходимо постоянно следить за работой и состоянием канатов. Контроль состояния каната обычно совмещают с проведением технического обслуживания и проводят визуально без применения увеличительных приборов. Поперечное сечение каната должно быть круглым. Диаметр каната измеряют штангенциркулем в ненагруженном состоянии на расстоянии не менее 5 м от конца каната (рис. 20, а).

Шагом свивки прядей в канате называют длину участка последнего, на протяжении которой прядь делает полный оборот вокруг продольной оси каната. Длину шага свивки прядей в канате определяют следующим образом. На поверхность любой пряди наносят метку «0», от которой вдоль оси каната (в любом направлении) отсчитывают количество прядей, соответствующее конструкции каната, например 6 для шестипрядного каната (наносят метку «6»). Расстояние между указанными метками составляет длину свивки прядей в канате (рис. 20, б). Канат должен иметь равномерный шаг свивки прядей по всей длине, а длина шага свивки должна соответствовать рекомендуемой ГОСТ 3241—80. Длину шага свивки каната проверяют линейкой с точностью 1,0 мм на расстоянии не менее 5 м от конца каната по среднеарифметическому значению (не менее трех измерений).

Пряди каната не должны быть перекручены, иметь заломы и выступающие проволоки, следы поверхностного износа, оборванные проволоки (пряди). На поверхности проволок не

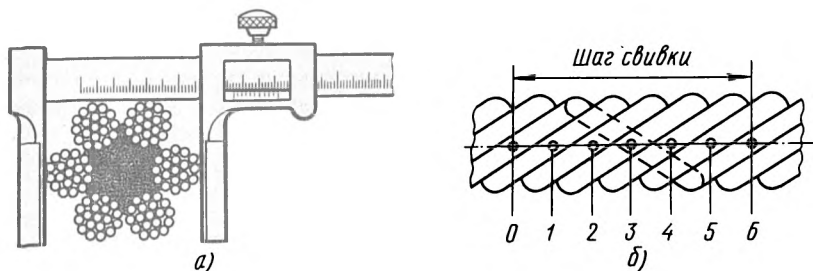


Рис. 20. Измерение параметров стального каната:
а — диаметра, б — длины шага свивки прядей в канате; 0—6 — номера прядей

должно быть трещин, расслоений, вмятин, надразов и следов коррозии, превышающих по размеру половину допускаемого по ГОСТ 7372—79.

Характерными дефектами стальных канатов грузоподъемных кранов являются: обрывы проволоки, их поверхностный износ и коррозия.

Перед осмотром канат очищают от старой смазки, грязи и продуктов износа. При осмотре устанавливают участки каната, имеющие наибольшее число оборванных проволок. Как правило, это участки каната, претерпевающие наибольшее число перегибов на блоках и навиваемые на барабан лебедки. Именно на этих участках каната необходимо определить абсолютное число оборванных проволок.

Число оборванных проволок определяют визуальным или инструментальным методом и при помощи специальных приборов, например дефектоскопа стальных канатов типа ДСК. Для удобства визуального подсчета числа оборванных проволок канат следует немного изогнуть. При этом не следует смешивать число обрывов проволок с количеством концов оборванных проволок, которых всегда вдвое больше. С целью исключения возможного травматизма рук, подсчитывать оборванные проволоки ощупыванием (органолептически) **категорически запрещено**.

Как правило, в работающих канатах обрывы проволок сочетаются с уменьшением их диаметров в результате абразивного износа и коррозии. Поэтому в качестве критерия для оценки состояния каната принято число обрывов проволок в наружных слоях свивки прядей каната на длине одного шага свивки (табл. 3) с корректировкой в зависимости от поверхностного износа или коррозии проволок (табл. 4).

Канаты грузоподъемных кранов, предназначенных для перемещения расплавленного (раскаленного) металла, взрыв-

3. Норма браковки стального каната в зависимости от числа обрывов проволок

Значение ко- эффициента за- паса прочности каната при установленном Правилами по кранам от- ношением D/d	Конструкция каната							
	$6 \times 19 = 114 + 1$ о. с.		$6 \times 37 = 222 + 1$ о.с.		$6 \times 61 = 366 + 1$ о.с.		$18 \times 18 = 342 + 1$ о.с.	
	Направление свивки каната							
	крестовое	одностороннее	крестовое	одностороннее	крестовое	одностороннее	крестовое	одностороннее
	Число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната							
До 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6...7	14	7	26	13	38	19	38	19
Свыше 7	16	8	30	15	40	20	40	20

чатых, огнеопасных и ядовитых веществ, следует браковать при вдвое меньшем числе оборванных проволок, чем указано в табл. 3. Для канатов односторонней свивки указанная норма вдвое ниже, так как по результатам эксплуатационных наблюдений потеря несущей способности этих канатов наступает вдвое быстрее. В случае выбраковки стального каната, свитого из проволок разного диаметра, норму браковки определяют с учетом коэффициентов: 1 — для тонких проволок и 1,7 — для толстых.

4. Нормы браковки стального каната в зависимости от поверхностного износа или коррозии проволок

Уменьшение диаметра проволок в результате износа или коррозии, %	Число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, % от нормы браковки, приведенной в табл. 3
10	85
15	75
20	70
25	60
30 и более	50

Износ или коррозию проволок каната определяют замером микрометром с точностью 0,01 мм по диаметру в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях. Для этого отгибают конец проволоки в месте обрыва на участке наибольшего износа каната. Отогнутый конец проволоки предварительно очищают наждачной бумагой от смазки, грязи и продуктов коррозии, а затем протирают начисто. При поверхностном износе или коррозии проволок, превысившем 40% их первоначального диаметра, канат выбраковывают.

Пример. При осмотре каната 25,5-Г-1-0-Н-1764(180) ГОСТ 2688—80 крана, работавшего в механизме подъема груза (группа режима работы 2М), на длине одного шага свивки было обнаружено 4 обрыва проволок диаметром 1,5 мм (толстых) и 4 обрыва проволок диаметром 1,2 мм (тонких). По условному обозначению — это канат конструкции 6×19+1 о.с. крестовой свивки, норма браковки которого с учетом группы режима работы 2М механизма (коэффициент запаса прочности каната $5 < 6$) составляет 12 обрывов проволок на длине одного шага свивки каната (см. табл. 3).

Решение. 1. Суммарное число обрывов проволок $4+4=8$ — меньше нормы браковки.

2. С учетом разного диаметра проволок в наружном слое свивки прядей каната в соответствии с требованиями Правил по кранам следует обрыв одной тонкой проволоки диаметром 1,2 мм принять за 1, а толстой — диаметром 1,5 мм — за 1,7. Тогда условное число обрывов проволок будет равно $4 \cdot 1,7 + 4 \cdot 1 = 6,8 + 4 = 10,8$ — меньше нормы браковки. Канат годен к дальнейшей эксплуатации. Однако по таблице ГОСТ 2688—80 указанный канат имеет в наружном слое прядей проволоки диаметром: 1,8 и 1,4 мм, т. е. диаметры проволок уменьшились в результате износа или коррозии.

3. Поверхностный износ (коррозия) проволок диаметром 1,8 мм

$$100 - \left(\frac{1,5}{1,8} \cdot 100 \right) = 100 - 83,5 = 16,5\%.$$

То же проволока диаметром 1,4 мм

$$100 - \left(\frac{1,2}{1,4} \cdot 100 \right) = 100 - 85,5 = 14,5\%.$$

Уменьшение среднего диаметра проволок составляет

$$\frac{16,5 + 14,5}{2} = \frac{31}{2} = 15,5\%.$$

4. В этом случае норма браковки каната должна составлять 85% от установленной Правилами по краям (см. табл. 4).

$$12 \cdot \frac{85}{100} = 10,2 \text{ шт.} < 10,8 \text{ шт.},$$

т. е. канат подлежит выбраковке и замене новым.

Результаты осмотров стальных канатов заносят в журнал, в котором отмечают общее состояние каната, места наибольшего скопления дефектов, максимальное обнаруженное число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, процентный износ (коррозию) проволок и другие замеченные недостатки.

Стальные канаты, на которых число обрывов проволок на длине одного шага свивки не достигло нормы браковки или имеющие допустимый поверхностный износ проволок, могут быть допущены к дальнейшей эксплуатации при условии тщательного наблюдения за их состоянием, сокращения периодичности проведения осмотров и оформления соответствующих записей в кантовом журнале. При достижении норм браковки указанные канаты подлежат выбраковке и замене.

§ 16. СЪЕМНЫЕ ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для соединения перемещаемого груза с грузовым органом грузоподъемного крана применяют съемные (навешиваемые) грузозахватные устройства (ГУ), не являющиеся принадлежностью крана и представляющие собой самостоятельное изделие многократного использования; такие ГУ называют инвентарными. Технологическую операцию соединения груза с крюком крана называют строповкой груза, а обратную ей операцию — расстроповкой. Гибкие (канатные, цепные) съемные грузозахватные устройства называют стропами, а рабочих, выполняющих строповку (расстроповку) грузов — стропальщиками. Иногда работы по строповке грузов называют зачалкой и соответственно ГУ — чалками.

Так как номенклатура перемещаемых грузов по форме, размерам и массе разнообразна и велика, а крюковые подвески кранов различны по конструкции, то в настоящее время широко распространены съемные ГУ разного исполнения и назначения. Классификация основных съемных ГУ приведена на рис. 21.

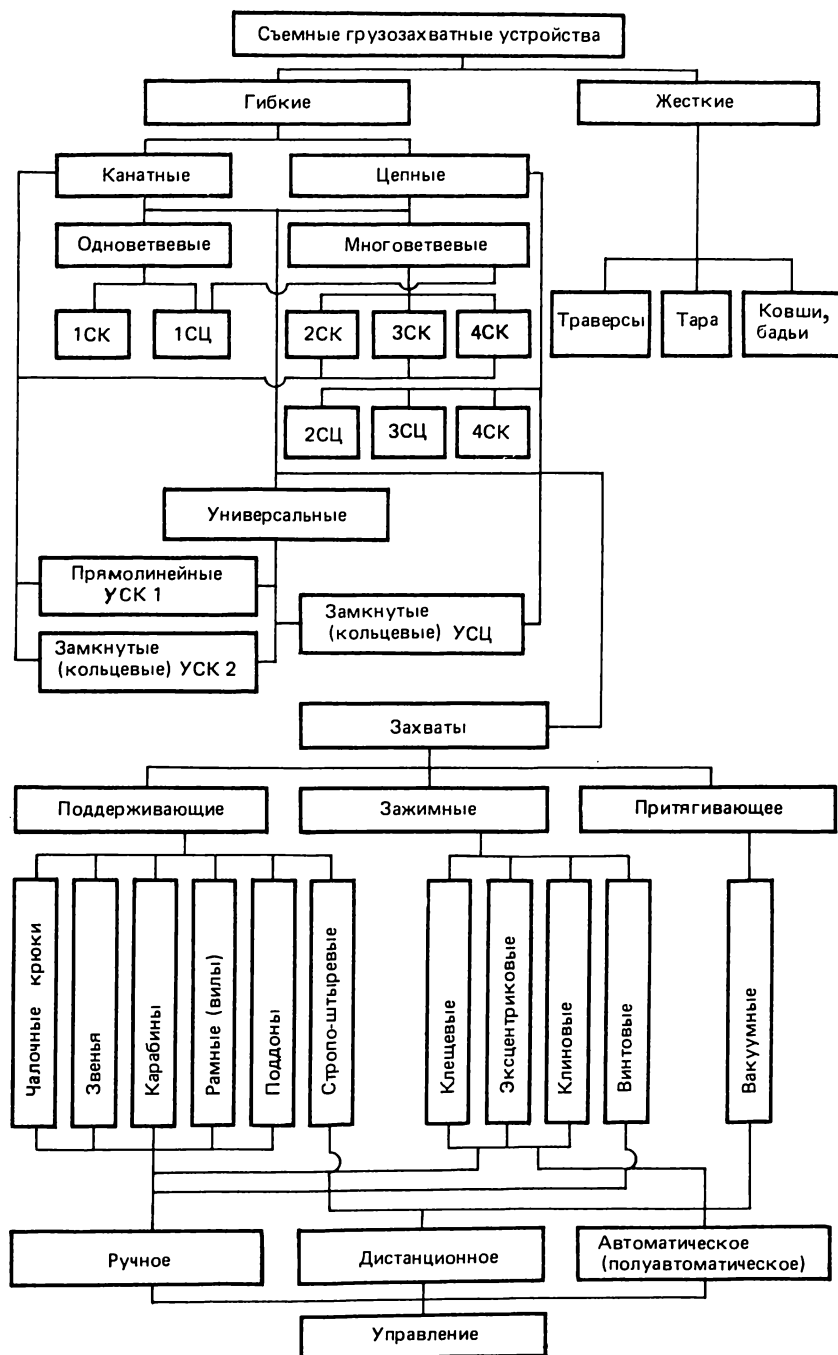


Рис. 21. Классификация съемных грузозахватных устройств

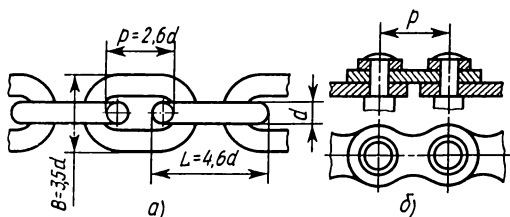


Рис. 22. Стальная круглозвенная сварная цепь:
 L — длина, B — ширина звена, d — диаметр прутка,
 p — шаг цепи

Современные съемные ГУ должны удовлетворять следующим основным требованиям: простота конструкции при высокой надежности в работе, исключающей самопроизвольную расстроповку груза и обеспечивающей безопасное ведение работ и сохранность груза; высокая технологичность изготовления и практического применения; высокая прочность при малых габаритах и массе; строгое соответствие параметрам перемещаемого груза и низкая стоимость; удобство и быстрота выполнения строповки груза.

В настоящее время повсеместно распространена ручная строповка грузов с применением тяжелого, малоквалифицированного и опасного труда стропальщиков.

При ручной строповке грузов наибольшее распространение получили гибкие инвентарные стропы и специальные захваты. Технические требования к инвентарным грузовым стропам регламентированы ГОСТ 25573—82 и ОСТ 24.090.50—79, в соответствии с которыми в качестве гибкого несущего органа следует применять: стальные многопроволочные канаты с пряжами типа ЛК по ГОСТ 7668—80, 3079—80, 7665—80 и стальные круглозвенные сварные цепи по ГОСТ 2319—81. При отсутствии указанных стальных канатов разрешено применять канаты конструкции $6 \times 19 + 1$ о. с. по ГОСТ 2688—80, типа ТК по ГОСТ 3071—74 или канаты с металлическим сердечником по ГОСТ 7669—80 и 7667—80. Однако следует помнить, что данные канаты обладают повышенной жесткостью при изгибе, что является их существенным недостатком.

Канатные стропы изготавливают обязательно из цельных кусков канатов. Допускается изготовление стропов из кусков годных канатов (не достигших нормы браковки), снятых с эксплуатации. Сращивание отдельных кусков каната при изготовлении стропов категорически запрещено.

Стальные круглозвенные цепи изготавливают из сталей марок ВСт3, ВСт2 по ГОСТ 380—71 кузнечно-горновой или контактной сваркой (рис. 22). После изготовления цепи испытывают на растяжение приложением нагрузки, равной половине разрушающей. После испытания звенья

цепи не должны иметь следов остаточной деформации (удлинение или сплющивание звена и пр.).

Преимуществом стальных круглозвенных сварных цепей в сравнении со стальными канатами является их высокая гибкость, простота конструкции и технологичность изготовления. Существенными недостатками являются большие габариты и масса (вследствие низкого предела прочности стали 340...450 МПа), возможность внезапного разрушения вследствие быстрого раскрытия образовавшейся трещины и необходимость тщательного повседневного контроля состояния (износа) звеньев цепи. Поэтому инвентарные цепные стропы получили широкое распространение в тех отраслях народного хозяйства, где применение канатных стропов не эффективно, т. е. в условиях действия высоких температур (горячие цеха), ускоренного абразивного износа или перемещения грузов с острыми кромками.

ОСТ 24.090.50—79 предусматривает выпуск одно- и многоветвевых канатных 1 (рис. 23, а—д, з, и) и цепных 5 стропов (рис. 23, е, к), снабженных навесными и грузозахватными звеньями. Навесные звенья 2 служат для навешивания стропа на крюк грузоподъемного крана, а грузозахватные звенья 3 — для крепления стропов к грузу, имеющему захватные устройства. Грузоподъемность одноветвевых канатов стропов типа 1СК 0,32...20 т (рис. 23, а, б). Соответственно выполненные из стропов 1СК многоветвевые стропы типов 2СК, 3СК, 4СК, на практике называемые «пауками», имеют общую грузоподъемность 0,4...32 т (рис. 23, в, г, д). В петли канатных стропов обязательно устанавливают стальные коуши 4 (рис. 23, а). Цепные стропы типов 1СЦ, 2СЦ (рис. 23, е, ж), 3СЦ и 4СЦ — аналогичны по конструкции и грузоподъемности.

Различают универсальные канатные стропы: *прямые* типа УСК1 (рис. 23, з) и *замкнутые* (кольцевые) типа УСК2 (рис. 23, и), не имеющие захватных устройств и применяемые, как правило, для строповки грузов, не снабженных специальными захватными устройствами (петлями, скобами, проушинами, рым-болтами, приливами на корпусе и пр.). В этих случаях строповку груза выполняют в обхват или «на удав». Указанные стропы относят к облегченным, поэтому коуши в петли канатов не ставят. Универсальные цепные стропы выпускают только замкнутыми типа УСЦ. Условное обозначение: *Строп 1СК-1,6/2000 ОСТ 24.090.48—79* означает одноветвевой канатный строп грузоподъемностью 1,6 т и длиной 2000 мм.

Навесные звенья и чалочные крюки изготавливают ковкой или штамповкой из стали 20 по ГОСТ 1050—74. Допускается изготовление чалочных крюков резкой из полосовой или листовой стали при условии обеспечения расположения во-

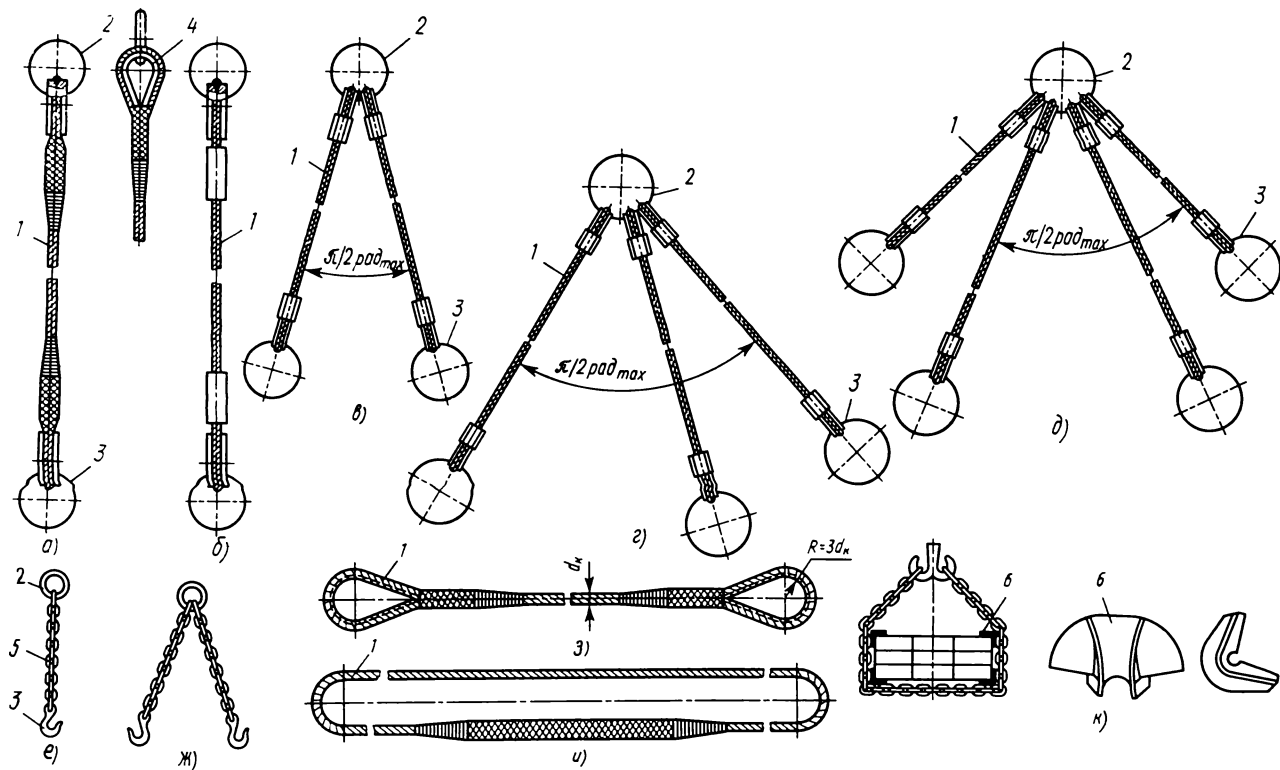


Рис. 23. Стропы:

одноручевой типа 1СК: с заплеткой (а) и обжимной втулкой (б), в — типа 2СК, г — типа 3СК, д — типа 4СК, е — типа 1СЦ, ж — типа 2СЦ, з — типа УСК1, и — типа УСК2, к — инвентарная подкладка и ее применение

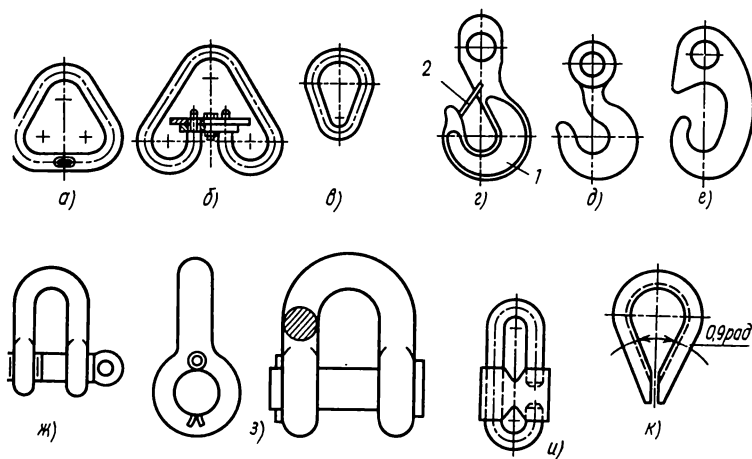


Рис. 24. Навесные грузозахватные звенья стропов: треугольное звено неразъемное (а) и разъемное (б), в — овальное неразъемное звено; чалочные крюки: г — типа К1, д — типа К2, е — типа К3; такелажная скоба: с винтом (ж) и гладким штырем со шплинтом (з), и — карабин, к — коуш; 1 — крюк, 2 — предохранительное устройство

локон вдоль вертикальной оси крюка. После изготовления все звенья (навесные и грузозахватные) подвергают термообработке (обычно нормализации) до твердости не менее НВ 130. Овоидные, овальные, треугольные и другие типы навесных звеньев подвергают термообработке после сварки.

Для строповки грузов (деталей машин), снабженных захватными устройствами, применяют специальные чалочные крюки 1 с предохранительным замком 2 типа К1, без него — типа К2 или с утопленным носком типа К3 (рис. 24). Правила по кранам не требуют обязательного оснащения чалочных крюков предохранительными замками, закрывающими зев крюка для предотвращения самопроизвольной растроповки груза, поэтому, как правило, применяют крюки типа К2. Конструкция крюка типа К3 практически исключает возможность самопроизвольной растроповки груза и, кроме того, при подъеме груза утопленный носок крюка не может зацепиться за край люка или конструкции, поэтому их применяют для подъема грузов из колодцев и прямков. В отдельных случаях применяют соединительные кольца, разъемные такелажные скобы и карабины.

С целью облегчения производства работ по строповке (расстроповке) грузов гибкие стропы оснащают специальными звеньями — захватами, принципы действия, конструкции и размеры которых различны и зависят от типов перемещаемых грузов. Применение таких захватов наиболее эффективно в условиях массового производства, где необходимо перемещать однотипные грузы.

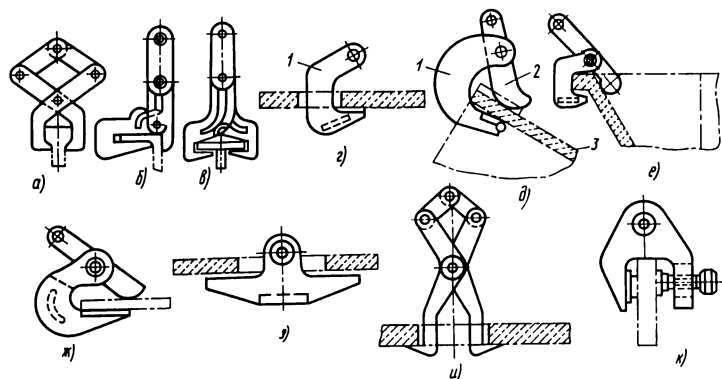


Рис. 25. Специальные захваты:

а, б, в — клещевые, г, з, и — опорные (для деталей с отверстиями), д, е, ж — эксцентриковые, к — винтовой; 1 — скоба, 2 — эксцентричный рычаг, 3 — груз

Для захвата сортового проката, а также грузов, имеющих сложную конфигурацию, приливы, отверстия и другие элементы, применяют специальные виды захватов (рис. 25). Указанные захваты достаточно простой конструкции представляют собой усовершенствованные крюки или скобы, снабженные поворотными упорами для крепления перемещаемых грузов, эксцентриками, винтами, клещами и в значительной мере универсальны. Специальные захваты проектируют и изготавливают непосредственно на каждом предприятии с учетом предъявляемых требований, поэтому они — не инвентарные.

Для перемещения грузов больших габаритов и массы или со смещенным центром тяжести, закрепляемых за несколько точек, применяют различные по конструкции траверсы (рис. 26). Мелкоштучные (отливки, заготовки, метизы, кирпич и пр.), кусковые, насыпные материалы, жидкие (бетонная смесь) и другие специальные грузы перемещают в таре — контейнеры, поддоны, ящики, бады, бочки, ковши и т. п. Как и специальные захваты, траверсы и тару изготавливают непосредственно на месте применения. На рис. 27 показаны примеры применения гибких ГУ для строповки грузов различного народнохозяйственного назначения, а на рис. 28 — жестких клещевых захватов. С целью предохранения ветвей канатных стропов от излишнего перегиба, перерезания или перетирания, а цепных — от перелома звена на острых гранях перемещаемого груза применяют инвентарные стальные или деревянные подкладки б (см. рис. 23, к).

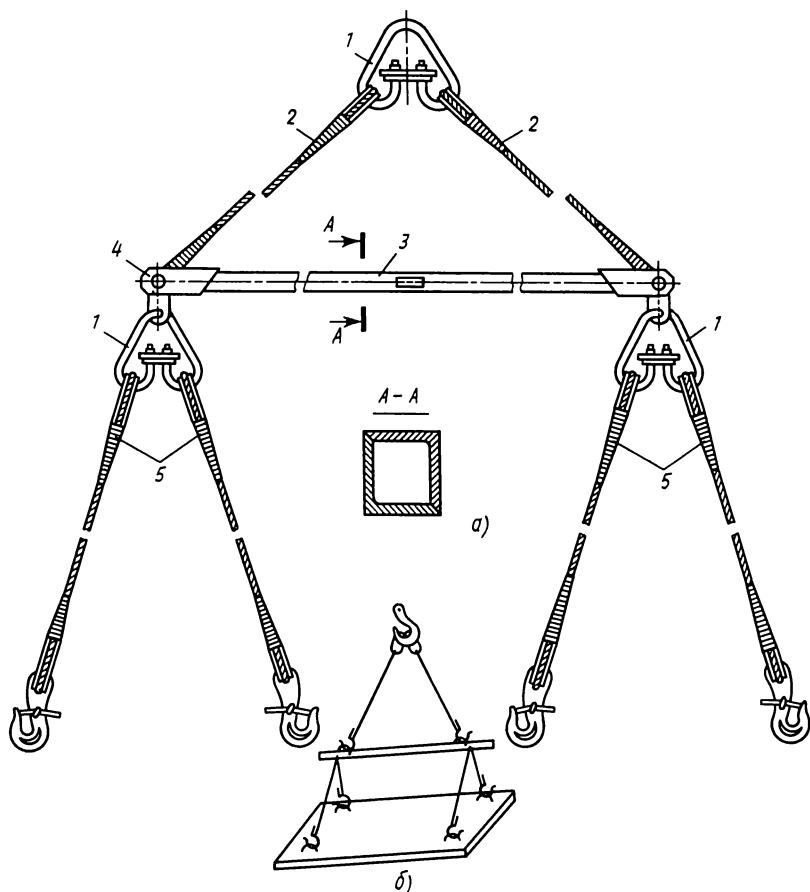


Рис. 26. Балочная траверса (а) и схема строповки груза (б):
 1 — разъемная подвеска, 2 — ветвь каната, 3 — балка, 4 — шарнир, 5 — строп
 типа 2СК

§ 17. РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ И СТРОПОВ

Основным документом на стальной канат является сертификат, выдаваемый потребителю заводом-изготовителем. В сертификате указаны все параметры каната и приведены результаты испытаний его образцов, по которым рассчитывают и выбирают стальной канат для механизмов крана или стропов, поэтому сертификат следует хранить вместе с паспортом грузоподъемного крана.

Расчет канатов крановых механизмов, канатов и цепей для изготовления стропов ведут по методу допускаемых нагрузок по формуле $P/F \geq k$, где P — разрывное усилие каната в

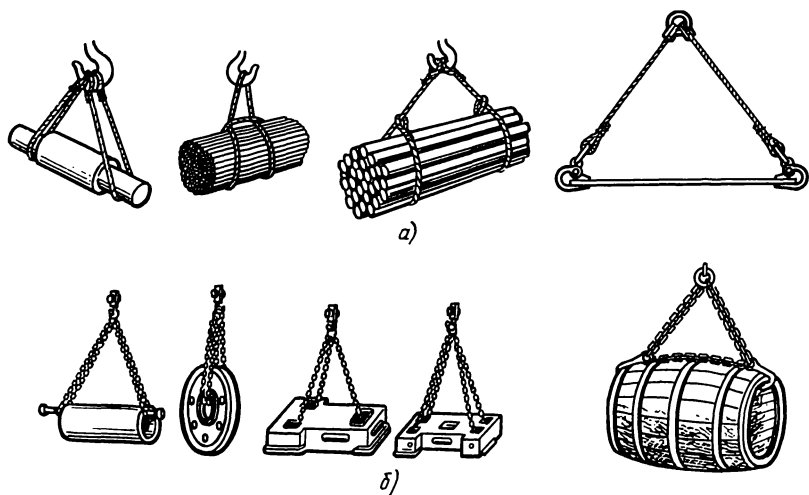


Рис. 27. Применение гибких ГУ: канатных (а) и цепных (б) для строповки различных грузов

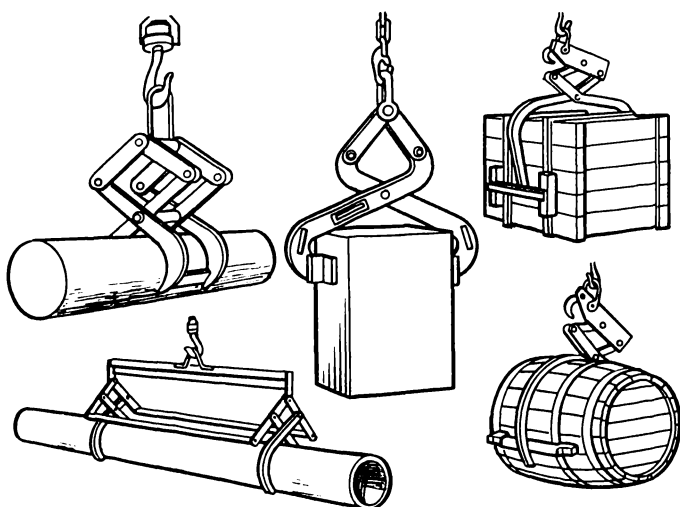


Рис. 28. Применение жестких клещевых захватов для строповки различных грузов

целом (агрегатная прочность), принимаемое при проектировании механизма крана по данным ГОСТа, а при замене каната — по его сертификату, K_n ; F — наибольшая рабочая нагрузка в ветви каната с учетом КПД полиспаста (без учета динамических нагрузок), кН; k — коэффициент запаса прочности (табл. 5), значение которого принимают в соответствии с требованиями Правил по кранам в зависимости от назначения каната и группы режима работы механизма (см. табл. 6).

Правила по кранам требуют при расчете стальных канатов кантовых механизмов обязательно регламентировать наименьший допускаемый диаметр огибаемого канатом блока (барабана лебедки) $D \geq d_k e$, где D — диаметр блока (барабана), измеряемый по средней линии оси навитого каната, мм (см. рис. 49); d_k — диаметр каната, мм; e — коэффициент зависящий от типа механизма крана и группы режима его работы (см. табл. 5).

Канаты механизма подъема груза крана-штабелера, поднимающего грузоподъемник совместно с кабиной управления, должны быть грузолюдского ГЛ назначения. Диаметр применяемого каната не должен быть менее 7 мм.

5. Наименьшие допускаемые значения коэффициентов k и e

Назначение каната или цепи	Привод механизма крана	Группа режима работы механизма	k	
Канат механизма подъема груза любого крана, кроме крана-штабелера	Ручной Машинный	1М	4	18
		1М...3М	5	20
		4М	5,5	25
		5М	6	30
		6М	6	35
Канат механизма подъема груза крана-штабелера: кабина оборудована ловителем кабина не оборудована ловителем		Любая	6	6
		»	9	9
Электрическая таль		—	—	20*
Грейферный:	»	—	5	30
		—	5	18
Тяговый	—	—	4	—
Подвеска электрокабеля	—	—	3	—
Для стропов из:	—	—	6	3,5
		—	8	—
		—	5	—

* Для вновь проектируемых электроталей $e \geq 22$, диаметр уравнильных блоков может быть на 20% меньше.

Следует помнить, что увеличение значения коэффициента e ведет к существенному увеличению срока службы стальных канатов, поэтому при возможности необходимо принимать большие значения.

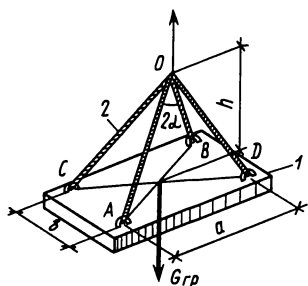


Рис. 29. Строповка груза четырехветвевым стропом

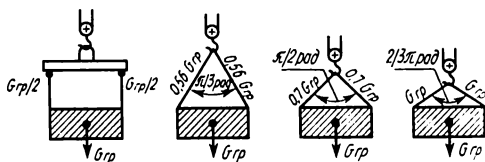


Рис. 30. Распределение усилий между ветвями стропы в зависимости от угла между ними

Другими словами на практике расчет сводится к подбору каната, агрегатная прочность которого удовлетворяет неравенству $P \geq Fk$. При этом следует отдавать предпочтение стальным канатам из проволоки с маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву 1764 МПа и более.

Расчет одноветвевых стропов также ведут по приведенной выше формуле. В случае применения многоветвевых стропов, ветви которых работают в наклонном к вертикальной оси положении (рис. 29), наибольшую рабочую нагрузку в одной ветви определяют по формуле $F = \frac{G_{гр}}{\cos \alpha n} = m \frac{G_{гр}}{n}$ где $G_{гр}$ — вес поднимаемого груза, кН; n — число ветвей стропы; α — угол наклона ветви стропы к вертикальной оси, рад; m — коэффициент, зависящий от угла α .

При углах наклона ветвей стропы к вертикальной оси $\alpha = 0, \pi/6, \pi/4$ и $\pi/3$ рад, соответствующих углам между ветвями стропы $0, \pi/3, \pi/2$ и $2\pi/3$ рад, значения коэффициента m соответственно равны 1; 1,15; 1,42 и 2 и по мере увеличения угла α возрастают (рис. 30). Поэтому на практике угол α ограничивают значением $\pi/2$ рад, а при расчетном значении угла α больше этого угла применяют траверсу с вертикальными стропами.

Пример. Рассчитать и выбрать канатные стропы для подъема стальной плиты 1 массой $m = 7,6$ т. Необходимые для расчета размеры (см. рис. 29): $a = 2,8$ м, $b = 4,2$ м, $h = 2,7$ м. Строповка плиты в четыре ветви 2.

Решение. 1. Расстояние между точками АВ (по диагонали плиты)

$$AB = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2,8^2 + 4,2^2} = \sqrt{7,82 + 17,6} = \sqrt{25,42} = 5,04 \text{ м.}$$

$$2. \text{ Длина одной ветви стропы } AO = \left(\frac{AB}{2} \right)^2 + h^2 = \sqrt{2,52^2 + 2,7^2} = \sqrt{6,4 + 7,3} = \sqrt{13,7} = 3,7 \text{ м.}$$

3. Угол наклона ветви стропы к вертикали

$$\operatorname{tg} \alpha/2 = \frac{AB}{2h} = \frac{5,04}{2 \cdot 2,7} = 0,93; \alpha/2 = 0,75 \text{ рад} \approx \pi/4 \text{ рад.}$$

4. Вес поднимаемой плиты по закону Ньютона $G_{\text{гр}} = m'g = 7,6 \cdot 9,8 = 74,5$ кН.

5. Рабочая нагрузка в одной ветви стропы

$$F = \frac{m G_{\text{гр}}}{n} = \frac{1,42 \cdot 74,5}{4} = 26,4 \text{ кН.}$$

6. С учетом коэффициента запаса прочности разрывное усилие каната $P \geq Fk = 26,4 \cdot 6 = 158,5$ кН.

Выбираем канат 18-Г-1-0-Р-1764(180) ГОСТ 7668—80 или готовый строп 4СК-8/3780 ОСТ 24.090.48—79, выполненный из того же каната.

§ 18. ПОДЪЕМНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ И ГРЕЙФЕРЫ

Для подъема и перемещения сортового проката черных металлов, чугунных чушек, стального скрапа, стружки и металлолома в промышленности эффективное применение получили подъемные электромагниты. Отечественная промышленность выпускает два вида подъемных магнитов: *круглые* типов М22ВТ2, М42ВТ2 и М62ВТ2, а также *прямоугольные* типов ПМ15ВТ2 и ПМ25ВТ2 в нормальном и тропическом исполнении.

Круглые электромагниты предназначены для перемещения плит, болванок, чушек, рулонов, скрапа, стружки. При помощи прямоугольных магнитов транспортируют длинномерные грузы: сортовой прокат, балки, трубы и пр. В зависимости от размеров груза и его массы применяют несколько электромагнитов, одновременно работающих на общей траверсе.

Круглый подъемный электромагнит состоит из двух полюсов: наружного 1 и внутреннего 9, а также катушки 2 электромагнита с секциями 10, размещенной в герметичной оболочке в стальном корпусе 3 (рис. 31). Корпус отлит из малоуглеродистой стали марки 25Л-1, обладающей высокой магнитной проницаемостью. Сверху корпус закрыт металлической шайбой 4 с пробкой 5, а снизу — листом 11 из латуни, обладающей незначительной магнитной проницаемостью. Ток к электромагниту подводят по гибкому кабелю, который подключают к зажимам 7 в коробке 6. На трех цепях 8 электромагнит подвешивают к рым-кольцу, которое навешивают на крюк крана.

Катушка электромагнита работает от постоянного тока напряжением 220 В, для получения которого на грузоподъемном кране устанавливают специальный преобразователь переменного тока в постоянный. Для поддержания питающего электрокабеля постоянно в натяжении на грузовой тележке крана устанавливают кабельный барабан (пружинный или с приводом от механизма подъема груза). Аналогичным образом выполнен прямоугольный электромагнит.

Грузоподъемность электромагнита зависит от характера перемещаемого груза. Если грузоподъемность магнита при

работе со стальными болванками принять за 100%, то при перегрузке стального скрапа она составит 3...10%, а при работе со стружкой — всего 1,5...2%. Нагревание электромагнита до температуры $+200^{\circ}\text{C}$ ведет к резкому уменьшению его грузоподъемности, а при температуре $+720^{\circ}\text{C}$ грузоподъемность становится равной нулю.

К недостаткам подъемных электромагнитов следует отнести непостоянную по величине грузоподъемность, недостаточную надежность соединения с перемещаемым грузом, значительное нагревание магнита при работе, необходимость оснащения крана кабельным барабаном и возникновение при работе вредных сильных магнитных полей.

В настоящее время проходят испытания разработанные ВНИИПТМашем грузоподъемные постоянные магниты, лишенные ряда отмеченных выше недостатков. Для отрыва груза кратковременно включают вспомогательный электромагнит, нейтрализующий магнитное поле постоянного магнита.

Для работы с насыпными и кусковыми материалами, а также для перегрузки длинномерных лесоматериалов применяют *грейферы* (от одноименного немецкого слова — хватать) — специальные грузозахватные устройства с поворотными челюстями. Челюсти являются захватными элементами грейфера; они шарнирно закреплены на раме и захватывают перемещаемый груз. По конструкции различают грейферы: *двухчелюстные*, перерабатывающие насыпные грузы, *многочелюстные*, перерабатывающие крупнокусковые грузы и *трех-четырёхлапные* — для длинномерных грузов. По типу привода механизма замыкания челюстей грейферы разделяют на две группы: *канатные*, у которых челюсти замыкают посредством одного или нескольких канатов, и *приводные*,

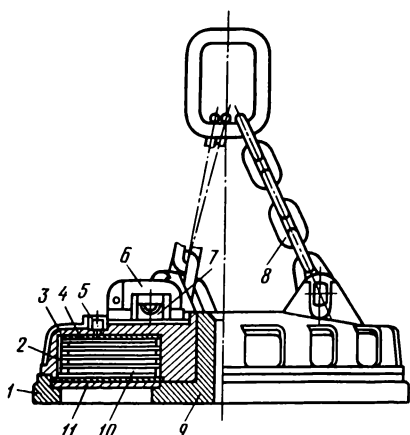


Рис. 31. Подъемный электромагнит М22ВТ2

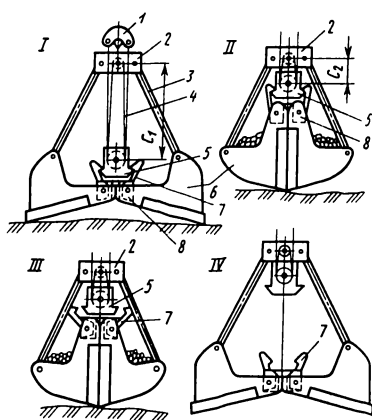


Рис. 32. Одноканатный грейфер промежуточной траверсой

снабженные для замыкания челюстей специальным механизмом.

Грузоподъемные краны обычно оснащают *одноканатными* съемными грейферами, навешиваемыми на кран. В этих грейферах весь цикл работы — загрузку, подъем груженого грейфера, раскрытие челюстей (выгрузку) и опускание грейфера на материал для повторения цикла выполняет один *подъемно-замыкающий* канат, связанный с механизмом подъема груза крана. В этом состоит главное преимущество одноканатного грейфера — работа от однобарабанной лебедки подъема груза крана. Остальные конструкции грейферов требуют применения двухбарабанной лебедки (двух механизмов) либо установки самостоятельного привода на грейфере и подачи к нему электроэнергии по кабелю.

Существует несколько конструкций одноканатного грейфера: с падающим рычагом, с промежуточной траверсой, с компенсирующими барабанами, раскрываемые с помощью колокола, и т. д. Рассмотрим принцип действия полиспастного одноканатного грейфера с промежуточной траверсой, навешенного с помощью скобы 1 на крюк грузоподъемного крана (рис. 32). В момент зачерпывания грейфера (позиция I) его головка 2 и рама 8 связаны между собой (расстояние между ними C_1) промежуточной траверсой 5, которая при помощи замкового устройства 7 соединена с рамой 8. При подъеме грейфера (вытягивании вверх каната 4) рама 8 и головка 2 сближаются и так как челюсти грейфера 6 закреплены шарнирно на раме 8, а задние их части шарнирно через тяги 3 связаны с головкой 2, происходит поворот челюстей, внедрение их в материал и его зачерпывание. После чего грейфер закрывается (позиция II); расстояние между головкой и рамой грейфера уменьшилось до C_2 . Далее груженный грейфер поднимают и перемещают к месту выгрузки. Для выгрузки материала (раскрытия челюстей грейфера) необходимо отсоединить раму 8 от головки 2, что достигается автоматически при опускании грейфера и касании его опорной поверхности. При этом вес грейфера воспринимает опорная поверхность и усилие на промежуточной траверсе 5 уменьшается до нуля. После чего замковое устройство 7 освобождает траверсу 5 (позиция III). Последующий подъем грейфера вызовет подъем траверсы 5, упирание ее в головку 2 и раскрытие грейфера под действием веса грейфера и материала, в результате чего произойдет выгрузка материала (позиция IV). Затем грейфер возвращают в исходное положение и цикл работы повторяют.

§ 19. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ И СЪЕМНЫХ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ

Правильная эксплуатация стальных канатов и съемных грузозахватных устройств обеспечивает их высокий срок службы, а следовательно, надежную и ритмичную работу грузоподъемного крана.

Вопросы эксплуатации стальных канатов включают транспортирование, разгрузку и хранение канатов, подготовку их к работе: разматывание, резку, запасовку в полиспасты, выполнение концевых креплений; собственно эксплуатацию: чистку, смазывание, освидетельствование, выбраковку и др., от качественного и своевременного выполнения которых зависят наработка каната до норм технического ресурса и экономическая эффективность его применения.

Хранить стальные канаты следует в закрытых проветриваемых (при возможности отапливаемых) сухих помещениях обязательно с асфальтобетонным полом или деревянным настилом. Во избежание активной коррозии проволок хранить канаты непосредственно на земле **категорически запрещено**. Барабаны (катушки) с канатами следует устанавливать только на диски в один ряд; хранение барабана лежа на дисках (плашмя) **запрещено**. Под барабаны необходимо подкладывать упорные клинья. Канаты в бухтах хранят в подвешенном состоянии на штырях или перекладинах. Аналогичным образом в подвешенном состоянии хранят съемные грузозахватные устройства.

Разматывать стальные канаты следует посредством вращения барабана относительно горизонтальной оси (рис. 33, а) или бухты, надетой на вьюшку, относительно вертикальной оси (рис. 33, б). В порядке исключения допускается разматывать канат перекатыванием бухты вручную в сторону, противоположную от конца разматываемого каната (рис. 33, в). Разматывать канат сбрасыванием витков через борт бара-

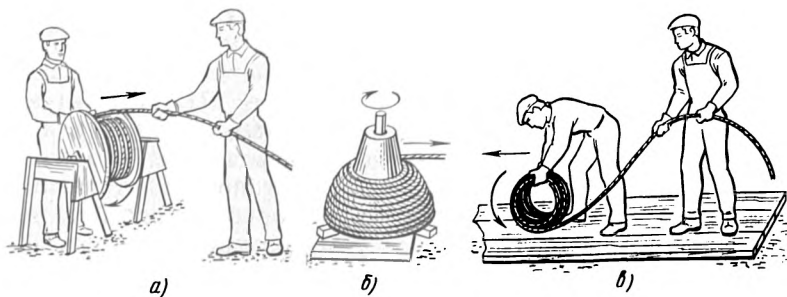


Рис. 33. Технология разматывания стального каната: стрелками показаны направления барабана (букты) и движения каната

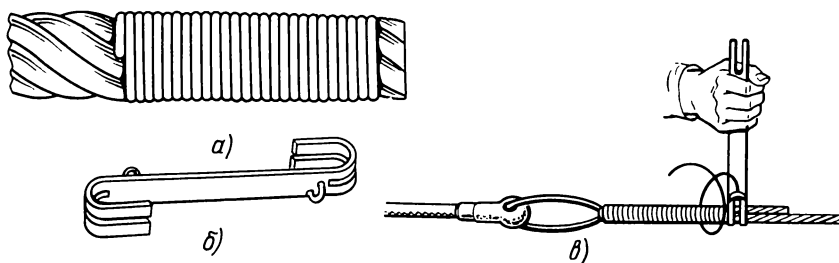


Рис. 34. Наложение бензельной обвязки на канат:

а — общий вид обвязки, *б* — ручное приспособление, *в* — работа приспособления

бана, лежащего на диске, и вытягиванием из лежащей бухты **категорически запрещено**, так как это вызывает кручение каната вокруг собственной оси и возникновение в нем неустраняемых структурных дефектов.

Во избежание налипания на канат грязи и последующего ускоренного его износа разматывать канат на земле или на полу не рекомендуется (необходимо применять деревянные подкладные щиты). Во избежание травмирования рук рабочих все работы с канатами необходимо выполнять в рукавицах, а при необходимости пользоваться защитными очками.

Резку канатов выполняют дисковой пилой, шлифовальным кругом, газовой горелкой или оплавлением током сварочного аппарата. В порядке исключения при отсутствии специальных средств разрешено рубить канат диаметром до 16 мм зубилом на наковальне. Для предохранения концов канатов от раскручивания и возникновения в них структурных дефектов перед резкой стальных канатов всех типов любым способом по обе стороны от места реза необходимо наложить бензельные обвязки, т. е. намотать мягкую отоженную проволоку или специальный бензельный канат (рис. 34, *а*). При наложении бензельных обвязок следует применять простые ручные приспособления (рис. 34, *б*), обеспечивающие ровную и плотную укладку обвязки (рис. 34, *в*). Направление витков бензельной обвязки должно быть противоположно направлению свивки прядей в канате.

В соответствии с требованиями Правил по кранам все вновь изготовленные или подвергнутые ремонту инвентарные грузозахватные устройства (стропы, захваты, траверсы и др.) должны быть обязательно испытаны и промаркированы. Испытание проводят приложением растягивающей нагрузки, в 1,25 раза превышающей номинальную грузоподъемность. Время испытания нормативными документами не регламентировано, однако на практике принято 3 мин при массовом и 10 мин при единичном изготовлении грузозахватных устройств. При испытании стропов общего назначения их ветви должны быть расположены под углом $\pi/2$ рад

друг к другу. Изготовленную тару в обязательном порядке необходимо осмотреть, рабочей нагрузкой тару не испытывают.

После испытания все съемные грузозахватные устройства должны быть промаркированы, для чего непосредственно на корпус устройства или на прочно прикрепленную к нему бирку наносят наименование или товарный знак предприятия-изготовителя, грузоподъемность устройства, дату проведения испытания, порядковый номер устройства по системе нумерации предприятия-изготовителя.

Маркировку наносят ударным способом на установленном месте устройства. При этом грузоподъемность стропов общего назначения указывают при угле $\pi/2$ рад между ветвями. Грузоподъемность специальных стропов целевого назначения, предназначенных для перемещения конкретных грузов, указывают при угле между ветвями, принятом при расчете. На таре, за исключением специальной технологической (бадья для раствора и др.), должны быть указаны ее назначение, порядковый номер, масса и масса груза, для транспортировки которого тара предназначена. Вместимость тары должна исключать возможность перегрузки грузоподъемного крана. Сведения о находящихся в эксплуатации инвентарных грузозахватных устройствах заносят в журнал учета. В журнале указывают наименование устройства, его грузоподъемность, техническую документацию на изготовление (номера стандартов, технических условий, карт, чертежей и пр.), номера сертификатов на примененные материалы, результаты и методы проверки качества сварки, испытания грузозахватного устройства или осмотра тары и дату их проведения.

Нахождение людей в зоне грузоподъемного электромагнита или грейфера **запрещено**, так как перемещаемый груз может упасть в случае внезапного прекращения подачи электроэнергии или самопроизвольного раскрытия челюстей грейфера.

§ 20. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ВЫБРАКОВКА СЪЕМНЫХ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ

В соответствии с требованиями Правил по кранам владелец съемных ГУ обязан периодически освидетельствовать их в установленные сроки; не реже одного раза в шесть месяцев — траверсы; одного раза в месяц — специальные захваты (клещевые, эксцентриковые и пр.); одного раза в десять дней — тару и систематически применяемые инвентарные стропы.

Редко применяемые съемные ГУ необходимо осматривать непосредственно перед работой. При этом следует осмотреть

металлоконструкции устройств с целью обнаружения погнутостей, искривлений осей, местных деформаций, трещин, следов коррозии и других видимых дефектов. Особое внимание необходимо обращать на состояние сварных и резьбовых соединений. Нарушения целостности сварных швов и возникновение трещин в местах приварки проушин, петель, скоб и установки рым-болтов не допускаются. Затем необходимо проконтролировать состояние гибких несущих элементов ГУ (канатов, цепей) и чалочных крюков, а также специальных захватов: клещевых, эксцентриковых, опорных и др. Стальные канаты съемных грузозахватных устройств освидетельствуют и выбраковывают аналогично канатам механизмов крана (см. § 15). При этом следует помнить, что для канатов съемных ГУ характерны не усталостные обрывы проволок, а поверхностный износ, коррозия и другие дефекты, например вмятины, заломы каната, выпучивание прядей.

Допускаемый износ звеньев навесных и цепей стропов не должен превышать 10% номинального диаметра прутка (калибра звена), из которого изготовлено звено. При этом необходимо учитывать установленный стандартом допуск на изготовление указанных звеньев и контролировать состояние сварных стыков звеньев, не допуская появления трещин, раковин, сужений и других дефектов в зоне стыка.

Концевые крепления гибких несущих элементов должны соответствовать требованиям технической документации. Коуши не должны быть деформированы, погнуты и разрушены. Стальные и алюминиевые обжимные втулки не должны иметь трещин, видимых невооруженным глазом, и вмятин глубиной более 35% от толщины стенки втулки.

Винтовые канатные зажимы должны быть установлены и затянуты в соответствии с требованиями ОСТ 24.090.51—80. Чалочные крюки и другие захватные детали не должны иметь износ по высоте основного несущего (вертикального) сечения более 10% от первоначального размера. При этом нельзя допускать отгибание рога чалочного крюка, проверяемое замером величины зева крюка от конца рога до передней стенки крюка, которое должно соответствовать паспортным данным. Все замеры необходимо проводить при помощи штангенциркуля.

Детали специальных захватов не должны иметь видимых дефектов и следов механических повреждений. Шарнирные соединения должны поворачиваться без заеданий, а рабочие поверхности не должны иметь следов износа. Помимо визуального осмотра и замера требуемых параметров ГУ необходимо провести контрольное опробование их в работе. Подъемные электромагниты следует подвергнуть визуальному осмотру, обращая особое внимание на крепление катушек, состояние полюсов и нижнего защитного листа из латуни.

Отдельно следует проверить состояние деталей подвески электромагнита к грузоподъемному крану и электрокабеля, надежность подключения его к контактной коробке, работы кабельного барабана и всей коммутирующей электроаппаратуры. Пробным включением электромагнита проверить его работоспособность. Искрение в контактах свидетельствует о ненадежном подключении, а повышенный нагрев катушки магнита указывает на внутреннее межвитковое замыкание в обмотках секций.

При освидетельствовании грейферов необходимо помимо визуального осмотра проверить правильность, плавность и надежность замыкания (размыкания) челюстей, обращая внимание на работу механизма подъема груза, приборов и устройств безопасности.

Выполняя техническое освидетельствование съемных ГУ, необходимо контролировать четкость и своевременность срабатывания соответствующих фиксирующих устройств (стопоров, защелок, фиксаторов и пр.). Все подвижные соединения необходимо очистить от грязи и смазать рекомендуемой смазкой (см. § 88).

Результаты освидетельствования съемных ГУ необходимо фиксировать в журнале их учета и осмотров. Выявленные в процессе осмотра поврежденные ГУ должны быть изъяты из употребления до проведения необходимого ремонта, объема и сроки которого устанавливает лицо, ответственное за исправное состояние грузоподъемных кранов.

Контрольные вопросы

1. Какие конструкции канатов применяют на кранах? Чем отличаются канаты типа ТК и ЛК?
2. Назовите конструкции концевых креплений стальных канатов. Каковы их преимущества и недостатки?
3. Что такое шаг свивки прядей каната и какова его роль в браковке канатов?
4. Какие съемные гибкие грузозахватные устройства используются и из чего они изготовлены?
5. Назовите специальные грузозахватные устройства. Каковы их конструкции, преимущества и недостатки?
6. Как рассчитывают канаты и цепи грузоподъемных кранов и стропов? Приведите пример.
7. Как освидетельствуют и выбраковывают канаты и съемные ГУ?

ПРИВОДЫ МЕХАНИЗМОВ КРАНОВ

§ 21. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ КРАНОВ

При работе мостовые, козловые и консольные краны выполняют следующие рабочие движения: подъем (опускание) крюковой подвески, передвижение самого крана или грузовой тележки. Краны-штабелеры, кроме того, могут поворачивать колонну и снабжены захватными органами, у которых вилы (штыри) имеют возможность перемещаться друг относительно друга, наклоняться, прижимать груз и т. п. Для выполнения указанных рабочих движений предназначены исполнительные механизмы крана. Механизм (от греческого слова «механос» — орудие, машина) — совокупность подвижно соединенных деталей (звеньев), совершающих под действием приложенной силы определенные целесообразные движения. Все грузоподъемные краны имеют механизмы: подъема груза, передвижения крана и грузовой тележки, т. е. три основных механизма. Краны-штабелеры дополнительно оснащают механизмами поворота колонны и управления захватными органами. Очевидно, что все рабочие движения кранов — возвратно-поступательные, а все крановые механизмы — *реверсивные* (от английского слова «реверс» — поворачиваю назад, возвращаюсь), т. е. предназначенные для изменения направления движения.

Следует отметить, что, несмотря на различное предназначение, механизмы кранов имеют примерно одинаковый состав и аналогичные *кинематические* (от греческого слова «кинема» — движение) *схемы*, показывающие взаимодействие их деталей. Обычно механизм состоит из следующих сборочных единиц: привода-двигателя, передачи, соединительных муфт, тормоза, рабочего органа и системы управления. Механизмы разнятся между собой общей компоновкой, типом привода, передачи (передач может быть несколько) и, главное, рабочим органом. Рабочим органом механизма подъема груза служит барабан лебедки, механизмов передвижения — ходовое колесо или тягловый канат, механизма поворота — ведущая шестерня и т. п.

В соответствии с требованиями СТ СЭВ 2519—80 детали механизмов изображают на кинематических схемах с помощью условных обозначений, которые необходимо знать для чтения кинематических схем. Кинематическая схема объясняет работу механизма, способ передачи крутящего момента от привода к рабочему органу, позволяет определить передаточное отношение передачи, угловые и линейные скорости вращения (перемещения) деталей механизма, рассчитать

величины крутящих моментов на его валах, КПД механизма, передаваемую и требуемую мощность и подобрать необходимый привод.

В техническую характеристику механизма входят следующие параметры: мощность и частота вращения вала привода, его габариты и масса; тип передачи, передаточное отношение, число ступеней, габаритные и присоединительные (сборочные) размеры передачи и ее масса; передаваемый муфтой крутящий момент; тип тормоза, диаметр тормозного шкива и развиваемый им тормозной момент и др. Для механизмов подъема груза дополнительно указывают диаметр барабана лебедки, тяговое усилие каната, канатоемкость барабана в зависимости от диаметра каната; а для механизмов передвижения — диаметр ходового колеса, количество колес, в том числе ведущих, допускаемую вертикальную рабочую нагрузку на колесо и пр.

§ 22. РЕЖИМЫ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ КРАНОВ

Изучаемые грузоподъемные краны отнесены к машинам *циклического* (периодического) действия, работу которых характеризует цикл (от одноименного греческого слова — круг) — последовательность периодически повторяющихся операций, в результате выполнения которых машина вновь возвращается в исходное состояние.

Механизмы крана работают (включены) не все время рабочего цикла крана. Механизм подъема груза работает только во время опускания порожней крюковой подвески и подъема ее с грузом, а механизмы передвижения крана и грузовой тележки работают только во время выполнения соответствующих движений. Во время выполнения остальных технологических операций: строповки груза, установки его на опору и расстроповки механизмы крана не работают, т. е. время работы механизмов крана — меньше времени его цикла и в работе механизмов имеются перерывы (паузы). Необходимость подготовки крановщика к выполнению следующей технологической операции увеличивает время этих перерывов.

Другими словами, каждый цикл работы крана характеризуется чередованием периодов работы механизмов и технологических пауз, а сам грузоподъемный кран работает в *повторно-кратковременном* режиме, т. е. его механизмы работают периодически (повторно) малые промежутки времени (кратковременно). Кроме того, каждый процесс работы механизма крана состоит из *периода пуска* (разгон поступательно движущихся масс груза и вращающихся деталей механизма), *периода установившегося движения* груза и деталей с постоянной скоростью и *периода торможения* (замедление указан-

ных масс груза и вращающихся деталей). Очевидно, что в отличие от периода установившегося движения механизма периоды пуска и торможения составляют период неустановившегося движения. Скорости рабочего движения изменяются от нуля до заданного значения и наоборот. Кроме того, в период торможения механизма его привод выключен (механизм работает благодаря действию сил инерции), что еще больше увеличивает время перерыва в его работе.

Полное время цикла работы механизма грузоподъемного крана $T_{\text{ц}} = \sum t_{\text{п}} + \sum t_{\text{у}} + \sum t_{\text{т}} + \sum t_{\text{о}}$, где $\sum t_{\text{п}}$ — время пуска механизма, с; $\sum t_{\text{у}}$ — время установившегося движения, с; $\sum t_{\text{т}}$ — время торможения, с и $\sum t_{\text{о}}$ — время пауз, с. Очевидно, что время работы механизма с включенным приводом — меньше и равно $T_{\text{в}} = \sum t_{\text{п}} + \sum t_{\text{у}}$. Отношение времени $T_{\text{в}}$ к полному времени цикла $T_{\text{ц}}$ механизма характеризует интенсивность его использования. Отношение $PB = \frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{ц}}} \cdot 100\%$ называют *относительной продолжительностью включения* механизма. Интенсивность работы механизмов крана оценивают следующими коэффициентами:

коэффициент использования в течение часа $K_{\text{ч}} = t_{\text{раб}}/60$,
где $t_{\text{раб}}$ — время работы механизма в течение часа;

коэффициент использования в течение суток

$$K_{\text{с}} = \frac{\text{число часов работы в сутки}}{24};$$

коэффициент использования в течение года

$$K_{\text{г}} = \frac{\text{число дней работы в году}}{365};$$

коэффициент использования крана по грузоподъемности $K_{\text{гр}} = Q_{\text{ср}}/Q_{\text{н}}$, где $Q_{\text{ср}}$ — среднее значение массы груза из числа перемещаемых за смену, т, $Q_{\text{н}}$ — номинальная (паспортная) грузоподъемность крана, т.

При большой грузоподъемности крана, когда грузозахватное устройство имеет большую массу $Q_{\text{м}}$, ее учитывают при определении коэффициента

$$K_{\text{гр}} = \frac{Q_{\text{ср}} + Q_{\text{м}}}{Q_{\text{н}} + Q_{\text{м}}}$$

Правила по кранам на основании данных коэффициентов устанавливали следующие режимы работы грузоподъемных кранов и их механизмов: с ручным приводом и с машинным — легкий Л, средний С, тяжелый Т и весьма тяжелый ВТ. Данная классификация весьма условна и не позволяет учесть реальные условия работы крана (механизма); получить фактические данные для проектирования и расчета крана; обеспечить требуемый уровень надежности, долговечности и без-

опасности; осуществлять унификацию деталей и сборочных единиц и т. д. Поэтому в настоящее время указанную классификацию режимов работы применяют для расчетов и выбора кранового электрооборудования.

В 1980 г. утвержден новый Международный стандарт ИСО (Международная организация по стандартизации) 4301—1980 на классификацию грузоподъемных кранов и их механизмов, в разработке которого участвовали специалисты из нашей страны. С учетом основных положений стандарта разработаны и действуют с 1 января 1985 г. ГОСТ 25546—82, устанавливающий режимы работы кранов, и ГОСТ 25325—83 — режимы работы крановых механизмов. Необходимо отметить, что новые ГОСТы по-разному классифицируют режимы работы грузоподъемных кранов и их механизмов. В основу классификации положены классы использования и нагружения, различные комбинации (сочетания) которых соответствуют определенной группе режима работы ГРР.

Классы использования механизмов характеризуют интенсивность их работы в часах, т. е. суммарное фактическое время разгона, установившегося движения и торможения за период заданного срока службы. Установлено семь классов использования А0...А6 (от 800 до 50 000 ч).

Классы использования кранов характеризуют общее число циклов работы крана за срок его службы. Срок службы устанавливают по ГОСТу или ТУ на конкретный кран. Установлено десять классов использования С0...С9 (от $1,6 \cdot 10^4$ до $4 \cdot 10^6$ циклов).

Классы нагружения механизмов характеризуют спектр действующих на механизм нагрузок, а *кранов* — спектр перемещаемых грузов. В обоих случаях классы оценивают коэффициентом нагружения. Для механизмов принято четыре класса нагружения В1...В4, оцениваемые коэффициентом нагружения (от 0,125 до 1), а для кранов — пять классов Q0...Q4, соответствующих коэффициентам нагружения (от 0,063 до 1). В зависимости от комбинации классов использования и нагружения установлено шесть групп режима рабо-

6. Примерное соответствие режимов работы

Группа режима работы механизмов по ГОСТ 25835—83	1М	1М...3М	4М	5М	6М
Группа режима работы кранов по ГОСТ 25546—82	1К	1К...3К	4К, 5К	6К, 7К	8К
Режим работы согласно Правилам по кранам	—	Л	С	Т	ВТ
Привод	Ручной	Машинный			

ты механизмов кранов 1М...6М и восемь групп режима работы кранов 1К...8К. Примерное соответствие режимов приведено в табл. 6.

В зависимости от конструкции, типа привода, технологического назначения и условий эксплуатации грузоподъемные краны относят к различным группам режима работы (табл. 7).

7. Группы режима работы кранов

Группа режима работы	Грузоподъемные краны	Тип привода, назначение и условия эксплуатации
1К 2К	Все типы Мостовые	С ручным приводом, редко используемые С приводными электроталями и канатной тягой грузовой тележки, вспомогательного назначения и для производства ремонтных работ
3К		С машинным приводом для производства перегрузочных работ средней интенсивности
4К	Консольные передвижные	С машинным приводом для всех видов работ
5К	Мостовые и козловые	С машинным приводом для участия в технологическом процессе машиностроительных цехов и складов
	Краны-штабелеры	С управлением с пола на складах тарных грузов
6К	Мостовые и козловые	С машинным приводом, грейферные и магнитные для производства перегрузочных работ высокой интенсивности
	Краны-штабелеры	С управлением из кабины и автоматического действия на складах тарных грузов

К группам режима работы 7К и 8К отнесены специальные грузоподъемные краны металлургических производств. Группа режима работы грузоподъемных кранов, перемещающих нагретые свыше $+300^{\circ}\text{C}$ грузы, расплавленный металл и шлак, ядовитые и взрывоопасные вещества и другие опасные грузы, должна быть не менее 6К. Следует помнить, что с учетом группы режима работы механизма (крана) не только рассчитывают действующие нагрузки, двигатели, тормоза, сроки службы деталей и сборочных единиц, но и принимают нормативные значения коэффициентов запаса прочности стальных канатов (цепей) и запаса торможения механизма подъема груза, определяют диаметры блоков и барабанов в зависимости от диаметра применяемых канатов, величины межремонтных циклов и связанную с ними периодичность выполнения ТО кранов. Последние имеют большое значение для правильной эксплуатации грузоподъемных кранов. Поэтому с учетом характера приложения внешней нагрузки к механизму крана различают два режима его работы: *двигательный* и *тормозной*. При двигательном режиме работы механизма двигатель преодолевает момент сил сопротивления M_c и кру-

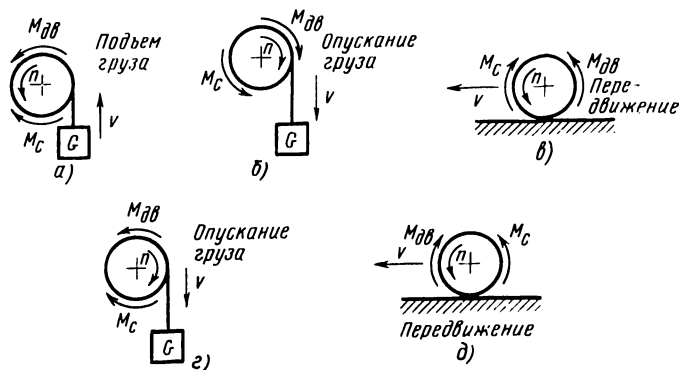


Рис. 35. Режимы работы механизмов крана:
а, б, в — двигательный, г, д — тормозной

тящий момент на валу ротора двигателя $M_{дв}$ направлен в сторону его вращения n , например при подъеме груза и передвижении крана (грузовой тележки). В этом случае считают крутящий момент двигателя положительным, а момент сил сопротивления — отрицательным (рис. 35).

При опускании небольшого по массе груза, сила тяжести которого не может преодолеть даже момент внутренних сил сопротивления в механизме M_c , двигатель развивает положительный момент $M_{дв}$, направленный в сторону движения груза (рис. 35, б). Такое опускание груза называют *силовым*. В случаях ограничения скорости опускания тяжелого груза (рис. 35, г) или передвижения крана (тележки) при наличии попутного ветра или уклона в сторону движения (рис. 35, д) двигатель противодействует движению и крутящий момент на валу ротора $M_{дв}$ противоположен направлению его вращения n , т. е. становится отрицательным, а M_c , наоборот, положительным. Такой режим работы механизма называют *тормозным* (электрическое торможение). Очевидно, что крановое электрооборудование тоже работает в повторно-кратковременном режиме. Число включений и относительная их продолжительность существенным образом определяют надежность и долговечность его работы. На работоспособность электродвигателей крановых механизмов, кроме того, влияют переменные величины нагрузок и режимы их работы. По характеру нагружения электродвигателей различают две группы крановых механизмов: подъема груза, работу которого характеризует относительно небольшое время разгона (1...2 с) при соответствии номинальной внешней нагрузки и крутящего момента на валу двигателя; передвижения крана (грузовой тележки), работу которого отличают высокие значения инерционных нагрузок и достаточно

большое время разгона (8...10 с) при больших значениях пусковых моментов на валу электродвигателя и тока в его цепи. Крановое электрооборудование рассчитывают и выбирают с учетом режимов работы, установленных Правилами по кранам.

Допускаемые внешние нагрузки на электродвигатель зависят от температуры его нагревания, а следовательно, от режима работы. Различают три основных номинальных режима работы крановых электродвигателей:

продолжительный, при котором двигатель работает в течение длительного времени без выключения и его температура при постоянной внешней нагрузке, соответствующей номинальной мощности, не превышает допускаемой температуры изоляции обмоток;

кратковременный с длительностью работы двигателя при постоянной внешней нагрузке в течение 10, 30, 60 и 90 мин с последующим перерывом в работе до полного остывания;

повторно-кратковременный (аналогично режиму работы крановых механизмов), представляющий собой повторяющиеся циклы работы двигателя при продолжительности цикла до 10 мин. Цикл состоит из двух этапов: включение двигателя — работа; выключение — пауза.

Режим работы электродвигателя характеризует величина ПВ, которая для механизмов кранов группы режима работы 1М...3М равна 15%, 4М — 25% и 5М — 40%, а также число включений двигателя в час (среднее за смену), соответственно равное 60, 120 и 240.

§ 23. ПРИВОДЫ МЕХАНИЗМОВ КРАНОВ

Приводом называют агрегат для приведения в действие механизмов машин. В зависимости от типа, назначения, области применения и режима работы грузоподъемных кранов их механизмы оснащают различными типами приводов: *ручным* или *машинным*. Наиболее простой и издавна известный ручной привод механизмов, использующий мускульную силу рук человека, применяют в простых грузоподъемных механизмах (ручные лебедки, тали, домкраты и др.) и редко-используемых грузоподъемных кранах малой грузоподъемности, работающих с малыми скоростями рабочих движений, в ненапряженном режиме, например краны для выполнения ремонтных работ, вспомогательные и пр.

Под машинным приводом современного грузоподъемного крана понимают двигатель — машину, преобразующую какой-либо определенный вид энергии в механическую. В качестве приводов механизмов грузоподъемных кранов применяют наиболее простые и удобные в работе электрические двигатели трехфазного переменного тока (асинхронные).

Другие типы приводов — двигатели внутреннего сгорания (ДВС), гидравлические, пневматические и комбинированные по ряду причин применения на кранах не получили.

Очевидно, что быстро вращающийся вал электродвигателя не может непосредственно обеспечить медленный подъем груза или выполнение любого другого рабочего движения крана. Для этого необходимо преобразовать механическую энергию двигателя в форму, удобную для приведения в движение рабочего органа механизма. Эту функцию в механизме выполняет передача. По виду преобразуемой энергии разделяют передачи: механические, электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные. В механической передаче движение передается и преобразуется посредством взаимодействия деталей; в электрической — посредством электрического тока; в гидравлической передаче рабочим телом, передающим энергию, является рабочая жидкость гидросистем (РЖГ); в пневматической — сжатый воздух.

Каждая передача имеет входное (ведущее, соединенное с валом двигателя) и выходное (ведомое, соединенное с рабочим органом) звенья. Кроме преобразования энергии любая передача изменяет скорость и направление движения выходного звена, а следовательно, крутящий момент или усилие на этом звене. В основных механизмах грузоподъемных кранов применяют механические передачи, а в приводах тормозов: электрические — тормозные электромагниты и гидравлические — электрогидротолкатели.

§ 24. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ СКОРОСТИ РАБОЧИХ ДВИЖЕНИЙ КРАНА

Очевидно, что для увеличения производительности грузоподъемного крана необходимо уменьшать время цикла его работы за счет совершенствования работы и повышения скоростей выполнения рабочих движений. Однако применение высоких рабочих скоростей возможно не всегда. Следует помнить, что высокие скорости рабочих движений крана вызывают значительные по величине инерционные и динамические нагрузки на металлоконструкцию крана и его механизмы, нежелательное и опасное раскачивание перемещаемого груза и затрудняют точную остановку механизма в требуемом месте. Кроме того, опускание груза на место его установки (например, на станок или в штабель при складировании) с большой скоростью не позволяет выполнить данную операцию с требуемой точностью, сопровождается ударом, в результате которого может быть поврежден груз или технологическое оборудование (станок), а также может привести к возникновению аварийной ситуации. То же касается точной остановки грузоподъемного крана или грузовой тележки при передвижении.

Поэтому механизмы грузоподъемного крана должны обеспечивать возможность регулирования рабочих скоростей. Ясно, что крюковую подвеску без груза или ненагруженную грузовую тележку можно поднимать (передвигать) с большей скоростью, чем тяжелые, ответственные или опасные грузы, нагруженную грузовую тележку или сам кран. Перед остановкой механизма скорость движения необходимо уменьшить. Из опыта производства работ грузоподъемными кранами установлено, что для кранов общего назначения достаточно регулирование скоростей рабочих движений в пределах 1:3, а для кранов, применяемых при производстве работ по монтажу оборудования и его ремонту, с целью получения малых «посадочных» — для механизма подъема груза и «установочных» — для механизмов передвижения скоростей диапазон регулирования должен быть расширен до 1:10 и даже 1:15. Возможность регулирования скоростей рабочих движений грузоподъемных кранов в заданных диапазонах обеспечивает конструкция приводов их механизмов.

§ 25. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД МЕХАНИЗМОВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАНОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Электрический привод получил широкое применение в крановых механизмах благодаря следующим особенностям и преимуществам: индивидуальный привод каждого механизма крана, простота конструкции привода механизма и надежность его работы, высокая экономичность и удобство управления, простота реверсирования механизмов и регулирования скорости рабочих движений крана в значительном диапазоне, возможность работы со значительными кратковременными перегрузками, простота конструкции, установки и высокая надежность устройств безопасности и др.

К недостаткам привода следует отнести его неавтономность, в результате чего грузоподъемный кран требует подключения его к общей промышленной электрической сети. Применительно к грузоподъемным кранам, работающим на машиностроительных предприятиях, указанный недостаток не столь существен, так как предприятия всегда имеют централизованное энергоснабжение.

Регулирование скоростей рабочих движений кранов связано с регулированием механических характеристик электродвигателя. Для грамотного управления краном необходимо уяснить происходящие в электродвигателе физические процессы. Поэтому перед рассмотрением конкретных схем управления крановыми механизмами необходимо более подробно изучить основные процессы регулирования двигателя.

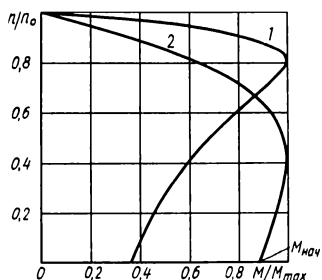


Рис. 36. Механические характеристики асинхронных электродвигателей:

1 — серии МТ, 2 — серии МТК; n_0 — частота вращения ротора без нагрузки, $M_{\max}$ — опрокидывающий момент двигателя

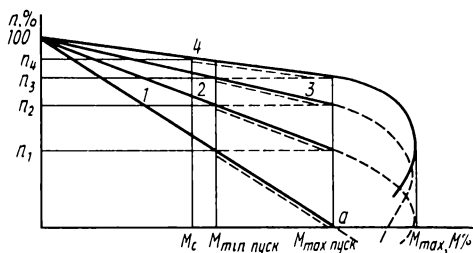


Рис. 37. Схема ступенчатого увеличения частоты вращения ротора асинхронного электродвигателя серии МТ

Частота вращения ротора асинхронного двигателя трехфазного переменного тока при постоянном сопротивлении его цепи (короткозамкнутый ротор) практически не изменяется в зависимости от момента внешней нагрузки во всем диапазоне от режима холостого хода до полной нагрузки. При этом *механическая характеристика* такого двигателя (зависимость между крутящим моментом M , развиваемым двигателем, и частотой вращения ротора n — жесткая в рабочей части, рис. 36, кривая 2). Обмотку статора электродвигателя с короткозамкнутым ротором включают непосредственно в электрическую сеть, а так как сопротивление ротора — минимально, то в нем и в обмотке статора в период пуска (неустановившегося движения разгона ротора) течет ток большей величины. Величина пускового тока и момента M в 4...6 раз превышает величину номинального рабочего тока (момента) при установившейся частоте вращения ротора. Максимальную нагрузку на асинхронный двигатель ограничивает величина критического (опрокидывающего) момента двигателя $M_{\max}$.

Основные недостатки электродвигателей с короткозамкнутым ротором следующие:

высокие значения пускового момента;

все пусковые потери энергии преобразуются в тепловую энергию и идут на нагрев обмотки двигателя;

невозможность регулирования частоты вращения ротора вызывает необходимость повышения числа включений привода, что также повышает нагрев электродвигателя.

Указанных недостатков лишен асинхронный двигатель с фазным ротором, сопротивление в цепи которого — переменное. Этот двигатель также имеет жесткую механическую характеристику (рис. 36, кривая 1).

Указанные механические характеристики органически присущи каждому типу электродвигателя, являются единственными и потому их называют *естественными* в отличие от семейства других характеристик, получаемых искусственным путем за счет изменения режима работы двигателя благодаря введению в электропривод дополнительных элементов и называемых *искусственными*. Вводя в цепь ротора дополнительные сопротивления, можно уменьшить величину тока в обмотке статора и соответственно величину пускового момента двигателя.

Обмотку статора электродвигателя с фазным ротором включают непосредственно в электрическую сеть, а в цепь его ротора включают регулируемые сопротивления (резисторы). В зависимости от величины сопротивления, включенного в цепь ротора, увеличение частоты его вращения будет осуществляться по одной из искусственных характеристик. В начальный момент сила тока ограничена максимальным сопротивлением и частота вращения ротора возрастает от нуля до n_1 по участку *a — б* наиболее крутой искусственной характеристики *1* (рис. 37). При достижении частоты вращения n_1 сопротивление в цепи ротора уменьшают (сила тока возрастает) и двигатель переходит на другую более пологую искусственную характеристику *2*, по которой частота вращения ротора увеличивается до n_2 . Затем сопротивление в цепи ротора опять уменьшают (отключают часть резисторов), сила тока возрастает и частота вращения ротора увеличивается до n_3 по искусственной характеристике *3*. При полном выключении сопротивления из цепи ротора двигатель становится как бы с короткозамкнутым ротором и выходит на естественную характеристику *4*, по которой частота ротора увеличивается до номинальной n_4 , соответствующей моменту сил сопротивления на его валу (см. кривую *1* на рис. 36). В данном режиме двигатель может работать продолжительное время. Очевидно, что чем больше число ступеней пускорегулирующих резисторов в цепи ротора, тем более плавным будет нарастание частоты его вращения.

Из анализа механических характеристик асинхронных электродвигателей видно, что двигатели с короткозамкнутым ротором наиболее просты по конструкции и управлению, надежны в эксплуатации и имеют меньшую стоимость. Их применяют в тех случаях, когда электрическое регулирование скорости рабочих движений не требуется, например, в приводах электроталей, механизмов кран-балок и других тихоходных механизмах грузоподъемных кранов. Следует помнить, что частоту вращения ротора такого двигателя можно изменить изменением числа пар полюсов в обмотке статора (переключением полюсов при помощи специальных пусковых электроаппаратов управления). Это решение применяют в ме-

ханизмах кранов-штабелеров, когда для точной остановки механизма в требуемом месте необходимо заблаговременно перейти на меньшую (установочную) скорость рабочего движения.

Двигатели с фазным ротором — более сложные по конструкции, имеют большие габариты, массу и стоимость, но вызывают меньшие потери электроэнергии при переходных процессах (пуск двигателя и регулирование частоты вращения ротора). Поэтому эти двигатели применяют при более напряженных режимах работы для привода механизмов большинства современных грузоподъемных кранов.

Для обеспечения плавного пуска асинхронных двигателей и регулирования скоростей рабочих движений все более широко применяют специальные электрические схемы, например, с использованием *тириستоров* (от греческого слова «тура» — дверь, вход и английского «резистор» — сопротивление) — полупроводниковый переключающий прибор с односторонней проводимостью тока.

Контрольные вопросы

1. Какие рабочие движения выполняет грузоподъемный кран и для чего предназначены крановые механизмы?
2. В каком режиме работают грузоподъемные краны и из чего складывается цикл работы крана?
3. Что такое группы режима работы кранов и как различаются по ним разные грузоподъемные краны?
4. Какие типы приводов вы знаете?
5. Как регулируют скорости рабочих движений крана?
6. Что такое механические характеристики асинхронного электродвигателя, какие они бывают и почему?

Глава 5

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ КРАНОВ

§ 26. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРАНОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Металлические конструкции кранов являются наиболее металлоемкими частями. Их масса составляет 60...80% массы крана, а стоимость металла — до 65% стоимости изготовленной конструкции, поэтому рациональный выбор материала имеет важное значение.

В зависимости от назначения материалом для изготовления металлоконструкций служит прокат углеродистых и низколегированных сталей. Углеродистая сталь обыкновенного качества по ГОСТ 380—81 в зависимости от назначения подразделяется на три группы: А — поставляется по механическим свойст-

вам, Б — по химическому составу, В — по механическим свойствам и химическому составу. По степени раскисленности стали бывают спокойные (сп), полуспокойные (пс) и кипящие (кп). Например, СтЗсп — сталь СтЗ, спокойная, группы А; БСтЗпс — сталь СтЗ, полуспокойная группы Б; ВСтЗкп — сталь СтЗ, кипящая, группы В.

Наиболее распространенной сталью в металлоконструкциях является сталь СтЗ, обладающая достаточно высокими механическими свойствами, большой пластичностью, хорошей свариваемостью, и не подвергается закалке. Для несущих расчетных элементов металлоконструкций чаще применяют марте-новскую сталь группы В.

Кипящие стали значительно дешевле спокойных сталей, однако вследствие неоднородности структуры они обладают худшей свариваемостью и имеют склонность к образованию трещин при низких температурах. Их применяют в металлоконструкциях, работающих в условиях статических нагрузок и при температуре не ниже -25°C для изготовления перил, лестниц, площадок и различного рода ограждений.

Для металлоконструкций кранов большой грузоподъемности, а также кранов северного исполнения применяются низколегированные стали 10ХСНД, 15ХСНД, 10ХГСНД, 10Г2СД, 14ХГС по ГОСТ 19282—73 и др., имеющие по сравнению со сталью СтЗ более высокие механические свойства, повышенную стойкость против атмосферной коррозии и меньшую хладноломкость. Применение низколегированных сталей приводит к уменьшению массы металлоконструкции до 15%.

§ 27. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Мост крана является основной несущей конструкцией, на которой размещены грузовая тележка, механизмы передвижения и кабина управления крана. В плане металлоконструкция моста представляет собой раму (рис. 38), образованную глав-

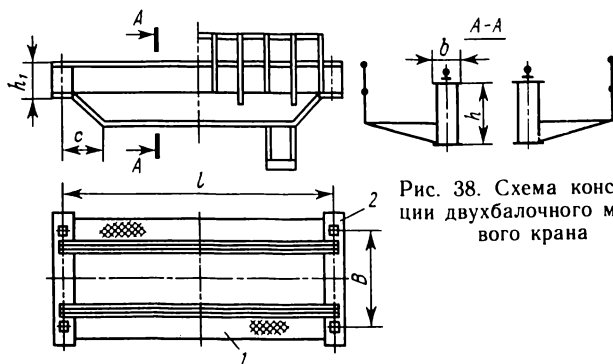


Рис. 38. Схема конструкции двухбалочного мостового крана

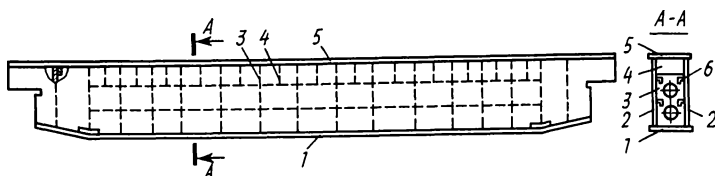


Рис. 39. Главная балка коробчатого сечения

ными (пролетными) 1 и концевыми балками 2. По главным балкам, расположенным поперек пролета цеха (эстакады), передвигается грузовая крановая тележка. На концевых балках расположены ходовые колеса для передвижения моста и привод.

Наибольшее распространение имеет коробчатая конструкция мостового крана, обладающая высокой усталостной прочностью и наименьшей общей высотой моста. Кроме того, она технологична в изготовлении, обеспечивает высокую степень механизации сварки и сборки.

Основные геометрические параметры мостов назначают в зависимости от пролета l . База мостового крана $B \geq (1,7 \div 1,5)l$. Высота h для двухбалочных коробчатых мостов $h/l = 1/14 \div 1/18$. Остальные параметры главной балки двухбалочного мостового крана: $h_1 \approx (0,4 \div 0,6)h$; $C \approx 2h$; $b \geq l/50$; $b \geq h/3$.

Главная балка коробчатого сечения мостового крана (рис. 39) состоит из нижнего пояса 1, боковых вертикальных стенок 2, больших 3 и малых 4 диафрагм, верхнего пояса 5 и уголков 6. Вертикальные стенки, нижний и верхний пояса состоят из отдельных элементов, сваренных встык.

Главные балки в зависимости от грузоподъемности моста и его пролета отличаются только размерами сечения коробки и количеством вваренных диафрагм, что позволяет широко применять унификацию в технологическом процессе их изготовления.

Концевая балка является опорным элементом главной балки и представляет собой жесткую сварную металлическую конструкцию (рис. 40), чаще всего коробчатого сечения, с установленной на ней ходовой частью крана.

Металлическая конструкция концевой балки состоит из двух поясов 1 и 2, двух вертикальных стенок 3 и 4 и диафрагм, размещенных внутри балки. Для установки ходовой части крана к концевым балкам приваривают посадочные пластины 5 с обработанными поверхностями, к которым при помощи болтов крепят буксы с ходовыми колесами. Соединение главных балок моста с концевыми осуществляют сваркой.

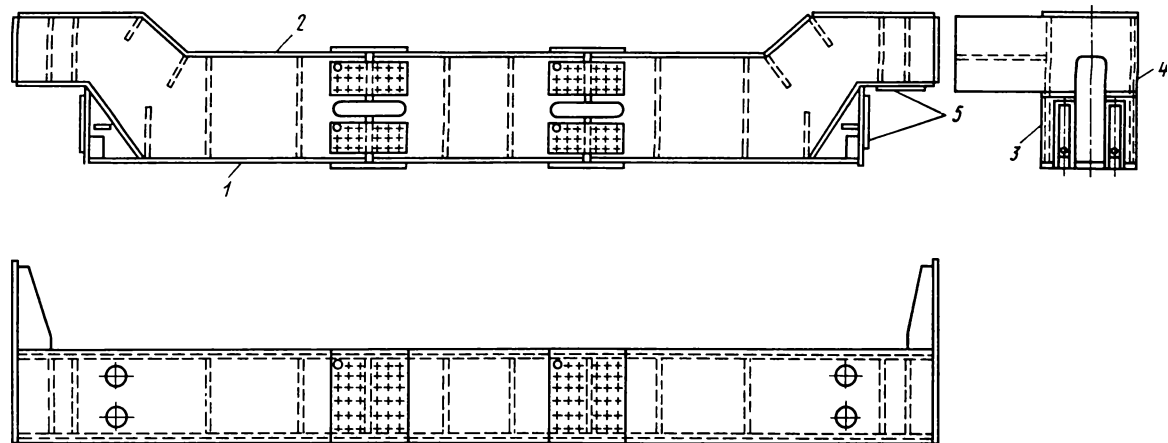


Рис. 40. Концевая балка коробчатого сечения

§ 28. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

Металлоконструкции козловых кранов состоят из верхнего (пролетного) строения и двух высоких опор, которые в совокупности образуют портал, а при наличии одной высокой опоры — полупортал. Пролетные строения выполняют одно- или двухбалочными.

Однобалочные пролетные строения для кранов грузоподъемностью до 5 т в поперечном сечении представляют собой треугольник, сваренный из уголка, труб, листов (рис. 41, а, б, в) или труб большого диаметра (рис. 41, д), к которым с нижней стороны приварена двухтавровая балка монорельсового пути. Пролетные строения кранов большей грузоподъемности имеют четырехгранное сечение (рис. 41, е, ж, з). Схемы, приведенные на рис. 41, а, б, в—з, находят применение для бесконсольных кранов.

Балки двухбалочных пролетных строений предназначены для перемещения по ним грузовых тележек и по конструкции аналогичны главным балкам мостовых кранов.

Пролетное строение козлового крана опирается на жесткие и гибкие опоры. Жесткие опоры воспринимают нагрузки, действующие вдоль пролетного строения, а гибкие — компенсируют своей податливостью и деформацией неточность изготовления металлоконструкции и неровности кранового пути. В горизонтальной плоскости жесткие и гибкие опоры обычно присоединяются к пролетному строению жестко. Наличие гибких опор усложняет изготовление и монтаж крана, а шарнир требует периодического осмотра и смазывания, поэтому гибкие опоры применяют у кранов с пролетом свыше 25 м.

Опоры козлового крана выполняют сварными из труб

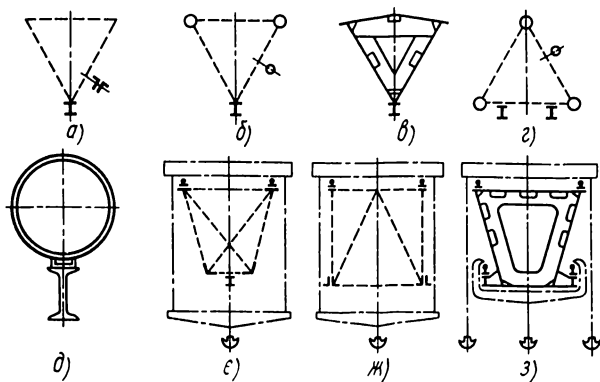


Рис. 41. Поперечные сечения пролетных строений козловых кранов

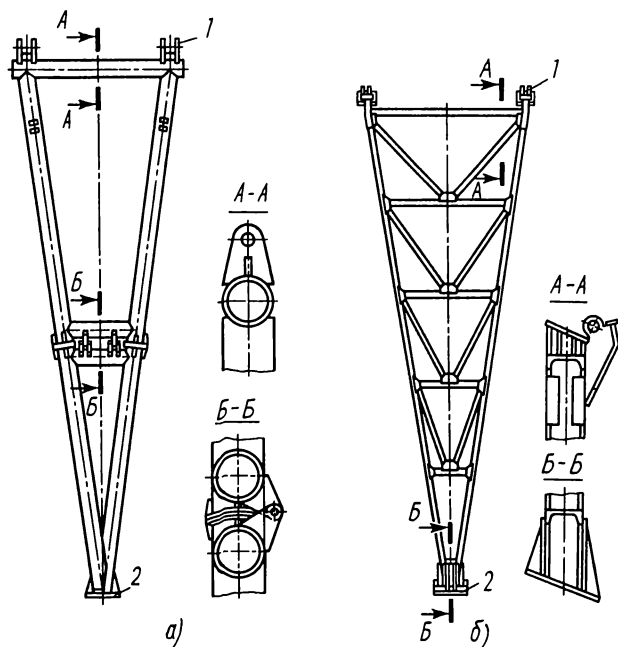


Рис. 42. Опоры козлового крана из труб (а) и двутавровых балок (б)

постоянного по высоте сечения (рис. 42, а) или из швеллеров и двутавровых балок (рис. 42, б). Верхние концы опор имеют проушины 1 для соединения с пролетным строением, а нижние — фланцы 2 для крепления ходовой тележки с помощью болтов.

В нижней части опоры связаны между собой горизонтальными стяжками, которые при помощи пальцев или болтовых соединений закреплены на опорах или ходовых тележках.

§ 29. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ КОНСОЛЬНЫХ КРАНОВ И РАМЫ ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК

Особенности металлоконструкций консольных кранов рассмотрим на примере конструкции передвижного неповоротного консольного крана. Металлоконструкция этого крана состоит из консоли и вертикальной рамы, которые жестко соединены между собой. Консоль обычно выполняют в виде фермы или балки (см. рис. 8). У трехгранной консоли нижние пояса образованы одинарными, а верхний — сдвоенными уголками. Верхний и нижний пояс соединены между собой при помощи сварки стойками, горизонтальными и боковыми решетками.

Вдоль консоли установлена вертикальная стенка из листа с вырезами, к которой снизу приварена двухтавровая балка, являющаяся монорельсом, а сверху приварен верхний пояс.

Вертикальная рама двухбалочного передвижного неповоротного консольного крана состоит из верхней, нижней и концевой балок коробчатого сечения, соединенных между собой двумя вертикальными коробчатыми стойками. Вертикальная рама соединена с консолью при помощи вертикальных фасонных деталей и горизонтальных накладок.

Исполнение грузовых крановых тележек зависит от числа главных балок моста. В двухбалочных мостовых кранах применяют опорные крановые тележки, которые передвигаются по рельсам, уложенным на верхних поясах балок. Однобалочные мостовые краны имеют опорные или консольные крановые тележки, которые передвигаются по двум рельсам, уложенным на верхнем поясе балки, или по одному рельсу, уложенному на верхнем поясе, и дополнительно опираются на горизонтальные ролики, катящиеся по боковым поверхностям балки.

Рама грузовой тележки крана состоит из взаимно пересекающихся под прямым углом балок П-образного сечения, гнутых и сваренных из стального листа. Балки, параллельные главным балкам моста и несущие на себе ходовые колеса тележки, называют продольными, а перпендикулярные им балки — поперечными. Для увеличения жесткости рамы зашивают стальным листом в плоскости верхних, а иногда и нижних поясов балок. Одновременно верхний лист обшивки выполняет роль настила при обслуживании механизмов грузовой тележки. Для прохода грузовых канатов, идущих с барабана лебедки вниз, в настиле выполнены продольные вырезы.

Сборочные единицы механизмов подъема груза и передвижения тележки устанавливают на платики, которые после сварки рамы подвергаются механической обработке. В нижней части рамы тележки выполнены места крепления уравнительного блока (балансирного рычага) грузового полиспаста крана.

§ 30. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ КРАНОВ-ШТАБЕЛЕРОВ

В металлоконструкциях кранов-штабелеров, в основном работающих в нормальных температурных условиях, лимитирующей является жесткость конструкции, а не ее прочность. Поэтому металлоконструкции изготовляют, как правило, из углеродистых горячекатаных сталей. Металлоконструкция наиболее распространенного мостового крана-штабелера со-

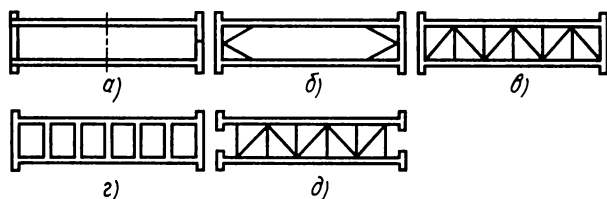


Рис. 43. Схемы конструкций мостов кранов-штабелеров

стоит из четырех основных частей: моста, тележки, поворотной платформы и колонны.

Мосты кранов-штабелеров, как и мосты мостовых кранов общего назначения, выполняют из двух главных балок, связанных между собой концевыми балками. Мосты опорных кранов-штабелеров изготовляют в виде рамы (рис. 43, а).

Подвесные и опорные краны-штабелеры малой грузоподъемности снабжают подвесными тележками. Мосты таких кранов для увеличения горизонтальной жесткости выполняют с подкосами (рис. 43, б), с горизонтальной фермой (рис. 43, в) или рамными (рис. 43, г). При этом дополнительные подкосы, горизонтальные фермы и поперечные элементы рам используют для связи верхних поясов главных балок. Рамные мосты имеют повышенную жесткость на кручение.

Горизонтальная жесткость моста (рис. 43, д) может быть обеспечена горизонтальной фермой. При такой схеме упрощается конструкция моста, так как ее выполняют без концевых балок.

Главные балки мостов с опорными тележками имеют составные или коробчатые поперечные сечения.

Тележки кранов-штабелеров выполняют опорными или подвесными. Они представляют собой металлическую раму, на которой монтируют опорно-поворотное устройство, несущее поворотную платформу с колонной и механизмами.

Опорные тележки обычно состоят из двух продольных балок, опирающихся на ходовые колеса, и металлоконструкции, которая связывает продольные балки и служит опорой для поворотного устройства.

Подвесные тележки чаще всего изготовляют в виде жесткой четырехугольной рамы, имеющей два горизонтальных листа и несколько вертикальных элементов (в том числе элементов, усиливающих места посадки опорно-поворотного устройства). По углам рамы устанавливают кронштейны с горизонтальными цапфами для крепления ходовых кареток.

Металлоконструкции тележек изготовляют сварными из элементов горячекатаного проката, стального листа, гнутого профиля. Посадочные места опорно-поворотного устройства, а также ходовых колес или кареток подвергают механической обработке.

Поворотные платформы служат базой для крепления колонн. На поворотных платформах размещают механизмы подъема и поворота: платформы монтируют на опорно-поворотных устройствах. Для надежности работы высота поворотных платформ должна быть не менее $0,15 \dots 0,2$ от диаметра опорно-поворотного устройства. Поворотные платформы изготавливают сварными из листовой стали. Посадочные места опорно-поворотных устройств подвергают механической обработке.

Колонны являются элементами, служащими для жесткой связи между грузоподъемниками и поворотными платформами. Крепление колонн к поворотным платформам осуществляют болтами или пальцами с помощью фланцев или косынок. Для обеспечения вертикального перемещения грузоподъемника по колонне имеются направляющие, изготовленные из уголка, швеллера или полосовой стали.

По конструкции сечения различают колонны открытого типа (незамкнутого сечения) и закрытого, представляющие собой балку замкнутого сечения.

Колонны открытого типа устанавливают на кранах с высотой подъема до 5,5 м и грузоподъемностью не более 1 т.

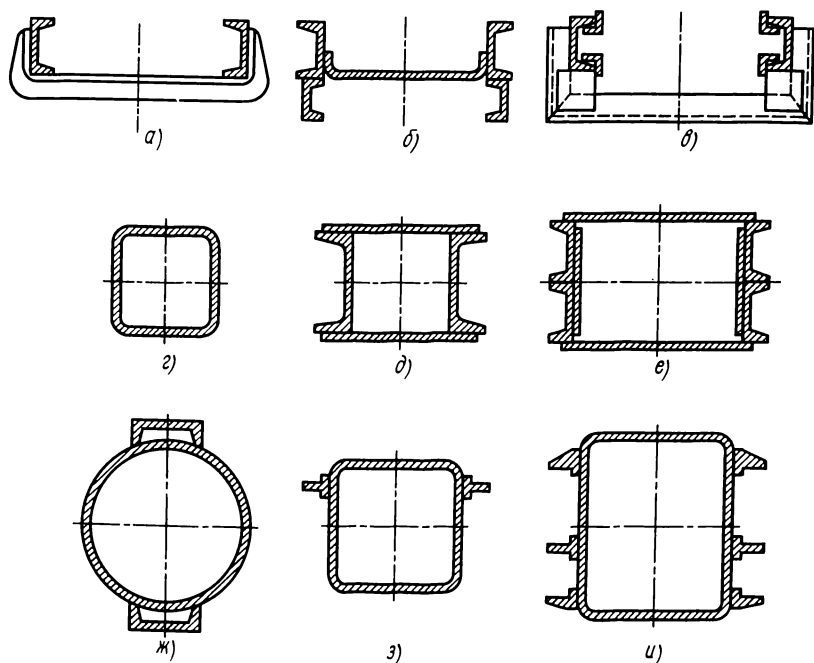


Рис. 44. Сечения колонн мостовых кранов-штабелеров:
а, б, в — открытые, г, д, е, ж — закрытые с необработанными направляющими,
з, и — закрытые с обработанными направляющими

Колонны открытого типа для легких кранов-штабелеров изготовляют следующих конструкций: из двух швеллеров, повернутых полками внутрь и соединенных между собой фасонными скобами (рис. 44, а); из четырех, связанных между собой швеллеров (рис. 44, б), и из двух швеллеров, усиленных уголками и соединенных между собой сварными скобами (рис. 44, в).

Колонны закрытого типа изготовляют из квадратных или прямоугольных труб или из двух холодногнутых швеллеров, соединенных сваркой (рис. 44, г); из двух швеллеров, связанных между собой листами (рис. 44, д); из четырех швеллеров, попарно сваренных между собой (рис. 44, е); из трубы с двумя приваренными к ней швеллерами, служащими направляющими (рис. 44, ж). Наиболее часто применяемые сечения колонн мостовых кранов-штабелеров, управляемых из кабины, изготовляют стыковой сваркой двух швеллеров, сваркой двух швеллеров с применением дополнительных листов, сваркой между собой четырех листов и т. п. (рис. 44, з, и).

Закрытые коробчатые сечения колонн характеризуют меньшие размеры и металлоемкость, так как они обладают высокой жесткостью при кручении, создаваемой коробчатым сечением с приваренными направляющими, и достаточным сопротивлением изгибу как в плоскости установки груза, так и в поперечном направлении.

§ 31. ГАЛЕРЕИ, ПОСАДОЧНЫЕ ПЛОЩАДКИ И ЛЕСТНИЦЫ

Для безопасного и удобного обслуживания механизмов и электрооборудования, расположенных вне кабины управления, на кранах предусмотрены галереи или площадки (ГОСТ 12.2.067—81) с удобными выходами и доступом к этим механизмам и электрооборудованию.

Проходные галереи для обеспечения электробезопасности должны располагаться со стороны пролета, противоположного троллеям; ширина прохода по ней должна быть не менее 500 мм. Галереи для выхода на них должны иметь удобные и безопасные лестницы.

Настил галерей выполняют из стальных рифленых или дырчатых листов с отверстиями диаметром не более 20 мм. Правилами по кранам разрешено устройство деревянного настила, если он обеспечивает прочность и отвечает противопожарным требованиям. Настилы должны быть уложены по всей длине и ширине галерей, площадок и переходов. Для обслуживания троллейных проводов и токоприемников, расположенных ниже настила галереи, мостовые краны оборудуют дополнительными кабинами.

Для входа машиниста в кабину управления краном устанавливают посадочные площадки с постоянными лестницами.

Посадочные площадки обязательно должны быть размещены с противоположной стороны от главных троллеев. Расстояние от пола до нижних частей перекрытия или выступающих частей конструкций должно быть не менее 1800 мм.

Для обеспечения нормального и безопасного перехода с площадки в кабину и наоборот пол площадки располагают на одном уровне с полом кабины. Зазор между площадкой и кабиной должен быть не менее 60 мм и не более 150 мм. В отдельных случаях разрешено устройство посадочной площадки ниже уровня пола кабины (не более чем на 250 мм), если при расположении площадки на одном уровне с полом кабины нельзя обеспечить габарит (1800 мм) по высоте.

Обслуживание кранов вызывает необходимость в устройстве лестниц для выхода на площадки и галереи. Правила по кранам предусматривают изготавливать лестницы шириной не менее 600 мм с расстоянием между ступенями не более 220 мм. Для выхода из кабины крана на галерею допускается устройство лестницы шириной не менее 400 мм с шагом ступеней не более 300 мм.

Наклонные лестницы (при наклоне к горизонту $^2/5 \pi$ рад и менее) должны иметь перила и плоские ступени шириной не менее 200 мм из стальных рифленых или гладких с направленным рельефом листов. Лестницы с углом наклона более $^2/5 \pi$ рад или вертикальные при высоте более 5 м, начиная с высоты 3 м, должны иметь защитные дугообразные ограждения. Дуги следует располагать друг от друга на расстоянии не более 800 мм и срединять между собой не менее чем тремя продольными полосами.

Расстояние между лестницей и дугой должно быть не менее 700 и не более 800 мм при радиусе дуги 350...400 мм. Такой просвет ограждения разрешает свободное продвижение человека по лестнице и обеспечивает его безопасность в случае падения.

§ 32. ОБСЛЕДОВАНИЕ КРАНОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Обследование металлических конструкций производят у кранов, находящихся длительное время в эксплуатации, с целью определения возможности дальнейшей работы металлоконструкции, а также при необходимости ремонта и реконструкции.

Обследование металлоконструкции кранов необходимо проводить в следующие сроки:

Группа режима работы крана (паспортная)	Первичное обследование	Повторное обследование
6К...8К	15 лет	1 раз в 3 года
4К...5К	20 лет	1 раз в 3 года
1К...3К	25 лет	1 раз в 5 лет

Краны, установленные на открытом воздухе, в неотапливаемом помещении, эксплуатируемые в условиях повышенной влажности, коррозионной активности среды, вне зависимости от режима работы, должны проходить первичное обследование через 15 лет и повторные 1 раз в 3 года.

Обследование рекомендуется совмещать с очередным полным техническим освидетельствованием. Для кранов, эксплуатируемых на открытом воздухе, обследование проводят в летний период.

Обследование металлоконструкций кранов проводит комиссия, образуемая организацией — владельцем крана, имеющей специализированные службы по эксплуатации кранов. Председателем комиссии обычно назначают главного инженера предприятия или его заместителя. В состав комиссии входят главный механик, лицо, ответственное за содержание кранов в исправном состоянии, ответственный специалист по надзору за грузоподъемными машинами и крановщик или мастер. При обследовании проводят:

- ознакомление с технической и эксплуатационной документацией крана (паспорт, журналы ремонтов и осмотров кранов, инструкции по монтажу и эксплуатации), чертежами модернизации, расчетами;

- внешний осмотр крана, характеризующий визуальное состояние узлов металлоконструкции и кожухов, окраски и т. п.;

- проверку состояния основных несущих элементов конструкции крана;

- нивелировку крановых путей;

- нивелировку пролетных балок крана;

- контрольное испытание несущих конструкций крана грузом $1,25 Q_n$ с замерами упругого прогиба;

- замеры и при необходимости эскизирование имеющихся общих и местных деформаций несущих конструкций;

- при необходимости отбор проб для химического анализа состава металла несущих конструкций, отбор образцов для испытания механических свойств металла;

- эскизирование мест ремонта металлоконструкций (в случае отсутствия чертежей ремонта).

При обследовании проверяют состояние несущих и вспомогательных элементов металлоконструкций с фиксированием выявленных отклонений и дефектов — внешним осмотром с использованием необходимых замеров универсального мерительного инструмента. В первую очередь необходимо обратить особое внимание на дефекты, представляющие опасность с точки зрения возможного хрупкого разрушения: трещины в основном металле, сварных швах и околосварной зоне; местные механические повреждения (разрывы, вырубки, изломы); коррозионные повреждения. Кроме того, проводят контроль состояния заклепочных и болтовых соединений и конт-

роль соединительных элементов (узлов пальцев и осей, соединяющих металлоконструкции).

На основании результатов испытаний, осмотра, замеров и сопоставления с критерием отбраковки комиссия составляет заключение о состоянии металлоконструкции крана, выбраковке отдельных элементов или металлоконструкции в целом, возможности реконструкции крана, делает общий вывод о возможности дальнейшей эксплуатации металлоконструкции крана.

Результаты обследования оформляют актом, содержащим общую характеристику состояния крана и заключение по его дальнейшему использованию. При установлении невозможности дальнейшей эксплуатации крана составляют акт на его списание.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы применяются в металлоконструкциях кранов?
2. Каковы назначение и основные узлы металлоконструкций мостового крана?
3. Каковы особенности металлоконструкций рассматриваемых типов кранов?
4. Каково устройство и назначение галерей, посадочных площадок и лестниц?
5. Изложите назначение и периодичность обследования металлоконструкций кранов.

Глава 6

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КРАНОВ

§ 33. ДЕТАЛИ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Валы и оси. Вращающиеся детали машин устанавливают на валах и осях, обеспечивающих постоянное положение оси вращения этих деталей. Валы — это детали, предназначенные для передачи крутящего момента вдоль своей оси и для поддержания вращающихся деталей машин. Валы вращаются в подшипниках. В механизмах кранов на валах вращаются шестерни редукторов, барабаны лебедок, приводные ходовые колеса и другие детали. Трансмиссионные валы передают крутящие моменты от приводов к передачам механизма. Поскольку передача крутящего момента связана с возникновением сил, например, в зубчатом зацеплении, то, кроме крутящих моментов, на валы действуют поперечные силы и изгибающие моменты.

Оси — детали, предназначенные для поддержания вращающихся деталей и не передающие крутящего момента. Обычно они подвергаются воздействию изгибающих моментов

и не учитываемых при расчетах крутящих моментов от сил трения. Оси разделяют на вращающиеся и неподвижные. На осях устанавливают блоки полиспастов, неприводные ходовые колеса механизмов передвижения, барабаны механизмов подъема груза, если крутящий момент к ним передают через зубчатую муфту или венец, закрепленный на барабане.

Опорные части валов и осей называют *цапфами*. Промежуточные цапфы называют *шейками*, а концевые — *шипам*. Длинные, например, трансмиссионные валы механизмов передвижения делают составными, что необходимо также по условиям монтажа и транспортировки. Валы соединяют с помощью муфт. Опорами для валов и вращающихся осей служат подшипники.

Подшипники. По принципу работы различают подшипники скольжения и качения. Подшипники скольжения в ряде случаев имеют преимущества. В крановых механизмах их применяют при больших диаметрах цапф, при вибрационных или ударных нагрузках. Подшипники скольжения бывают *неразъ-*

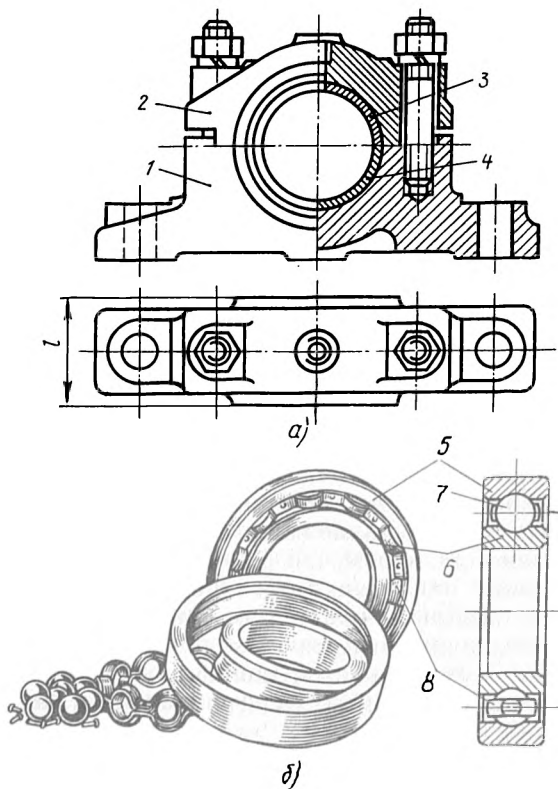


Рис. 45. Подшипники скольжения (а) и качения (б)

емные и разъемные. Разъемные подшипники облегчают монтаж и позволяют регулировать радиальный зазор в подшипнике, поэтому они распространены более широко.

Разъемный подшипник (рис. 45, а) состоит из корпуса 1, крышки 2, вкладыша верхнего 3, вкладыша нижнего 4. Крышка крепится шпильками или болтами. В зависимости от длины шипа 1 подшипник может быть шире, при этом крышка крепится не двумя, а четырьмя болтами. Для удержания крышки от бокового смещения разъем делают ступенчатым.

Вкладыши подшипников скольжения изготовляют из антифрикционных материалов — сплавов на оловянной и свинцовой основах (баббиты). Сплавы на медной основе применяют для изготовления вкладышей подшипников колес моста и тележки крана.

Подшипники качения имеют следующие преимущества: малый коэффициент трения, большая грузоподъемность при меньшей ширине подшипника, меньший расход смазочных материалов, простота монтажа, ухода и обслуживания, взаимозаменяемость и возможность массового изготовления стандартных типов подшипников, что значительно снижает их стоимость.

Недостатками подшипников качения являются: чувствительность к ударным нагрузкам, различный срок службы при одинаковых скоростях и нагрузках, большие наружные диаметры подшипника по сравнению с подшипниками скольжения.

Подшипники качения (рис. 45, б) обычно состоят из тел качения 7 (шариков или роликов), наружного 5, внутреннего 6 колец и сепаратора 8, который служит для разделения и направления тел качения. Внутреннее кольцо подшипника надевают на вал, а наружное устанавливают в корпусе.

По направлению воспринимаемой нагрузки подшипники бывают: *радиальные* — воспринимают радиальную нагрузку; *упорные* — воспринимают осевую нагрузку; *радиально-упорные* — воспринимают радиальную и осевую нагрузку одновременно.

По способу компенсации перекосов вала: *самоустанавливающиеся* и *несамоустанавливающиеся*.

По габаритным размерам при одинаковом внутреннем диаметре подшипники делят на пять серий: сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние, тяжелые; по ширине различают: узкие, нормальные, широкие и особо широкие.

По точности изготовления подшипники делятся на пять основных классов: 0, 6, 5, 4, 2. Перечень классов дан в порядке повышения точности.

Муфты. При сборке механизма, т. е. при соединении редуктора с валами электродвигателя и рабочего органа, а также секций трансмиссионного вала между собой и с ходовыми коле-

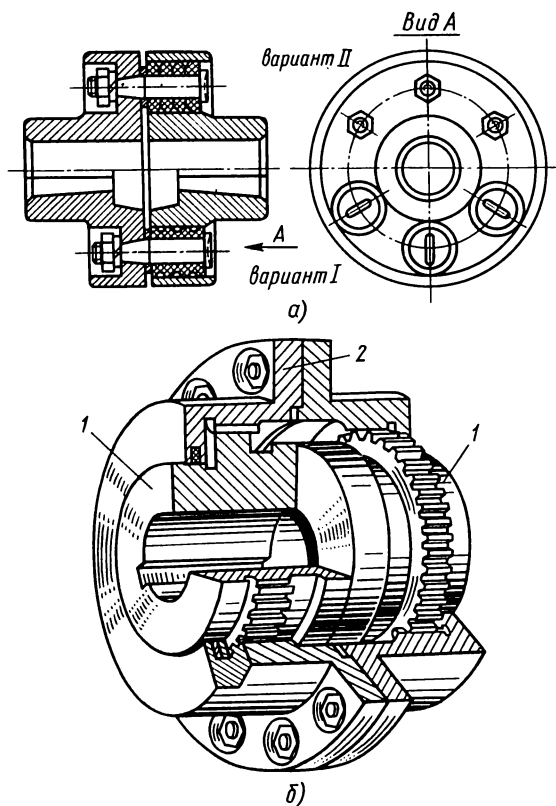


Рис. 46. Муфта втулочно-пальцевая (а) и зубчатая (б)

сами неизбежны перекосы между соединяемыми деталями. Поэтому для обеспечения правильной работы валов вместо жесткого их соединения применяют компенсирующие муфты, уменьшающие влияние несоосности валов за счет подвижности деталей муфты. В кранах применяют в основном два типа муфт: втулочно-пальцевые и зубчатые. *Муфта упругая втулочно-пальцевая МУВП* по ГОСТ 21424—75 получила широкое распространение в приводах крановых механизмов с малыми и средними крутящими моментами на валах. Муфта состоит из двух полумуфт, насаживаемых на цилиндрические или конические концы соединяемых валов. В конических отверстиях одной из полумуфт с помощью гаек закреплены стальные пальцы, изготовленные из стали 45, с надетыми на них резиновыми втулками (вариант I) или кольцами трапецидального сечения (вариант II, рис. 46, а). Противоположные концы пальцев с втулками входят в цилиндрические отвер-

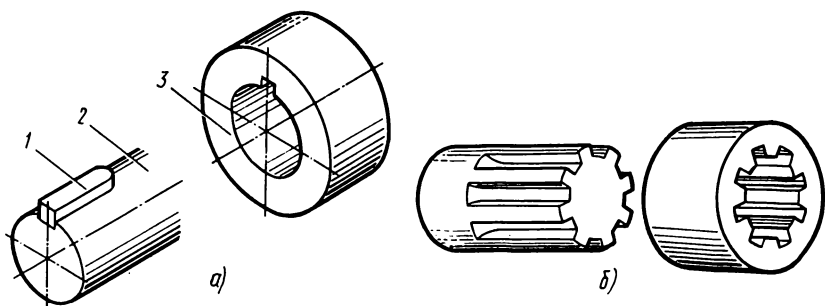


Рис. 47. Соединение шпоночное (а) и шлицевое (б)

ствия другой полумуфты. Упругость резиновых втулок и возможность их осевого перемещения относительно ведомой полумуфты компенсирует неточности в соединении двух валов. Предельное радиальное смещение валов при отсутствии перекаса, допускаемое этими муфтами, равно 0,2...0,6 мм при диаметре вала 38...120 мм, а угол перекаса без смещения валов не более 0,0174 рад. Одна из полумуфт одновременно служит тормозным шкивом, как правило, ее устанавливают на быстрходном валу редуктора.

Муфта зубчатая МЗ по ГОСТ 5006—83Е (рис. 46, б) более надежна в работе, чем втулочно-пальцевая. Она состоит из двух зубчатых втулок 1 и двух обоев 2 с внутренними зубьями. Втулки насажены на концы соединяемых валов. Обоймы соединены между собой болтами. Наличие зазоров в зубчатых соединениях и бочкообразная наружная поверхность зубьев полумуфт компенсируют неточность соединения валов. Допустимое радиальное смещение валов без перекаса 1,1...3,1 мм для валов диаметром 40...120 мм, а перекасы без смещения валов — до 0,0262 рад.

Шпоночные и шлицевые соединения. Для фиксации деталей, насаженных на вал, и передачи крутящего момента применяют различные шпонки (рис. 47, а). Шпонку 1 устанавливают в пазу вала 2, такой же паз делают в отверстии насаживаемой детали 3. Шпонка одновременно входит в оба паза и соединяет вал с деталью, обеспечивая передачу крутящего момента. Рабочими поверхностями шпонок являются их боковые грани.

Применяют следующие типы шпонок: призматические, сегментные, клиновые и тангенциальные.

Шлицевые соединения представляют собой многошпоночные соединения, у которых шпонки (шлицы) выполнены за одно целое с валом (рис. 47, б). Шлицевые соединения бывают подвижными и неподвижными. По профилю зубьев (шлицев) различают соединения с прямобочными, эвольвентными и треугольными зубьями.

Редукторы. Редуктором называется зубчатая или червячная передача, заключенная в корпус и предназначенная для передачи движения и крутящего момента от одного вала механизма к другому посредством зацепления зубьев и получения при этом изменения частоты (направления) вращения валов механизма. Редукторы служат для понижения частоты вращения ротора вала электродвигателя, что приводит к увеличению крутящего момента на выходном валу.

На кранах применяют электродвигатели с относительно высокой частотой вращения роторов, которую редукторы уменьшают в 10...50 раз. Редукторы устанавливают в механизмах подъема груза, передвижения крана и тележки. В краностроении применяют горизонтальные и вертикальные цилиндрические редукторы.

У всех типов зубчатых передач малое колесо сопряженной пары называют ведущим (*шестерней*), большое — ведомым (зубчатым) *колесом*. Отношение угловых скоростей, равное отношению числа зубьев колеса к числу зубьев шестерни, называют передаточным числом (отношением). Зубья цилиндрических зубчатых колес изготовляют прямыми, косыми, шевронными и круговыми. Прямые зубья перпендикулярны боковой плоскости колеса, косые — наклонены к ней под некоторым углом, шевронные зубья имеют вид «елочки».

На рис. 48 показан общий вид одноступенчатого горизонтального редуктора с цилиндрическими колесами для передачи крутящего момента между двумя параллельными валами 7 и 8. Редуктор состоит из зубчатой передачи, смонтированной на валах с подшипниками в литом чугунном корпусе. Корпус состоит из нижней части — картера 6 и верхней — крышки 1. Разъем — горизонтальный; в месте соединения поверхности пришабрены, при окончательной сборке покрыты герметиком. Собирают корпус без прокладок. Крышку с картером скрепляют болты 2; положение крышки относительно корпуса фиксируют два конических штифта 3, расположенные по диагонали.

Смещение колеса в осевом направлении ограничивает с одной стороны буртик ведомого вала, а с другой — распорное кольцо, внутреннее кольцо подшипника и наружное кольцо подшипника, которое упирается в крышку. Ведомый вал установлен на двух радиальных шарикоподшипниках. Уровень масла проверяют жезловым маслоуказателем 4. Отработанное масло выпускают через отверстие 5, расположенное в нижней части корпуса. Чтобы жидкое масло не попадало в подшипники, во внутренней части редуктора на ведущем валу установлены маслоотражательные кольца. Для удержания смазки в подшипниках и для защиты их от пыли и грязи на валах ре-

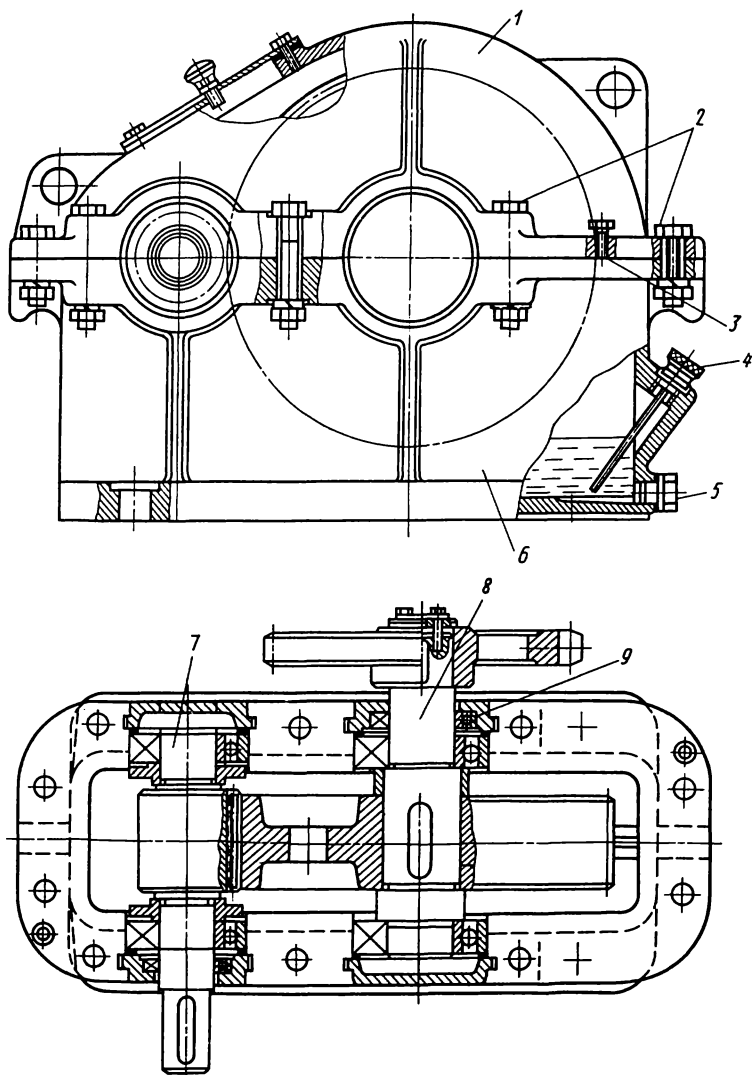


Рис. 48. Цилиндрический одноступенчатый редуктор

дуктора в закладных крышках установлены манжетные уплотнения 9. Для подъема редуктора в его корпусе сделаны приливы — захваты, а в крышке выполнены аналогичные приливы с отверстиями.

Кроме редукторов для изменения частоты и направления вращения крановых механизмов применяют открытые зубча-

тые передачи. Они не имеют корпуса, как редукторы, а просто закрыты стальными кожухами для предотвращения несчастных случаев и защиты от грязи.

§ 35. БЛОКИ И БАРАБАНЫ ЛЕБЕДОК

Блок — деталь грузоподъемной машины, выполненная в форме диска с желобом по окружности для размещения каната. В грузоподъемных кранах блоки направляют гибкий тяговый орган — канат между барабаном механизма подъема груза и крюковой подвеской.

Блоки механизма подъема груза групп режима работы 1М, 4М изготавливают из чугуна марки СЧ 15 по ГОСТ 1412—85, а для групп режима работы механизма 5М, 6М — из стали 25Л1 по ГОСТ 977—75. Блоки большого диаметра могут быть выполнены сварными.

Профиль ручья блока (рис. 49) выполнен в соответствии с ОСТ 24.191.05—82 «Блоки для стальных канатов. Конструкция и размеры блоков и канавок». Радиус желоба блока принимают равным 0,53...0,56 диаметра каната $R_{ж} = (0,53...0,56)d_k$. При меньшем значении $R_{ж}$ возможно заклинивание каната, что приведет к интенсивному изнашиванию каната и блока.

Минимальный диаметр блока по средней линии навитого каната определяют по формуле $D_6 \geq d_k e$, где D_6 — диаметр блока или барабана, измеренный по средней линии навитого каната, мм; d_k — диаметр каната, мм; e — коэффициент, принимаемый в зависимости от группы режима работы механизма и типа грузоподъемного крана.

Глубину h желоба блока выбирают в зависимости от назначения и места установки блока. Для блоков, применяемых в рассматриваемых типах кранов, $h = (2 \div 2,5)d_k$.

Блоки, как правило, устанавливают на подшипниках качения.

Барабаны лебедок имеют цилиндрическую форму, их изготавливают литыми, сварно-литыми или сварно-вальцованными. Сварно-литой барабан состоит из секционных литых обечаек, литого фланца и литой ступицы. Сварно-вальцованный барабан имеет вальцованные из листа обечайки, литую ступицу и листовой фланец. Материалом для барабанов лебедок служит чугун марок СЧ 18, СЧ 28 и стали 35Л и 55Л.

Барабан (рис. 50, а) состоит из тонкостенной оболочки 5

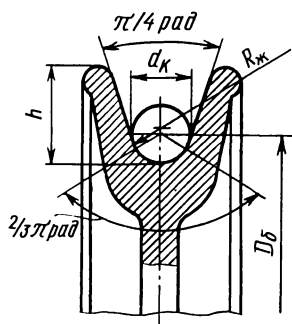


Рис. 49. Профиль ручья канатного блока

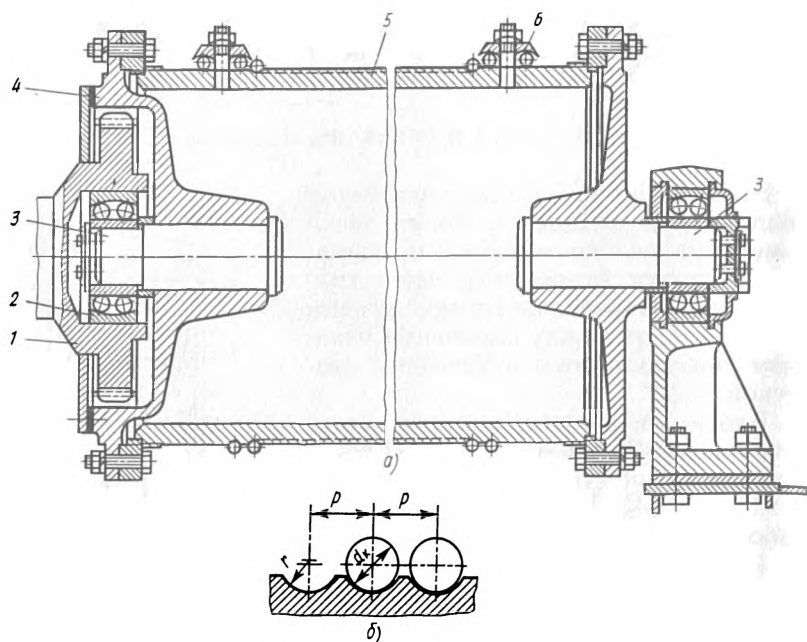


Рис. 50. Нарезной барабан лебедки механизма подъема груза (а) и нарезка (б)

(обечайки), которая жестко закреплена на цапфах 3, вращающихся в сферических подшипниках 2. Крутящий момент на барабан передают от вала редуктора 1 через зубчатую муфту 4. Канат на барабане закрепляют при помощи планок 6. Навивку каната осуществляют, как правило, в один слой в специально нарезанные на обечайке или полученные обкаткой канавки (рис. 50, б). Радиус канавки принимают равным $r=0,54d_k$, а шаг навивки каната $p=d_k+(2\div 3)$ мм. Наличие канавок обеспечивает не только правильную укладку каната, но и позволяет снизить контактные напряжения между ним и барабаном за счет увеличения площади контакта, что повышает срок службы каната. Закрепление концов каната в большинстве случаев производят по краям барабана.

Барабаны устанавливают на сплошных осях или имеют отдельные цапфы. Ось или цапфы опирают, как правило, на сферические подшипники качения. Во вращение барабан приводят: в механизмах подъема малой и средней грузоподъемности — с помощью встроенной зубчатой муфты; в механизмах подъема большой грузоподъемности — с помощью зубчатого колеса открытой зубчатой передачи.

§ 36. ГРУЗОВЫЕ ОРГАНЫ

Для подъема грузов при погрузочно-разгрузочных операциях применяют различные грузовые органы, которые делят на универсальные и специальные. К универсальным грузовым органам относят крюки и грузовые петли. В качестве специальных грузовых органов используют клещевые, эксцентриковые захваты, грейферы и электромагниты, траверсы с различными захватами.

Грузовые крюки применяют однорogie и двурogie (рис. 51, а, б). Крюки изготовляют ковкой (штамповкой) или собирают из отдельных пластин. Материалом для крюков служит сталь 20 по ГОСТ 1050—74 или сталь 20Г по ГОСТ 4543—71.

Кованые (штампованные) однорogie крюки по ГОСТ 6627—74 имеют грузоподъемность 0,4...20 т для кранов с руч-

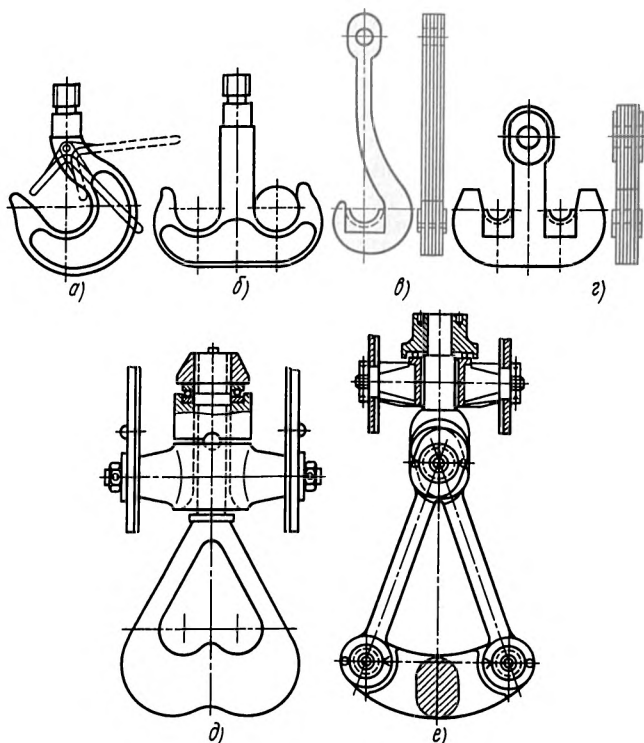


Рис. 51. Грузовые крюки и петли:

а — однорogieй с предохранительным замком, б — двурogieй, в — однорogieй пластинчатый, г — двурogieй пластинчатый, д — неразъемная, е — разъемная

ным приводом и 5...100 т для машинного привода при группах режима работы 5М, 6М.

Пластинчатые крюки (рис. 51, в, г) по ГОСТ 6619—75 изготовляют двух типов: однорogie — грузоподъемностью 40...315 т для литейных кранов, двурogie — грузоподъемностью 80...320 т для кранов общего назначения.

Пластинчатые крюки выполнены из отдельных элементов, вырезанных из листовой стали. Пластинчатые крюки проще кованых в изготовлении и более надежны, так как разрушение всех пластин не может произойти одновременно, но они тяжелее. Изготавливают их из листов стали 20, 16МС или ВСтЗсп, соединяя между собой заклепками.

После изготовления все крюки испытывают при статической нагрузке, составляющей $1,25Q_n$ (номинальной грузоподъемности).

В качестве универсальных грузозахватных органов используют также *грузовые петли*, которые имеют меньшую массу по сравнению с крюками той же грузоподъемности, вследствие более благоприятных условий нагружения.

Грузовые петли изготовляют цельноковаными (рис. 51, д) или составными (рис. 51, е) из шарнирно соединенных элементов. Так же как и для крюков, материалом грузовых петель является сталь 20. Форма и размеры петель не стандартизованы, поэтому необходим расчет их на прочность. При одинаковой грузоподъемности петли имеют меньшие размеры и массу, чем крюки за счет меньших изгибающих моментов в их конструкции, но неудобны в эксплуатации, так как требуется продевание стропов через отверстие петли.

§ 37. ПОЛИСПАСТЫ И КРЮКОВЫЕ ПОДВЕСКИ

Полиспа́стом называется грузоподъемное устройство, состоящее из нескольких подвижных блоков, огибаемых гибким органом (канатом), служащее для выигрыша в силе (силовой полиспаст) или скорости (скоростной полиспаст). В кранах применяются силовые полиспасты, позволяющие уменьшить натяжение каната, крутящий момент на барабане лебедки от массы поднимаемого груза и передаточное число механизма. Они являются основной частью механизма подъема груза.

Схемы полиспастов показаны на рис. 52. Блоки, образующие полиспаст, подразделяют на подвижные 6, ось которых перемещается в пространстве, и неподвижные 4, ось которых не перемещается в пространстве. Ось подвижных блоков закреплена в крюковой подвеске 5. В грузоподъемных машинах применяют одинарные и вдвоенные полиспасты. В одинарных полиспастах (рис. 52, а) один конец каната 1 закреплен на барабане 2, другой — на неподвижной части конструкции 3

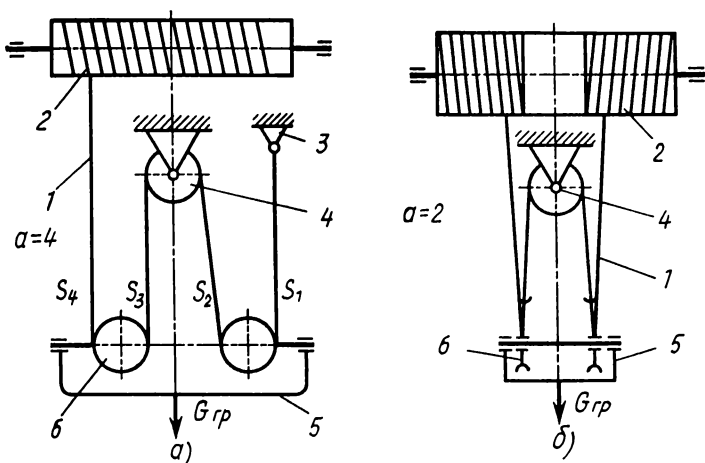


Рис. 52. Схемы одинарного (а) и сдвоенного (б) полиспастов

крана или крюковой подвеске, барабан имеет нарезку в одну сторону.

В сдвоенных полиспастах (рис. 52, б) оба конца каната 1 закреплены на барабане 2 и при работе огибают уравнительный блок 4. Сдвоенный полиспаст можно рассматривать как состоящий из двух одинарных полиспастов.

Недостатком одинарных полиспастов является неравномерное изменение нагрузки на опоры барабана при подъеме или опускании груза, что приводит к его горизонтальному перемещению и неравномерному износу подшипников, поэтому в механизмах подъема груза мостовых, козловых и консольных кранов преимущественное применение нашли сдвоенные полиспасты.

Основным параметром полиспаста является его *кратность*, под которой понимают отношение скорости движения подвижной ветви гибкого тягового органа к скорости подъема груза или отношение числа ветвей каната, на которых подвешен груз, к числу ветвей каната, навиваемых на барабан. Кратность полиспаста характеризует выигрыш в силе.

При подъеме груза максимальное значение натяжения $S_{\max} = S_4$ будет в ветви каната, набегающей на барабан, а минимальное в последней ветви $S_1 = S_{\min}$. Максимальное натяжение подсчитывается по формуле

$$S_{\max} = \frac{G_{rp}}{a\eta_n},$$

где G_{rp} — сила тяжести груза, Н; a — кратность полиспаста, η_n — КПД полиспаста.

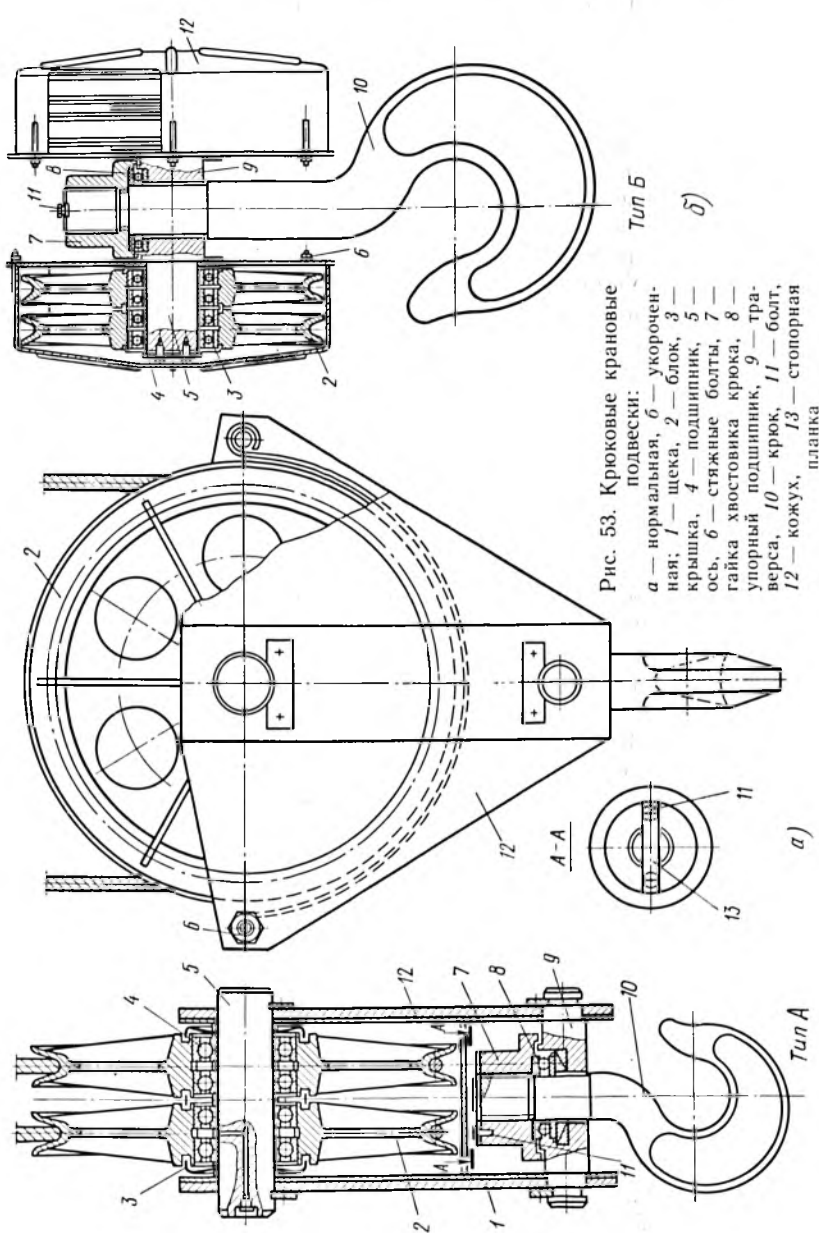


Рис. 53. Крюковые крановые

подвески:

а — нормальная, б — укороченная; 1 — щека, 2 — блок, 3 — крышка, 4 — подшипник, 5 — ось, 6 — стяжные болты, 7 — гайка хвостовика крюка, 8 — упорный подшипник, 9 — траверса, 10 — крюк, 11 — болт, 12 — стопорная планка

При опускании груза распределение натяжений в ветвях полиспаста изменяется: минимальное натяжение $S_4 = S_{\min}$ возникает в ветви каната, сбегавшей с барабана, а максимальное — в последней ветви $S_1 = S_{\max}$.

Крюковые подвески служат для соединения грузового крюка с канатом механизма подъема груза. Крюковые подвески бывают *нормальные* и *укороченные*. В первых применяют крюк с коротким хвостовиком типа А, который подвешивают на отдельной траверсе в нижней части подвески с возможностью поворота относительно продольной оси (рис. 53, а). Во-вторых применяют крюк с длинным хвостовиком типа Б, который крепят непосредственно на оси блоков полиспаста (рис. 53, б). Укороченные подвески позволяют в результате уменьшения высоты подвески получить большую высоту подъема груза.

Для закрепления в крюковой подвеске крана стержень крюка в верхней части имеет резьбу: треугольную при грузоподъемности до 10 т и трапецеидальную — от 15 т и выше. На резьбу навинчивают гайку 7, которую для предотвращения отвинчивания фиксируют стопорной планкой 13, закрепляемой болтами 11 в пазах на торцах гайки и хвостовика крюка. Стопорение гайки штифтами, шплинтами и стопорными болтами **не допускается**.

Крюки имеют зев с размерами, достаточными для помещения в нем канатов и цепей, с помощью которых осуществляют строповку груза. Крюк в крюковой подвеске устанавливают так, чтобы он мог свободно вращаться и устанавливаться при работе в соответствии с положением груза. Нижний торец гайки крюка опирается на верхнюю обойму упорного шарикового подшипника 8 (рис. 53).

В качестве грузозахватного органа в подвесках используют кованные однорогие (ГОСТ 6627—74) или двурогие (ГОСТ 6628—73) крюки.

Блоки в крюковых подвесках монтируют на неподвижных осях и подшипниках качения. Поскольку скорости движения отдельных ветвей каната различны и блоки имеют разную частоту вращения, их устанавливают раздельно друг от друга. Чтобы исключить возможность выхода каната из ручья блока и его защемления при случайном ослаблении каната на блоках смонтированы кожухи.

§ 38. ХОДОВЫЕ КОЛЕСА И БАЛАНСИРЫ

Ходовые колеса в механизмах передвижения кранов изготовляют главным образом из стали марок 75 и 65Г по ГОСТ 4543—71. Конструкция ходовых колес кранов и грузовых тележек должна исключать возможность схода колес с рельсов. Для этого ходовые колеса снабжают одним или двумя

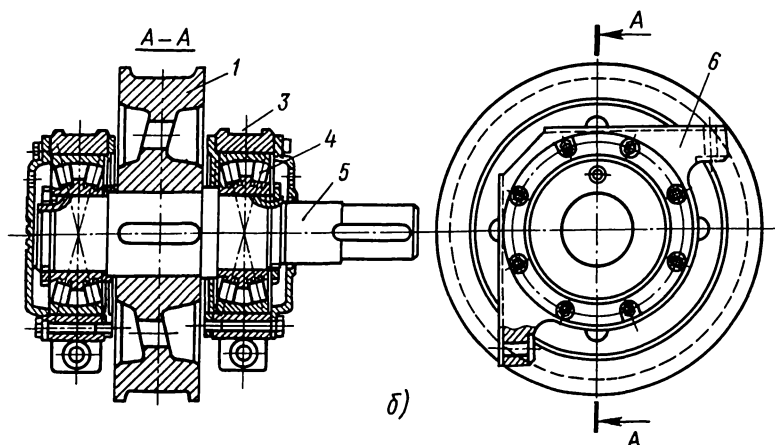
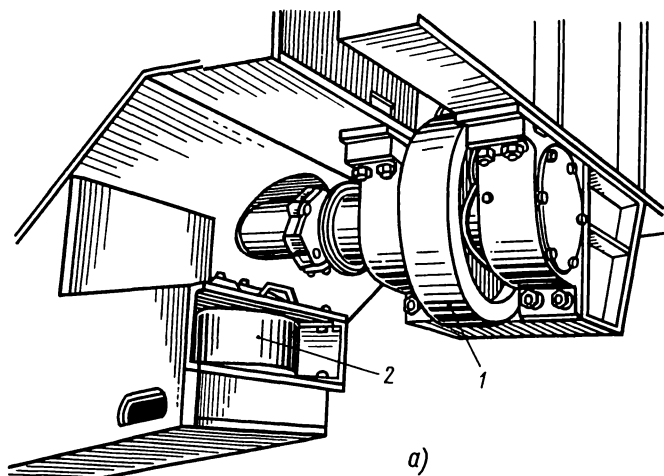


Рис. 54. Ходовые колеса:

а — безребордное с направляющим горизонтальным роликом, *б* — двухребордное на угловой буксе; 1 — приводное ходовое колесо, 2 — направляющий ролик, 3 — направляющие пазы под пластины, 4 — подшипник качения, 5 — вал ходового колеса, 6 — букса

боковыми фланцами — *ребордами*, служащими для направления движения колеса по рельсу. Как правило, ходовые колеса кранов изготавливают двухребордными. Одноребордные ходовые колеса применяют в опорных и подвесных тележках кранов мостового типа и подвесных тележках, передвигающихся по монорельсу. При использовании безребордных колес 1 функции реборд выполняют горизонтальные направляющие ролики 2 с вертикальной осью вращения (рис. 54, *а*). Эти ролики могут катиться как по боковым поверхностям крановых рельсов, так и по специальным направляющим, закрепленным на верхнем поясе подкрановой балки.

Износ крановых колес происходит от трения реборд о головки рельсов при движении крана с перекосом, при нарушении правильности расположения колес в плане (перекос), взаимодействии с изношенными деформированными рельсами и др. Существенно влияет на интенсивность изнашивания колеса профиль его обода. При наличии плавных (по радиусу) переходов от беговой дорожки к ребордам износ уменьшается.

Приводные ходовые колеса закрепляют на валах 5 с помощью шпонок, неприводные ходовые колеса — на вращающихся осях без шпонок, а направляющие ролики — на неподвижных осях в подшипниках. Число приводных колес определяют расчетом.

Для обеспечения точности сборки и удобства замены при эксплуатации ходовые колеса 1 устанавливают в буксах на радиальных сферических двухрядных подшипниках 4. Наибольшее распространение получила установка колес 1 на угловых буксах 6 (рис. 54, б). Буксы закрепляют болтами на раме тележки, концевой балке или балансира. От смещения при работе краны буксы удерживают пластики, приваренные к металлоконструкции или балансиру и взаимодействующие с пазами 3 в буксах. Такая фиксация установки обеспечивает взаимозаменяемость букс и сокращает трудоемкость при замене колес за счет исключения времени на выверку их положения.

Наибольший диаметр поверхности дорожки катания ходового колеса по ГОСТу не должен превышать 1000 мм. От размеров ходовых колес зависит несущая способность и наибольшая допускаемая нагрузка, которую они могут передать на рельсы. Жесткое крепление ходовых колес к мосту крана всегда обуславливает неравномерное распределение нагрузки между ними, вызванное неровностью крановых путей или деформацией моста крана.

Поэтому установку тележек и мостов на четыре ходовых колеса применяют только для кранов грузоподъемностью до 50 т. Для кранов грузоподъемностью 75...125 т мост имеет восемь ходовых колес, а при грузоподъемности от 150 и более — шестнадцать.

Для обеспечения равномерного распределения нагрузки между колесами применяются уравнивающие балансиры, использование которых приводит к увеличению высоты концевой балки моста и уменьшению ее горизонтальной жесткости. В основу таких конструкций положены унифицированные двухколесные тележки — балансиры со съемными буксами (рис. 55). Шестнадцатиколесный кран имеет два главных 1 и четыре малых 2 балансира. Шарнирно установленные балансиры имеют возможность поворачиваться (качаться) на осях, обеспечивая при передвижении моста крана его опирание на все ходовые колеса и их равномерное нагружение вне зависимости от состояния кранового пути.

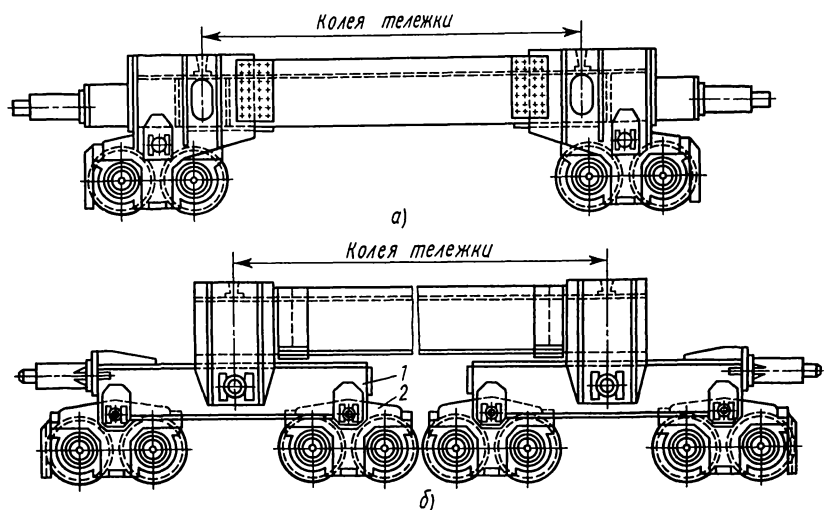


Рис. 55. Балансиры восьмиколесного (а) и шестнадцатиколесного (б) кранов

§ 39. ТОРМОЗА И ОСТАНОВЫ

После отключения электродвигателя механизма грузоподъемного крана его ротор некоторое время продолжает вращаться под действием инерционного момента самого ротора и связанных с ним других деталей механизма. Для замедления частоты вращения рабочего органа механизма крана, его своевременной остановки и удержания в покое применяют тормоза (от одноименного греческого слова — отверстие для помещения стержня, замедляющего вращение колеса).

Механизм подъема груза крана должен быть снабжен тормозом для остановки перемещаемого груза (крюковой подвески) и удержания ее на весу, а механизмы передвижения крана (грузовой тележки) — для остановки крана (тележки) на определенной длине тормозного пути и удержания в покое.

По конструкции тормоза разделяют на: *колодочные*, рабочим элементом которых являются колодки, взаимодействующие с наружной цилиндрической поверхностью тормозного шкива и создающие на нем тормозной момент; *ленточные* — с рабочим элементом в виде гибкой ленты, взаимодействующей с тормозным шкивом; *дисковые* — с рабочим элементом в виде диска и сегментных колодок и *конические* — с рабочим элементом в виде конуса.

Наибольшее распространение в грузоподъемных кранах получили *двухколодочные* тормоза. Шкив закреплен на валу механизма, а колодки расположены диаметрально в его плоскости. Такое расположение колодок уравнивает силы

их прижатия к шкиву и не создает изгибающего вал момента.

По принципу действия тормоза разделяют на *автоматические* и *управляемые*, а по характеру приложения тормозной силы — на *нормально открытые* (у которых колодки в обычном состоянии отведены от шкива), закрываемые при включении привода; *нормально закрытые* (у которых колодки в обычном состоянии прижаты к шкиву), открываемые при выключении привода механизма крана, и *комбинированные*, которые в нормальных условиях работают как нормально открытые, а в аварийной ситуации — как нормально закрытые.

Согласно требованиям Правил по кранам механизмы подъема груза кранов оборудуют нормально закрытыми тормозами, а другие механизмы — нормально закрытыми и комбинированными.

Нормально закрытый двухколодочный тормоз состоит из двух кованых рычагов 2 и 5 с шарнирно закрепленными на них тормозными колодками 1 и 3 (рис. 56, сечение В — В). В свою очередь рычаги 2, 5 шарнирно закреплены на основании 14 (сечение А — А). Закрывание тормоза (затормаживание шкива) производит силовая главная спиральная сжатая пружина 11, установленная на штоке 10 в скобе 12 и действующая на его рычажную систему. При этом левый конец пружины 11 под действием внутренней силы сжатия давит на скобу 12, шарнирно связанную с рычагом 5, и прижимает колодку 3 к шкиву. Правый конец пружины 11 через шайбу и гайки 9, 8, 7 толкает шток 10 вправо. При этом правый конец штока свободно проходит через втулку 15 (сечение Б — Б), а левый его конец через гайку 18 действует на рычаг 2 и прижимает колодку 1 к шкиву. Очевидно, что если обе тормозные колодки прижаты к шкиву, то тормоз в это время закрыт (механизм заторможен). Рычаги тормоза соединены с основанием и замыкающим элементом шарнирно при помощи втулок 15, зафиксированных стопорными планками 16, и образуют шарнирный четырехзвенник. С целью исключения изнашивания верхних частей колодок при трении о вращающийся шкив (при открытом тормозе) на рычагах установлены штыревые пружинные фиксаторы 17 (сечение Г — Г). Пружина 13 предназначена для разведения рычагов 2 и 5 при открывании тормоза, а регулировочный болт 6 обеспечивает равный отход колодок 1, 3 от шкива.

Очевидно, что закрывание такого тормоза механическим усилием силовой сжатой пружины обеспечивает простоту конструкции, удобство управления и, главное, надежную работу тормоза, так как при использовании какого-либо другого вида привода (электрического, гидравлического и др.) в случае перерыва подачи энергии (отключение, обрыв кабеля, нарушение герметичности и т. д.) тормоз будет открыт (механизм расторможен) и возникнет аварийная ситуация.

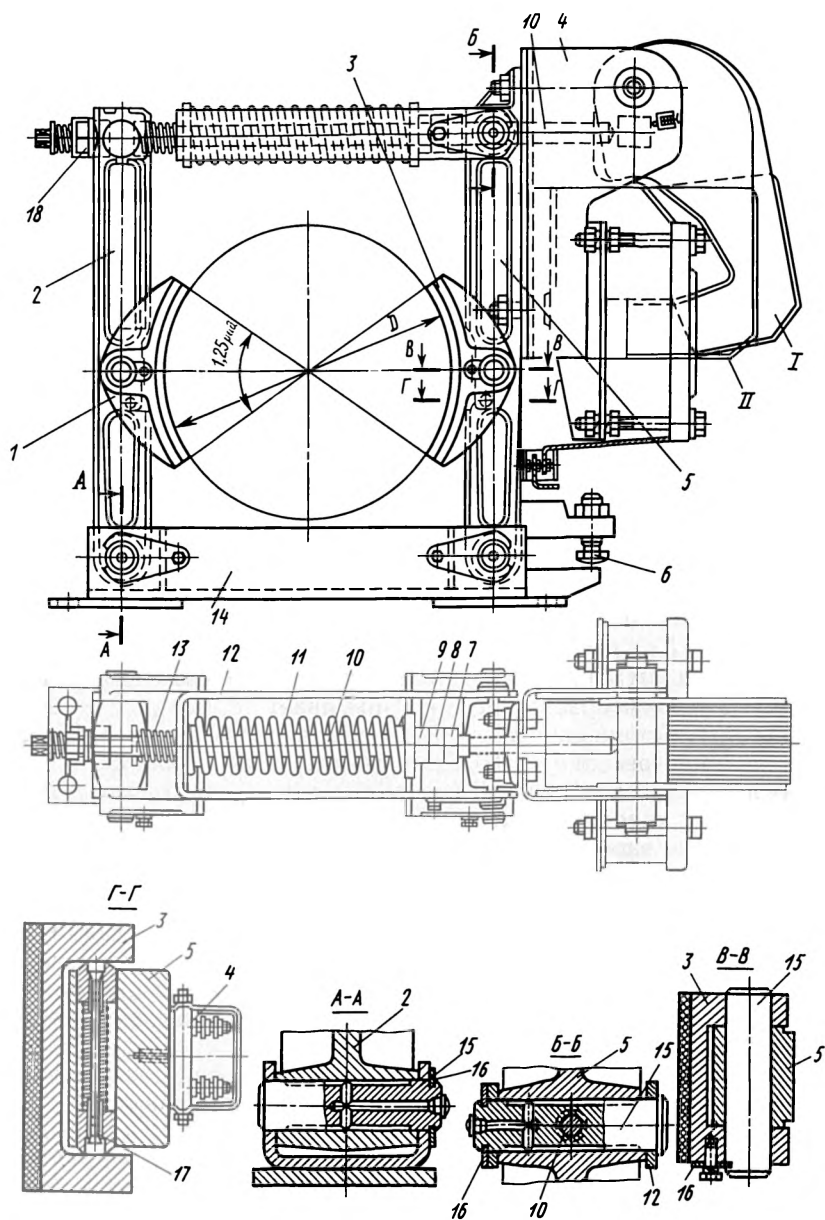


Рис. 56. Двухколодочный нормально закрытый тормоз ТКТ

Для открывания нормально закрытого двухколодочного тормоза применяют различные специальные устройства с электро- и гидроприводом, воздействующие на его рычажную систему в обратном направлении. В качестве размыкающих устройств применяют специальные тормозные электромагниты 4 или электрогидравлические толкатели, включаемые в цепь управления параллельно двигателю механизма крана (см. § 59). При этом одновременно с включением механизма происходит открывание тормоза, а при выключении механизма (оператором или по причине отказа) силовая пружина замыкает тормоз и затормаживает механизм.

Описанная выше конструкция двухколодочного тормоза предназначена для работы с тормозным электромагнитом. В отличие от него тормоз, работающий по тому же принципу, но в паре с электрогидравлическим толкателем, имеет аналогичную конструкцию. Силовая пружина 11, надетая на шток 10, верхним концом уперта в кронштейн 20, закрепленный на правом рычаге 5, а нижним через шайбу и регулировочные гайки 9, 8 воздействует на шток (см. рис. 104). Шток связан с двуплечим рычагом 21, шарнирно закрепленным на правом рычаге тормоза. Короткое плечо двуплечего рычага через тягу 22 с регулировочными гайками 23, 24 связано с левым рычагом тормоза, а длинное плечо — со штоком электротолкателя. Под действием силовой пружины шток поворачивает двуплечий рычаг по часовой стрелке и закрывает тормоз.

Тормозные шкивы обычно изготавливают из стали 35СГ с твердостью поверхности НВ 420 или стали 65Г и 65ГЛ с твердостью не менее НВ 350. Для механизмов передвижения и поворота допускается применение шкивов из чугуна СЧ 28. В качестве тормозного шкива часто используют одну из соединительных полумуфт: любую — в случае применения муфты МЗ или только ведомую — для муфты МУВП (для обеспечения надежной кинематической связи между рабочим органом и тормозным шкивом).

С целью получения большого тормозного момента и уменьшения габаритов и массы тормоза накладки тормозных колодок делают из специальных *фрикционных* (от латинского слова «фрикцион» — трение) материалов, отличающихся высокими коэффициентом трения, тепло- и износостойкостью.

Величина тормозного момента, развиваемого тормозом, зависит от сил трения, на которые, в свою очередь, влияет состояние поверхностей трения (наличие на них смазки, грязи, влаги, льда и пр.), поэтому величина тормозного момента не является постоянной. Для обеспечения надежной работы тормоза механизма грузоподъемного крана развиваемый им тормозной момент всегда должен превышать крутящий момент, действующий при работе механизма на валу, на котором установлен тормоз. Данное превышение называют *коэффици-*

циентом запаса торможения и для разных механизмов крана его величина различна.

В соответствии с требованиями Правил по кранам коэффициент запаса торможения тормозов механизмов подъема груза в зависимости от группы режима работы должен быть: 1,5 — для групп режима работы 1М, 2М и 3М; 1,75 — для группы 4М; 2 — для группы 5М и 2,5 — для группы 6М.

Коэффициент запаса торможения механизмов передвижения кранов-штабелеров определяют, исходя из их технических характеристик, в частности, максимально допустимых замедлений, возникающих при торможении. Для остальных механизмов Правила по кранам значения коэффициента не регламентируют.

В общем виде механическую часть двухколодочного тормоза обозначают буквами ТК (тормоз колодочный). В зависимости от типа открывающего тормоз привода обозначение имеет вид: ТКТ — с электромагнитом переменного тока, ТКГ — с электрогидротолкателем. Число, стоящее после буквенной маркировки, обозначает диаметр тормозного шкива в миллиметрах. Например, ТКТ-200 обозначает нормально закрытый двухколодочный тормоз с приводом от короткоходового электромагнита МО-200Б переменного тока и диаметром тормозного шкива 200 мм, развивающий тормозной момент 160 Н·м.

Иногда по конструктивным соображениям на тормозной шкив диаметром, например, 200 мм ставят тормоз с более слабым электромагнитом МО-100Б, предназначенным для тормоза с диаметром шкива 100 мм. В этом случае тормоз обозначают ТКТ-200/100 и он развивает меньший тормозной момент — 40 Н·м.

Остановы — это устройства, которые не препятствуют подъему груза и исключают возможность его самопроизвольного опускания под действием собственного веса. Как самостоятельное тормозное устройство остановки не применяют, обычно они являются сборочными единицами тормозных устройств. Остановы бывают храповые и фрикционные.

Храповые остановки (рис. 57, а) состоят из храпового колеса 1, закрепленного на валу 2 механизма (например, подъема), и собачки 3, ось 4 которой расположена на неподвижных элементах механизма. Собачка входит в зацепление с храповым колесом, препятствуя его вращению по часовой стрелке, а следовательно, и движению механизма в сторону опускания груза и не препятствуя движению в сторону подъема. Для опускания груза собачку необходимо вывести из зацепления с храповым колесом.

Роликовые фрикционные остановки (рис. 57, б) имеют корпус 5, втулку 6 и ролики 7, размещенные в клиновых пазах. При вращении втулки против часовой стрелки (при неподвиж-

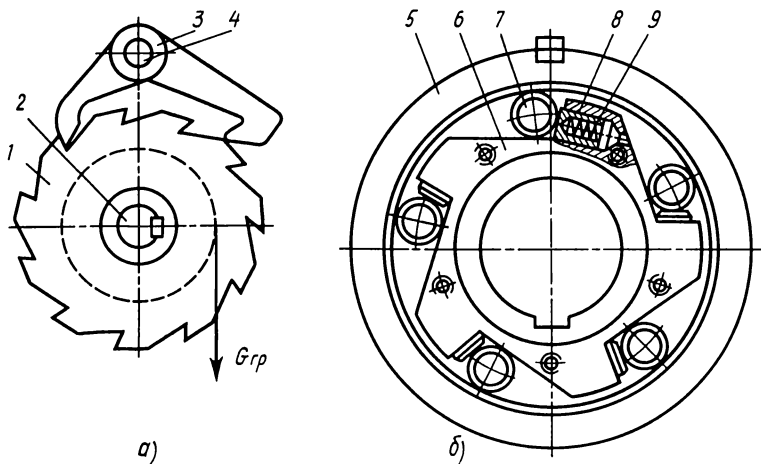


Рис. 57 Храповой (а) и роликовый (б) остановы

но зафиксированном корпусе 5) ролики увлекаются силой трения в широкую часть клинового паза, что обеспечивает свободное вращение втулки, а следовательно, и вала механизма относительно корпуса. При перемене направления вращения ролики увлекаются в узкую часть клинового паза, что приводит к их заклиниванию в пазу и остановке втулки. Для более быстрого заклинивания роликов в конструкцию останова включены пружины 9 и штифты 8, отжимающие ролики в угол паза.

§ 40. МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОСТОВ И ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК КРАНОВ

Механизмы передвижения обеспечивают горизонтальное передвижение моста крана и его грузовой тележки по рельсовому пути. На рассматриваемых грузоподъемных кранах получили распространение *два типа* механизмов передвижения: *первый* — с приводными ходовыми колесами и *второй* — с канатной (реже цепной) тягой. В механизме передвижения первого типа все детали, включая приводные ходовые колеса, размещены на раме, поэтому его применяют для передвижения самого крана и его грузовой тележки. В случае, когда на раме грузовой тележки не удастся разместить все необходимые механизмы, применяют механизмы передвижения второго типа. В этом случае грузовая тележка получается компактной, так как на ней устанавливают только неподвижные блоки грузового полиспаста, а остальные детали механизмов крепят на мосту крана.

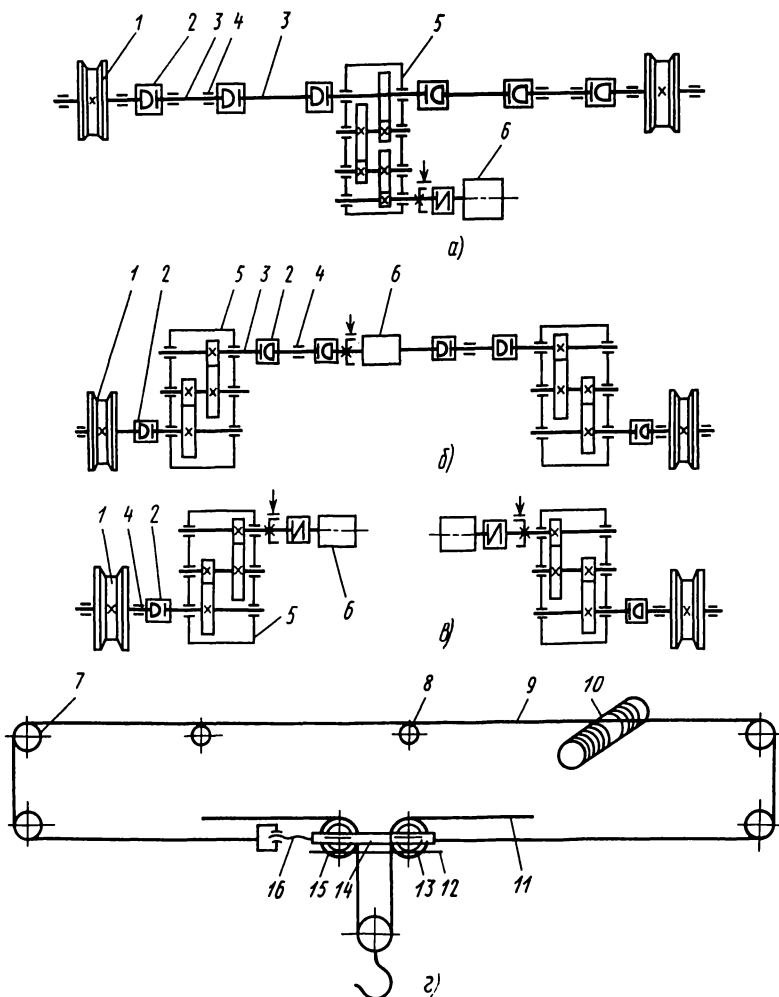


Рис. 58. Кинематические схемы механизмов передвижения мостового крана (первого типа) с тихоходным (а) и быстроходным (б) трансмиссионным валом, с раздельным приводом (в) и грузовой тележки (второго типа) (г)

Рабочим органом механизма передвижения первого типа являются приводные ходовые колеса 1. В зависимости от типа крана, его конструкции и грузовых характеристик механизмы передвижения выполняют с центральным или раздельным приводом (рис. 58). В механизмах передвижения мостового крана с центральным приводом для уменьшения перекоса крана электродвигатель расположен в середине моста крана, а крутящий момент на приводные колеса передают трансмиссионные валы. По конструкции различают механизмы с тихоход-

ными (рис. 58, а), среднеходными и быстроходными (рис. 58, б) трансмиссионными валами. Указанные схемы механизмов обычно применяют на мостовых, реже козловых кранах. Трансмиссионный вал выполнен из отдельных секций (обычно из труб) 3, соединенных зубчатыми муфтами 2 и опирающихся на радиальные сферические двухрядные подшипники качения 4. Разрезной вал является статически определимой конструкцией, что упрощает его расчет. Кинематическая схема механизма с тихоходным валом наиболее проста и распространена на мостовых кранах и грузовых тележках. Механизм имеет один центрально-расположенный редуктор 5 и привод от электродвигателя 6.

Тихоходный трансмиссионный вал, связанный с выходным валом редуктора и имеющий малую частоту вращения, передает на ходовые колеса максимальный крутящий момент, в связи с чем секции вала, муфты и подшипники имеют значительные габариты и массы. С увеличением грузоподъемности и пролета крана число этих элементов и их параметры возрастают. В отличие от тихоходного быстроходный трансмиссионный вал связан с валом приводного электродвигателя, имеет высокую частоту вращения и передает минимальный крутящий момент, поэтому его диаметр в 2...3 раза, а масса — в 4...6 раз меньше. Однако необходимо помнить, что его применение требует высокой точности монтажа деталей (особенно подшипников на жестких опорах) и их динамической балансировки. На работу таких валов влияют деформации моста, поэтому их целесообразно применять в механизмах передвижения крановых мостов с повышенной жесткостью конструкции при длине пролета более 20 м.

Наличие двух боковых редукторов и длинных трансмиссионных валов усложняет и удорожает конструкцию механизма, поэтому в последнее время все большее применение получают механизмы передвижения с раздельным приводом (рис. 58, в). Каждый электродвигатель рассчитывают на 60% общей требуемой мощности с учетом возможной неравномерности их загрузки.

Механизмы передвижения второго типа применяют главным образом для передвижения грузовых тележек козловых кранов (рис. 58, г). Рабочим органом такого механизма является барабан 10 тяговой лебедки, а тяговым органом — канат 9. Тяговая лебедка установлена на металлоконструкции крана (на рис. не показана). Тяговый орган выполнен в виде двух ветвей — верхней и нижней. Концы обеих ветвей прикреплены к раме грузовой тележки 14, а противоположные концы ветвей навиваются на барабан лебедки в противоположных направлениях. При этом при вращении барабана в определенном направлении одна ветвь навивается на него, а другая свивается, осуществляя тем самым передвижение тележки на

ходовых колесах 13 по рельсовому пути 12. При реверсировании барабана лебедки (механизма) грузовая тележка двигается в противоположном направлении. Так как механизм установлен на раме крана, то тяговый орган 9 проходит через систему поддерживающих 8 и отклоняющих 7 блоков. Узел крепления 16 тягового органа к тележке предусматривает возможность его натяжения при запасовке и в процессе эксплуатации. В этом случае и механизм подъема груза расположен на металлоконструкции крана, а грузовой канат 11 огибает неподвижные блоки 15 грузового полиспаста, закрепленные на тележке.

§ 41. ОПОРНО-ХОДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ КОЗЛОВЫХ И КОНСОЛЬНЫХ КРАНОВ

Механизмы передвижения козловых кранов общего назначения выполняют с раздельным электроприводом. Приводными выполняют не менее 50% ходовых колес. Редукторы обычно применяют цилиндрические, реже конические или червячные.

Конструктивно крановые механизмы передвижения выполняют в виде скрепляемых с основанием стоек опор одно- или двухколесных тележек, реже ходовых балок, на которые парно опираются две стойки. Существует несколько схем приводов механизмов передвижения козловых кранов (рис. 59).

На рис. 59, а приведена схема привода с двухступенчатым цилиндрическим редуктором, на выходной вал которого наса-

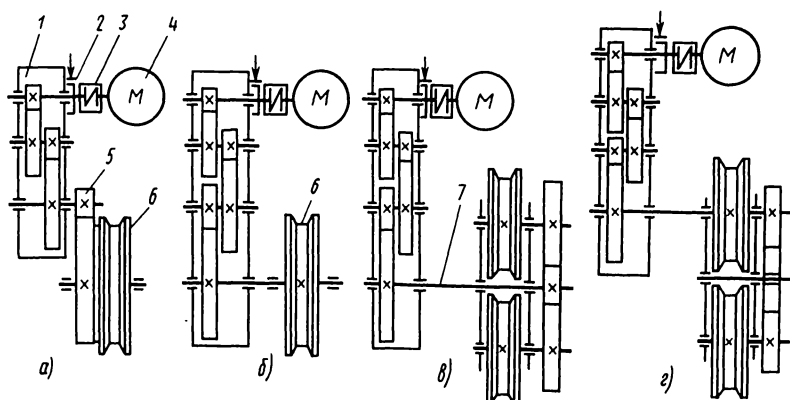


Рис. 59. Кинематические схемы механизмов передвижения козлового крана с раздельным приводом:

а — с промежуточной открытой зубчатой передачей и одним приводным колесом, б — с навешенным на конец вала приводного колеса редуктором, в, г — с промежуточной открытой зубчатой передачей и двумя приводными колесами; 1 — редуктор, 2 — тормоз, 3 — муфта, 4 — электродвигатель, 5 — шестерня, 6 — ходовое колесо, 7 — вал

частую компоновка механизмов по этой схеме оказывается неудобной и применяют схему, показанную на рис. 59, г.

На рис. 60 представлена ходовая тележка крана КК-12,5-32. Вал 1 ходового колеса 2 смонтирован в двух упрощенных буксовых узлах 3 (с цилиндрическими буксами). Вал колеса через зубчатую муфту 4 соединен с выходным валом редуктора ВК-400, опорный фланец которого прикреплен к промежуточной подставке. В последней предусмотрены расточки для несущих пальцев, установленных в раме ходовой тележки.

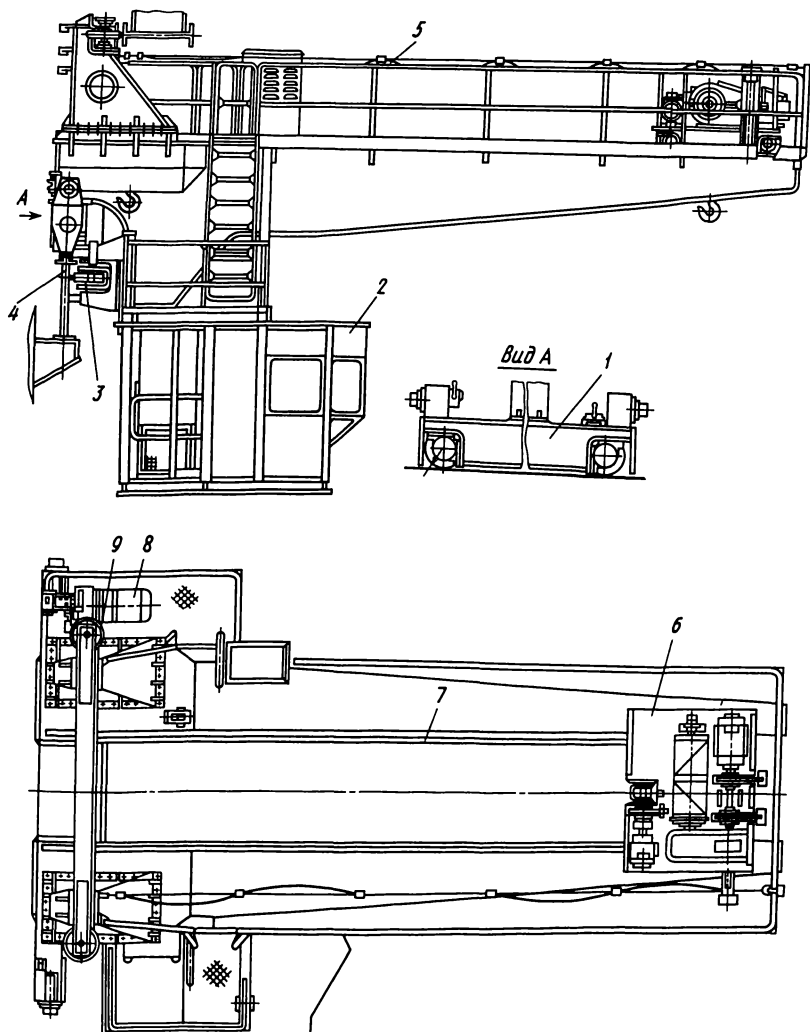


Рис. 61. Механизм передвижения неповоротного консольного крана

Опорно-ходовым устройством консольного крана является ходовая тележка 1 (рис. 61). Тележка на двух ходовых двухребордных колесах передвигается по рельсу 4. Ведущее ходовое колесо снабжено приводом 8. Две пары верхних 9 и нижних 3 горизонтальных роликов удерживают кран от опрокидывания. Опорные ролики опираются на специальные направляющие рельсы, закрепленные на конструкции здания. Реакции на опорных роликах (направленные в противоположные стороны) образуют пару сил, уравновешивающую момент от груза и собственного веса крана.

Тележка 6 с механизмом подъема груза передвигается по рельсовому пути 7, расположенному на консоли крана 5. В качестве тележек консольных кранов, как правило, используются типовые тележки мостовых кранов соответствующей грузоподъемности. Консольные краны оборудуют кабиной управления 2.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены валы и чем отличаются валы от осей?
2. Для чего служат шпоночные и шлицевые соединения?
3. Какие муфты находят применение в крановых механизмах?
4. Какие функции выполняет редуктор в механизмах кранов?
5. Каково назначение блоков и барабанов в механизмах кранов?
6. Что такое полиспаст и какие полиспасты вы знаете?
7. Какие типы крюковых подвесок применяют в современных кранах?
8. Из каких марок сталей изготавливают ходовые колеса кранов?
9. Каково назначение тормозов? Какие конструкции тормозов применяют в кранах?
10. Что такое коэффициент запаса торможения механизма, чему он равен и с какой целью его учитывают?
11. Для чего предназначены, как устроены и работают остановы?
12. Какие типы механизмов передвижения применяют на грузоподъемных кранах? В чем состоит их отличие? Достоинства и недостатки.
13. Какие преимущества обеспечивает отдельный привод механизма передвижения в сравнении с центральным и где его применяют?
14. Как устроен и работает механизм передвижения с тяговым канатом, где его применяют и почему?
15. Что общего и в чем состоит отличие опорно-ходовых устройств козловых, консольных кранов и кранов-штабелеров?

Глава 7

МЕХАНИЗМЫ ПОДЪЕМА ГРУЗА

§ 42. МЕХАНИЗМЫ ПОДЪЕМА ГРУЗА КРАНОВ

Подъем груза в кранах осуществляют различные механизмы, которые отличаются по типу привода, системе подвеса груза и конструктивному исполнению. Механизмы подъема

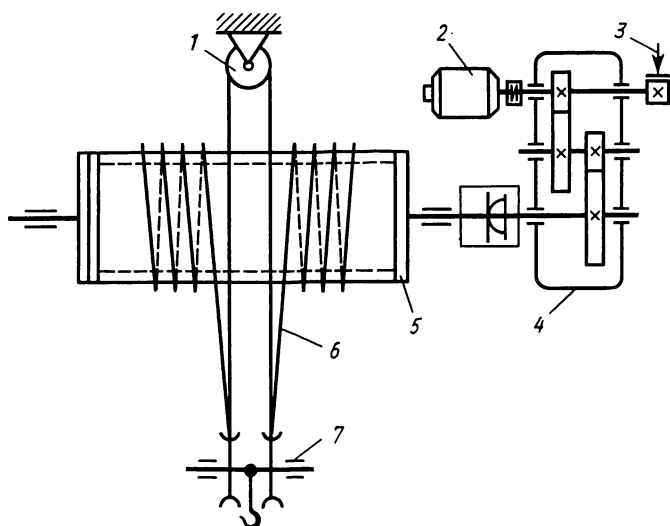


Рис. 62. Схема механизма подъема груза

груза могут быть с ручным, индивидуальным и групповым машинным приводом.

Основными узлами канатных механизмов подъема груза являются лебедка, грузовой орган, соединенный с ней канатом, и устройства, обеспечивающие безопасную эксплуатацию механизмов. Однобарабанная крюковая лебедка (рис. 62) состоит из электродвигателя 2, редуктора 4, жестко соединенного муфтой с барабаном 5, тормоза 3, канатного полиспаста 6, крюковой подвески 7, уравнительного блока 1.

В механизмах подъема с индивидуальным приводом, который применяют в кранах общего назначения, барабан с редуктором соединяют с помощью зубчатой муфты. Валы двигателя и редуктора соединяют при помощи муфты МУВП. В этих механизмах тормоз обычно устанавливают на быстроходном валу, так как для остановки механизма в этом случае требуется меньший тормозной момент.

Согласно Правилам по кранам механизмы подъема груза выполняют так, чтобы опускание груза производилось только принудительно, включением двигателя.

В мостовых подвесных и опорных кранах грузоподъемностью до 5 т и в козловых кранах типа ККТ грузоподъемностью до 12,5 т в качестве механизма подъема используют электрические тали.

В кранах большей грузоподъемности лебедку механизма подъема груза устанавливают на грузовой тележке крана.

Мостовые краны грузоподъемностью свыше 15 т имеют, как правило, два механизма подъема груза: основной и вспомо-

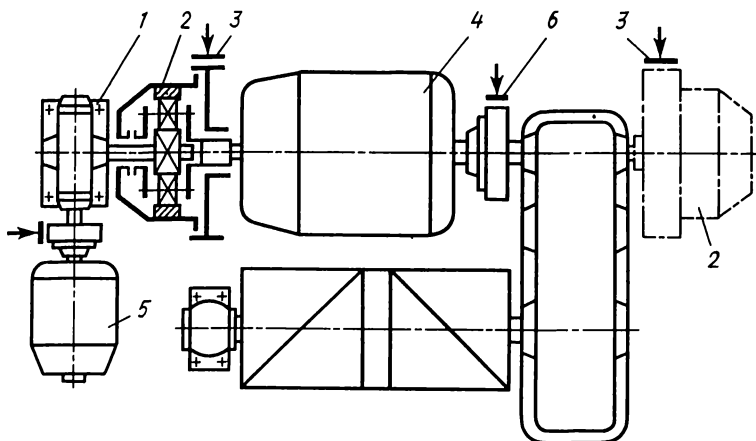


Рис. 63. Лебедка механизма подъема груза с малой посадочной скоростью

могательный, например грузоподъемностью 15/5 т — основной — 15 т, вспомогательный — 5 т.

Во многих случаях при монтажных, строительных и специальных работах в механизмах подъема груза необходимо изменять скорости подъема и опускания груза в зависимости от характера выполняемой работы и величины груза. Это привело к созданию многоскоростных механизмов подъема груза.

Среди механических способов регулирования скорости перемещения груза используют изменение передаточного отношения редуктора, специальные конструкции лебедок и тормозов.

Изменение скоростей переключением передач в редукторе неудобно и обеспечивает диапазон изменения скоростей не более 2. Применение электрогидравлического толкателя тормоза механизма подъема, подключенного по специальной схеме, позволяет получить посадочные скорости до 20% от номинальных. При таком способе регулирования скорости происходит интенсивное изнашивание накладок тормоза и он допустим только при кратковременной работе.

Наибольшее применение нашли специальные многоскоростные лебедки с микроприводом. Существует много различных кинематических схем многоскоростных лебедок, отличительной особенностью их является наличие двух электродвигателей и планетарных редукторов или специальных муфт.

Лебедка с малой посадочной скоростью (рис. 63) в дополнение к нормальным узлам снабжена микродвигателем 5, червячным редуктором 1, планетарной муфтой 2, тормозом муфты 3, соединенными с валом главного двигателя 4. Для работы микропривода тормоз 3 замыкают, а двигатель 4 отключен и вращается вхолостую при разомкнутом тормозе 6.

Микродвигатель 5 вращает центробежную (солнечную) шестерню и водило, соединенное с валом двигателя 4. При передаточном числе планетарной муфты $u_p=5$ обеспечивается установочная скорость барабана около 1% от основной.

При работе с основной скоростью микродвигатель 5 остановлен, двигатель 4 включен, водило вращается вхолостую, сателлиты обкатывают неподвижную центральную шестерню и вращают обойму при разомкнутом тормозе 3. При необходимости планетарная муфта может быть установлена на другой стороне редуктора.

§ 43. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАЛИ И МЕХАНИЗМЫ КРАНОВ-ШТАБЕЛЕРОВ

Т а л ь — это грузоподъемное устройство с ручным, электрическим или пневматическим приводом, подвешиваемое к балкам или специальным тележкам, перемещающимся по подвесному монорельсовому пути.

Тали электрические используют в качестве самостоятельных грузоподъемных машин или в качестве механизмов подъема груза в однобалочных мостовых, консольных и козловых кранах. Грузоподъемность электроталей составляет 1...10 т, высота подъема до 30 м и скорость подъема груза 0,05...0,15 м/с.

По конструкции тали отличаются между собой взаимным расположением барабана и электродвигателя. Имеются тали с фланцевым двигателем, установленным на одной оси с барабаном; с двигателем, встроенным в барабан; с параллельным расположением двигателя и барабана. Первые не получили распространения из-за большой длины механизма.

Тали электрические канатные с двигателем, встроенным в барабан (рис. 64), серии ТЭ изготавливают по ГОСТ 22584—77 грузоподъемностью 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,20; 5,0 т.

Статор асинхронного двигателя 1 этих электроталей запрессован в барабан 14. Слева от барабана расположен двухступенчатый соосный редуктор с шестернями 6, 12 и зубчатыми колесами 9, 11, грузоупорный тормоз 8 и колодочный электромагнитный тормоз 10, а справа — шкаф 16 с электроаппаратурой управления. Крутящий момент от редуктора на барабан 14 передается через зубчатую муфту 4. Так как статор двигателя вращается вместе с барабаном, для подвода электроэнергии к статору таль снабжают кольцевым токосъемником 7. Механизмом подъема электротали управляют с пола с помощью подвешенного к тали двухкнопочного поста управления. Некоторые исполнения талей предусматривают наличие дополнительной, так называемой «посадочной» скорости, которая обеспечивается многоскоростным электродвигателем или дополнительным микроприводом.

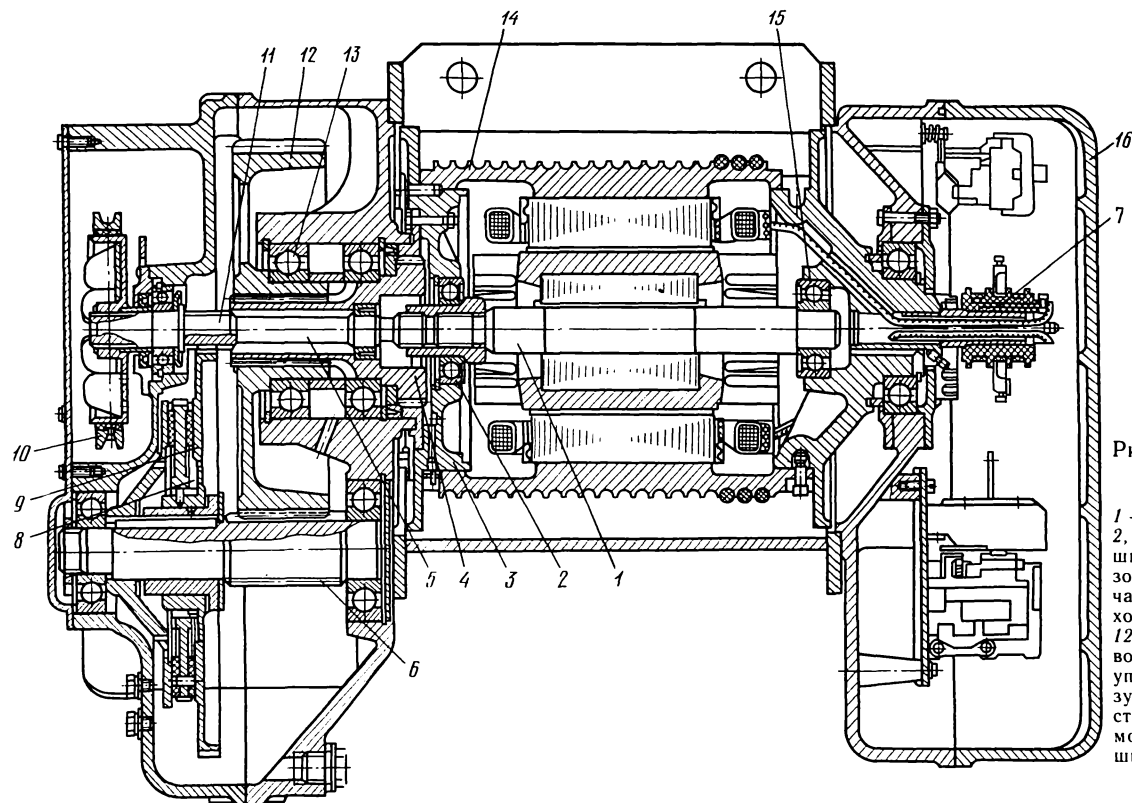


Рис. 64. Таль электрическая типа

ТЭВН ИИПТМаш:

1 — вал электродвигателя, 2, 13, 15 — однорядные подшипники, 3 — ступица грузового барабана, 4 — зубчатая муфта, 5 — быстроходный вал-шестерня, 6, 12 — шестерни, 7 — кольцевой токосъемник, 8 — грузопорный тормоз, 9, 11 — зубчатые колеса, 10 — стопорный колодочный тормоз, 14 — барабан, 16 — шкаф с электроаппаратурой

Механизмы подъема груза кранов-штабелеров, как правило, выполняют канатными. На мостовых кранах-штабелерах грузоподъемностью до 1 т, управляемых с пола, в качестве механизмов подъема применяются стационарные электрические тали. Иногда в указанных кранах применяют и специально сконструированные из нормализованных узлов механизмы подъема.

На мостовых кранах-штабелерах, управляемых из кабины, изготовляют механизмы подъема специальные, реже из нормализованных узлов. Конструкция механизма подъема груза на поворотной платформе должна быть выполнена таким образом, чтобы диаметр поворотной платформы был минимальным. Например, у мостового крана-штабелера ОК-5,0 механизм подъема расположен на поворотной платформе по кругу, с центром вращения, находящимся между двигателем и барабаном. Для обеспечения такой компоновки применяется дополнительная зубчатая передача между редуктором и барабаном. Канатный барабан состоит из двух барабанов, собранных на общем валу. В пространстве между барабанами расположен отклоняющий блок полиспаста и ограничитель грузоподъемности. На поворотной платформе установлены механизм поворота и электрооборудование.

Механизмы передвижения мостов и тележек в принципе не отличаются от аналогичных механизмов мостовых подвесных и опорных кранов.

Механизмы поворота мостовых кранов-штабелеров односкоростные. По конструкции их делят на зубчатые и фрикционные. Механизмы поворота должны иметь муфты предельного момента.

Большинство кранов-штабелеров имеет зубчатые механизмы поворота. Их устанавливают на поворотной части или непосредственно на тележке крана. Вращение механизма осуществляется при помощи зубчатой пары с внутренним или наружным зацеплением.

Механизм поворота крана-штабелера ОК-5,0 смонтирован на плите, которая может поворачиваться относительно вертикального шарнира с помощью винтового устройства, позволяющего регулировать межцентровое расстояние открытой зубчатой передачи.

Фрикционный механизм поворота представляет собой приводное колесо с резиновым роликом, который прижимается к цилиндрической обечайке поворотной платформы. Такие механизмы унифицированы с механизмом передвижения грузовой тележки.

Характерной особенностью механизмов поворота кранов-штабелеров независимо от их типа и грузоподъемности являются нормально закрытые тормоза.

Анализ результатов расследования аварий грузоподъемных кранов показывает, что до 60% обрывов стальных канатов грузовых полиспастов происходит по причине их неправильной заправки, нарушения правил эксплуатации и причинения механических повреждений. Поэтому кроме ужесточения требований Правил по кранам и их неукоснительного соблюдения Госгортехнадзор СССР признал целесообразным создание специальных безопасных полиспастов для предотвращения возможных аварий кранов.

Работа безопасного полиспаста основана на защемлении оставшихся (целых) ветвей каната. В последнее время в СССР разработано несколько конструкций безопасных полиспастов, которые прошли испытания и доказали свою работоспособность.

Сдвоенные полиспасты более приспособлены для модернизации их в безопасные конструкции и не требуют коренной реконструкции. Для этого достаточно заменить уравнительный блок (траверсу) специальным барабаном 1, на который в противоположных направлениях навиты ветви канатов 4 и 5 сдвоенного полиспаста (рис. 65, а). Уравнительный барабан установлен на оси 2, имеющей резьбовую наружную поверхность. По обеим концам барабана на оси расположены буферные (пружинные) фрикционные тормозные устройства 3. Свободные концы канатов закреплены на барабане лебедки. При нормальной работе полиспаста барабан 1 выполняет роль уравнительного блока. В случае обрыва одного из канатов груз, опускаясь на ветвях другого каната, приводит во вращение уравнительный барабан, который, перемещаясь вдоль оси, упирается в тормозное устройство, сжимает пружину и плавно затормаживается, обеспечивая при этом остановку груза. Данная конструкция не только предотвращает падение груза при обрыве каната, но и обеспечивает его последующее опускание на землю за счет сматывания с барабана лебедки целых (оставшихся) ветвей каната, что во многих случаях является достаточно сложной задачей.

Очевидно, что затормозить уравнительный барабан можно не только при помощи фрикционного тормоза. Так, большую плавность торможения обеспечивает гидравлический буферный тормоз, встроенный в уравнительный барабан. Барабан 1 свободно (на подшипниках) вращается на оси 2 (рис. 65, б). Внутренняя полость барабана заполнена рабочей жидкостью. Внутри барабана размещен поршень 9 с дроссельными отверстиями 8, связанный с внутренней поверхностью барабана посредством шлицев и сидящий на резьбе оси 2. При вращении барабана поршень 9 смещается по оси 2 к краю барабана. В конце хода поршень упирается в боковую стенку

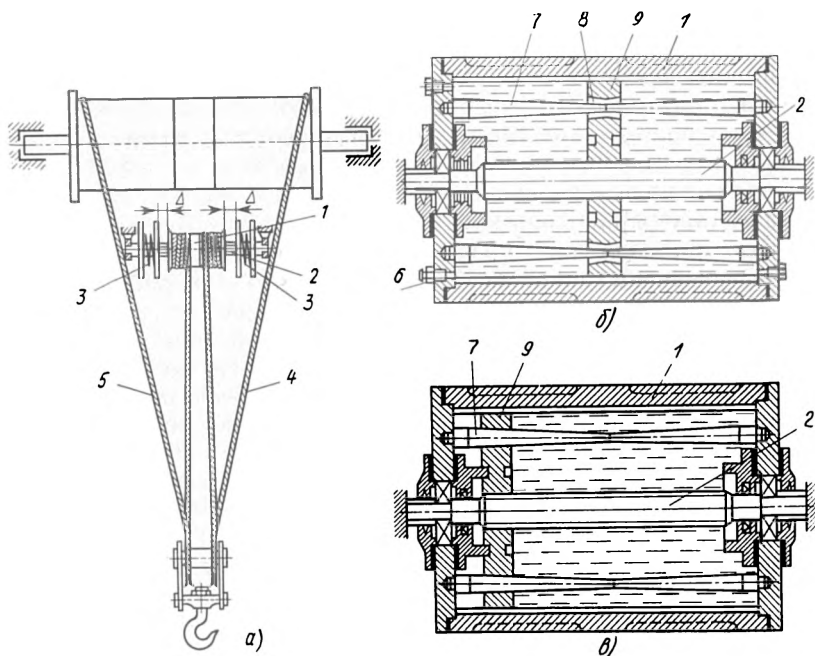


Рис. 65. Сдвоенный безопасный полиспаст:

а — с фрикционным тормозом, б — гидравлическим тормозом, в — коническими регулировочными стержнями

барабана и останавливает движение опускающегося груза (рис. 65, в). Скорость опускания груза при обрыве каната зависит от вязкости рабочей жидкости, диаметра дроссельных отверстий и их числа.

Для более быстрого и плавного торможения груза (барабана) в дроссельные отверстия вводят конические регулировочные стержни 7, постепенно уменьшающие проходные сечения дроссельных отверстий. Штуцер 6 предназначен для заливки рабочей жидкости и выпуска воздуха.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен, как устроен и работает механизм подъема груза крана? Приведите кинематическую схему.
2. В каких случаях применяют механизм подъема груза с малой посадочной скоростью? Как он выполнен и работает?
3. Как устроена и работает электрическая таль? В чем состоит ее конструктивная особенность?
4. В чем состоит конструктивная особенность механизма подъема груза крана-штабелера?
5. Как выполнен и работает механизм поворота колонны мостового крана-штабелера?
6. Для чего предназначены безопасные грузовые полиспасты? Как они устроены и работают?

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРАНАМИ**§ 45. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ КРАНАМИ**

Система управления кранами — комплекс устройств, предназначенных для преобразования и передачи команд управления механизмам крана и для контроля за их работой. По способу подачи команд системы управления разделяют на *непосредственного и дистанционного воздействия* на органы управления механизмами, а также автоматического управления. В первом случае крановщик непосредственно воздействует на органы управления — рукоятки силовых контроллеров, педали. При дистанционном управлении крановщик воздействует на органы командоаппаратов — рукоятки командо-контроллеров, кнопочных аппаратов, выносных пультов — или управляет краном по радиоканалу. Автоматическая система предназначена для управления краном по заданной программе или при помощи компьютера.

По способу преобразования и передачи команд системы управления подразделяют на *механические, электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные* (аналогично приводам крановых механизмов). Так как на грузоподъемных кранах машиностроительных предприятий получил распространение электропривод механизмов, то и систему управления применяют электрическую. Электрическая система управления наиболее полно удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к системам управления грузоподъемными кранами: обеспечивает плавность включения механизмов, высокую надежность и КПД, малые усилия на органах управления и удобный подвод энергии к любому механизму крана.

Система управления грузоподъемным краном должна быть простой по конструкции, технологичной в обслуживании и удобной в работе, обеспечивать чувствительность и плавность включения механизмов, а также обладать надежностью действия независимо от времени года и погодных условий при минимальном числе обслуживаний и регулировок их элементов.

§ 46. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЭРГОНОМИКЕ

Высокую производительность труда и безопасное производство работ грузоподъемными кранами можно обеспечить только при нормальных условиях работы крановщика. Важно создать крановщику такие условия (с учетом психофизиологических особенностей человека — см. § 97), чтобы управление краном не превращалось в тяжелую, монотонную физическую

работу, и человек сохранял физическую и умственную работоспособность в течение всей рабочей смены, своевременно и в требуемом объеме получал необходимую информацию и имел возможность ее оценить и принять правильное решение. Разработкой и созданием необходимых условий труда занимается специальная отрасль науки — эргономика (от одноименных греческих слов — работа и закон), изучающая функциональные возможности человека в трудовых процессах и выявляющая закономерности создания оптимальных условий для высокопроизводительного труда.

Рабочее место — ограниченная часть пространства, в котором человек трудится и проводит все рабочее время. В настоящее время хорошо изучены возможности человеческого организма, скорости движения частей тела, острота восприятия и скорости реакции органов чувств на различные сигналы, условия обитания человека (температура, влажность, освещенность) и пр. Поэтому при проектировании рабочего места крановщика — кабины управления краном (пультов и органов управления) обязательно учитывать основные эргономические требования, которые должны соответствовать ГОСТ 16037—80. От них зависят тип, форма и размеры кабины крана, расположение в ней органов управления, средств информации, сигнальных и прочих устройств, остекление кабины, системы отопления и вентиляции и другое оснащение.

Размеры и устройство рабочего места крановщика должны соответствовать анатомическому строению тела человека, обеспечивать удобное рабочее положение тела, целесообразные движения, нормальные физическую и психологическую нагрузки на человека, возможность быстрого и удобного подхода к кабине и выхода из нее, особенно при возникновении аварийной ситуации. Для этого при проектировании кабины управления грузоподъемного крана необходимо учитывать *антропометрические данные* (размеры) человека среднего роста (мужчина — 175 см, женщина — 165 см с учетом отклонений ± 12 см). Указанные данные необходимо учитывать и при проектировании самого грузоподъемного крана, посадочных площадок и проходных галерей для обеспечения удобного и безопасного обслуживания крана.

При компоновке рабочего места крановщика и определении оптимальных зон органов управления необходимо обеспечивать выполнение различных операций при минимальном числе рабочих движений и их траекторий. Работу по управлению краном необходимо равномерно распределять между правой и левой рукой, при этом правая рука должна выполнять наиболее ответственные операции, требующие высокой точности или приложения значительной мышечной силы. Размещение органов управления, требующее перекрестного движения рук, — недопустимо. Основные часто используемые органы

управления (осуществляющие пуск механизмов крана и аварийный выключатель) следует располагать в оптимальной зоне, а вспомогательные и индикаторные приборы — в предельной зоне.

Залогом безаварийной работы грузоподъемного крана служит хорошая видимость, характеризующая предельное расстояние, на котором человек с нормальным зрением четко видит и различает отдельные предметы. Во время работы крановщику приходится концентрировать внимание то на рабочей зоне крана, включая крюковую подвеску и перемещаемый груз, то на органах управления, поэтому обеспечение хорошей обзорности из кабины управления является первоочередным требованием. В свою очередь, обзорность в значительной мере зависит от типа кабины, ее расположения на кране, конструкции и размеров окон кабины, расположения в ней кресла крановщика и т. д. Оптимальные углы зрения человека относительно плоскостей, проведенных на уровне глаз, составляют от горизонтали: вверх — $\pi/3$ рад, вниз — $\pi/2$ рад, а от вертикали — $3/4\pi$ рад в обе стороны. Поэтому остекление кабины управления должно обеспечивать беспрепятственный обзор всей рабочей зоны крана во всех направлениях.

Общее освещение, акустические, вибрационные и микроклиматические условия рабочего места крановщика должны быть оптимальными и соответствовать требованиям ГОСТа.

§ 47. КАБИНА УПРАВЛЕНИЯ КРАНОМ

Для непосредственного управления грузоподъемным краном применяют кабины управления. Конструкция кабины управления грузоподъемным краном и место ее установки должны обеспечивать крановщику беспрепятственный обзор и видимость рабочей зоны крана от момента захвата груза, включая момент освобождения от него, соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.066—81 и гарантировать безопасную работу на кране. Компоновка и размеры кабины должны обеспечивать свободный доступ к оборудованию и возможность нахождения в ней второго помимо крановщика человека (стажера, ремонтного рабочего).

В зависимости от условий эксплуатации мостовые и козловые краны оснащают кабинами управления: *торцовыми*, закрепленными на одной стороне моста (под галереей) и обеспечивающими односторонний обзор рабочей зоны крана (рис. 66), и *панорамными*, закрепленными на середине моста или грузовой тележке и обеспечивающими круговой (панорамный) обзор. Последний тип кабин применяют на кранах с пролетом более 30 м и при загромождении рабочей площадки габаритными грузами. На консольных передвижных кранах торцевую кабину управления крепят под галереей консоли.

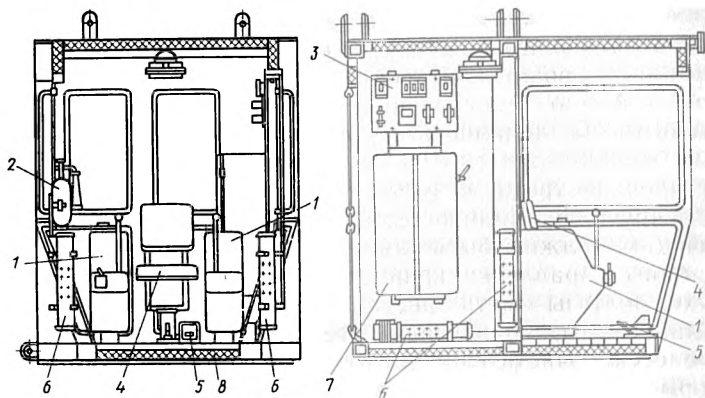


Рис. 66. Кабина управления мостового крана:

- 1 — пульт управления, 2 — огнетушитель, 3 — распределительный щит, 4 — кресло крановщика, 5 — ножная педаль, 6 — электронагревательный прибор, 7 — вводное устройство, 8 — теплоизоляция

Краны-штабелеры оснащают панорамными кабинами, закрепленными на колонне и обеспечивающими надежное наблюдение за грузоподъемником и проходами между стеллажами склада. Кабину, как правило, выполняют подъемной с креплением к каретке грузоподъемника или с самостоятельным механизмом подъема.

Основное условие безопасности — расположение кабины управления краном со стороны, противоположной главным крановым троллеям. Исключение допускают в тех случаях, когда приняты меры, исключающие случайное касание человека троллеев из кабины управления, с посадочной площадки или лестницы (например, на консольных кранах). Расположение кабины на кране должно исключать возможность удара по ней грузового органа (груза) при работе крана. Минимально допустимое расстояние между ними 0,4 м.

По конструкции кабины выполняют *открытыми* или *закрытыми*. На кранах-штабелерах иногда применяют полуоткрытые кабины, предназначенные для работы крановщика стоя. Открытыми кабинами оборудуют мостовые и передвижные консольные краны, работающие в закрытых отапливаемых помещениях при температуре воздуха $+10^{\circ}\text{C}$... $+28^{\circ}\text{C}$, а закрытыми — краны, работающие на открытом воздухе, в неотапливаемых складах или металлургических цехах при температуре -40°C ... $+60^{\circ}\text{C}$. При температуре окружающей среды ниже $+10^{\circ}\text{C}$ эти кабины необходимо снабжать отопительными приборами, а при температуре выше $+28^{\circ}\text{C}$ — кондиционерами. Высота закрытой кабины управления в свету должна быть не менее 1800 мм, а при обеспечении крановщику возможности работать только сидя — не менее 1500 мм.

Крановые кабины управления имеют каркасную конструкцию с ограждением, выполненным из прочного прозрачного материала, хорошо противостоящего механическим воздействиям (обычно бесосколочное стекло — сталинит). Кабина открытого типа должна иметь сплошное ограждение со всех сторон высотой не менее 1000 мм. В закрытых кабинах должна быть предусмотрена возможность протирки стекол с двух сторон вручную. Нижние стекла, на которые может встать крановщик, должны быть защищены решетками.

Кабины управления кранами, работающими на открытом воздухе, должны иметь защиту стекол и двери от стекающей с крыши воды, солнцезащитные козырьки, электромеханические стеклоочистители, теплоизоляцию стен, отопительные приборы и оконные обогреватели (в зимнее время). Панорамные кабины оснащают зеркалами, при помощи которых крановщик видит происходящее сзади него.

Пол кабины выполняют из сплошного деревянного настила и покрывают малотеплопроводным материалом и диэлектрическим ковриком. Поверхность пола не должна быть скользкой. В местах обслуживания электрооборудования необходимо иметь диэлектрические коврики размером не менее 500×700 мм. Внутреннюю облицовку стен следует делать из хорошо моющихся материалов светлых тонов, вызывающих положительные эмоции.

Дверь для входа в кабину может быть распашной или раздвижной и должна иметь запор с внутренней стороны. Распашная дверь должна открываться внутрь кабины. На кранах, работающих на открытом воздухе, должны быть устройства для запираания двери снаружи. Размеры дверного проема должны быть не менее 1800×500 мм. Если крановщик входит в кабину управления не с посадочной площадки, то перед дверным проемом предусмотрена входная площадка.

В верхнем сплошном перекрытии кабины предусмотрен люк размером 500×500 мм с герметизирующими от проникновения пыли и влаги уплотнениями, через который крановщик может подняться на настил моста (консоли) грузоподъемного крана.

Для создания крановщику удобства в работе кабину управления оборудуют специальным креслом, которое с учетом эргономических требований должно иметь высоту от уровня пола 400...500 мм. Кресло — полужесткое с подлокотниками и его положение можно регулировать от среднего положения вперед (назад) на 75 мм, вверх (вниз) на 50 мм. Подлокотники и опоры для ног можно устанавливать на требуемой высоте. Спинка кресла высотой 240...260 мм имеет регулируемый угол наклона, применять в качестве сидений случайные предметы (перекладкины) запрещено. Пульты управления располагают по обеим сторонам от кресла крановщика.

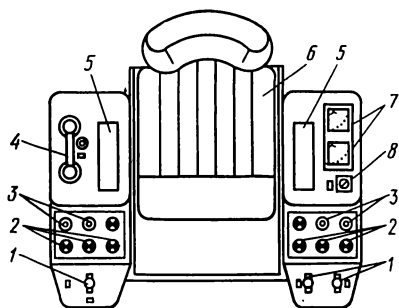


Рис. 67. Кресло-пульт крановщика: 1 — рычаг командоконтроллера, 2 — сигнальная лампа, 3 — кнопка управления, 4 — телефонный аппарат, 5 — подлокотник, 6 — кресло крановщика, 7 — контрольно-измерительные приборы, 8 — переключатель

С целью повышения производительности работы грузоподъемных кранов и улучшения условий труда крановщиков на современных кранах устанавливают кресло-пульт с вмонтированными в подлокотники командоаппаратами управления типа DVP-15 или UP 35/1 (рис. 67).

Рукоятки управления силовыми контроллерами (командоконтроллерами) установлены вертикально и для управления их передвигают в направлении выполняемых рабочих движений крана.

В нейтральной позиции рукоятки зафиксированы так, что их можно передвинуть в другие позиции легким нажатием руки (усилие не более 25 Н). В случае установки для управления механизмами крана педалей расстояние между ними должно быть 200 ... 450 мм, а расстояние от спинки кресла до оси педали 935 мм. После срабатывания на величину полного хода педаль возвращает в исходное положение растянутая пружина усилием 70 ... 80 Н. Пульты могут иметь также и кнопочное управление. Органы управления должны иметь четкие надписи или графические символы в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.040—78.

Освещенность рабочих поверхностей пультов и органов управления должна быть не менее 20 лк, а рабочей зоны крана — не менее 100 лк. В качестве источника света применяют электролампы с матовым плафоном, исключающим световые блики на остеклении кабины. Освещение не выключается при отключении линейного контактора вводного устройства крана.

Кроме органов управления кабина должна быть оснащена огнетушителем и вешалкой для одежды. В кабине должны быть предусмотрены места для хранения документации, инструмента и аптечки, термоизолированного бачка для питьевой воды вместимостью не менее 2 л. Нахождение в кабине крановщика посторонних людей, кроме ремонтников, **запрещено**.

Кабина управления краном должна иметь предупреждающую окраску по ГОСТ 12.4.020—82 в виде чередующихся желтых и черных полос, наклоненных под углом $\pi/4$ рад к горизонту. Аварийный выключатель должен быть окрашен в красный цвет.

Уровень шума на рабочем месте крановщика в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.003—83 не должен превышать

50...70 дБ, а амплитуда вибрации — превышать 0,2 мм (по ГОСТ 12.1.012—78). Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005—76.

Так как краны-штабелеры передвигаются вдоль стеллажей с минимальными зазорами, то кабина управления должна иметь стенки со всех сторон. Даже открытые кабины обязательно имеют крышу, чтобы предохранить крановщика от возможного падения случайных предметов сверху. В открытых кабинах управления применяют специальные устройства, исключающие возможное выпадение крановщика. На автоматических кранах-штабелерах для проведения пусконаладочных и ремонтных работ, а также инвентаризации хранящихся на складе грузов устанавливают закрытые кабины управления, а на стеллажных комплекточных кранах-штабелерах — открытые или полуоткрытые кабины.

§ 48. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КРАНАМИ

В ряде случаев, когда по условиям производства (загазованность помещения, пыль, пар, шум, а также при работе с ядовитыми или радиоактивными грузами) нахождение крановщика в рабочей зоне крана запрещено, применяют *дистанционное* (на расстоянии) *управление* грузоподъемными кранами. Развитие электро- и радиотехники, а также телемеханики привело к созданию различных схем дистанционного управления, позволяющих крановщику управлять краном по проводам (кнопочные станции, выносные пульта управления) либо по радио (с помощью радиосигналов). При этом пульт дистанционного управления краном может быть стационарным или переносным.

В тех случаях, когда крановщик из кабины управления не видит перемещаемый груз, также применяют дистанционное управление. Дистанционное управление грузоподъемным краном не только сохраняет здоровье оператора-крановщика и улучшает условия его работы, но и позволяет совместить управление несколькими кранами с одного централизованного пульта, т. е. уменьшить число обслуживающих краны рабочих.

В случае применения переносного пульта управления оператор-крановщик постоянно находится рядом (в безопасной зоне) с перемещаемым грузом и видит его, что повышает качество выполнения работ. В случае применения стационарного пульта управления оператор-крановщик лишен указанного преимущества, поэтому он получает команды управления краном от стропальщика по телефонной или радиосвязи. На крупных, хорошо оборудованных складах применяют телевизионные камеры, расширяющие поле зрения оператора-крановщика. Указанные технические средства целесообразно при-

менять и при непосредственном управлении краном из кабины в случае ограниченной видимости перемещаемого груза.

При удалении пульта управления на значительное расстояние от управляемого крана, когда применение дистанционного управления по проводам нерационально, краном управляют по радио. Радиоаппаратура для управления грузоподъемными кранами состоит из компактного переносного пульта (массой 3 кг) со встроенным радиопередатчиком, закрепленного на поясе стропальщика, и приемника сигналов, смонтированного на кране. Каждому механизму крана соответствует определенная рукоятка на пульте управления, обеспечивающая не только его включение (выключение), но и реверсирование механизма и регулирование скорости рабочего движения.

К дистанционному управлению относят управление с пола подвесными однобалочными мостовыми (при высоте до 5,5 м), консольными кранами и кранами-штабелерами малой грузоподъемности. В этом случае краном управляют при помощи кнопочного аппарата, связанного с электрооборудованием крана гибким кабелем. Длина электрокабеля должна обеспечивать лицу, управляющему краном, возможность находиться на безопасном расстоянии от перемещаемого груза. Кнопочный аппарат подвешивают на вспомогательном стальном канате малого диаметра. При расположении кнопочного аппарата ниже 0,5 м от уровня пола следует на вспомогательном канате на высоте 1...1,5 м закрепить крючок для подвешивания кнопочного аппарата.

Корпус кнопочного аппарата должен быть выполнен из изоляционного материала. При напряжении в цепи управления краном более 36 В и металлическом корпусе аппарата последний необходимо заземлить не менее чем двумя проводниками. Обычно в качестве одного из проводников используют вспомогательный канат. Кнопочный аппарат должен иметь приспособления для запираания его в отключенном положении с целью исключения возможности управления грузоподъемным краном посторонними лицами (типа ключа-марки на защитной панели мостового крана).

Работа кнопочного аппарата возможна только при наличии специального пластмассового ключа, вставляемого в соответствующее отверстие на торцевой части аппарата, противоположной месту закрепления электрокабеля. В случае утери пластмассового ключа заменять его случайными предметами **категорически запрещено**. Также запрещена эксплуатация кнопочных аппаратов с поврежденными корпусами, крышками, кнопками и электрокабелем.

В случае наличия на грузоподъемном кране кабины управления и пульта (двух) дистанционного управления в электрической схеме крана должна быть предусмотрена блокировка, исключающая возможность одновременного управления краном

из кабины и с пульта (или с обоих пультов). Заднюю и боковые стенки кнопочного аппарата следует окрашивать в черный цвет.

§ 49. АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КРАНАМИ

Автоматизация (от одноименного греческого слова — самодействующая) производства — совокупность устройств, выполняющих по заданной программе (без участия человека) все операции технологического процесса. По существу, автоматизация является более высокой ступенью развития механизации (от одноименного греческого слова — машина, орудие) производства — замены ручных средств производства машинами и механизмами. В зависимости от степени оснащения производственного процесса машинами и доли применяемого ручного труда различают *частичную* и *комплексную* (полную) механизацию, которая создает предпосылки для автоматизации производства. В свою очередь, автоматизацию также разделяют на частичную и комплексную.

Автоматизация современного промышленного производства требует внедрения автоматического управления кранами. Для автоматизации процесса управления краном необходимо прежде всего автоматизировать отдельные операции, например процессы разгона и торможения механизмов, регулирования скоростей рабочих движений, остановки механизмов в заданном месте и др. Отдельные вопросы автоматизации управления уже решены. Так созданы и работают командоконтроллеры, обеспечивающие включение и разгон механизмов в автоматическом режиме, автоматические устройства безопасности — ограничители грузоподъемности и крайних положений механизмов, противоугонные, грузозахватные устройства и пр. Необходимо отметить, что даже такая частичная автоматизация управления краном обеспечивает увеличение скоростей рабочих движений и за счет этого повышение производительности и срока службы, уменьшение необходимого числа кранов и численности обслуживающего персонала. Автоматизацию производственного процесса применяют и в случаях, когда напряженность производственного ритма настолько велика, что человек контролировать его непосредственно не может. Кроме того, без частичной автоматизации невозможно осуществить дистанционное управление кранами.

Полностью автоматизировать работу грузоподъемного крана можно только при полной автоматизации производственного процесса на предприятии, что, в свою очередь, осуществимо лишь при строгой ритмичности работы предприятия, высокой организации рабочих мест и особой четкости производства работ. Очевидно, что наибольший эффект от механизации и автоматизации производственных процессов может быть получен на предприятиях с крупносерийным и массовым вы-

пуском изделий. На предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском изделий автоматизацию (механизацию) осуществляют на основе создания поточных линий для межоперационной передачи, установки и съема деталей от станка к станку (их загрузки и разгрузки). Перспективное направление развития автоматизации производственных процессов — внедрение *гибких автоматизированных производств* (ГАП) и *комплексов* (ГАК).

Без полной автоматизации производственного процесса предприятия в настоящее время можно полностью автоматизировать работу перегрузочных мостов и грейферных кранов, тем более, что примерно 30% грузооборота современного машиностроительного предприятия составляют шихтовые и формовочные (сыпучие) материалы для литейных цехов.

Повышение надежности и долговечности элементов автоматических систем управления (АСУ), развитие и совершенствование автоматизированных транспортно-складских систем (АТСС) и их широкое внедрение создали реальные предпосылки для создания отечественной промышленностью автоматических стеллажных кранов-штабелеров грузоподъемностью 0,5 и 1,0 т. Эти краны предназначены для работы в складах машиностроительных предприятий высотой до 8,4 м и управления при помощи микропроцессора, включенного в систему АСУ склада, или со стационарных пультов управления. Очевидно, что эти краны не имеют кабины управления. Отсутствие кабины управления существенно упрощает конструкцию крана-штабелера, удешевляет его (стоимость кабины управления и некоторых приборов безопасности составляет 20...30% стоимости всего крана), уменьшает нагрузки на механизмы крана и повышает надежность и долговечность его работы. Кран-штабелер дополнительно комплектуют пультом ручного (наладочного) управления, с помощью которого производят пусконаладочные и ремонтные работы.

§ 50. МАНИПУЛЯТОРЫ И РОБОТЫ

Коренная перестройка машиностроительного комплекса страны предусматривает прежде всего внедрение комплексной механизации и автоматизации производства на основе внедрения манипуляторов и промышленных роботов. Повсеместное внедрение робототехнических средств обусловлено не только экономическими и техническими предпосылками, но и социальными, так как непрерывно увеличивающиеся объемы производства обуславливают возникновение дефицита трудовых ресурсов.

М а н и п у л я т о р (от французского слова «манус» — рука) — машина-орудие, содержащее рабочий орган, имитирующий двигательные и рабочие функции руки человека. По

существу, манипулятор — исполнительный орган, оснащенный приводом и соединенный с пультом управления электрическим кабелем. Основным элементом манипулятора является рабочий орган — часть исполнительного органа в виде схвата (захвата, зажима, инструмента и т. п.), реализующий основное назначение манипулятора. Обычно рабочий орган называют рукой манипулятора. Наибольшее распространение среди таких манипуляторов получили *универсальные шарнирно-сбалансированные* манипуляторы, установленные стационарно или на передвижной тележке.

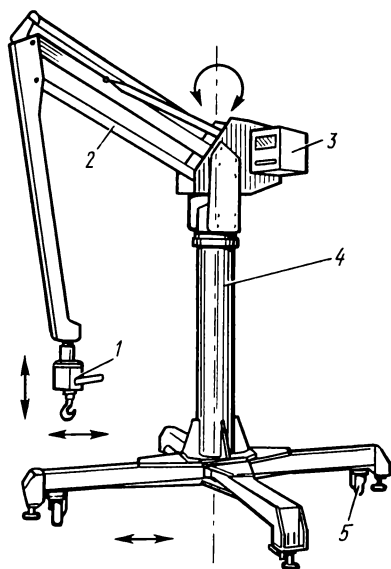


Рис. 68. Шарнирно-сбалансированный манипулятор ШБМ на колонне

На рис. 68 показан универсальный шарнирный сбалансированный манипулятор, установленный на колонне 4 и управляемый при помощи мнемонической рукоятки 3. Схват 1 предназначен для захвата перемещаемого груза. Подъем груза осуществляет шарнирносочлененная стрела 2 при помощи электромеханического привода. Скорость подъема груза можно изменять в широких пределах в зависимости от угла поворота рукоятки 3. Благодаря сбалансированной конструкции манипулятора, в котором силовая пружина сжатия уравнивает перемещаемый груз, перемещение груза в горизонтальной плоскости (в радиальном направлении) и поворот его относительно вертикальной оси манипулятора осуществляют вручную (при выключенном приводе) за счет мускульной силы оператора, не требующей от него значительных усилий. Для передвижения самого манипулятора вручную предназначены неприводные ходовые колеса 5. Таким образом, данный манипулятор обладает *четырьмя степенями подвижности*. Собственное движение схвата, обеспечивающее крепление перемещаемого груза, в число степеней подвижности манипулятора не входит, так как оно не перемещает груз и присуще всем манипуляторам. Грузоподъемность манипуляторов рассмотренного типа не более 500 кг.

Так как манипуляторы в настоящее время в основном применяют при погрузочно-разгрузочных, перегрузочных и складских работах, то в качестве исполнительного органа обычно используют типовые сборочные единицы грузоподъемных кранов. Грузоподъемность манипуляторов также соответствует

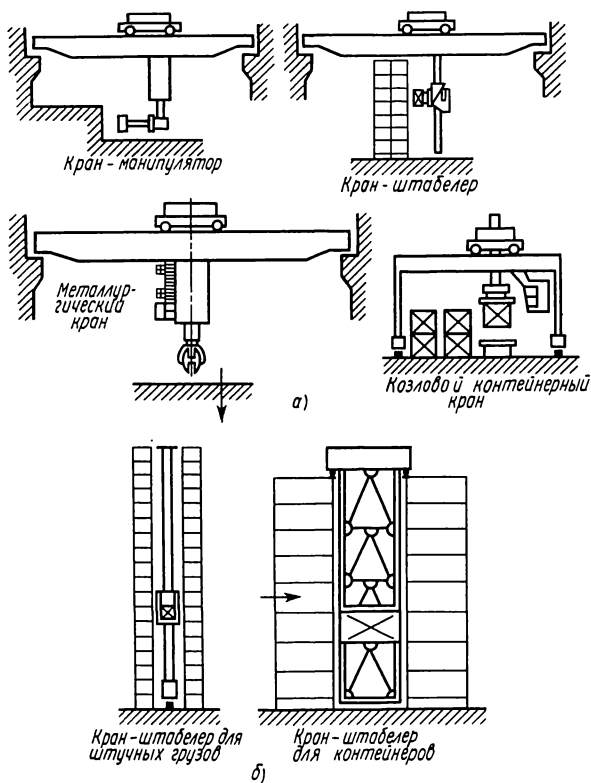


Рис. 69. Мостовые (а) и стеллажные (б) краны-манипуляторы

нормальному ряду грузоподъемностей кранов. В зависимости от грузоподъемности манипуляторы подразделяют на группы: сверхлегкие (до 1 кг), легкие (1...10 кг), средние (10...100 кг), тяжелые (100...1000 кг) и сверхтяжелые (свыше 1000 кг).

В настоящее время проводят работы по созданию кранов-манипуляторов большой грузоподъемности на базе серийно выпускаемых мостовых кранов. Такой кран имеет жесткий (вместо гибкого канатного) подвес груза на телескопической штанге (колонне) и кроме выполнения основных операций может ориентировать перемещаемый груз в пространстве (рис. 69). Такие краны, но с ограниченным числом степеней подвижности, предназначенные для работы со специальными грузами, уже работают в промышленности. Это краны-штабелеры и специальные грузоподъемные краны — мостовые металлургические (завалочные, для разведения мартеновских

слитков, колодцевые, посадочные, кузнечные манипуляторы), козловые контейнерные и др.

Быстрое развитие электроники и микропроцессорной техники привело к созданию качественно нового типа оборудования — автоматических манипуляторов, называемых промышленными роботами. Робот (слово чешского происхождения, введено в обращение писателем К. Чапеком в значении «искусный в работе человек») означает машину с человекоподобным (антропоморфным) поведением, способную частично или полностью выполнять производственные функции человека.

По характеру выполняемых операций (различным производственно-техническим признакам) промышленные роботы разделяют на группы: *технологические*, выполняющие основные операции технологического процесса (производящие или обрабатывающие машины); *подъемно-транспортные*, выполняющие вспомогательные операции типа «взять — перенести — положить», и *универсальные*, предназначенные для выполнения основных и вспомогательных технологических операций. По отечественным и зарубежным данным около 95% всех действующих промышленных роботов являются подъемно-транспортными, из них 20% обслуживает конвейеры и около 18% заняты на операциях складирования.

Рабочая зона промышленного робота — часть рабочего объема, в котором при работе перемещается рука его манипулятора.

Промышленный робот состоит из двух частей: *исполнительной*, воздействующей на технологический процесс (ТП) и включающей манипулятор (МП) 3, рабочий орган 2 которого снабжен схватом 1, и устройство передвижения (УП) 4 (если робот нестационарный) и *управляющей*, включающей устройство управления (УУ) 5, воздействующее на МП и УП (рис. 70, а). Устройство управления (УУ) состоит из пульта управления (ПУ), служащего для ввода и контроля задания, выданного оператором; запоминающего устройства (ЗУ) для хранения программ управления (информации); вычислительного устройства (ВУ), корректирующего программу в процессе работы робота, и блока управления приводами (БУП) манипулятора (МП) и устройства передвижения (УП).

Устройство управления может быть смонтировано в корпус робота или размещено в отдельном блоке. Блок-схема управления промышленным роботом приведена на рис. 70, б. При помощи пульта управления (ПУ) оператор вводит программу (задание на работу) в вычислительное устройство (ВУ), которое вырабатывает сигналы управления и передает их в запоминающее устройство (ЗУ), а затем в блок управления приводами (БУП), воздействующими на обслуживаемое роботом технологическое оборудование (ТО) и на технологический процесс (ТП), выполняемый роботом. Устройство управления

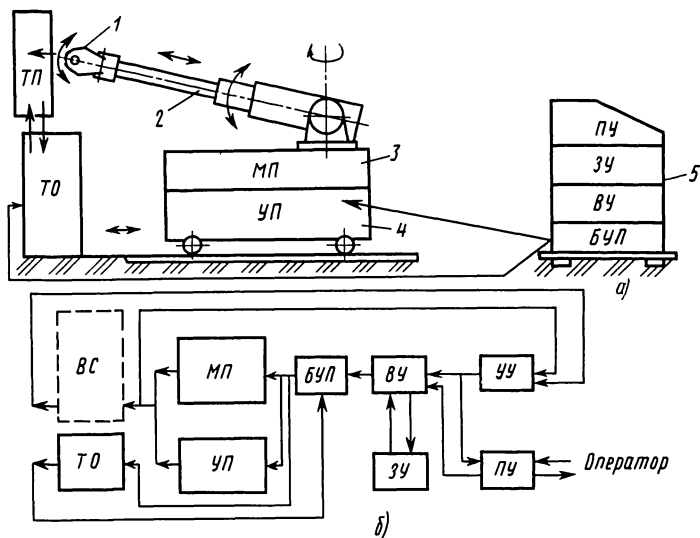


Рис. 70. Промышленный робот:
а — устройство, б — блок-схема управления

также включает измерительные устройства, контролирующие изменения состояния внешней среды (ВС) (условий работы, режимов технологического процесса, собственного состояния робота и пр.).

В настоящее время на промышленные роботы возлагают выполнение следующих задач:

повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции при меньшем числе работающих (интенсификация производства);

облегчение физического труда рабочих с конечной целью устранения тяжелого, монотонного низкоквалифицированного ручного труда с последующим высвобождением рабочих для выполнения других народнохозяйственных задач;

выполнение технологических операций в экстремальных условиях — запыленность, загазованность, шум, вибрация, высокие температуры, радиация, ограниченная видимость, под водой, в разряженном пространстве и пр., а также в труднодоступных местах, когда нахождение человека в зоне производства работ запрещено по различным причинам. В этих случаях промышленный робот является единственным средством, обеспечивающим решение производственных задач;

создание предпосылок для внедрения полной автоматизации производства за счет применения робототехнических комплексов.

Современный робототехнический комплекс, пред-

ставляющий собой совокупность технологического оборудования и промышленных роботов, предназначенных для выполнения единого технологического процесса, является одним из перспективных направлений развития промышленности. Робототехнический комплекс является гибкой, рациональной и эффективной формой организации технологического процесса.

Контрольные вопросы

1. Какие системы управления грузоподъемными кранами применяются? Каковы предъявляемые к ним требования?

2. Какие требования по эргономике предъявляются к рабочему месту крановщика?

3. Какие типы кабин управления применяют на грузоподъемных кранах, требования к ним, аппаратура управления и приборы?

4. В каких случаях на кране применяют телефонную и радиосвязь, дистанционное управление?

5. Что такое автоматизация управления грузоподъемным краном, какие системы автоматизации существуют?

6. В чем разница между манипулятором и промышленным роботом? Что такое робототехнические комплексы?

Глава 9

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КРАНОВ

§ 51. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ

Изучаемые грузоподъемные краны имеют электрический привод механизмов, поэтому эффективность их применения в значительной мере зависит от технических показателей и надежности работы применяемого кранового электрооборудования. Электроприводы крановых механизмов работают в повторно-кратковременном режиме при большом числе включений в час, обеспечивают широкий диапазон регулирования скоростей рабочих движений, переменные по величине и направлению рабочие нагрузки и должны выдерживать значительные перегрузки при разгонах (торможениях) механизмов и их реверсировании.

Грузоподъемные краны устанавливают не только в цехах предприятий, но и на открытых площадках, где на электрооборудование воздействуют влага, пыль и перепады температуры, разрушающие электроизоляцию и снижающие ее диэлектрические свойства (от английского слова «диэлектрик» — не проводящий электрический ток, изолятор). Краны, работающие в промышленных цехах, кроме того, подвержены воздействию повышенных температур (до $+50^{\circ}\text{C}$ в металлургических цехах), высокой концентрации производственной пыли, а также паров кислот и щелочей (металлургические

и химические производства), что усиливает коррозию контактирующих поверхностей деталей. Поэтому крановое электрооборудование общего назначения выпускают в климатическом исполнении категорий У1 и У2 по ГОСТ 15150—69. По коррозионной стойкости электрооборудование указанных категорий исполнения должно соответствовать средней группе С3.

В зависимости от условий работы ГОСТ 14254—80 и 17494—72 предусматривают различные степени защиты кранового электрооборудования (JP22, JP23, JP44 и др.) от попадания механических частиц различных размеров, дождя, водяных струй и пр.

Крановое электрооборудование должно получать питание от промышленной сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 380 В.

§ 52. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ ЕГО НА КРАНЕ

Электрооборудование предназначено для включения (выключения) электродвигателей и тормозов, реверсирования электродвигателей, регулирования скорости и ограничения рабочих движений механизмов крана в заданных пределах, защиты персонала от поражения электрическим током, обеспечения условий удобного управления, обслуживания и максимальной производительности грузоподъемного крана. Крановое электрооборудование имеет маркировку: буквенное обозначение указывает его название, а последующие цифры — основную техническую характеристику и модификацию.

В настоящее время отечественная электропромышленность выпускает специальные серии электрооборудования кранового исполнения, включающие крановые электродвигатели переменного и постоянного тока, силовые магнитные контроллеры, командоаппараты, кнопочные аппараты (станции), конечные выключатели, крановые тормозные электромагниты и электрогидравлические толкатели, пускорегулирующие резисторы (сопротивления) и другие аппараты, комплектующие различные крановые электроприводы.

По назначению крановое электрооборудование подразделяют на *основное* (собственно электропривод механизмов) электродвигатели и приводы тормозов, аппараты управления электродвигателями и приводами тормозов, аппараты электрической защиты и ограничения рабочих движений крана, а также аппараты переключения и контроля силовых и управляющих электрических цепей и *вспомогательное* — оборудование рабочего и ремонтного освещения крана, приборы звуковой и световой сигнализации, отопления, вентиляции, связи.

В настоящее время почти все краны грузоподъемностью до 50 т комплектуют унифицированными кабинами, в которых

устанавливают: вводное устройство (защитную панель), силовые кулачковые контроллеры или командоконтроллеры, ручной аварийный выключатель, вольтметр, блок-контакты двери (люка), кнопку включения звонка громкого боя, выключатели цепей рабочего и ремонтного освещения, телефонный аппарат (при необходимости), устройства отопления и вентиляции.

В качестве дополнительной аппаратуры применяют: контроллеры для управления грейфером или грузовым электромагнитом, ножные педали для управления отдельными механизмами, автоматические выключатели различных цепей, распределительные щиты и другое оборудование.

Все электрооборудование, расположенное в кабине, должно быть надежно закрыто заземленными кожухами, чтобы исключить возможность соприкосновения персонала с токоведущими деталями.

Остальное электрооборудование, имеющее большие габариты, массу, выделяющее теплоту (например, пускорегулирующие резисторы) и нуждающееся в периодическом обслуживании, устанавливают на мосту крана: электропривод механизма передвижения моста, силовые контакторы командоконтроллеров, ящики пускорегулирующих резисторов, выключатели ограничения передвижения моста и грузовой тележки и элементы токоподвода к крану.

На раме грузовой тележки устанавливают: электроприводы механизмов подъема груза и передвижения тележки, конечный выключатель ограничения верхнего положения крюковой подвески и токоподвод к указанным механизмам.

§ 53. ТОКОПОДВОД К КРАНУ

Для обеспечения бесперебойной работы грузоподъемного крана необходимо обеспечить надежное и постоянное снабжение его электроэнергией. Для электроснабжения передвижного грузоподъемного крана служит крановый токоподвод. По конструкции разделяют: троллейный и кабельный токоподвод. Название троллейный произошло от английского слова «троллей» — контактный провод с роликовым токоприемником. По назначению различают *троллеи* (токонесущие шины) *главные* (цеховые), расположенные вдоль пролета цеха (вне крана) для энергоснабжения крана, и *крановые*, расположенные на мосту грузоподъемных кранов старых конструкций для энергоснабжения грузовой тележки. В настоящее время троллейный токоподвод применяют на мостовых, консольных кранах и кранах-штабелерах, а кабельный — на козловых кранах и преимущественно для энергоснабжения грузовых тележек кранов.

Главные троллеи жесткого типа выполняют из стального сортового проката-уголка, квадрата, швеллера. Тип проката

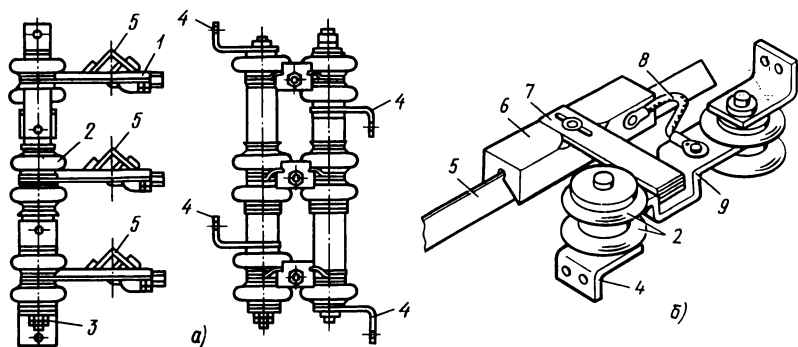


Рис. 71. Троллейный токоподвод:

а — троллей из уголкового стали, *б* — токоприемник для троллеев из уголкового стали; 1 — несущая консоль, 2 — фарфоровый изолятор, 3 — стягивающая шпилька, 4 — кронштейн для крепления, 5 — троллей, 6 — башмак, 7 — качающийся рычаг, 8 — гибкий провод, 9 — соединительная планка

и его сечение зависят от силы потребляемого краном тока, длины линии и условий эксплуатации крана.

Тролеи на фарфоровых изоляторах при помощи тролле-едержателей крепят к подкрановым балкам или конструкциям здания (рис. 71). Концы сортового проката соединяют контактной сваркой. Допускаемое отклонение троллеев от продольных осей в горизонтальной и вертикальной плоскостях ± 8 мм. Число главных троллеев для передачи трехфазного переменного тока — три. Число крановых троллеев зависит от числа двигателей, установленных на грузовой тележке, и принятой схемы управления.

Напряжение с троллеев снимают башмаки, установленные на качающихся рычагах и образующие токоприемники, скользящие по троллеям. Сами токоприемники изолированы от металлоконструкции крана и связаны электрически через вводное устройство с электрической схемой крана. Башмаки токоприемника выполнены из чугуна и обеспечивают за счет силы тяжести необходимое усилие нажатия на троллей — 20...160 Н.

Гибкие троллеи выполняют из натянутых между опорами медных проводов, работающих со специальными токоприемниками. Гибкие троллеи должны иметь блокировку, отключающую питание при обрыве троллеев. Главные троллеи жесткого типа окрашивают в красный цвет, за исключением рабочей (контактной) поверхности. Наличие напряжения на троллеях указывают сигнальные лампы (по одной на каждый троллей), которые автоматически включаются при наличии напряжения в сети. В случае секционирования троллеев или наличия в пролете зоны для ремонта кранов каждая секция троллеев должна иметь автономное подключение к сети и со-

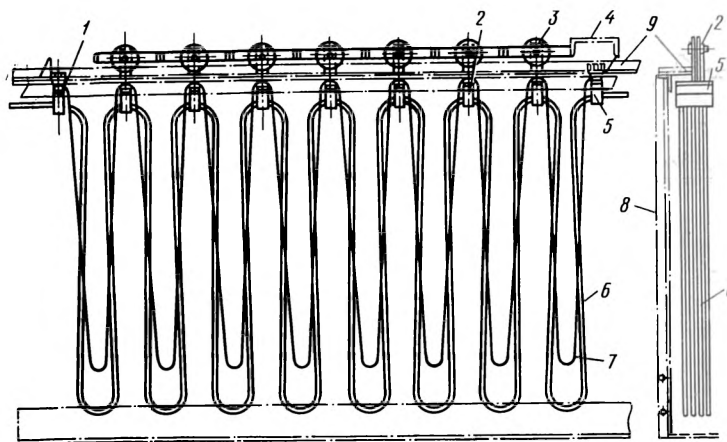


Рис. 72. Кабельный токоподвод с каретками:

1 — неподвижное крепление кабеля, 2 — каретка, 3 — ролик каретки, 4 — поводок, 5 — подвижное крепление кабеля, 6 — электрокабель, 7 — вспомогательный канат, 8 — опора, 9 — стальной уголок

ответствующую сигнализацию. При работе кранов на открытом воздухе, когда возможно попадание воды и образование наледи на троллеях, следует предусматривать специальные устройства либо разрабатывать мероприятия для их предупреждения или устранения.

Кроме конструктивных соображений кабельный токоподвод к кранам применяют в случаях, когда невозможно защитить троллейный токоподвод от воздействия атмосферных осадков, агрессивных сред и во взрывоопасных помещениях.

Следует отметить, что применение гибкого электрокабеля упрощает конструкцию токоподвода, снижает его массу и повышает надежность. Но так как при работе грузоподъемного крана кабель перемещается относительно основания и его длина изменяется, поэтому для предохранения его от повреждения (изнашивание, перегибы, закручивание, разрыв и внутреннее короткое замыкание) необходимо обеспечить правильное, свободное укладывание или перемещение кабеля либо держать его постоянно натянутым.

Для устройства кабельного токоподвода вдоль тележечного пути крепят жесткую направляющую (стальной уголок) или натягивают вспомогательный тонкий канат, по которым катятся ролики кареток (рис. 72) или скользят кольца подвесок, к которым прикреплен электрокабель. Один конец кабеля жестко прикреплен к выводной коробке на металлоконструкции крана, а другой конец закреплен на раме грузовой тележки и подключен к соответствующим электроаппаратам. Через 2...3 м длины кабеля к нему прикреплены каретки (подвески). При удалении тележки от места подключения кабеля каретки

раздвигаются и кабель выпрямляется. При движении крана в обратном направлении специальный поводок сдвигает каретки и складывает кабель в гирлянду. С целью защиты кабеля от возможного растяжения каретки соединяют между собой тонким вспомогательным канатом, длина участков которого меньше расстояния между каретками.

При малой длине моста крана один конец электрокабеля крепят посередине его металлоконструкции, а другой — на раме грузовой тележки. Благодаря гибкости кабель под действием силы тяжести укладывается в специальный лоток при передвижении грузовой тележки. Токосвод козлового крана аналогичен по конструкции такому решению.

Для создания постоянного натяжения кабеля, снабжающего электроэнергией кран или грузоподъемный электромагнит (моторный грейфер), применяют специальные кабельные барабаны. Назначение кабельного барабана — поддерживать постоянное натяжение электрокабеля. Электрокабель, навитый на кабельный барабан и закрепленный на нем, при движении крана в одном направлении свивается с барабана под действием усилия натяжения и ложится в лоток, а при движении крана в обратном направлении автоматически навивается на барабан за счет работы привода барабана. В зависимости от назначения кабельного барабана в качестве его привода применяют спиральную пружину сжатия (при малой длине кабеля), вспомогательный груз либо привод одного из механизмов крана.

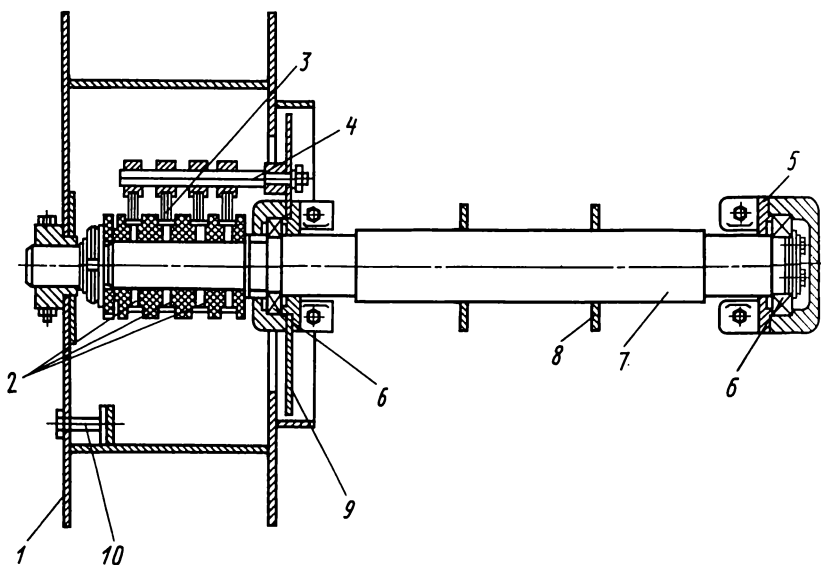


Рис. 73. Кабельный барабан

Устройство кабельного барабана козлового крана с приводом от вспомогательного груза показано на рис. 73. Кабельный барабан 1 и барабан 8 каната вспомогательного груза закреплены на валу 7 и вращаются в подшипниках 6, установленных на стяжке опор крана 5. Конец электрокабеля закреплен на барабане 1 в узле 10, а три силовые и одна заземляющая жилы кабеля подключены к контактным кольцам 2, смонтированным на валу 7 (аналогично конструкции коллектора электродвигателя с фазным ротором). С контактными кольцами взаимодействуют щетки 3, установленные на щеткодержателе 4, закрепленные, в свою очередь, на неподвижной крышке 9 кабельного барабана. Неподвижный электрокабель, соединяющий щетки с крановым электрооборудованием, проходит через отверстие в крышке 9. Диаметр кабельного барабана не менее 20 диаметров кабеля. При вращении барабана вспомогательный груз массой 100...200 кг перемещается по направляющим. Для натяжения электрокабеля грузоподъемного электромагнита кабельный барабан связывают с механизмом подъема груза.

Напряжение к крановому токоподводу подают через выключатель (рубильник), установленный в доступном месте и снабженный устройством для запираания его в отключенном положении.

§ 54. ВВОДНОЕ УСТРОЙСТВО

В соответствии с требованиями Правил по кранам подачу напряжения от внешней сети (токоподвода) на грузоподъемный кран необходимо осуществлять через в в о д н о е у с т р о й с т в о, имеющее ручной и дистанционный привод для включения (отключения) напряжения.

Передвижные грузоподъемные краны в процессе эксплуатации подвержены воздействию вибраций и ударов, в результате чего возможность повреждения электрокабелей и проводов на кранах гораздо выше, чем в электроприводах стационарных установок. При работе кранов возможны перегрузки их механизмов в результате превышения паспортной грузоподъемности, неисправности цепей управления, заклинивания механизмов, неотключения тормоза. Поэтому необходимо обеспечить автоматическое отключение электродвигателей крановых механизмов при возникновении недопустимого по силе тока (*максимальную защиту*) от короткого замыкания (к. з.) в цепях; перегрузки и понижения напряжения во внешней цепи. Кроме того, электросхема грузоподъемного крана должна исключать возможность включения привода любого механизма, если какая-либо рукоятка управления находится в рабочей позиции (не в нулевой, исходной), т. е. не допускать самопроизвольного включения механизма после возобновления

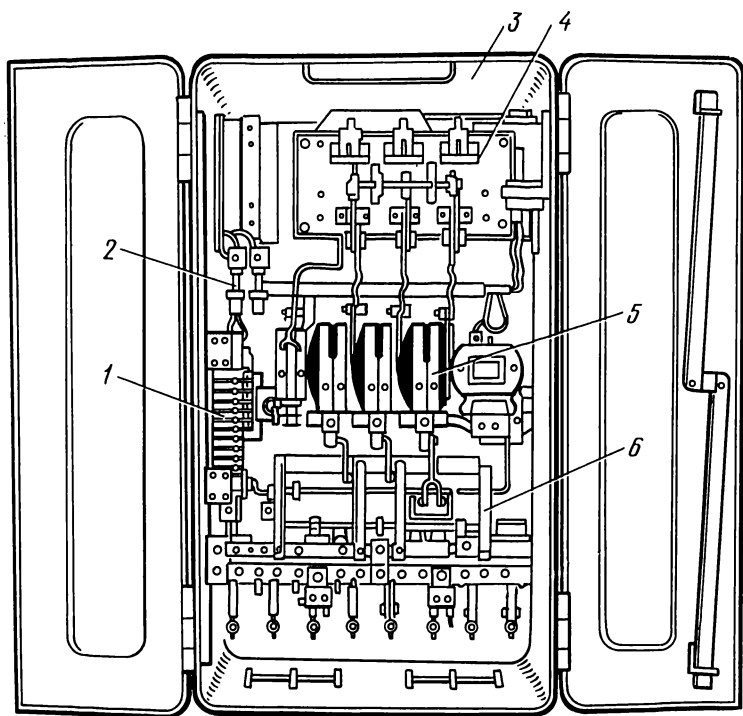


Рис. 74. Вводное устройство ПЗКН-150 (дверцы шкафа открыты)

подачи напряжения в сети — *нулевая защита*. Электросхема должна исключать возможность включения электродвигателей контактами устройств безопасности крана (например, конечных выключателей), их разгон не по заданной схеме ускорения и ограничение крайних положений рабочих движений крана — *конечная защита*. Указанные функции выполняет соответствующее электрооборудование, установленное во вводном устройстве, называемом поэтому *крановой защитной панелью*.

В кабине управления современного грузоподъемного крана кроме вводного устройства 4 устанавливают сигнальную лампу, указывающую наличие напряжения, плавкие предохранители 2 для защиты цепей управления от к. з., комплект реле максимального тока 6, линейный контактор 5, пусковую кнопку, зажимы для подсоединения проводов 1 и другие приборы. Указанное электрооборудование монтируют на асбоцементных досках, пропитанных изоляционным составом и установленных в шкафу 3 защитной панели (рис. 74). Шкаф с двумя запирающимися дверцами выполнен из листовой стали. Рубильник 4 расположен в верхней части шкафа в целях наи-

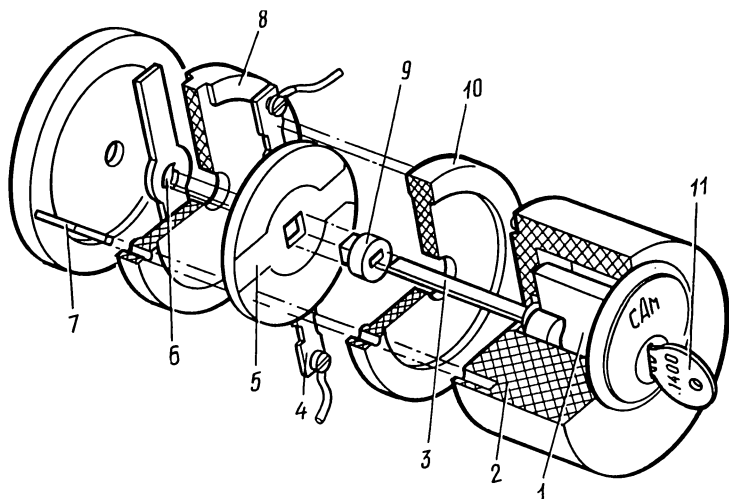


Рис. 75. Электромеханический замок вводного устройства:
 1 — механическая часть, 2 — корпус, 3 — поводок, 4 — контакты, 5 — контактная шайба, 6 — ограничитель поворота, 7 — задняя крышка, 8 — основание контактов, 9 — соединительная муфта, 10 — изолирующая перегородка, 11 — ключ-марка

большого удаления от другого электрооборудования. Рукоятка рубильника, пусковая кнопка и замок для ключа-марки выведены наружу на боковую поверхность шкафа. В дверце шкафа против сигнальной лампы вырезано круглое отверстие, закрытое стеклом. На кранах применяют защитные панели марок ПЗКБ160, ПЗКБ250 и ПЗКБ400, рассчитанные на длительное прохождение рабочего тока 160, 250 и 400 А соответственно.

Защитные панели применяют для подачи электроэнергии и обеспечения всех видов защиты электроприводов механизмов крана, управляемых при помощи силовых контроллеров или магнитных контроллеров, не имеющих собственных защитных устройств.

В соответствии с требованиями Правил по кранам защитная панель должна иметь замок, блокирующий рубильник и открываемый индивидуальным ключом-маркой (рис. 75). При этом нельзя включить рубильник, не открыв замок, и, наоборот, нельзя вынуть ключ-марку из замка без выключения рубильника. Указанная блокировка рубильника позволяет исключить работу на кране случайных лиц, не имеющих на это право. Ключ-марку выдают в установленном на предприятии порядке, а систему эксплуатации грузоподъемных кранов называют *марочной*.

§ 55. КРАНОВЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Электродвигатель — электрическая машина, преобразующая электрическую энергию в механическую энергию вращения ротора. Электродвигатель состоит из четырех основных сборочных единиц: неподвижной — статора, подвижной — ротора и двух подшипниковых щитов, на подшипники которых опираются концы вала ротора. Подшипниковые щиты при помощи болтов крепят к торцам статора.

В грузоподъемных кранах общего назначения, как правило, применяют специальные краново-металлургические асинхронные электродвигатели трехфазного переменного тока серий МТ и МТК, обладающие повышенной прочностью и пере-

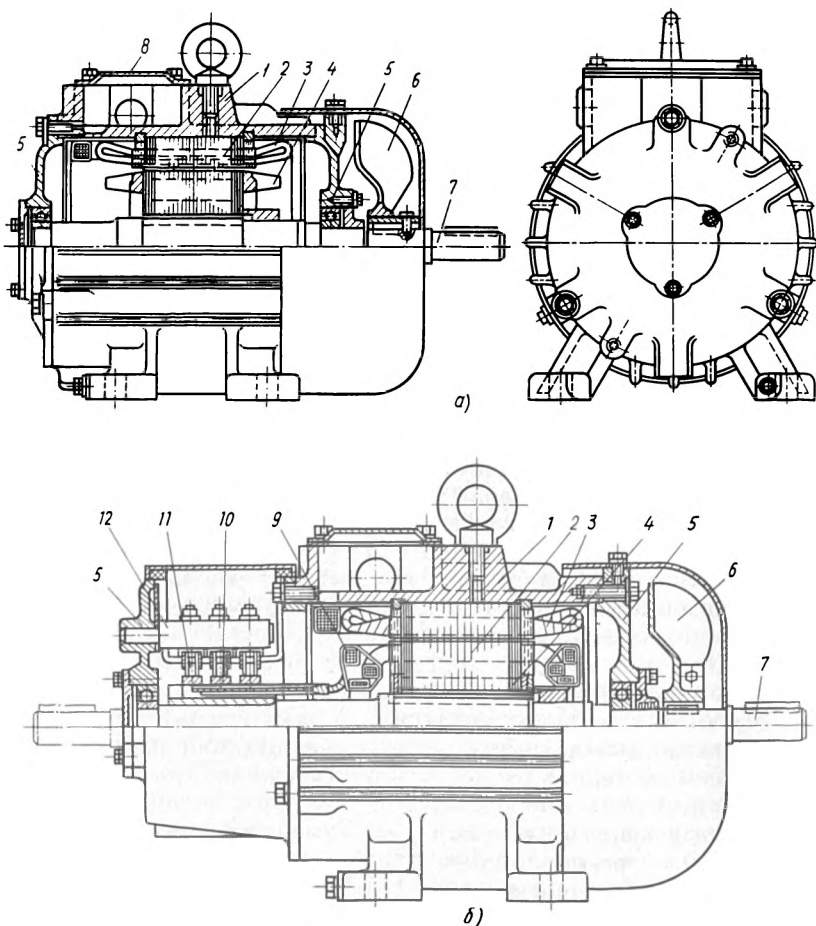


Рис. 76. Крановые асинхронные электродвигатели:
а — серии МТК, б — серии МТ

грузочной способностью, а также предназначенные для частотного включения и выключения. Перегрузочную способность двигателя ограничивает величина его критического (опрокидывающего) момента и температура его нагревания, а число включений ограничивают потери электроэнергии в двигателе.

Статор *трехфазного асинхронного* электродвигателя состоит из чугунного (стального) корпуса 1, в полости которого размещен цилиндрический магнитопровод 2, набранный из штампованных листов активной электротехнической стали (рис. 76, а). Для снижения магнитных потерь и температуры магнитопровода листы изолируют друг от друга лаком. На внутренней поверхности магнитопровода по его длине выполнены продольные пазы, в которых размещены секции обмотки статора 3, навитые из круглого медного провода с температуростойкой изоляцией.

Обмотка статора двигателя выполнена в виде *трех* секций (катушек) или групп катушек, шесть выводных концов которых снабжены кабельными наконечниками, имеют маркировку начал трехфазной обмотки С1, С2, С3 и ее концов С4, С5, С6 и выведены в зажимную коробку 8, расположенную сверху на корпусе двигателя.

Как правило, крановые электродвигатели выпускают на напряжение 380/220 В, поэтому в зависимости от фактического напряжения в сети и требуемой схемы включения обмотки концы проводов соединяют в различных сочетаниях. При напряжении сети 380 В секции обмотки статора соединяют в звезду (Y), т. е. концы проводов С4, С5, С6 соединяют вместе, а к началам С1, С2, С3 присоединяют питающие провода трехфазной сети (рис. 77, а, б). При напряжении сети 220 В секции обмотки статора соединяют в треугольник (Δ), при этом концы проводов С1 и С6, С2 и С4, С3 и С5 соединяют попарно и к образовавшимся трем точкам присоединяют питающие провода (рис. 77, в, г). С целью исключения возможных ошибок схемы подключения питающих проводов к секциям обмотки двигателя указаны на внутренней стороне крышки зажимной коробки.

Ротор 4 электродвигателя представляет собой цилиндр, собранный из листов активной электротехнической стали (магнитопровода) и закрепленный на валу 7, который вращается в подшипниковых щитах 5. Для охлаждения двигателя в процессе работы служит вентилятор 6, установленный на валу (см. рис. 76, а). На образующей поверхности ротора выполнены продольные пазы, в которых размещена обмотка. Именно тип обмотки ротора определяет конструкцию и серию асинхронного электродвигателя.

Короткозамкнутый ротор двигателя серии МТК состоит из медных или алюминиевых стержней круглого либо прямоугольного сечения, припаянных или отлитых за одно целое

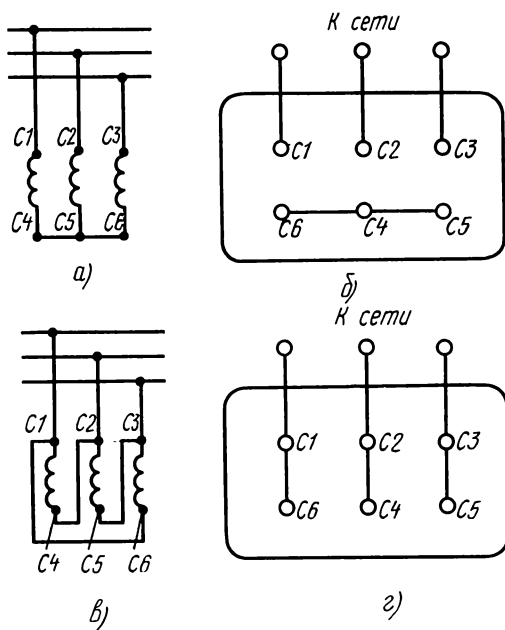


Рис. 77. Схемы соединения обмоток статора электродвигателя:

в звезду: а — схема, б — соединение концов обмоток в зажимной коробке; в треугольник: в — схема, г — соединение концов обмоток в зажимной коробке

с бронзовыми или алюминиевыми кольцами большого сечения, насаженными на вал. Такая обмотка по внешнему виду напоминает и носит название «беличье колесо».

В пазы *фазного ротора* двигателя серии МТ заложена обмотка 9 из медного провода, состоящая, как и обмотка статора, из трех секций (катушек) или групп катушек. Указанная обмотка не имеет электрического соединения с питающей электросетью. Секции обмотки ротора соединены в звезду, концы которой выведены на медные контактные кольца 10, закрепленные на валу ротора (см. рис. 76, б). Контактные кольца изолированы от вала ротора так, что изолирующие перегородки выступают над рабочими поверхностями колец. С контактными кольцами взаимодействуют, осуществляя постоянный электрический контакт, подпружиненные медно-графитовые щетки 11 марки М-1 по ГОСТ 2332—75, установленные с возможностью перемещения в неподвижных щеткодержателях 12 на корпусе двигателя. Контактные кольца образуют *коллектор* (от одноименного латинского слова *собирающий*) — устройство для обеспечения надежного постоянного подвижного электрического контакта между вра-

шающейся обмоткой ротора и неподвижными аппаратами управления. Коллектор устанавливают в корпусе двигателя со стороны, противоположной вентилятору. Очевидно, что двигатель с фазным ротором имеет большую длину, чем с короткозамкнутым ротором. Провода цепи управления током ротора, идущие от зажимов щеткодержателя, выводят в зажимную коробку, размещенную на боковой поверхности корпуса двигателя.

Асинхронные двигатели трехфазного переменного тока имеют маркировку, состоящую из букв и цифр. Первые буквы показывают исполнение двигателя (серию): МТ — с фазным ротором, МТК — с короткозамкнутым ротором. Последняя буква обозначает класс нагревостойкости изоляции. В настоящее время ГОСТ 185—70 предусматривает выпуск крановых электродвигателей с нагревостойкой изоляцией класса F (до $+155^{\circ}\text{C}$) и с изоляцией класса H (до температуры $+180^{\circ}\text{C}$). Первая цифра трехзначного числа (0...7) характеризует размер наружного диаметра статорных листов, вторая цифра указывает модернизацию двигателя и третья (1...3) — длину сердечника статора двигателя данного габарита. Последняя цифра, стоящая после тире, обозначает число полюсов статора двигателя. Например, маркировка МТФ 312—6 обозначает крановый электродвигатель с фазным ротором, с классом нагревостойкости изоляции F (температура до $+155^{\circ}\text{C}$), 3-го размера, модернизированный, 2-й длины, шестиполусный. Отечественная промышленность выпускает крановые электродвигатели мощностью 1,2...30 кВт при частоте вращения ротора 11...16,2 с^{-1} и массе 51...345 кг. В двигателях 0...3 размера установлены шариковые, а 4...7 — роликовые подшипники качения. Ротор двигателя состоит из симметричных относительно оси вращения деталей и сборочных единиц, поэтому, как правило, его не балансируют.

Двигатели постоянного тока требуют применения дорогостоящих и сложных по конструкции преобразовательных устройств (переменный ток в постоянный), имеют большие габариты, массу и стоимость, поэтому широкого применения на грузоподъемных кранах не получили. Эти двигатели главным образом применяют на специальных кранах металлургических производств.

§ 56. АППАРАТЫ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

К электрическим аппаратам ручного управления относят рубильники, переключатели, выключатели, пакетные выключатели и контроллеры. Рубильники и переключатели предназначены для периодического (редкого) включения (отключения) — коммутации (от одноименного латинского слова — изменение, перемена) силовых электрических цепей на-

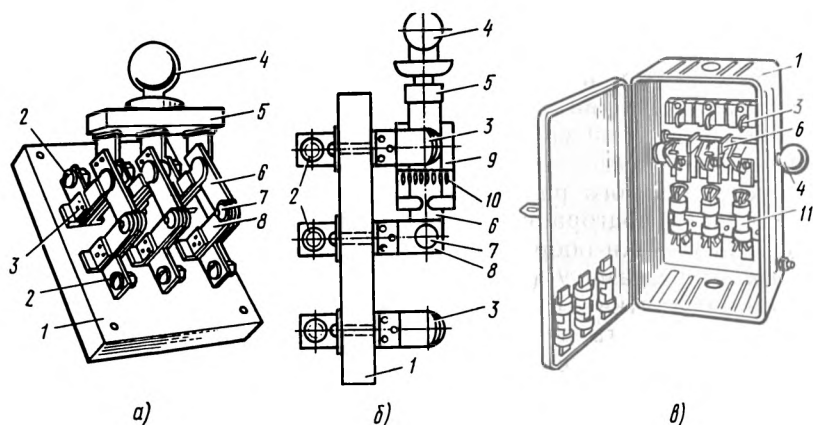


Рис. 78. Аппараты для коммутации силовых электрических цепей:
 а — трехполюсный рубильник, б — трехполюсный переключатель, в — распределительный щит

пряжением до 500 В при силе номинального тока до 500 А.

Выключатель рубящего типа называют *рубильником*. Рубильник состоит из изолирующего основания 1, на котором смонтированы неподвижные контакты-губки 3 и стойки 8 (рис. 78, а). На стойках на осях 7 установлены подвижные контакты-ножи 6, жестко связанные изолирующей траверсой 5 с рукояткой 4. Провода электрических цепей крепят к контактам винтами 2. По числу коммутационных положений различают собственно рубильники, имеющие два положения, и переключатели — три положения (рис. 78, б). Переключатель отличается от рубильника наличие дополнительной группы губок 3 и угол поворота ножей π рад. При верхнем положении рукоятки 4 переключатель замыкает одни электрические цепи, а при переводе рукоятки вниз размыкает их и замыкает другие. По числу размыкаемых цепей выключатели разделяют на одно-, двух- и трехполюсные, а по виду привода — с центральной серии Р и РПЦ (рис. 78, а), а также с боковой рукояткой серии РВ и РПБ (рис. 78, в).

Для предохранения людей от случайного прикосновения к контактам рубильника последний помещают в металлический шкаф с обязательным заземлением. Как правило, рубильники второго типа применяют в крановых защитных панелях. Рубильники серии Р и РПЦ применяют для разъединения предварительно разомкнутых цепей, так как для пользования ими необходимо открыть дверцы шкафа.

Рубильник с блоком предохранителей 11, встроенным в металлический шкаф, называют *силовым распределительным щитом* (рис. 78, в). Рукоятка рубильника имеет блокировочное устройство, исключающее возможность открыть дверцы

шкафа при включенном рубильнике и, наоборот, включить рубильник при открытых дверцах шкафа. Запасные предохранители хранят в дверце шкафа. Указанные силовые щиты устанавливают на пунктах подключения кранов к внешней электросети и на самом кране для отключения его на время проведения ремонтно-профилактических работ.

Для быстрого размыкания цепей и предохранения ножей и губок от подгорания в результате образования электрической дуги ножи оборудуют шарнирно закрепленными разрывными контактами 9 (рис. 78, б). При размыкании цепей (повороте рукоятки 4) пружины 10, растягиваясь, отводят разрывные контакты от губок 3 с большой скоростью и возникающая при этом электрическая дуга быстро гаснет.

Пакетные выключатели и переключатели предназначены для периодической коммутации силовых и управления вспомогательных электрических цепей при силе номинального тока до 360 А. Пакетный выключатель состоит из пакетов 3 (отсюда и его название), собранных на основании 2, закрытых крышкой и стянутых шпильками 5 (рис. 79, а). Каждый пакет выполнен из изолятора, на котором закреплены неподвижные контакты 10 с винтами 4. Внутри изолятора установлены подвижные контакты 9 с фибровыми искрогасящими шайбами. Через центральные отверстия пакетов проходит валик 8 квадратного поперечного сечения, имеющий на конце рукоятку 6 и предназначенный для поворота подвижных контактов. В корпусе выключателя встроено заводное устройство 7 с пружиной, обеспечивающее поворот валика 8 на углы, кратные $\pi/2$ рад, и мгновенное переключение контактов вне зависимости от скорости поворота рукоятки. Наличие заводного устройства и фибровых искрогасящих шайб исключает возникнове-

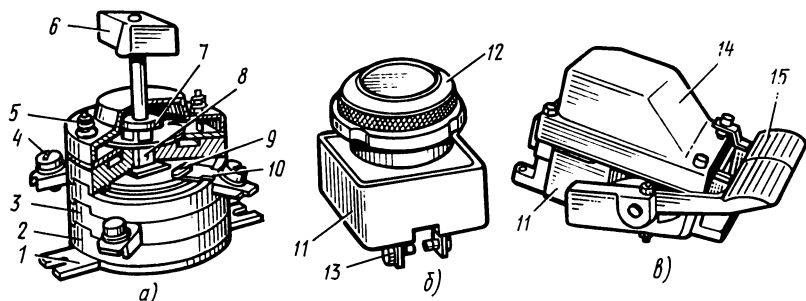


Рис. 79. Аппараты для коммутации электрических цепей управления и вспомогательных: а — пакетный выключатель ПВ, кнопки управления с грибовидным толкателем (б) и с ножным управлением (в):

1 — кронштейн, 2 — основание, 3 — пакеты, 4 — винты, 5 — шпильки, 6 — рукоятка, 7 — заводное устройство, 8 — валик, 9 — подвижные контакты, 10 — неподвижные контакты, 11 — корпус, 12 — грибовидный толкатель, 13 — винт, 14 — крышка, 15 — педаль

ние дуги при размыкании контактов. Для крепления пакетного выключателя предусмотрены кронштейны 1.

Пакетные выключатели бывают одно-, двух-, трех- и многополюсные с числом коммутационных положений не более четырех.

Кнопки управления предназначены для коммутации электрических цепей управления контакторов, магнитных пускателей, реле и звуковых сигналов при номинальном токе до 5 А, но при большом числе включений. Кнопка управления состоит из двух пар контактов с одним или двумя контактными мостиками, смонтированными на общем основании и создающими один замыкающий и один размыкающий контакты. Контакты переключают нажатием на толкатель, удерживаемый пружиной в исходном (верхнем) положении. Кнопки управления различают по величине: малогабаритные и нормальные и по форме толкателя: с нормативным или грибовидным толкателем (рис. 79, б). Кнопки управления с нормальным толкателем, нажимаемым пальцем руки, применяют самостоятельно либо объединяют в общем корпусе или на панели, образуя *кнопочный аппарат* (станцию, пульт) для управления электроталью или кран-балкой. В зависимости от назначения кнопок головки толкателей снабжены соответствующими надписями, например «Пуск», «Стоп» и др., а также окрашены в соответствующие цвета. Кнопку с грибовидным толкателем, нажимаемым ладонью руки, применяют для экстренного отключения линейного контактора защитной панели, мгновенного разрыва цепей управления и быстрой остановки крана, в связи с чем ее называют *аварийным выключателем*. Кнопки с ножным управлением (рис. 79, в) применяют для коммутации цепей управления электроприводами кранов, когда руки крановщика заняты на основных аппаратах управления.

Контроллер (от одноименного английского слова — управитель) — электроаппарат с большим числом контактов, коммутирующий силовые электрические цепи. Контроллер предназначен для одновременного переключения нескольких электрических цепей: силовых, возбуждения и управления электроприводом для осуществления пуска, регулирования рабочей скорости, электрического торможения, остановки и реверсирования механизма крана.

По принципу работы различают два вида контроллеров: *силовые* непосредственно ручного управления и командоконтроллеры дистанционного управления (магнитные, см. § 57)

Основной сборочной единицей силового кулачкового контроллера являются подвижный 5 и неподвижный 4 контакты, собранные в единый блок, управляемый кулачковой шайбой 1 (рис. 80, б). Каждый блок состоит из основания (неподвижного контакта), подвижного рычага 3 с контактом и роликом 2 и замыкающей пружины 10, обеспечивающей прижатие

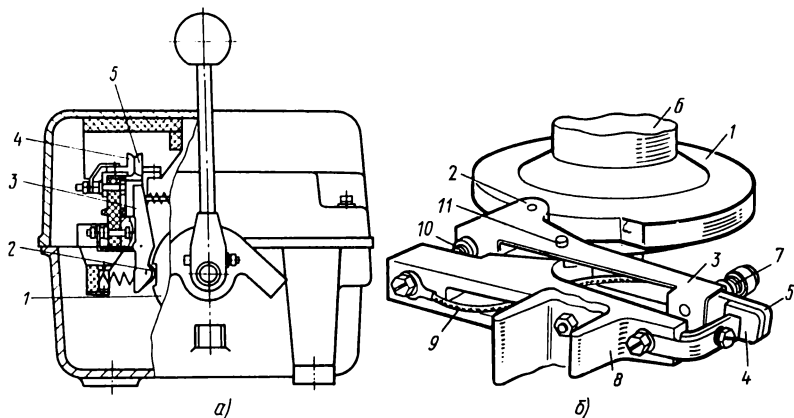


Рис. 80. Силовой кулачковый контроллер ККТ60А (а) и контактный блок кулачкового контроллера (б)

контактов. Подвижный рычаг поворачивается относительно оси 11. Вспомогательная пружина 7 служит для регулирования усилия прижатия (величин раствора и провала) между контактами 4 и 5 (см. § 74). Для подключения коммутируемых электроцепей предназначены винты, соединенные с контактами проводниками 9. Приводной вал 6 с кулачковыми шайбами поворачивают в подшипниках поворотом рукоятки или маховичка. Набор контактных блоков монтируют в алюминиевом корпусе на пластмассовых рейках 8 по установленной для данного контроллера схеме коммутации.

В том случае, когда ролик 2 на конце подвижного рычага 3 находится во впадине кулачковой шайбы 1 контакты 4 и 5 замкнуты (рис. 80, а). При повороте рукоятки контроллера и выходе ролика 2 на гребень кулачковой шайбы 1 произойдет размыкание электрической цепи. Контакты контроллера выполнены таким образом, что в момент касания (размыкания) возникающая электрическая дуга воздействует на их нерабочие части. При дальнейшем прижатии контактов подвижный контакт смещается относительно неподвижного и притирается к нему, чем обеспечивает самоочищение рабочих поверхностей контактов.

Применяя кулачковые шайбы различного профиля, получают необходимую последовательность замыкания (размыкания) контактов контроллера. Вал с кулачковыми шайбами снабжен фиксирующим механизмом храпового типа, обеспечивающим его остановку в положениях, строго соответствующих полному замыканию (размыканию) контактов (на рис. не показан). На грузоподъемных кранах применяют контроллеры типа ККТ — горизонтального двухрядного исполнения,

при котором каждая кулачковая шайба одновременно управляет двумя парами контактов.

Наибольшее распространение получили кулачковые контроллеры ККТ-61 и ККТ-62 для управления одним и двумя асинхронными двигателями с фазным ротором и ККТ-63 — одним двигателем с короткозамкнутым ротором. Контроллеры для управления одним двигателем имеют четыре контактных блока для замыкания цепи обмотки статора и три (пять, семь) блоков для замыкания роторной цепи.

Все силовые контроллеры выполняют только коммутацию цепей статора и ротора электродвигателя. Что касается защиты электродвигателя (нулевой, максимальной и др.), то ее осуществляют при помощи дополнительных электроаппаратов, установленных в крановой защитной панели.

§ 57. АППАРАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

К электроаппаратам дистанционного управления, применяемым на грузоподъемных кранах, относят контакторы и командоконтроллеры. Основным комплектующим электроаппаратом крановых защитных и реверсивных панелей является *контактор-аппарат*, замыкающий и размыкающий силовые цепи при дистанционном управлении. В крановом электроприводе применяют двух-, трех- и четырехполюсные контакторы переменного тока с электромагнитным приводом, допускающие до 1500 включений в час. Общие технические требования к контакторам серии КТ (КТ 6000 и КТ 64) должны соответствовать требованиям ГОСТ 11206—77

На набранный из пластин электротехнической стали сердечник 5 электромагнита надета катушка 6 (рис. 81). При подаче

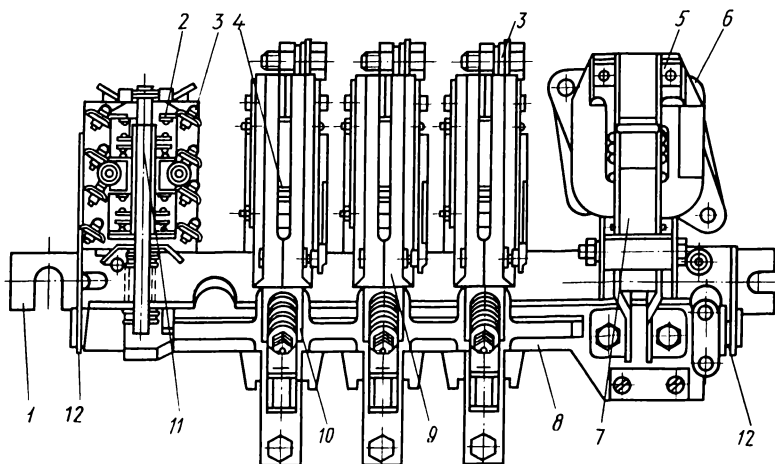


Рис. 81. Контактор типа КТ 6000

напряжения на катушку сердечник намагничивается и притягивает якорь 7, который связан с валом 8, установленным в опорах 12 на основании контактора 1. В этом случае вал 8 поворачивается, поворачивает закрепленные на нем главные подвижные контакты 10 и прижимает их к неподвижным контактам 4 (закрывает цепи). Одновременно с валом поворачивается траверса 11, воздействующая на вспомогательные блок-контакты 2 (закрывает или размыкает их в зависимости от схемы). Для подключения проводов электроцепей к контактам предназначены винты 3. С целью интенсивного гашения дуги главные контакты помещены в дугогасительные камеры 9. Чтобы уменьшить вибрацию и связанное с ней гудение контактора при работе, обусловленные переменным магнитным потоком в системе магнита, на якорь 7 устанавливают короткозамкнутый виток (в виде латунной рамки, охватывающей часть магнитопровода), создающий дополнительный магнитный поток, не совпадающий по фазе с основным.

Нормальную работу электромагнита контактора характеризует его легкое гудение. Профиль главных контактов выполнен аналогично контактам силового кулачкового контроллера и при замыкании они также обеспечивают самоочищение рабочих поверхностей.

Блок-контакты состоят из корпуса, неподвижных контактов и траверсы с подвижными контактами. Траверса перемещается в направляющих под действием кулачка, связанного с валом 8 контактора. Назначение блок-контактов — зафиксировать (заблокировать) электрическую схему управления контактором в требуемом состоянии до получения следующего сигнала управления.

Малогабаритные контакторы специального исполнения, предназначенные для пуска, остановки и защиты асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, а также для коммутации других электрических цепей, называют магнитными пускателями.

В крановых электроприводах широко распространены магнитные пускатели типов ПМЕ-200 и ПАЕ-300 на рабочий ток 25 и 40 А соответственно. Основное отличие пускателя типа ПМЕ от контактора обычного использования серии КТ состоит в том, что его якорь при срабатывании магнита не поворачивается, а движется поступательно вместе с подвижными контактами в специальных направляющих (рис. 82).

В свою очередь, по назначению различают *нереверсивные* и *реверсивные* (реверсоры) магнитные пускатели. Нереверсивный магнитный пускатель представляет собой трехполюсный контактор со встроенным двухэлементным тепловым реле и кнопкой возврата. Тепловые реле защищают управляемые электроцепи от относительно небольших длительных перегру-

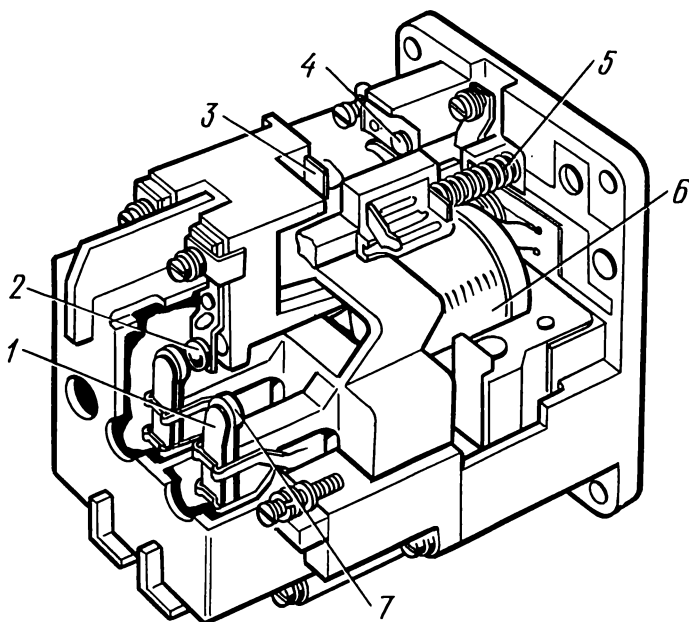


Рис. 82. Магнитный пускатель ПМЕ-211 (верхняя четверть аппарата условно не показана):

1 — плоская пружина, 2 — главный неподвижный контакт, 3, 4 — блок-контакты, 5 — пружина блок-контактов, 6 — катушка электромагнита, 7 — главный подвижный контакт мостикового типа

зок. Защиту от токов короткого замыкания осуществляют плавкие предохранители, а нулевую — сам пускатель.

Для изменения направления рабочих движений крановых механизмов с приводом от асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором в комплексе с кулачковыми командо-контроллерами или кнопочными аппаратами применяют реверсивные пускатели (реверсоры) типа ТР-160 или ДР-160.

Работу контактора удобно рассмотреть на примере линейного контактора крановой защитной панели (рис. 83). В случае управления механизмами крана при помощи силовых контроллеров для подачи напряжения на катушку магнита L линейного контактора необходимо замкнуть все контакты образующих ее цепь питания электроаппаратов (рис. 83, а). В начале замыкают блок-контакты двери кабины управления и люков КЛ (закрывают их), затем замыкают контакты замка крановой панели КМ (повернув ключ-марку) и ставят рукоятки контроллеров в нулевые позиции (замыкают нулевые контакты К12). Схема предусматривает управление четырьмя механизмами крана, включая два механизма подъема груза — основной и вспомогательный, поэтому контактов К12 — четыре. Так как контакты аварийного выключателя АВ, реле

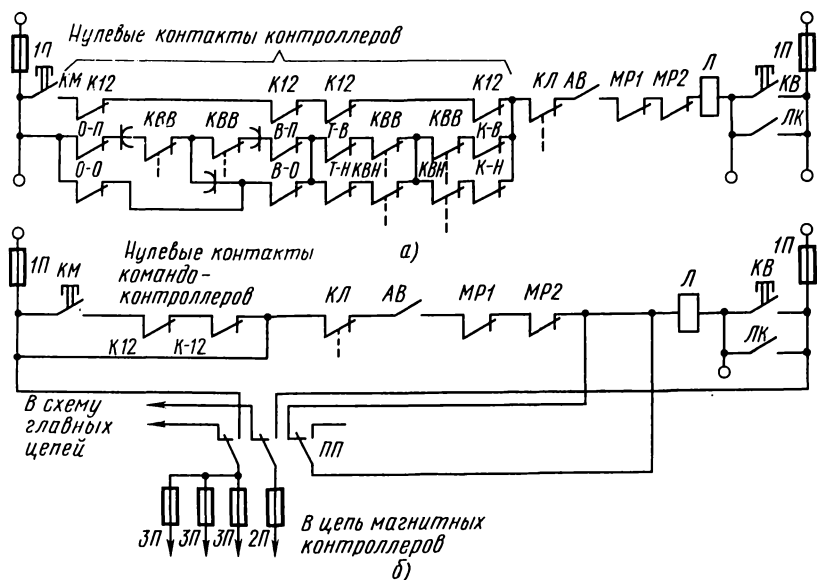


Рис. 83. Схема цепей управления крановой защитной панели при управлении силовыми контроллерами (а) и командоконтроллерами (б): Г—П, Г—С, В—П и В—С — контакты, замыкающие цепи приводов механизмов главного и вспомогательного подъема на подъем и опускание груза соответственно, Т—В, Т—Н, М—В и М—Н — контакты, включающие приводы механизмов передвижения тележки и моста крана вперед и назад, К12 — нулевые контакты контроллеров, КВВ, КВН — контакты конечных переключателей соответствующих механизмов крана, КБ — блокировочная кнопка, КЛ — блок-контакт дверей (люков), АВ — аварийный выключатель, МР1 и МР2 — контакты максимальных реле, Л — катушка линейного контактора, 1П—3П — предохранители, ПП — переключатель

максимального тока МР1, МР2 и конечных выключателей КВВ и КВН замкнуты при неработающем кране, то после включения вводного устройства и нажатия пусковой кнопки КВ цепь окажется замкнутой, электрический ток пойдет через катушку Л и контактор замкнет силовые электрические цепи электроприводов механизмов крана. Кнопку КВ можно отпустить, так как шунтирующий блок-контакт ЛК замкнулся и катушка магнита Л остается под напряжением — кран готов к работе. Очевидно, что если рукоятка хотя бы одного контроллера не находится в нулевой позиции, то линейный контактор включиться не может. В случае перегрузки привода любого механизма крана или короткого замыкания в его электроцепях сработает определенное реле максимального тока и его контакты МР1 (МР2) разомкнут цепь питания катушки магнита Л. Линейный контактор при этом отключит все электроприводы, силовые или цепи управления которых включены через крановую панель. Для обеспечения конечной защиты механизмов крана в цепь питания катушки магнита Л включены контакты конечных выключателей КВВ и КВН, а

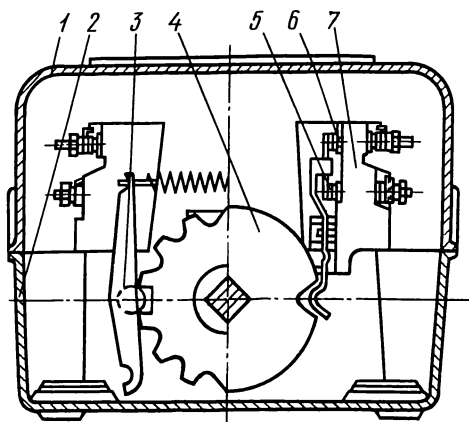


Рис. 84. Командоконтроллер серии КП 1200:

1 — крышка, 2 — корпус, 3 — храповой фиксирующий механизм, 4 — кулачковая шайба, 5 — подвижный контакт мостикового типа, 6 — неподвижный контакт, 7 — пластмассовая рейка

также контакты цепей управления основного механизма подъема груза на подъем $O - П$ и опускание $O - O$, вспомогательного механизма подъема груза $B - П$ и $B - O$, механизма передвижения крана вперед $K - В$ и назад $K - Н$ и грузовой тележки $T - В$ и $T - Н$. Указанная схема включения контактов позволяет в случае срабатывания одного из конечных выключателей отключить линейный контактор и затем снова включить механизм крана только для выполнения рабочего движения в противоположном направлении. Повторное включение линейного контактора производят нажатием пусковой кнопки КВ после установки рукояток контроллеров в нулевое положение. Аналогичным образом работает линейный контактор при управлении краном при помощи командоконтроллеров (рис. 83, б), где ПП — пакетный переключатель цепи управления.

Командоконтроллеры (рис. 84) в отличие от силовых контроллеров замыкают не силовые электрические цепи, а слаботочные цепи управления контакторов. Поэтому они имеют малые габариты и массу, что позволяет более рационально разместить их в кабине управления крана (встроить в кресло пульт крановщика) или за ее пределами, т. е. осуществлять дистанционное управление краном с пульта. К основным преимуществам командоконтроллеров относят: высокие надежность работы и срок службы, большое число включений (до 1 тыс. в час); автоматизацию процессов пуска и торможения электродвигателей, позволяющую повысить производительность крана за счет более экономичных режимов работы приводов механизмов, упростить работу крановщика и снизить вероятность возникновения аварийной ситуации; малые затраты энергии крановщика при управлении краном, уменьшающие его утомляемость, и др.

Для управления электродвигателем одного командоконтроллера явно недостаточно, так как необходим исполнитель-

ный электроаппарат. Эту функцию выполняют *контакторы*, смонтированные в одном или нескольких вертикально расположенных шкафах — *контакторных панелях*, устанавливаемых на мосту крана. Командоконтроллер совместно с контакторами составляет *магнитный контроллер*.

§ 58. РЕЛЕ

Реле (от французского слова «релайс» — сменять, заменять) — элемент автоматического устройства, который при воздействии на него внешних факторов скачкообразно изменяет свое состояние. Реле представляет собой автоматически действующий аппарат, замыкающий или размыкающий контакты при определенном управляющем воздействии (электрическом, магнитном, механическом, тепловом и пр.). По роду управляющего воздействия, на которое реле реагирует, различают реле: *тока*, *температуры*, времени, напряжения, скорости и др. По принципу действия различают: *электромагнитные*, *тепловые*, индукционные и другие реле, а по назначению — реле *управления* работой электроприводов крановых механизмов и *защиты* их от перегрузки.

Для защиты приводов крановых механизмов применяют реле максимального тока и тепловые реле. Реле максимального тока — электромагнитное токовое реле мгновенного дей-

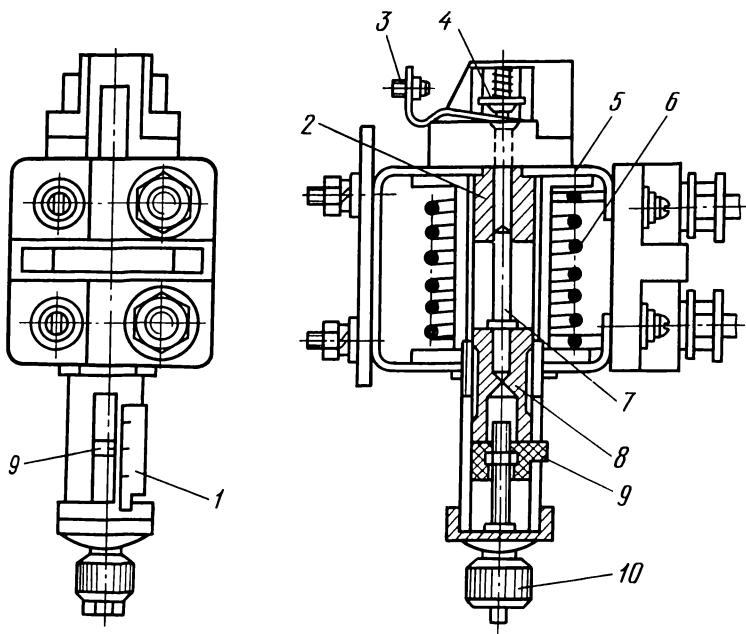


Рис. 85. Реле максимального тока РЭО 401

ствия, применяемое для защиты электродвигателя от повреждения при резком увеличении силы тока в цепи, например, в результате перегрузки механизма, резком включении привода или коротком замыкании в цепи (рис. 85).

Реле РЭО 401 состоит из катушки 6, включаемой последовательно в силовую цепь фазы обмотки статора защищаемого электродвигателя, и контактов: неподвижного 3 и подвижного контактного мостика 4, включаемых в цепь управления контактора. При работе электродвигателя по катушке течет ток номинальной величины и возбуждает в магнитопроводе 5 магнитное поле, пропорциональное силе тока. Магнитное поле воздействует на якорь-толкатель 7 и в случае превышения заданной силы тока поднимает толкатель и связанный с ним контактный мостик 4, т. е. размыкает цепь контактора. Толкатель установлен во втулках 2, 8 и 9; последняя одновременно служит указателем. Величину предельного значения тока срабатывания реле (тока уставки реле) регулируют по шкале 1 вращением винта с накатной головкой 10, перемещающего толкатель в катушке магнита. Чем ниже

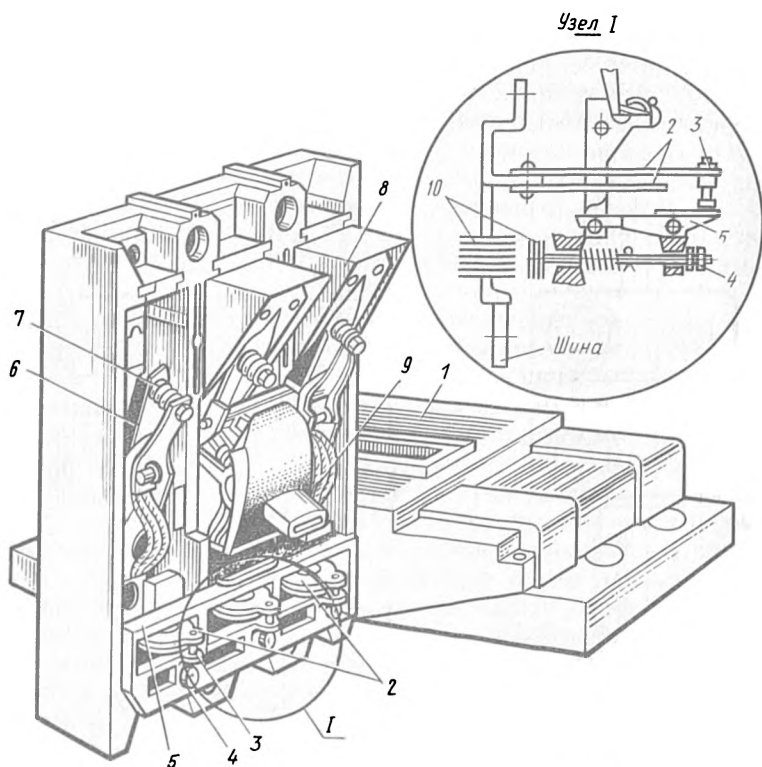


Рис. 86. Автоматический выключатель АП-50

находится толкатель, тем необходима большая сила тока в цепи для подъема его и срабатывания реле.

Ток в обмотке статора электродвигателя с короткозамкнутым ротором при его включении в 5...7 раз превышает номинальную величину, поэтому защита указанных двигателей от перегрузки при помощи РЭО 401 невозможна. Для защиты электродвигателей и токоподводящих проводов от небольших, но длительных перегрузок (ток в цепи двигателя 120...130% от номинального) применяют тепловые температурно-токовые реле.

Для автоматического размыкания силовых электрических цепей в случае нарушения нормальных условий работы электрооборудования, например, при перегрузке или коротком замыкании, а также для нечастой коммутации (до 6 включений в час) применяют *автоматические выключатели* (автоматы) серий АП-50, АЕ-20 (рис. 86).

В зависимости от назначения автоматы выпускают в одно-, двух- и трехполюсном исполнении (сила тока до 13 А). Каждый полюс имеет подвижный 6 и неподвижный 7 контакты, помещенные в фибровую дугогасительную камеру 8. Включение и ручное выключение автомата производят рукояткой 9. Автоматическое выключение осуществляет комбинированный расцепитель 10, представляющий собой комбинацию реле максимального тока с толкателем 4 и теплового реле с биметаллическими пластинами 2 и регулировочным винтом 3. Оба реле воздействуют на рычаг 5, который, поворачиваясь, выключает автомат. Крышка 1 закрывает корпус автомата. Автомат обеспечивает выключение защищаемой электрической цепи с выдержкой времени в случае ее перегрузки и мгновенное — при возникновении короткого замыкания. Указанные автоматические выключатели применяют для защиты крановых электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

Для защиты кранового электрооборудования, цепей управления и вспомогательных от перегрузок и токов короткого замыкания применяют *плавкие предохранители*. На современных грузоподъемных кранах обычно применяют трубчатые предохранители (рис. 87, а). Предохранитель состоит из трубчатого патрона 5, внутри которого помещена вставка 4. Патрон с двух сторон закрыт изолирующими втулками 3, через

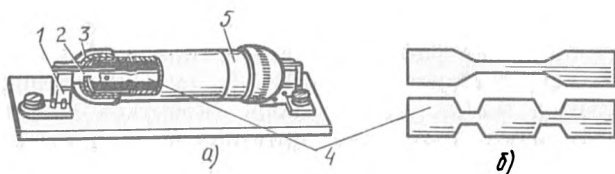


Рис. 87. Плавкий предохранитель:
а — общий вид, б — вставка

которые выходят контакты 2, связанные со вставкой 4. Контакты 2 с усилием вставляют в пружинные стойки 1, закрепленные на панели и связанные с защищаемой электрической цепью.

Вставка (рис. 87, б) представляет собой проводник из легкоплавкого сплава в виде плоской полосы с сужениями (перешейками), уменьшающими его поперечное сечение. В случае прохождения по вставке тока, превышающего номинальное значение, в месте ее сужения выделяется большое количество теплоты. Это приводит к расплавлению вставки в месте сужения и разрыву электрической цепи — отсюда произошло название предохранителя и вставки — плавкие.

Отечественная промышленность выпускает плавкие трубчатые предохранители типа ПР-2 без наполнителя и типа ПН-2, НПР с наполнителем для защиты цепей с силой тока 6...200 А. Трубчатый патрон предохранителя ПР-2 выполнен из фибры, а остальных — из фарфора или стекла. При расплавлении вставки под действием высокой температуры в предохранителе ПР-2 разлагается небольшое количество фибры трубчатого патрона и поднимается внутреннее давление. Указанные факторы способствуют быстрому гашению электрической дуги. Для защиты электрических цепей большей мощности применяют трубчатые предохранители с патроном, заполненным кварцевым песком, который быстро охлаждает газы и гасит дугу.

Плавкие предохранители различного исполнения отличаются простотой конструкции и низкой стоимостью. Они надежно защищают цепи при повышении тока на 20...30% от номинального и при возникновении короткого замыкания. От небольших перегрузок плавкие предохранители не защищают. Предохранители устанавливают в распределительных щитах, защитных и других панелях кранов.

§ 59. ТОРМОЗНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ И ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ТОЛКАТЕЛИ

Для открывания тормозов механизмов грузоподъемных кранов (дополнительного сжатия силовых замыкающих пружин) в зависимости от конструкции тормозов применяют специальные тормозные магнитные или электрогидравлические толкатели.

Для управления работой тормоза типа ТКТ созданы тормозные электромагниты типа МО-Б (магнит однофазный), отличающиеся малым ходом якоря (короткоходовые), работающие на переменном токе промышленной частоты и приспособленные для крепления к одному из рычагов тормоза. *Короткоходовой тормозной электромагнит МО-Б* состоит из магнитопровода, включающего обмотку возбуждения (ка-

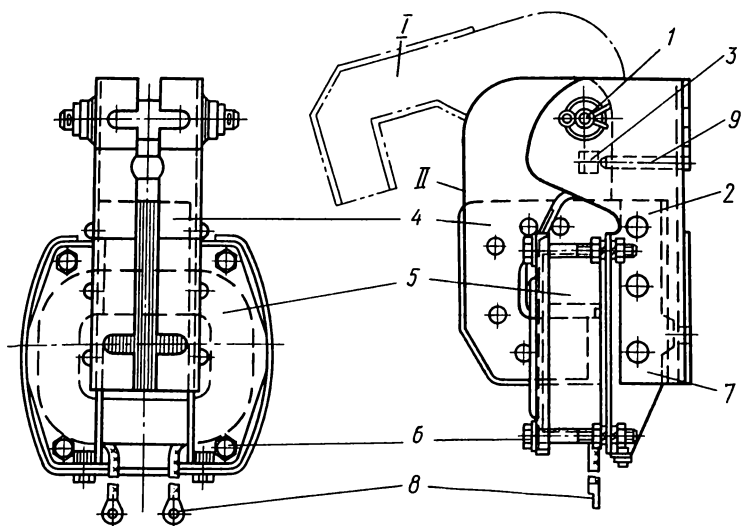


Рис. 88. Крановый короткоходовой тормозной электромагнит типа МО-Б

тушку), и якоря. Магнитопровод состоит из корпуса 7, в котором размещено ярмо 2 и в шарнире 1 закреплен якорь 4 (рис. 88). Ярмо и якорь набраны из листов активной электротехнической стали и соединены заклепками. Однофазная катушка 5 надета на ярмо и закреплена на нем крышкой с четырьмя болтами 6. Концы проводов катушки выведены на клеммы 8. В нерабочем (поднятом) положении I якорь удерживает силовая пружина тормоза. При подаче напряжения на клеммы катушки в ярме возникает магнитный поток, притягивающий якорь (положение II). При повороте якорь упором 3 давит на шток 9 тормоза и смещает его влево (см. рис. 56). Соотношение плеч (длины якоря и места приложения усилия к штоку) обеспечивает выигрыш усилия примерно в 6 раз, что позволяет дополнительно сжать силовую пружину тормоза. Освободившаяся вспомогательная сжатая пружина 13, развивающая в зависимости от типоразмера тормоза усилие 20...60 Н, давит одним концом на рычаг 2, а другим через торец скобы 12 на рычаг 5 и разводит их, т. е. обеспечивает отвод обоих колодок от шкива. Кроме того, освободившийся рычаг 5 отходит от шкива под действием изгибающего момента, создаваемого весом электромагнита, закрепленного на рычаге эксцентрично его продольной оси. Для ограничения действия этого момента на рычаге установлен кронштейн с регулируемым упорным болтом 6, обеспечивающий равные зазоры между тормозными колодками и шкивом.

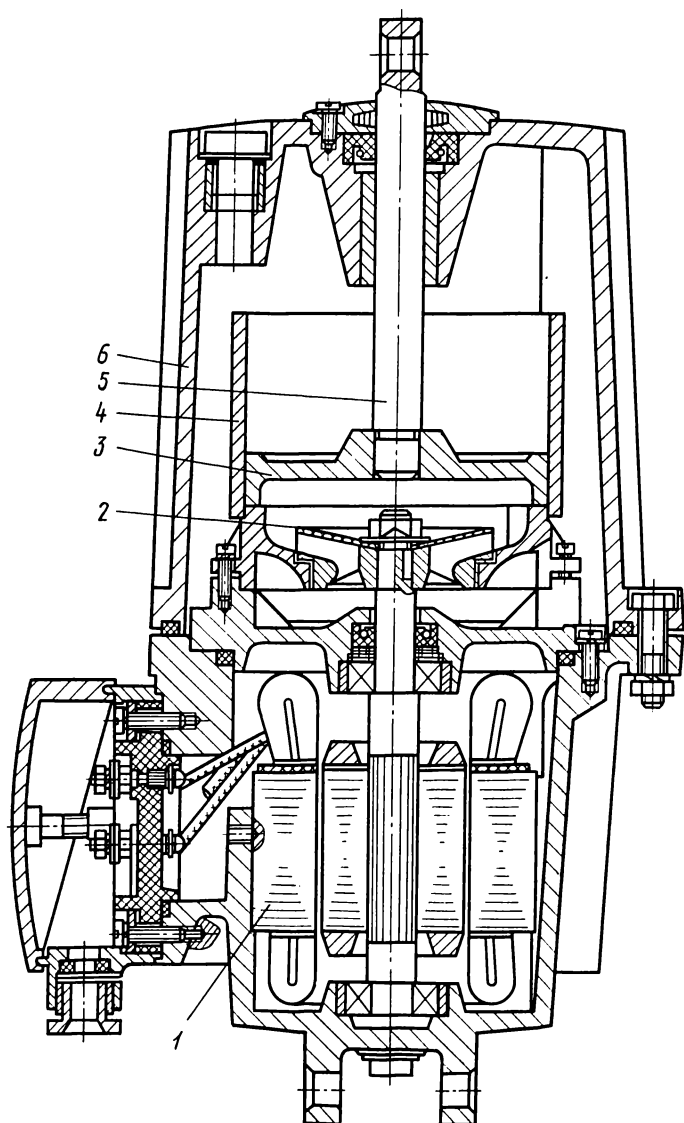


Рис. 89. Одноштоковый электрогидравлический толкатель типа ТГМ-50

К недостаткам указанных магнитов относят резкое включение, сопровождающееся ударом якоря об ярмо и вызывающее большие динамические нагрузки на детали тормоза и механизма, быстрое нарастание тормозного момента, повышенный шум и вибрации, малое число включений — не более

300 ч⁻¹ при ПВ=40%, малый срок службы, сложность технического обслуживания и пр.

В связи с этим в современных грузоподъемных кранах широко применяют тормоза типа ТКГ с электрогидравлическими толкателями типа ТЭГ или ТГМ. *Электрогидравлический толкатель* — это независимый механизм, преобразующий электрическую энергию через гидравлическую в механическую поступательно движущегося штока. Электрогидротолкатель состоит из корпуса 6, в котором размещены электродвигатель 1 с лопастным центробежным колесом 2 на валу, образующий центробежный насос, поршень 3 со штоком 5 и цилиндр 4 (рис. 89). Корпус заполнен рабочей жидкостью гидропривода РЖГ. В нижней части корпуса имеется проушина для крепления толкателя к основанию тормоза и пробка для слива РЖГ при замене. В крышке имеется заливное отверстие и установлены уплотнительные манжеты.

При включении электродвигателя толкателя центробежный насос подает РЖГ в подпоршневое пространство и поршень под действием избыточного давления плавно поднимается. В это время РЖГ из надпоршневого пространства по каналам между цилиндром и поршнем перетекает в подпоршневое пространство. При этом связанный с поршнем шток, преодолевая сопротивление силовой пружины, поворачивает двуплечий рычаг против часовой стрелки и открывает тормоз. При выключении электродвигателя насос останавливается, и поршень под воздействием внешней нагрузки и собственного веса опускается в исходное положение.

Избыточное давление РЖГ в современных конструкциях электрогидротолкателей не превышает 0,1 МПа во избежание вспенивания ее при обратном ходе поршня. Большинство конструкций электрогидротолкателей имеют один шток, а толкатель ТГМ-160Б с усилием 1,6 кН тормозов с моментом 500...1250 Н·м имеет два штока.

К преимуществам электрогидравлических толкателей в сравнении с электромагнитами относят возможность регулирования времени срабатывания тормоза, плавное нарастание тормозного момента, большое число включений — до 2000 ч⁻¹, высокую долговечность, простоту эксплуатации, бесшумность, меньший расход меди и пр. Однако наличие РЖГ требует высокой степени точности изготовления деталей, надежных уплотнений и усложняет эксплуатацию электрогидротолкателя при низких температурах. Отклонение оси электрогидравлического толкателя от вертикали не должно превышать 0,25 рад.

По назначению крановые резисторы разделяют на: *пускорегулирующие*, включаемые в цепь ротора электродвигателя и работающие в повторно-кратковременном режиме, а также резисторы, работающие в длительном режиме в *цепях управления и сигнализации*. Резистор (от одноименного английского слова — сопротивляться) — элемент электрической цепи, оказывающий сопротивление электрическому току и применяемый для регулирования силы тока или напряжения.

Пускорегулирующие резисторы изменяют силу тока в цепи ротора электродвигателя в процессе плавного разгона (регулирования частоты его вращения) и торможения. Для значительного изменения силы тока в цепи резистор должен обладать большим удельным сопротивлением материала, поэтому их выполняют из специальных материалов: фехралья (жароупорный сплав железа, хрома и алюминия), удельное сопротивление которого в 75 раз выше, чем у меди, и константана (сплав меди, никеля и марганца) — удельное сопротивление в 25 раз выше, чем у меди.

При прохождении электрического тока через резистор последний нагревается и выделяет теплоту в окружающее пространство (рассеивает часть энергии), поэтому резисторы должны выдерживать высокую температуру и их следует устанавливать на металлоконструкции крана, а не в кабине управления. Оба сплава выдерживают действие высоких температур — до $+300...+350^{\circ}\text{C}$, практически не изменяя свои электрические свойства.

Для изготовления резисторов применяют проволоку 3 из фехралья или константана диаметром 0,5...1,6 мм, навитую с определенным шагом на дугообразные фарфоровые изоляторы 4 с бороздками на наружной поверхности, надетые на пластины-держатели 2 (рис. 90, а). В отдельных случаях применяют фехралевую ленту 8 сечением от $0,8 \times 6$ мм до $1,6 \times 15$ мм, навитую с установкой на «ребро» на цилиндрический изолятор 9 с канавками (рис. 90, б). Поэтому по виду каркаса, на который навивают проволоку или ленту, подразделяют пластинчатые и трубчатые резисторы. Начало и конец проволоки (ленты) крепят, скручивая в петлю, к винтовым зажимам 6.

Для увеличения общего сопротивления отдельные резисторы собирают в стандартные ящики типа НК-1, содержащие до одиннадцати плоских элементов (рис. 90, а), и типа НФ-1, содержащие до пяти трубчатых элементов (рис. 90, б). *Ящик резисторов* состоит из двух металлических боковин 1, соединенных между собой шпильками 10, на которых на изоляторах 7 установлены резисторы. Посредством перемычек 5 отдельные

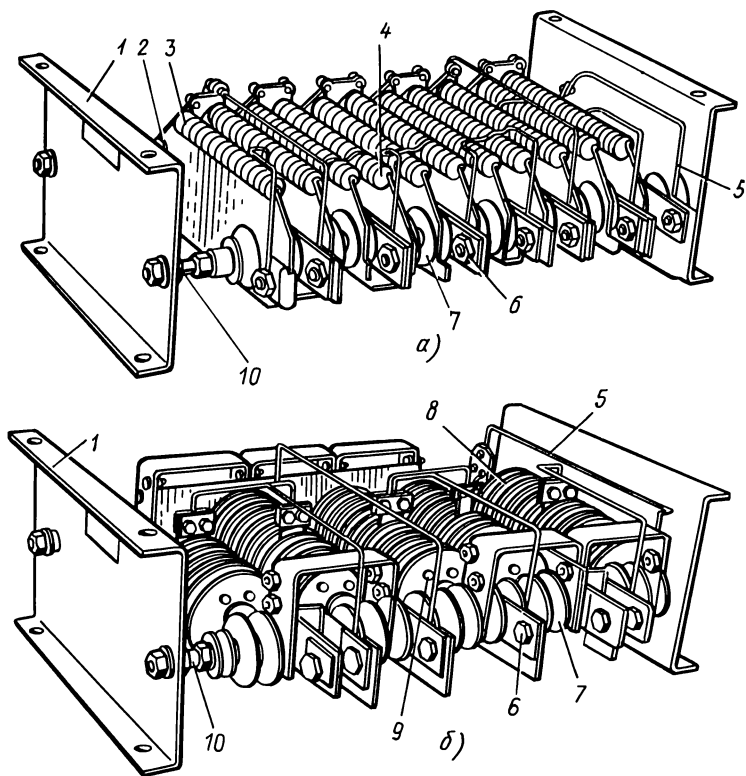


Рис. 90. Ящики резисторов:
а — типа НК-1, *б* — типа НФ-1

резисторы соединяют между собой по требуемой схеме и включают в цепь ротора электродвигателя.

В зависимости от назначения электродвигателя и его мощности пускорегулирующие резисторы подбирают по каталогу из стандартных комплектов и они могут состоять из одного или нескольких ящиков резисторов, которые, в свою очередь, могут быть комбинированными, т. е. состоять из ящиков типа НК и НФ.

Пускорегулирующие резисторы включают в цепь ротора электродвигателя и ступенчато выключают (закорачивают) в процессе увеличения частоты вращения ротора при помощи контроллера. При установке рукоятки контроллера в 1-ю позицию все резисторы включены в цепь ротора (рис. 91, *а*, 1) и частота его вращения увеличивается по кривой 1 (рис. 91, *б*). При переводе рукоятки контроллера во 2-ю позицию часть первого резистора отключают (рис. 91, *а*, 2) и частота вращения ротора возрастает по кривой 2 (рис. 91, *б*) и т. д. В 5-й по-

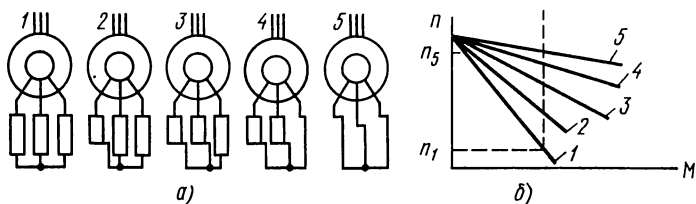


Рис. 91. Схема включения пускорегулирующих резисторов в цепь ротора электродвигателя (а) и механические характеристики электродвигателя (б)

зиции рукоятки контроллера все резисторы выключены (рис. 91, а, 5), электродвигатель вышел на естественную характеристику и частота вращения ротора по кривой 5 достигла значения n_5 (см. § 25). Уменьшение частоты вращения ротора электродвигателя производят в обратном порядке. Пускорегулирующие резисторы рассчитаны на кратковременное включение, поэтому длительная работа электродвигателя со включенными в цепь ротора резисторами, когда рукоятка контроллера установлена в промежуточные позиции (I...IV), **запрещена**, так как при этом резисторы значительно перегреваются.

Резисторы цепей управления (сигнализации) предназначены для ограничения напряжения или силы тока в цепях. Эти резисторы навивают из константановой или нихромовой (хромоникелевый сплав) на керамические трубки с покрытием защитным слоем стекловидной эмали либо на трубчатые фарфоровые изоляторы без покрытия. В отличие от пускорегулирующих резисторов они рассчитаны на длительный режим работы.

§ 61. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КРАНОВ

К дополнительному электрооборудованию кранов относят приборы освещения, нагревательные приборы (кондиционеры, вентилаторы), контрольно-измерительные приборы, звуковой сигнал, стеклоочистители и пр.

Рабочую площадку грузоподъемного крана и кабину управления освещают стандартными светильниками с применением электрических ламп накаливания. Электрические цепи освещения включают в сеть питания крана до вводного устройства и снабжают собственным выключателем для того, чтобы при отключении электрооборудования крана светильники оставались включенными. Все грузоподъемные краны должны быть оборудованы низковольтным ремонтным освещением напряжением не более 36 В с питанием от понижающего трансформатора или аккумулятора, установленных на кране или в ремонтной зоне. Переносные электролампы должны иметь

пластмассовый патрон и защитную сетку, а электропровод марки ШРПС — снабжен штепсельной вилкой для подключения к розетке.

Для обогрева кабины управления и создания в ней микроклимата в зимний и переходный период применяют различные нагревательные приборы. Наиболее простой — *трубчатый электронагреватель* ТЭН представляет собой металлическую трубку, заполненную наполнителем (песок), внутри которой проходит электроспираль.

Несколько ТЭНов, объединенных под общим кожухом, образуют *нагревательную печь*. Для лучшего теплообмена в кожухе сделаны щелевые просечки. Обычно для отопления кабины управления ставят две печи. Ясно, что такие печи обеспечивают местное нагревание воздуха. С целью равномерного обогрева всей кабины управления и создания комфортных условий для работы крановщика применяют *электрокалорифер*, представляющий собой открытую электроспираль, обдуваемую потоком воздуха из вентилятора. Для вентиляции и охлаждения воздуха в кабине управления применяют специальные довольно сложные приборы — *кондиционеры*.

Электрические отопительные приборы подключают к крановой электросети после вводного устройства, чтобы случайно не оставить их включенными после отключения электропитания крана и прекращения работы на нем. Электрические отопительные приборы, устанавливаемые в кабине управления крана, должны быть безопасны в пожарном отношении, а все токопроводящие детали — ограждены. Корпуса отопительных приборов в обязательном порядке необходимо заземлять.

Контроль за работой механизмов и электрооборудования крана осуществляют с помощью контрольно-измерительных приборов. Например, напряжение в цепи питания грузоподъемного электромагнита, создаваемое генератором, показывает вольтметр, установленный в кабине управления крана. При необходимости для контроля силы тока в цепи применяют амперметр. В качестве звукового сигнала на грузоподъемном кране применяют звонок громкого боя или ревун.

Контрольные вопросы

1. Какие основные технические требования предъявляются к крановому электрооборудованию?
2. Как классифицируют и маркируют крановое оборудование? Как его размещают на кране?
3. В каких случаях применяется троллейный токопровод, а в каких — кабельный?
4. Что такое вводное устройство и с какой целью его применяют?
5. Каковы устройство и принцип работы электродвигателя? Какие типы электродвигателей применяются на кранах?
6. Для каких целей применяют пакетные переключатели и кнопки управления? Какие они бывают?
7. Как устроены контактор, магнитный пускатель, реверсор?

8. Каково устройство реле? Какие реле применяются на кранах?
9. Как устроен и работает тормозной короткоходовой электромагнит типа МО-Б? Какие недостатки присущи ему?
10. Какие преимущества тормозу обеспечивает электрогидравлический толкатель, как он устроен и работает?
11. Как устроены резисторы и для чего они применяются?
12. Каковы устройство и назначение плавких предохранителей?

Глава 10

ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВ

§ 62. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ БЕЗОПАСНОСТИ

Правила по кранам и СТ СЭВ 725—77 требуют применения на грузоподъемных кранах приборов и устройств безопасности, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию. Приборы и устройства безопасности предназначены для предотвращения перегрузки грузоподъемного крана и его механизмов; схода с кранового пути и опрокидывания (козловых кранов) в результате действия случайных факторов; невнимательности или неоперативности крановщика; отключения их в экстренных ситуациях, а также для обеспечения защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, падения с высоты и др.

К приборам безопасности грузоподъемных кранов относят: ограничители грузоподъемности ОГП, ограничители пути движения (рабочих движений крана), ограничители перекоса металлоконструкции крана (применяют на специальных козловых кранах большой грузоподъемности с большими пролетами), блок-контакты, противоугонные устройства, упоры и буферы, опорные детали и предохранительные щитки, а также устройства электробезопасности и анемометры. На кранах-штабелерах, у которых кабина управления перемещается по вертикали вместе с грузоподъемником, дополнительно устанавливают ограничители ослабления натяжения грузового каната, скорости опускания кабины управления и ловители кабины.

По принципу действия устройства безопасности разделяют на *предохранительные* — ограничители, ловители, блок-контакты, противоугонные устройства, устройства электробезопасности и др., а также *предупреждающие* — сигнализирующие и указательные. К сигнализирующим устройствам безопасности относят сигнализаторы давления ветра (анемометры),

контрольные лампы на пульте управления краном и звуковые сигнальные приборы (звонки, сирены), которые должны быть хорошо слышны в местах перемещения грузов. Указательные устройства безопасности, например указатель грузоподъемности стрелового крана в зависимости от вылета его стрелы, на изучаемых кранах не применяют.

Очевидно, что основными устройствами безопасности кранов являются ограничители, автоматически выключающие механизм (группу механизмов) грузоподъемного крана при возникновении опасной нагрузки или нарушении условий его безопасной эксплуатации. По виду ограничивающего воздействия различают *ограничители грузоподъемности* (массы перемещаемого груза, определяющей величину нагрузки на кран) и *ограничители пути движения крана* (расстояний, проходимых рабочим органом механизма), существенно отличающиеся друг от друга по конструкции и условиям работы.

Ограничители устанавливают в цепи управления краном и они обеспечивают возобновление работы отключенных механизмов только для возвращения рабочего органа в безопасное положение. Например, после отключения механизма подъема груза крана в результате попытки поднять груз массой более допустимой (сработал ограничитель грузоподъемности) механизм может быть включен только для опускания груза. В случае срабатывания ограничителя верхнего положения крюковой подвески механизм подъема груза также можно включить только на опускание груза.

§ 63. ОГРАНИЧИТЕЛИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Крановые металлоконструкции и детали механизмов способны воспринимать расчетные нагрузки, возникающие в процессе нормальной эксплуатации крана. В тех случаях, когда технологический процесс производства работ с применением грузоподъемного крана не исключает его возможную перегрузку, механизм подъема груза крана в соответствии с требованиями Правил по кранам должен быть оборудован ограничителем грузоподъемности.

Ограничитель грузоподъемности (ОГП) представляет собой автоматически действующее устройство, выключающее механизм при попытке поднять груз, масса которого превышает паспортную грузоподъемность крана, и предназначен для предотвращения перегрузки крана, которая может привести к обрыву грузовых канатов, разрушению деталей механизмов и элементов металлоконструкции. Он допускает подъем груза массой не более 25% номинальной грузоподъемности крана, должен обеспечивать точность срабатывания $\pm 2...3\%$ и не срабатывать при кратковременных ($< 0,8$ с) перегрузках.

В современных грузоподъемных кранах преимущественно применяют механические ОГП с упругими элементами в виде пружин или торсионов, уравнивающих нагрузки от действия силы тяжести перемещаемого груза (датчик нагрузки).

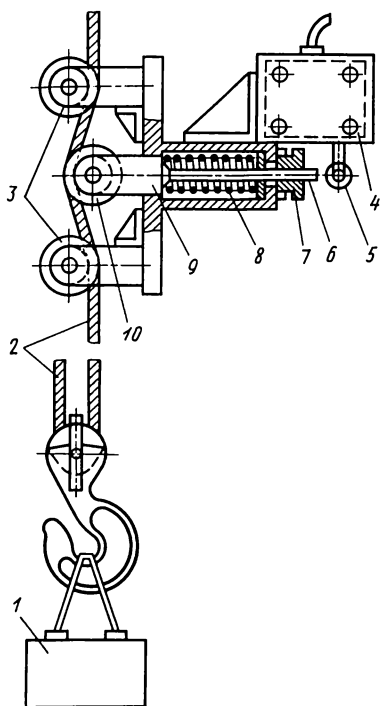


Рис. 92. Механический ОГП с упругим элементом в виде цилиндрической пружины

Датчик нагрузки механического ОГП с упругим элементом в виде цилиндрической пружины сжатия состоит из двух неподвижных блоков 3 и подвижного блока 10, между которыми проходит ветвь грузового каната 2 (рис. 92). Серьга 9 соединяет подвижный блок 10 со штоком 6, свободный конец которого воздействует на рычаг 5 конечного выключателя 4. Усилие сжатия пружины 8, регулируемое гайкой 7, прижимает подвижный блок 10 к ветви каната 2 и вызывает ее поперечный прогиб. Установленная величина прогиба соответствует номинальной грузоподъемности крана. При подъеме груза 1 растягивающее усилие в ветви каната уменьшает ее поперечный прогиб. В случае попытки поднять краном груз, превышающий по массе на 25% номинальную грузоподъемность крана, величина прогиба умень-

шается и шток 6 воздействует на конечный выключатель 4, отключая привод механизма.

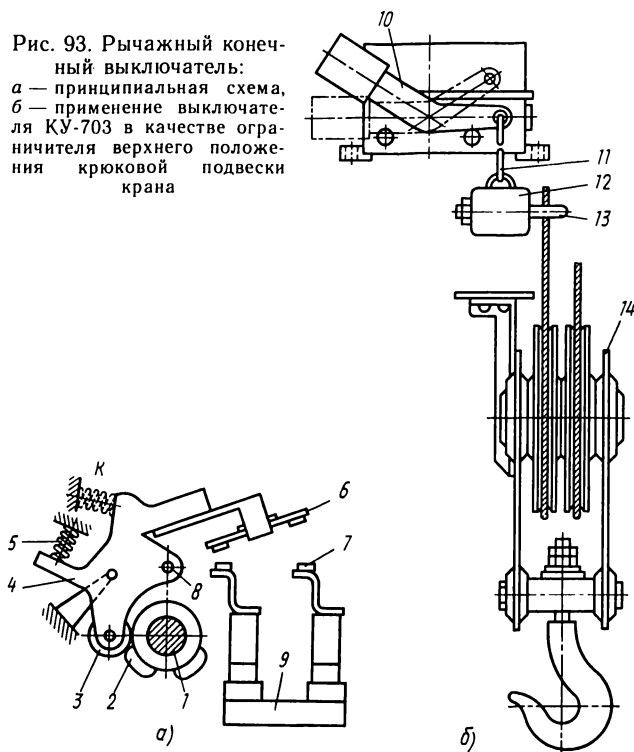
Необходимо помнить, что краны-штабелеры постоянно работают между стеллажами складов и подают грузы в ячейки стеллажей. При этом возможно упирание (зацепление) грузозахватного устройства крана в элементы конструкции стеллажа. В случае подъема груза это ведет к перегрузке каната со всеми вытекающими последствиями, а в случае опускания груза ослабление натяжения грузового каната ведет к выходу его из канавок на барабане и ручьев блоков, а при выполнении обратного рабочего движения (подъема груза) канат может не лечь в канавки (ручьи), что повлечет за собой неприятные последствия — замещение каната и даже его обрыв. Поэтому краны-штабелеры оснащают ОГП в обязательном порядке.

В соответствии с требованиями нормативных документов ограничитель верхнего положения крюковой подвески устанавливают на все механизмы подъема груза кранов. Ограничитель автоматически отключает механизм при подходе крюковой подвески к крайнему верхнему положению. При срабатывании ограничителя зазор между верхом крюковой подвески и нижней частью уравнительных блоков, установленных на грузовой тележке (барабана электротали), должен быть не менее 200 мм для кранов и 50 мм для электрических талей. В качестве ограничителя применяют конечные выключатели двух типов: *рычажные* или *шпиндельные*.

Рычажный конечный выключатель типа КУ состоит из корпуса, на валу 1 которого закреплены кулачковые шайбы 2 (рис. 93, а). При повороте вала с шайбами карболитовый рычаг 4 с контактными мостиками 6 замыкает неподвижные контакты 7, установленные на изолирующей подставке 9. Пружина 5 постоянно прижимает ролик 3 рычага 4 к кулачковым шайбам. Для размыкания контактов ролик 3 крепят на рычаге 4 осью 8, а пружину 5 ставят в положение К. Выключатель

Рис. 93. Рычажный конечный выключатель:

а — принципиальная схема, б — применение выключателя КУ-703 в качестве ограничителя верхнего положения крюковой подвески крана



имеет две цепи управления, два комплекта кулачковых шайб и рычагов с контактами, что обеспечивает различные схемы их замыкания. Например, при срабатывании ограничителя в верхнем положении конечный выключатель размыкает цепь управления приводом механизма для включения его на подъем груза и замыкает ее только для работы в противоположном направлении (на опускание груза).

В механизме подъема груза кранов применяют конечные выключатели КУ-703, установленные на раме грузовой тележки под уравнительными блоками (рис. 93, б). На валу выключателя закреплен двуплечий рычаг 10 с противовесом, к свободному концу которого на тонком канате (цепи) 11 подвешен вспомогательный груз 12. При подходе крюковой подвески 14 к крайнему верхнему положению она приподнимает вспомогательный груз. Противовес поворачивает освободившийся двуплечий рычаг и конечный выключатель размыкает необходимые контакты. Для предотвращения раскачивания вспомогательного груза последний связан скобой 13 с одной из ветвей грузового каната.

Кроме верхнего положения крюковой подвески на практике часто приходится ограничивать ее нижнее положение, лимитируемое длиной грузового каната (необходимо помнить, что на барабане лебедки всегда должны оставаться дополнительные витки, например, при опускании груза в колодцы, прямки и пр.). Очевидно, что рассмотренные выше конструкции

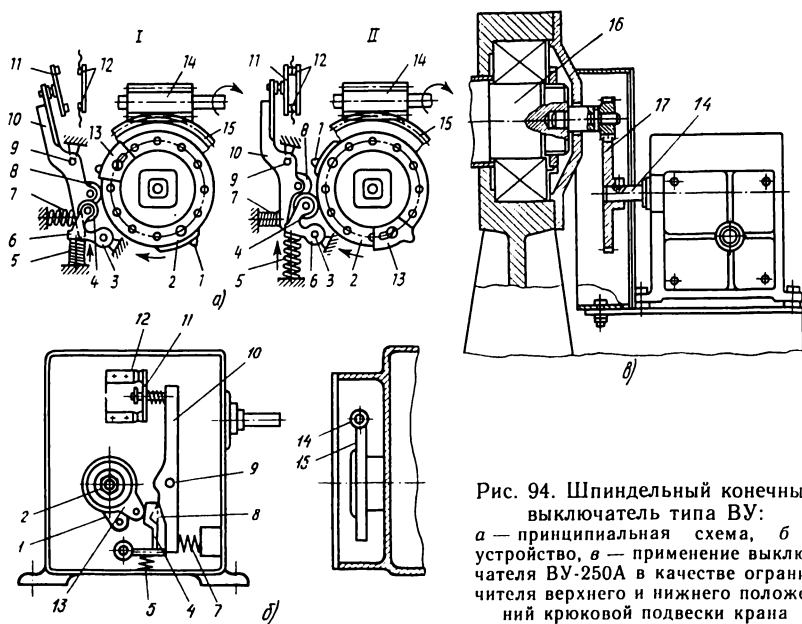


Рис. 94. Шпиндельный конечный выключатель типа ВУ:
а — принципиальная схема, б — устройство, в — применение выключателя ВУ-250А в качестве ограничителя верхнего и нижнего положений крюковой подвески крана

конечных выключателей выполнять это не могут. В указанных случаях применяют более сложные по конструкции компактные шпиндельные (приводные) конечные выключатели типа ВУ с встроенным червячным редуктором, связанным с одним из валов механизма подъема груза. Вращающийся вал червяка 14 приводит во вращение червячное колесо 15, на валу которого закреплена кулачковая шайба 2 с включающим 1 и отключающим 13 кулачками (рис. 94, а). Кулачков на шайбе может быть не больше двух. Подвижные контакты 11 укреплены на изолированном рычаге 10, поворачивающемся относительно оси 9, и замыкают неподвижные контакты 12. Пружина 7 воздействует на рычаг 10 и удерживает контакты в разомкнутом положении 1. При вращении шайбы 2 (направление показано стрелкой) включающий кулачок 1 воздействует на ролик 8, который поворачивает рычаг 10 и замыкает контакты (положение II). В этом положении рычаг удерживает защелка 6 после поворота относительно оси 3 под действием пружины 5. На защелке 6 закреплен ролик 4, на который воздействует отключающий кулачок 13 при размыкании контактов. Передаточное отношение червячной передачи 1:50, а рабочий угол поворота кулачковой шайбы $\frac{\pi}{15} \dots \frac{5}{6} \pi$ рад (рис. 94, б).

Кулачки установлены на шайбе с возможностью перестановки, что позволяет обеспечить размыкание контактов при достижении крюковой подвески крайнего положения. Для двустороннего срабатывания ограничителя устанавливают две кулачковые шайбы и соответствующее число кулачков и контактов. Обычно вал червяка 14 ограничителя соединяют зубчатой (цепной) передачей 17 с валом 16 барабана механизма подъема груза (рис. 94, в). Конечные выключатели ВУ-150А предназначены для одностороннего ограничения верхнего положения крюковой подвески, а ВУ-250А — для двустороннего ограничения верхнего и нижнего положений.

В соответствии с требованиями Правил по кранам во избежание удара об упоры или опасного сближения двух кранов, работающих на одном крановом пути, предусмотрена установка ограничителей пути движения крана и грузовой тележки, если скорость их движения превышает 32 м/мин (по СТ СЭВ 725—77 — 0,5 м/с) и с поста управления нельзя надежно определить расстояние до упоров.

Как правило, применяют ограничители механического типа, состоящие из рычажного конечного выключателя КУ-701 с самовозвратом рычага 2 в исходное положение и выключающей линейки 3 (рис. 95, а). Конечный выключатель 1 механизма передвижения крана устанавливают на самом кране 4, а выключающую линейку закрепляют на крановом пути перед тупиковым упором. Для ограничения пути движения грузовой тележки выключатель также устанавливают на ме-

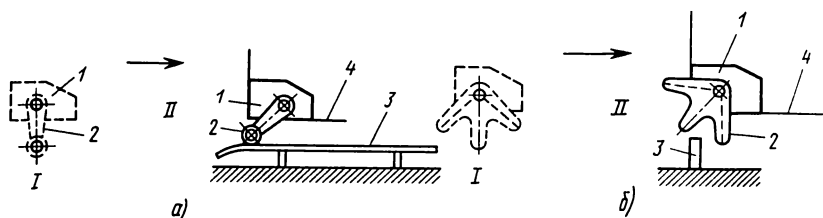


Рис. 95. Ограничитель пути движения грузовой тележки крана:
а — с выключающей линейкой, б — с отключающим упором

таллоконструкции крана, а выключающую двустороннюю линейку (с двумя загнутыми концами) — на тележке. При воздействии линейки на ролик рычага конечного выключателя рычаг поворачивается по ходу механизма (из положения I в положение II) и размыкает контакты.

У кранов большой грузоподъемности с высокими скоростями рабочих движений, имеющих большой выбег (путь движения после выключения механизма), выключающая линейка должна иметь большую длину, что неудобно. Поэтому в этом случае применяют конечный выключатель КУ-702, двуплечий рычаг которого не имеет самовозврата и возвращается в исходное положение при обратном ходе механизма принудительно при помощи отключающего упора, имеющего малые по сравнению с линейкой размеры. В отдельных случаях применяют конечный выключатель КУ-704 с зубчатым сектором, управляемым специальным упором (рис. 95, б).

С целью исключения наезда крана на упоры и удара о буфер выключающую линейку необходимо устанавливать таким образом, чтобы отключение привода механизма происходило на расстоянии от тупикового упора не менее половины пути торможения механизма (у козловых кранов — не менее полного пути торможения). Пути торможения механизмов указывает завод-изготовитель крана в его паспорте. Длина выключающих линеек, воздействующих на конечные выключатели, должна быть такой, чтобы на длине пути торможения был обеспечен надежный контакт между рычагом конечного выключателя и линейкой.

В случае применения двухскоростных приводов механизмов передвижения устанавливают два конечных выключателя для одного рабочего движения крана, один из которых переключает привод на движение с меньшей скоростью (посадочной, установочной), а другой автоматически выключает привод при достижении крайнего положения механизма. Расстояние между конечными выключателями должно быть не менее соответствующего тормозного пути механизма.

Взаимное отключение механизмов передвижения мостовых и консольных кранов, приближающихся друг к другу по одно-

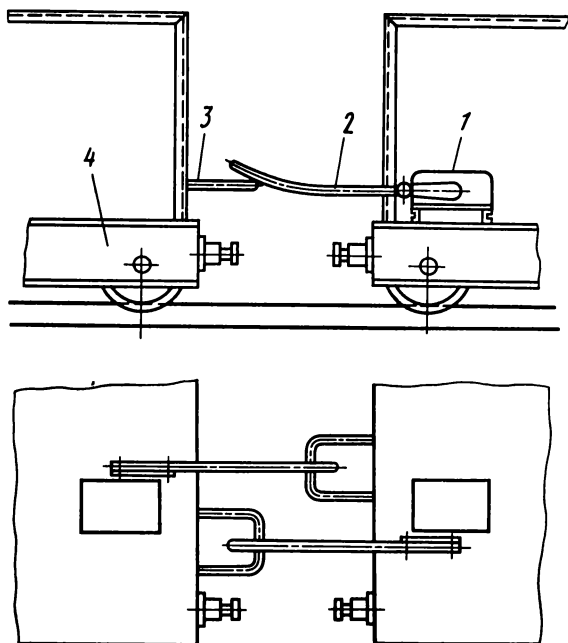


Рис. 96. Установка ограничителей пути движения на двух работающих в одном пролете мостовых кранах

му крановому пути, должно происходить на расстоянии не менее 0,5 м между ними. Для этого также применяют ограничители пути движения кранов механического типа. В этом случае на поворотном рычаге конечного выключателя 1, установленного на одном кране 4, закрепляют удлинитель 2, взаимодействующий при сближении кранов с установленной на другом кране скобой 3 (рис. 96).

Следует помнить, что, управляя грузоподъемными кранами со скоростью движения менее 32 м/мин, не оборудованными ограничителями пути движения, крановщик должен быть предельно внимателен, так как именно от его внимания зависит безопасность крана.

С целью недопущения схода крана (грузовой тележки) с рельсового пути по его концам устанавливают концевые упоры, воспринимающие нагрузки при остановке (см. рис. 15). Для смягчения возможного удара крана о концевые упоры, а также одного крана о другой, при работе нескольких кранов на одном крановом пути применяют упругие элементы — буфера, устанавливаемые на ходовых тележках (концевых балках) кранов или рамах грузовых тележек. Буферы выполняют эластичными, пружинными либо гидравли-

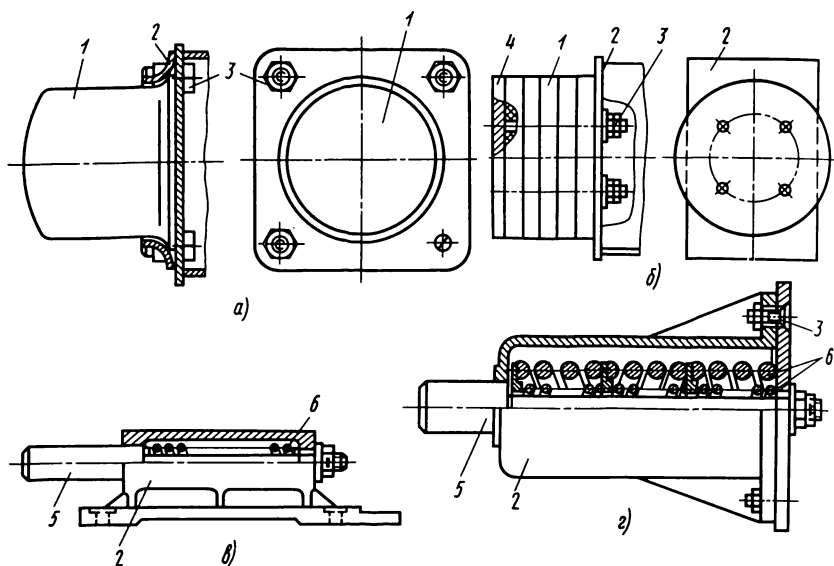


Рис. 97. Буферы с амортизатором:

а — литым, *б* — составным, *в*, *г* — пружинным; 1 — упругий элемент, 2 — корпус, 3 — крепежные болты, 4 — стальной диск, 5 — шток, 6 — пружина

ческими (рис. 97). Типовые эластичные буферы имеют литые амортизаторы, изготовленные из морозостойкой резины средней твердости. Также применяют буферы с составными амортизаторами из резиновых дисков.

На кранах большой грузоподъемности при высоких скоростях рабочих движений применяют буферы с упругими элементами в виде спиральных пружин сжатия, навитых из круглой стальной проволоки. Так как при сжатии пружины большая часть кинетической энергии переходит в потенциальную, такие буферы имеют резкую отдачу. На грузовые тележки ставят буферы с одной пружиной, а на краны — составные концентрические упругие элементы из двух пружин, обладающих при тех же габаритах большей энергоемкостью. В силу конструктивной сложности гидравлические буферы распространения не получили. Иногда в качестве упругих элементов буферов применяют мягкие породы дерева. Замедление крана при взаимодействии с концевым упором не должно превышать 4 м/с^2

При необходимости в механизм поворота колонны кранштабелера встраивают ограничители пути движения с регулируемым углом поворота, представляющие собой конечные выключатели с воздействующими на них упорами. Учитывая возможность упирания грузозахватного устройства крана в стеллаж при повороте колонны, рекомендуется встраивать в механизм поворота фрикционную муфту предельного момента.

Изучаемые грузоподъемные краны относят к разряду установок с напряжением питания до 1000 В, поэтому их эксплуатация сопряжена с серьезной опасностью поражения людей электрическим током.

ГОСТ 12.4.011—75 предусматривает следующие основные технические мероприятия по защите обслуживающего персонала от поражения электрическим током: защитное заземление или зануление, ограждающие, изолирующие или предохранительные устройства, устройства автоматического контроля, сигнализации и отключения электрооборудования и др. Необходимо помнить, что, помимо указанных коллективных средств защиты, при обслуживании электрических грузоподъемных кранов обязательно применять индивидуальные средства защиты.

Основным устройством защиты от поражения электрическим током является защитное заземление — преднамеренное соединение нетоковедущих деталей электрооборудования, которые при повреждении изоляции токоведущих деталей могут оказаться случайно под напряжением, с землей. Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между защищаемыми деталями, оказавшимися под напряжением, и землей до безопасного для человека значения. Заземление применяют в трехпроводных трехфазных сетях переменного тока напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. ГОСТ 12.2.007—75 предусматривает три класса электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током. Крановое электрооборудование в основном выполнено по 1-му классу, т. е. имеет только рабочую изоляцию и зажим для присоединения заземляющей шины. Поэтому Правила по кранам предусматривают обязательное заземление в соответствии с требованиями ПУЭ (см. гл. 14) крановых металлоконструкций, корпусов электродвигателей и вводного устройства, кожухов электроаппаратов управления, металлических оболочек электрокабелей и др.

В рассматриваемых конструкциях кранов заземляющей магистралью является металлоконструкция крана и крановые рельсы, которые должны быть надежно соединены стальными полосами с общецеховым контуром заземления или другим естественным заземлением (металлоконструкции промышленного здания, подземные металлические трубопроводы, кроме трубопроводов для горючих жидкостей и газов, и пр.). При необходимости сооружают искусственные заземлители в виде вертикальных или горизонтальных труб (полос), уложенных в земле и соединенных общей шиной. Суммарное сопротивление естественных и искусственных заземлителей не должно превышать 4 Ом. В свою очередь, корпуса и кожухи электро-

заземлителем. Состояние электрических цепей заземления (зануления) и величину сопротивления заземлителя проверяют не реже одного раза в год при помощи омметра, например М-372. Работа с прибором М-372 разрешена персоналу, имеющему квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей. Применять совместно защитное заземление и зануление в одной электрической цепи **категорически запрещено**, так как в случае повреждения изоляции через защитное заземление пройдет ток короткого замыкания и нулевой провод со всем подсоединенным к нему крановым электрооборудованием окажется под опасным напряжением.

С целью исключения случайного прикосновения человека к токоведущим деталям кранового электрооборудования — последние изолируют и ограждают. Надежным устройством для защиты от прикосновения к токоведущим деталям являются блокировочные устройства. На грузоподъемных кранах широко применяют электромеханические блокировочные устройства — *блок-контакты* в виде кнопочных конечных выключателей типа ВК (рис. 98). Правила по кранам предусматривают блокировку (установку блок-контактов) входной двери и потолочного люка кабины управления краном, а также посадочной площадки и в отдельных случаях галереи.

Конечный выключатель типа ВК выполнен в металлическом корпусе 3 пылевлагозащитного исполнения и имеет нормально разомкнутые контакты 5, 6 (рис. 98, б). При необходимости выключатель комплектуют нормально замкнутыми контактами. Контакты рассчитаны на рабочий ток до 6 А и допускают до 300 включений в час. Подвижный контакт 5 связан со штоком 1, на который надета возвратная пружина 4. Шток перемещается в направляющей втулке 2. Корпус выключателя закрыт съемной крышкой 7. При закрывании двери (крышки люка) 12 последняя нажимает на шток выключателя и замыкает цепь управления (рис. 98, г). После включения всех установленных на кране блок-контактов цепь его управления оказывается замкнутой. Только в этом случае можно включить вводное устройство крана (главный линейный контактор) и начать работу. Таким образом, блок-контакты защищают от поражения электрическим током при неправильных действиях обслуживающего персонала и в случае попытки подхода к токоведущим деталям крановых механизмов без предварительного отключения питающего напряжения.

На электроталях обычно применяют конечные выключатели 3 типа ВК, на шток 1 которого воздействует эксцентрик 8, связанный с рычагом 9 (рис. 98, в). Крюковая подвеска 10 при подходе к верхнему положению поднимает рычаг 9 и замыкает цепь управления механизма подъема груза. Для регулирования момента срабатывания конечного выключателя предназначен регулировочный болт 11, фиксируемый гайкой.

Функции электромеханической блокировки цепи управления мостового крана также выполняет замок вводного устройства, открываемый ключом-маркой (см. § 54).

§ 66. ДРУГИЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ

С целью предупреждения самопроизвольного движения козлового крана (работающего на открытом воздухе) по рельсовому пути под действием силы ветра или его повреждения кран оборудуют противоугонными устройствами. Под противоугонным устройством понимают механизм, предназначенный для удержания крана на месте стоянки при воздействии ветра (ГОСТ 1451—77).

По принципу действия противоугонные захваты разделяют на *стопорные* (фиксаторы), соединяющие кран с неподвижной опорой посредством закладных деталей, крюков и выдвижных упоров; *остановы* (нажимного типа), действие которых основано на создании сил трения между головкой рельса и заторможенным колесом крана, и *клещевые*, зажимающие своими рабочими поверхностями боковые грани головки рельса.

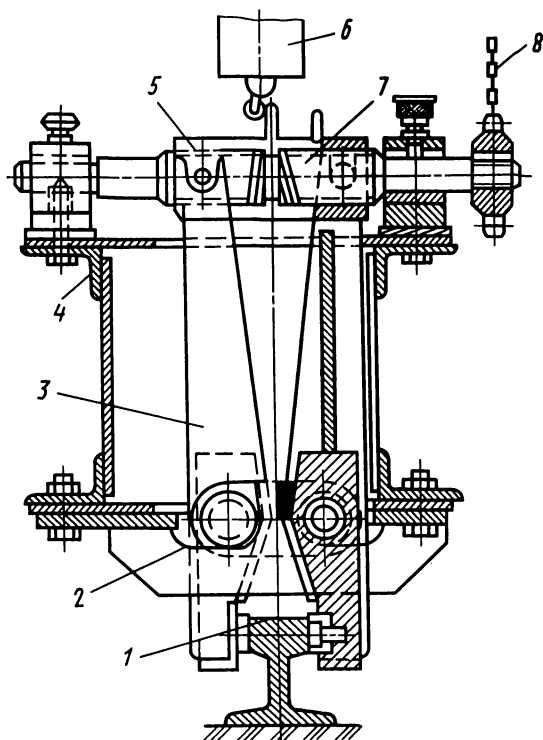


Рис. 99. Противоугонное устройство

Именно последние, в силу простоты конструкции и высокой надежности в работе, получили широкое применение.

По типу привода противоугонные клещевые устройства подразделяют на ручные и машинные (с электроприводом), а по характеру приложения нагрузки — на устройства с постоянным и переменным по величине усилием удержания крана и соответственно с плоскими или эксцентричными рабочими поверхностями. Устройства с ручным приводом замыкает крановщик в принудительном порядке, тогда как машинный привод предусматривает как принудительное, так и автоматическое замыкание при поступлении сигнала от анемометра.

Простая конструкция противоугонного клещевого устройства с ручным приводом, плоскими рабочими поверхностями и постоянным усилием удержания крана показана на рис. 99. Устройство состоит из двух симметричных стальных рычагов 3, шарнирно соединенных серьгой 2 и установленных на ходовой тележке 4 крана. Нижние (короткие) концы рычагов снабжены сменными плоскими губками, взаимодействующими с боковыми гранями головки рельса 1, а в верхних закреплены гайки 5. Последние имеют правую и левую внутреннюю резьбу и связаны с ходовым винтом 7, при вращении которого гайки поступательно в противоположные стороны передвигаются вдоль оси винта, сжимая или разжимая крановый рельс. Ходовой винт получает вращение от привода через цепную передачу 8. Рабочий ход рычагов 3 ограничивает конечный выключатель 6.

Для предупреждения возможного угона козлового крана ветром и его опрокидывания, а также оповещения крановщика звуковым сигналом об опасных для работы скорости (давления) ветра Правила по кранам рекомендуют устанавливать на краны грузоподъемностью более 8 т специальные приборы — анемометры (от греческих слов «анемос» — ветер и «метрео» — измеряю). При опасной для работы грузоподъемного крана скорости ветра крановщик обязан прекратить работу, отключить кран от электросети и закрепить его за рельсы кранового пути имеющимися противоугонными устройствами.

Анемометр — прибор для измерения мгновенной скорости ветра, измеряющий кроме скорости продолжительность порывов ветра, предназначен для включения аварийного звукового (светового) сигнала оповещения крановщика, а в отдельных случаях и для автоматического включения приводов противоугонных устройств.

Наибольшее распространение получил сигнальный анемометр М-95 Рижского опытного завода гидрометеорологических приборов, датчик которого измеряет силу ветра вне зависимости от направления последнего.

Для предотвращения возможных аварийных ситуаций, связанных с разрушением ходовых колес и их валов (осей), все краны оснащают опорными деталями. Опорные детали (жесткие элементы металлоконструкции) рассчитывают на наибольшую возможную нагрузку и устанавливают на расстоянии не более 20 мм от головок рельсов, что позволяет уменьшить динамические нагрузки на кран в случае разрушения деталей ходовых колес. Такими же опорными деталями оборудуют грузовые тележки кранов. Передвижные электрические тали опорными деталями, как правило, не оснащают.

Кроме опорных деталей перед ходовыми колесами кранов должны быть установлены предохранительные щитки, исключающие возможность попадания посторонних предметов под колеса и сход крана с рельсов. Зазор между предохранительными щитками и головкой рельса не должен превышать 10 мм. Иногда опорные детали и предохранительные щитки объединяют конструктивно.

В соответствии с требованиями Правил по кранам и СНиП III-4—80 грузовые крюки кранов и чалочные стропы должны иметь предохранительные замки, предотвращающие самопроизвольную расстроповку перемещаемого груза. Конструкции и размеры предохранительных замков регламентированы требованиями ГОСТ 12840—80. Ловители — устройства безопасности, автоматически затормаживающие и останавливающие кабину управления на колонне крана-штабелера при возникновении любой неисправности в механизме подъема груза крана. Ловители конструктивно выполнены вместе с ограничителем скорости опускания кабины и срабатывают не только при обрыве грузового каната, но и когда скорость опускания кабины управления превысит допустимую величину (1,15...1,4 от номинальной величины, но не менее 0,7 м/с).

Работа ловителя основана на создании силы трения между взаимодействующими поверхностями грузоподъемника и направляющих колонны. По конструкции различают механические ловители: *клиновые, роликовые, эксцентриковые*, применяемые при скорости движения кабины менее 1 м/с и обеспечивающие остановку кабины (посадку на ловители).

Во избежание аварийных ситуаций при попытке установки груза в занятую ячейку стеллажа применяют различные устройства в виде щупа или выдвижного рычага, воздействующего на конечный выключатель при наткании на ранее установленный груз, отключающего механизм выдвижения грузозахватного устройства и возвращающего его в исходное положение. На пульт оператора поступает соответствующий сигнал, на основании которого оператор переадресовывает груз.

В открытых и полуоткрытых кабинах комплектовочных стеллажных кранов-штабелеров, не имеющих передней стенки и дверей, необходимо фиксировать положение крановщика,

работающего стоя, в пределах пола кабины во время выполнения краном рабочих движений. Для этого пульт управления краном выполняют из двух частей, закрепленных в кабине слева и справа. В торцы обеих рукояток управления вмонтированы блок-контакты, замыкающие цепь управления крана. Выполнение краном рабочих движений возможно только при одновременном нажатии на оба блок-контакта; при этом крановщик обязательно должен находиться между пультами управления.

Поскольку краны-штабелеры работают в интенсивном режиме, их дополнительно комплектуют различными приборами и устройствами безопасности: блокировкой, не допускающей одновременного включения механизмов выдвижения грузозахватного устройства и подъема груза (передвижения крана); устройствами, контролирующими наличие и положение груза на грузозахватном устройстве, натяжение каната ограничителя скорости опускания кабины, срабатывание ловителей и пр.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение приборов и устройств безопасности на кранах?
2. Что такое ограничитель грузоподъемности крана? Устройство и принцип действия.
3. Какие бывают ограничители положения крюковой подвески?
4. Как устроены и действуют ограничители пути движения крана и буфера?
5. На каких кранах применяются противоугонные устройства? Устройство и принцип действия.
6. Каково назначение устройств электробезопасности? Классификация и область применения.
7. Какие функции выполняют на кране опорные детали и предохранительные щитки? Каково назначение предохранительных замков на крюках?
8. Как устроены и работают ловители? Какие краны оборудуют ловителями?

Глава 11

УПРАВЛЕНИЕ КРАНАМИ

§ 67. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОДЪЕМА И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ

Крановщик должен стремиться использовать все технические возможности грузоподъемного крана, в частности наибольшие скорости рабочих движений. Так, передвижение крана без груза и опускание пустой крюковой подвески следует выполнять с максимальной скоростью. Если кран оборудован многоскоростными механизмами, крановщик должен выбирать скорости рабочих движений в зависимости от массы груза,

его габаритов и условий работы: чем меньше масса груза, тем выше могут быть скорости его перемещения.

Для выбирания слабины каната (исключения «подхвата» груза) и подъема легких грузов с малой скоростью рукоятку силового контроллера ставят в позицию I. Подъем грузов средней массы с пониженной скоростью выполняют на позиции II рукоятки контроллера, а грузов большой (номинальной) массы на позициях III и IV.

Предназначенный для транспортировки груз должен быть надежно застроплен имеющимися грузозахватными устройствами в соответствии с утвержденными схемами строповки.

Перемещать груз, застропленный в положении неустойчивого равновесия или подвешенный за один рог двурогого крюка крана, **запрещено**. Нельзя выравнивать положение застропленного груза на весу перемещением ветвей стропов, затягиванием узла «на удав», поворотом груза с помощью рычагов или веса самого стропальщика. Для перестроповки груз обязательно опустить на основание (пол цеха).

При строповке груза крановщик должен следить за тем, чтобы крюк механизма подъема груза был расположен вертикально над перемещаемым грузом. Груз, близкий по массе к номинальной грузоподъемности крана, следует поднимать в два приема: вначале приподнять груз на 100 мм над уровнем основания, проверить надежность его строповки и действие тормоза механизма подъема груза, а затем поднимать груз окончательно.

Наибольшую сложность представляет опускание груза различной массы. При опускании груза небольшой массы (крюковой подвески без груза) электродвигатель механизма необходимо включить на опускание для преодоления сил сопротивления (трения) в механизме и регулировать скорость контроллером ступенчато.

При опускании груза номинальной массы следует помнить, что момент на валу ротора, создаваемый подвешенным грузом, будет способствовать увеличению частоты его вращения. Поэтому груз номинальной массы надо опускать на последних позициях рукоятки контроллера (при выключенных пускорегулирующих резисторах). Данный способ называют торможением со сверхсинхронной частотой вращения ротора двигателя и применяют для кранов малой грузоподъемности с небольшой рабочей скоростью механизма подъема груза. В отличие от рассмотренного выше, способ нижесинхронного торможения обеспечивает значительное снижение скорости опускаемого груза номинальной массы и разгружает механический тормоз при остановке груза. Этот способ называют торможением противовключением. Не следует путать его с реверсированием электропривода без остановки ротора. Торможение противовключением наиболее эффективно для ме-

ханизмов подъема груза грейферных и магнитных кранов, быстроходные механизмы которых требуют интенсивного торможения, а масса рабочего оборудования достаточно велика, чтобы быть поднятой вместо необходимого опускания.

В обоих рассмотренных способах скорость опускания зависит от массы груза, конструкции и мощности механизма и требует развития определенных практических навыков у крановщика.

Для опускания неподвижно висящего груза номинальной массы механизм включает на подъем на первых позициях рукоятки контроллера. К недостаткам способа следует отнести влияние массы груза на скорость опускания и возможность его подъема вместо опускания.

Скорости рабочих движений остальных механизмов крана следует уменьшать заблаговременно, переводя рукоятку контроллера в соответствующие позиции плавно, без задержки. Затормаживать механизмы крана с грузом необходимо также плавно (ступенчато), не допуская экстренного торможения, вызывающего значительные динамические нагрузки и раскачивание груза, на успокоение и наводку которого на место разгрузки потребуются дополнительное время и трудозатраты.

Подъем, перемещение и опускание грузов запрещено производить при нахождении людей в зоне возможного падения груза. Указанные зоны и способы ограждения определяет руководство предприятия, эксплуатирующего грузоподъемные краны. **Категорически запрещено** перемещать кранами людей.

При использовании специальных грузозахватных устройств — клещевого, эксцентрикового и других (фрикционного типа), основанных на создании полезных сил трения между рабочими поверхностями захвата и перемещаемого груза, следует помнить, что силы трения не являются постоянными и зависят от внешних условий: температуры, влажности, состояния поверхностей и др. Поэтому Правила по кранам запрещают применение захватов для перемещения ядовитых и взрывоопасных грузов, а также сосудов, находящихся под давлением.

§ 68. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ

При управлении механизмами крана с грузом с помощью силовых контроллеров рукоятку необходимо переводить постепенно из нулевой в рабочие позиции по направлению стрелок с задержкой рукоятки в каждой позиции в течение 1,5...2 с. Для вырабатывания требуемых навыков молодому крановщику следует рекомендовать перед переводом рукоятки контроллера мысленно медленно сосчитать до трех-четырех.

Исключение составляет опускание легкого груза (пустой крюковой подвески) краном с приводом от переменного тока, когда рукоятку контроллера можно сразу установить в любую позицию, минуя промежуточные.

Механизм передвижения крана (грузовой тележки) с грузом надо включать еще более плавно, чтобы время разгона было не менее 8 с. Для этого наибольшую выдержку надо делать в первой позиции рукоятки контроллера, когда кран (тележка) только начинает движение. В противном случае возникают рывки (ударные нагрузки) в механизме крана, перегрузка электродвигателя, пробуксовывание ведущих ходовых колес и сильное раскачивание груза.

Выключать механизмы крана следует быстрым переключением рукоятки контроллера в позицию I и затем, после снижения скорости до минимальной — в нулевую. Когда резкое торможение механизмов крана не опасно (отсутствие груза на крюке и нахождение крюковой подвески в крайнем верхнем положении), рукоятку контроллера можно переводить из любой рабочей позиции сразу в нулевую.

При подходе крана (грузовой тележки) к концевым упорам механизмы следует выключать заблаговременно, не ожидая срабатывания конечного выключателя. Пользоваться конечными выключателями для отключения механизмов крана в нормальном режиме эксплуатации запрещено, так как это вызывает значительные динамические нагрузки на кран, перегрузку его механизмов, ведет к раскачиванию груза и создает аварийные ситуации. Допускается выключать механизмы крана с помощью конечных выключателей только в случае проверки правильности их работы перед началом смены или при выполнении ТО (ремонта) и только при минимальных скоростях рабочих движений.

Реверсирование электродвигателей крановых механизмов (перемену направления вращения ротора) можно осуществлять только после полной остановки механизма. В порядке исключения подобное реверсирование без остановки ротора двигателя разрешено только для экстренного торможения механизма, чтобы предотвратить аварию или несчастный случай. Для этого рукоятку контроллера резко переводят в позицию II обратного хода, а затем возвращают ее в нулевую позицию до полной остановки ротора двигателя во избежание возможности его реверсирования.

Работа крановых механизмов при установке рукоятки контроллера в промежуточных (нефиксированных) позициях **категорически запрещена**, так как может привести к возникновению устойчивой дуги между контактами, их расплавлению, заеданию и аварийной ситуации.

Для предотвращения аварии или несчастного случая, которые могут произойти в результате неправильных действий

крановщика (стропальщика), заедания рукоятки контроллера в рабочей позиции, невыключения электропривода или возникновения непредвиденных обстоятельств, следует быстро отключить аварийный выключатель. При этом отключится главный линейный контактор вводного устройства крана и все электроприводы крана будут отсоединены от силовой цепи.

§ 69. РАЦИОНАЛЬНЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ НА КРАНАХ

Безопасная эксплуатация грузоподъемного крана, его высокая производительность, увеличение межремонтных циклов эксплуатации и сокращение простоев в результате неисправностей в значительной мере зависят от условий организации работ, квалификации крановщика и его практических навыков. Подробные сведения по управлению кранами приведены в соответствующих инструкциях по эксплуатации, разработанных заводами-изготовителями. Однако крановщику необходимо знать и строго соблюдать ряд общих положений.

Повышение эффективности применения действующих кранов возможно за счет рациональной организации работ (повышения степени использования кранов по грузоподъемности и рабочему времени), увеличения скоростей рабочих движений крана и совмещения указанных рабочих движений во времени.

Наименьшие значения скоростей рабочих движений кранов соответствуют механизму подъема груза, что при больших высотах перемещения составляет большую долю от времени полного цикла работы крана. Поэтому для обеспечения наивысших технико-экономических показателей работы крана допускается совмещение (одновременное выполнение) не более двух рабочих движений, например одновременные подъем груза и передвижение крана либо передвижение крана и грузовой тележки.

При этом нельзя допускать одновременного включения всех механизмов крана (передвижения крана, тележки, подъема груза и др.). Совмещение работы всех крановых механизмов разрешено только при необходимости предупреждения несчастного случая или аварии.

При перемещении расплавленного металла, жидкого шлака, ядовитых, радиоактивных или громоздких грузов производить одновременно подъем груза и перемещение грузовой тележки или крана **запрещено**. В случае навески на крюки механизмов основного и вспомогательного подъема груза различных грузоподъемных устройств (например, магнит, клещи и т. п.) одновременная работа обоих механизмов также **запрещена**.

Расстояние между крайними точками двух мостовых кранов, работающих на одном пути, должно быть не менее 2 м.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные правила подъема и перемещения грузов?
2. В чем состоят особенности подъема и опускания груза различной массы?
3. В каких случаях применяют нижесинхронное торможение механизма подъема груза?
4. Каковы порядок и последовательность включения аппаратов управления?
5. Как выполняют реверсирование крановых механизмов?
6. Для чего предназначен аварийный выключатель?
7. Какое совмещение рабочих движений крана и в каких случаях разрешено?

Глава 12

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ КРАНОВ

§ 70. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ КРАНОВ

Под *надежностью* грузоподъемного крана понимают его способность выполнять заданные функции, сохраняя в течение определенного срока эксплуатации значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам нагружения и условиям работы крана, его хранения и транспортирования, а также при соблюдении периодичности и качественного выполнения технических обслуживаний ТО и ремонтов.

Работоспособностью называют состояние крана, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией (ГОСТ, ОСТ, Технические условия и пр.). *Безотказность* — это свойство грузоподъемного крана непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени.

Нарушение работоспособности грузоподъемного крана — прекращение его работы вследствие возникших неисправностей или работу с недопустимыми (предельными) отклонениями от заданных эксплуатационных показателей называют *отказом*. При этом под *неисправностью* понимают техническое состояние грузоподъемного крана, при котором он не удовлетворяет хотя бы одному требованию нормативно-технической документации.

Долговечность грузоподъемного крана — это свойство его конструкции сохранять работоспособность в условиях эксплу-

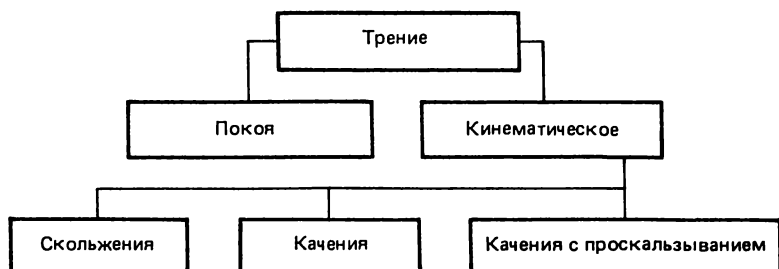
атации с необходимыми перерывами для выполнения ТО и ремонтов. Показателем долговечности служит *ресурс*, характеризующий наработку крана до предельного состояния, когда его дальнейшая эксплуатация невозможна или экономическая эффективность его применения снижается. Ресурс (от одноименного французского слова — вспомогательное средство) в технике означает наработку машины до достижения ею предельного состояния.

Срок службы грузоподъемного крана — это календарная продолжительность его эксплуатации до момента возникновения предельного состояния, установленного нормативно-технической документацией. Очевидно, что с повышением ресурса грузоподъемного крана пропорционально увеличивается его срок службы. Так как работоспособность грузоподъемного крана обеспечивают благодаря выполнению ТО и ремонтов, важное значение имеет *ремонтотпригодность* крана — приспособленность его конструкции к выполнению работ по обнаружению и устранению отказов и различных видов технических обслуживаний и ремонтов.

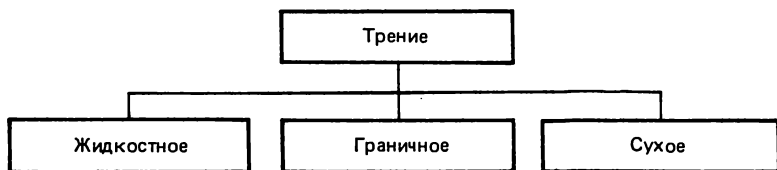
§ 71. ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Изнашивание — сложный процесс взаимодействия деталей между собой и с окружающей средой, выражающийся в постепенном нарастании дефектов и разрушении деталей и сборочных единиц крана. Очевидно, что в основе изнашивания деталей механизмов грузоподъемных кранов лежит трение, которое в соответствии с требованиями ГОСТ 23002—87 подразделяют по наличию и характеру движения сопряженных поверхностей деталей и наличию между ними смазки. Если тела взаимно неподвижны, то имеет место трение покоя; между движущимися телами возникает кинематическое (движения) трение. Трение покоя соответствует началу относительного движения тел и его величина превышает силу кинематического трения.

В зависимости от вида движения одной детали относительно другой различают кинематическое трение скольжения, качения и качения с проскальзыванием (рис. 100, а). В первом случае, когда поверхность одной детали скользит по поверхности другой, скорости относительного движения сопряженных поверхностей в точках их касания различны по величине и направлению либо только по величине или направлению. С трением скольжения связаны наибольшие потери механической энергии, зависящие от КПД механизма, и изнашивание его деталей. В этом случае имеют место вредные внутренние (по отношению к механизму) силы трения.



а)



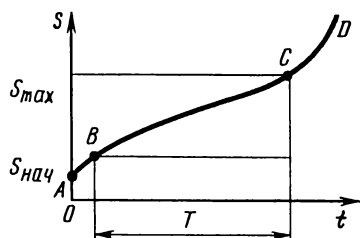
б)

Рис. 100. Виды трения деталей машин:
а — по виду движения, б — по наличию смазки

В тех случаях, когда одна деталь перекатывается по поверхности другой (скорости относительного движения их поверхностей в точках касания равны по величине и направлению), имеет место трение качения, создающее минимальные потери механической энергии. Поэтому в механизмах грузоподъемных кранов преимущественно применяют подшипники качения для опирания вращающихся валов электродвигателей, редукторов и трансмиссионных, блоков грузовых полиспастов и барабанов, ходовых колес и др. Трение качения с проскальзыванием, при котором взаимное движение деталей одновременно сочетается с качением и скольжением их поверхностей, имеет место в зубчатых передачах механизмов грузоподъемных кранов.

По наличию или отсутствию смазочного материала между поверхностями трущихся деталей различают виды трения: *жидкостное*, *граничное* и *сухое* (без смазки) (рис. 100, б). При жидкостном трении непосредственного контакта между трущимися поверхностями деталей нет. Между ними расположен слой смазки, поэтому трение между поверхностями деталей заменено внутренним трением в смазочном материале, вызывающим значительно меньшие потери механической энергии. Для создания жидкостного трения необходимы: непрерывный подвод смазки, малые удельные нагрузки, большие скорости перемещения деталей, что для большинства деталей грузоподъемных машин не осуществимо. Поэтому

Рис. 101. Кривая изнашивания подвижно сопряженных деталей:
 S — износ, t — время работы крана



между деталями механизмов кранов имеет место граничное трение, в основе которого лежит наличие на поверхностях трения тонких граничных пленок смазочного материала. Сухое трение имеет место при отсутствии между поверхностями трущихся деталей введенных смазочных материалов и характеризуется значительными потерями механической энергии с вытекающими отсюда последствиями. Причиной возникновения сухого трения является несоблюдение периодичности или некачественное выполнение технических обслуживаний грузоподъемных кранов.

Даже наличие смазочного материала на поверхностях трущихся деталей не исключает их взаимное изнашивание.

Конечный результат процесса изнашивания деталей называют *износом*, а частицы материала, отделившиеся в процессе изнашивания, — продуктами износа. Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания, называют *износостойкостью*.

Процесс изнашивания деталей грузоподъемных кранов в процессе эксплуатации показан на рис. 101. Участок AB кривой изнашивания характеризует интенсивное изнашивание деталей в процессе их приработки (обкатка машины). Участок BC соответствует естественному изнашиванию в процессе эксплуатации машины, т. е. рабочий период T сопровождается минимальным износом деталей. Для увеличения рабочего периода необходимо строго соблюдать правила технической эксплуатации крана и не допускать перегрузки его механизмов. Износ деталей, соответствующий точке C , является максимально допустимым, или предельным, при достижении которого дальнейшая эксплуатация механизма **запрещена** вследствие экономической нецелесообразности или технической невозможности. Участок CD — интенсивное изнашивание, ведущее к разрушению деталей и возникновению аварийной ситуации. Изнашивание, протекающее быстро и являющееся следствием неправильной эксплуатации крана или дефектов производства, называют **аварийным**.

В процессе эксплуатации грузоподъемных кранов детали механизмов гораздо чаще выходят из строя вследствие изна-

шивания, чем в результате разрушения (поломки). Восстановление работоспособности изношенных деталей связано со значительными затратами на ремонт, что, в свою очередь, влечет за собой убытки от простоя крана.

§ 72. СИСТЕМА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА И ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КРАНОВ

Организация (предприятие), на балансе которой находятся грузоподъемные краны, должна постоянно обеспечивать высокий уровень технической готовности кранов и предупреждение возникновения отказов в процессе эксплуатации, осуществляя систему планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта (ППР). Единая система ППР представляет собой комплекс взаимосвязанных положений, норм и организационно-технических мероприятий, проводимых в плановом порядке по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту кранов, с целью обеспечения их работоспособности и исправности в течение всего срока службы при соблюдении заданных условий и режимов эксплуатации. Указанная система основана на обязательном планировании, подготовке и проведении соответствующих видов ТО и ремонта каждого крана с заданной последовательностью и периодичностью по заранее разработанному и составленному плану (графику), поэтому ее называют *плановой*. Так как предусмотренные системой мероприятия носят профилактический характер, то ее называют *предупредительной*.

Сущность системы ППР состоит в том, что после наработки грузоподъемным краном определенного времени (часов, смен, месяцев) или выполнения определенного объема работ (перегрузки грузов определенной массы) выполняют профилактические осмотры и различные виды технических обслуживаний и ремонтов, чередование и периодичность проведения которых определяют, исходя из назначения крана, его конструктивных и ремонтных особенностей, а также условий эксплуатации. Единая система ППР включает освидетельствования грузоподъемного крана, ТО механизмов и электрооборудования, а также регулирование их, смазывание деталей и ремонты.

Система ППР предупреждает прогрессирующее изнашивание деталей кранов, уменьшает вероятность возникновения случайных отказов, позволяет осуществлять предварительную подготовку ремонтных работ и выполнять их качественно в кратчайшие сроки, увеличивает сроки службы кранов и повышает эффективность их применения.

При этом под профилактическим осмотром грузоподъемного крана понимают проверку нормальной работы его механизмов, под техническим обслуживанием ТО — комплекс ра-

бот по поддержанию его работоспособности в условиях эксплуатации, а под ремонтом (от одноименного французского слова — поправить, пополнить, собрать снова) — процесс восстановления исправности и работоспособности грузоподъемного крана.

В процессе эксплуатации грузоподъемных кранов выполняют следующие технические обслуживания:

ежесменное (ЕО), выполняемое перед началом, в течение или после окончания работы. ЕО включает осмотр крана перед началом работы, регулирование и смазывание его механизмов (при необходимости), наблюдение за их работой, своевременное и оперативное выявление и устранение простых отказов, чистку и мойку механизмов после окончания работы. На проведение ЕО обычно отводят 0,5...0,75 ч;

собственно техническое обслуживание (ТО), выполняемое периодически в плановом порядке. ТО включает проверку состояния металлоконструкции крана, крепления кабины управления, механизмов (с частичной разборкой) и их работоспособности, состояния тормозов механизмов и степени износа тормозных накладок колодок (регулирование тормозов), а также стальных канатов, работоспособности устройств безопасности, точности показаний контрольно-измерительных приборов, работы электрооборудования и его регулирование, уровня масла в картерах редукторов механизмов и рабочей жидкости в корпусах электрогидравлических толкателей (пополнение уровня или замену жидкости при необходимости). Кроме того, смазывают детали механизмов, проверяют работу осветительной и сигнальной аппаратуры и выполняют другие необходимые работы. Средняя продолжительность ТО составляет 3...6 ч;

сезонное (СО) — для кранов, работающих на открытом воздухе, выполняемое два раза в год с целью подготовки машины к эксплуатации в условиях весенне-летнего и осенне-зимнего сезонов.

Сезонное обслуживание включает следующие работы: очистку крана и его механизмов от пыли и грязи, замену смазочных материалов и рабочих жидкостей на соответствующие сезону эксплуатации (с промывкой картеров), утепление кабины управления и включение обогревательных приборов (при необходимости), а также нивелировку и рихтовку крановых путей. Проведение СО рекомендуется совмещать с ТО. Средняя продолжительность СО составляет 1 день.

Система ППР основана на том, что каждый вид последующего ТО включает в себя полный объем работ предыдущего. Так, при ТО-1 выполняют ЕО с добавлением ряда операций смазочного и регулировочного характера.

Согласно Единой системе ППР *текущий ремонт* (ТР) — вид планового ремонта, при котором заменой или восстановле-

нием изношенных деталей и регулированием механизмов обеспечивают нормальную эксплуатацию крана до очередного планового ремонта. *Капитальный ремонт* (КР) призван обеспечивать исправность и полный (близкий к полному) ресурс крана путем восстановления (замены) изношенных деталей (сборочных единиц), включая базовые. При этом с целью восстановления первоначальных посадок в сопряжениях деталей кран полностью разбирают, проводят дефектовку, ремонт, сборку деталей, регулирование и испытание механизмов. Наряду с плановыми видами ремонтов существует *неплановый ремонт* (по техническому состоянию), не предусмотренный годовым планом ППР, при котором восстанавливают работоспособность крана, преждевременно вышедшего из строя по причине возникновения отказа (заявочный ремонт, выполняемый по заявке крановщика или дежурного электрослесаря) или получившего повреждения вследствие аварий (аварийный ремонт, выполняемый на основании осмотра крана специальной комиссией — по акту).

Наименьший, периодически повторяющийся период эксплуатации грузоподъемного крана между двумя капитальными ремонтами, в течение которого выполняют все предусмотренные виды ТО и ТР, называют *ремонтным циклом*. Перечень, периодичность и последовательность выполнения данных работ в период между двумя капитальными ремонтами составляют структуру ремонтного цикла.

Очевидно, что разные краны имеют различные ремонтные циклы в зависимости от типа, конструкции и режима работы. Так, для мостовых электрических кранов общего назначения ремонтный цикл $T_u = \beta \cdot 14\,000$ ч, где β — коэффициент, учитывающий группу режима работы крана; 14 000 ч — средний срок службы крана между ремонтами. При этом $\beta = 2$ для групп режима работы крана 1К, 2К и 3К; $\beta = 1,75$ для групп 4К, 5К; $\beta = 1,5$ для групп 6К, 7К и $\beta = 1$ для группы 8К.

Период эксплуатации крана между двумя текущими ремонтами $t_p = T_u/9$, а между техническими обслуживаниями $t_0 = T_u/45$, т. е. за период ремонтного цикла необходимо выполнить 8 ТР и 44 ТО. Большое количество ТО и ТР, необходимых для нормальной эксплуатации грузоподъемного крана, подчеркивает важность системы ППР. Тогда, например, для мостового электрического крана общего назначения группы режима работы 3К при двухсменной (16 ч) эксплуатации без выходных дней, без учета времени на сдачу-приемку смен и технические простои $T_u = 2 \cdot 14\,000/16 = 1748$ дн = 4,8 года. Междуремонтный период $t_p = T_u/9 = 1748/9 = 194$ дн. Период между обслуживанием $t_0 = T_u/45 = 1748/45 = 39$ дн.

Консольные передвижные краны относят к редкоиспользуемым и соответственно они имеют большие срок службы и величину ремонтного цикла. Наоборот, козловые краны и

краны-штабелеры используют более интенсивно, поэтому сроки их службы до списания и величины ремонтных циклов — ниже. Как правило, их оценивают не в часах, а в миллионах тонн переработанных грузов.

Крановщик должен хорошо знать, что для повышения технического уровня и эффективности применения системы ППР необходимо строго соблюдать последовательность, периодичность и технологию выполнения всех входящих в нее видов работ. Самовольно (необоснованно) сокращать виды работ или заменять их другими, изменять периодичность и технологию их выполнения **категорически запрещено**. В этом залог длительной и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Д и а г н о с т и к а (от одноименного греческого слова — способный распознать) — часть операций ТО крана, направленных на выявление признаков его неисправного состояния без разборки крана и снятия сборочных единиц. Цель диагностики — определение ресурса безотказной работы грузоподъемного крана, момента возникновения отказа или неисправности и фактической потребности в производстве работ по ремонту крана. Очевидно, что проведение диагностики сокращает объем работ по выполнению ТО и ТР.

В основе безразборной (без разборки крана) технической диагностики лежит определение (измерение) показателей технического состояния крана и сравнение их с установленными параметрами.

Многие неисправности и причины их возникновения квалифицированный механик (крановщик) может определить без применения приборов с помощью органов чувств, основываясь на собственном опыте. К числу простых симптомов (признаков) неисправностей относят определяемые визуально внешние признаки: вмятины, трещины, сколы, задиры, увеличенные люфты в сопряжении деталей и свободный (холостой) или рабочий ход механизмов, следы подтекания смазочного материала (рабочей жидкости) или наличие в ней продуктов износа деталей и пр. Распространенными диагностическими симптомами также являются биение и вибрация вращающихся деталей, различные шумы (скрип, скрежет, стук), искрение в контактах электроаппаратуры, появление дыма или запаха горевших продуктов и пр. В процессе проведения диагностики обслуживающий персонал устанавливает необходимые датчики и контрольно-измерительные приборы, а также снимает показания с них. Крановщик управляет краном и помогает обслуживающему персоналу.

В процессе эксплуатации грузоподъемного крана металл деталей накапливает усталость, детали изнашиваются, что ведет к изменению установленных первоначальных размеров (увеличение зазоров между сопряженными деталями, разбалансирование вращающихся деталей, изменение усилий пружин и пр.) и нарушению работы механизмов. Восстанавливают нарушенную работоспособность механизмов регулированием сборочных единиц, которое совмещают с проведением ТО крана. Необходимость регулирования сборочных единиц механизмов также возникает после ремонта крана.

В неразъемных подшипниках скольжения величину зазора контролируют с помощью шупов или индикаторов часового типа. В случае превышения установленной величины зазора подшипники заменяют. Разъемный подшипник скольжения разбирают, снимают крышку и на вал кладут короткую свинцовую проволоку диаметром 1...1,5 мм. Крышку ставят на место и затягивают болты. Затем крышку опять снимают и, измеряя толщину сплюсненной проволоки, определяют величину зазора и распределение его вдоль шейки вала. Для восстановления требуемой величины зазора в подшипнике удаляют заложенные между крышкой и корпусом подшипника прокладки толщиной 0,1...0,8 мм или удаляют металл с торцевых поверхностей корпуса и крышки. Подшипники со сменными вкладышами не регулируют; вкладыши заменяют новыми большей толщины (ремонтного размера).

В подшипниках качения величины радиального и осевого зазоров контролируют также с помощью индикаторов. При этом радиальные зазоры не регулируют, а осевые регулируют только у конических подшипников путем смещения одного из колец подшипника за счет изменения толщины регулировочных прокладок.

В зубчатых передачах контролируют величины бокового и радиального зазоров, а также положение и размеры пятен контакта между боковыми поверхностями зубьев. Величину бокового зазора контролируют с помощью шупов, индикаторов или свинцовой проволоки. Свинцовую проволоку помещают между зубьями передачи (аналогично подшипнику скольжения). Зубчатые колеса поворачивают на холостом ходу; после чего толщина сплюсненной части проволоки покажет фактическую величину бокового зазора. Зазор регулируют, изменяя межосевое расстояние зубчатой передачи.

Размеры и фактическое расположение пятен контакта на поверхности зубьев передачи характеризуют дефекты зацепления. Указанные данные получают при помощи краски (жидкие белила или смесь сурика с маслом), нанесенной на боковую поверхность зуба. После проворачивания передачи в ме-

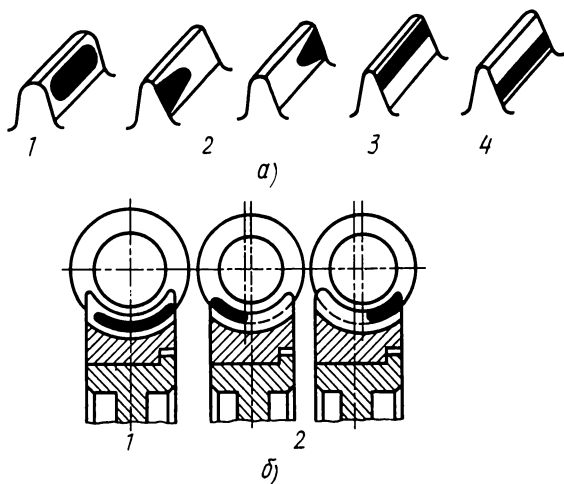


Рис. 102. Форма и расположение пятен контакта на поверхности зубьев колес:
а — цилиндрического, *б* — червячного; 1 — при нормальном зацеплении, 2 — при перекосе валов, 3 — при увеличенном межцентровом расстоянии, 4 — при уменьшенном межцентровом расстоянии

стах контакта зубьев останутся отпечатки (рис. 102, *а*). При правильном взаимном положении зубчатых колес минимальные размеры пятен контакта не должны быть менее приведенных в табл. 8.

8. Минимальные размеры пятен контакта

Степень точности передачи	Пятно контакта, %		Степень точности передачи	Пятно контакта, %	
	по высоте зуба	по его длине		по высоте зуба	по его длине
6	50	70	8	40	50
7	45	60	9	30	40

В случае перекоса валов их положения выверяют и с помощью подкладок обеспечивают параллельность. При необходимости регулируют межцентровое расстояние передачи. Указанные способы применяют для цилиндрических и конических зубчатых передач.

В червячных передачах контролируют величины бокового зазора, положение и размеры пятна контакта. Контроль осуществляют аналогично цилиндрическим зубчатым передачам. Положения пятна контакта показаны на рис. 102, *б*. Так как валы червячной передачи установлены на конических подшипниках качения, то их взаимное положение регулируют с помощью прокладок, установленных между крышками подшипников и корпусом передачи.

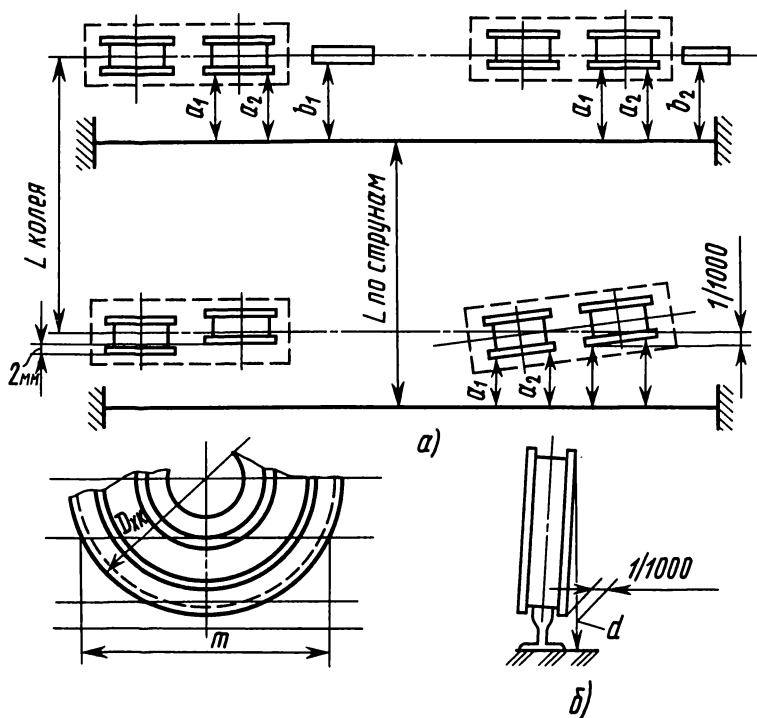


Рис. 103. Схемы проверки установки ходовых колес крана:
 а — при помощи струны, б — при помощи отвеса

Срок службы механизма передвижения крана (грузовой тележки) в значительной мере зависит от состояния и правильной установки ходовых колес, положение которых периодически контролируют и регулируют. После рихтовки и нивелировки кранового пути параллельно ему натягивают вспомогательные струны ($b_1 = b_2$, рис. 103, а). Перекосы колес определяют по разности расстояний a_1 и a_2 между боковой поверхностью колеса и струной, замеренных на участке m , длина которого должна быть не менее 0,6 диаметра колеса. Относительный перекос колес $(a_2 - a_1)/m$ существенно влияет на их долговечность, поэтому его значение должно быть менее 0,0005. Наклон колеса в вертикальной плоскости не должен превышать 0,001. Указанный размер определяют при помощи отвеса d , прикрепленного к верхней точке колеса (рис. 103, б). Боковое смещение колеса относительно оси рельса не более 2 мм.

Необходимо отметить, что правильное взаимодействие деталей крановых механизмов во многих случаях определяет отклонения осей валов от первоначального положения, среди

которых наиболее существенными являются: перекос (не-соосность), радиальное смещение и непараллельность (неперпендикулярность), вызывающие недопустимые вибрации и перегрузки деталей.

Тормоза крановых механизмов являются важными устройствами, от надежной работы которых в значительной мере зависит безопасная эксплуатация грузоподъемного крана. Поэтому к деталям тормоза и регулируемым параметрам предъявляют жесткие требования, а вопросам контроля и регулирования тормозов необходимо уделять особое внимание. Так, биение, овальность и конусность тормозного шкива не должны превышать 0,0005 его диаметра. Тормозные шкивы большого диаметра обязательно подвергают статической балансировке. Радиальное смещение центров радиусов окружностей колодок и шкива не должно превышать 0,3 мм, а перекос колодок по ширине шкива — не более 0,1...0,2 мм на 100 мм ширины. Радиальные зазоры между колодками и поверхностью шкива должны быть в следующих пределах: 1...1,25 мм при диаметре шкива до 300 мм, 1,5...1,75 мм при диаметрах 400...500 мм и 2...2,5 мм при диаметрах 600...800 мм. Площадь прилегания тормозных колодок к поверхности шкива должна составлять 80...85% номинальной, разность радиальных зазоров между ними по длине дуги прилегания не должна превышать 0,1 мм.

По мере изнашивания тормозных колодок и шкива тормоз перестает надежно удерживать рабочий орган механизма при выключении привода. Бывают случаи, когда тормоз, наоборот, резко затормаживает механизм. Поэтому конструкция тормоза предусматривает возможность его регулирования.

При регулировании тормозов необходимо соблюдать такую последовательность работ: первоначально обеспечить требуемую величину тормозного момента, затем установить нормальный ход якоря электромагнита (штока толкателя) и потом равномерность отхода колодок от шкива.

Расчетный тормозной момент тормоза каждого механизма крана и соответствующая ему рабочая длина силовой пружины (при закрытом тормозе) приведены к заводской инструкции на кран. При отличии длины пружины тормоза ТКТ от требуемой — ее регулируют. Для этого следует убедиться, что якорь электромагнита 4 не касается штока 10 тормоза (см. рис. 56). Затем, отвернув гайки 7, 8, вращением гайки 9 устанавливают требуемую длину силовой пружины 11 и проверяют ее с помощью измерительной линейки, накладываемой сверху.

Затем проверяют величину хода якоря электромагнита (из положения I в положение II), которую обычно измеряют линейкой между смежными заклепками на ярме и якоре магнита (точки А и Б на рис. 104, а) при опущенном и поднятом

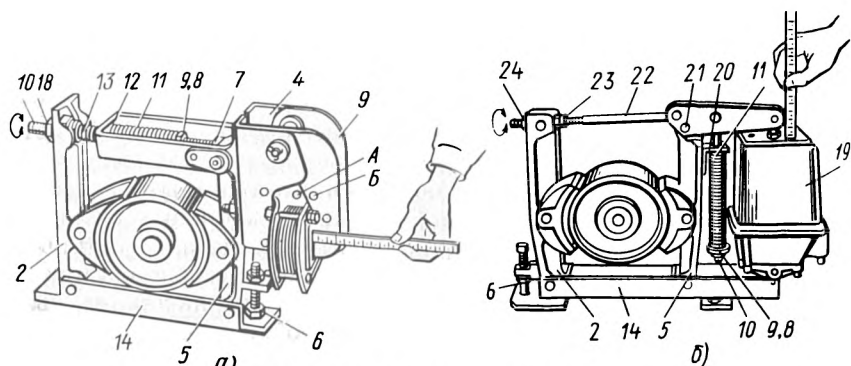


Рис. 104. Регулирование тормозов:
а — типа ТКТ, б — типа ТКГ

якорю. Для имитации включения электромагнита вращением гайки 7 по неподвижному штоку 10 отводят ее вправо по резьбе до упора в рычаг 5 тормоза и сдвигают шток влево. При этом тормоз открывается, а якорь под действием собственного веса упирается в ярмо (опускается в положение 11). В данном положении проводят замеры. Ход якоря магнита МО-100Б на уровне точек А, Б должен быть 5,5 мм, магнита МО-200Б — 7 мм и магнита МО-300Б — 9 мм. В том случае, когда результаты замеров отличаются от требуемых, то необходимый ход якоря магнита устанавливают вращением гайки 18.

Для регулирования равномерного отхода колодок от шкива тормоз открывают при помощи гайки 7 и вращением упорного болта 6 добиваются равномерных зазоров между колодками и шкивом, замеряемых щупом. После чего упорный болт фиксируют контргайкой. Указанный прием открывания тормоза применяют и для замены изношенных колодок тормозов. Для выполнения всех регулировок тормоза левый конец штока обработан под квадрат для удержания его от вращения при помощи ключа при вращении регулировочных гаек. После окончания регулирования все резьбовые детали необходимо зафиксировать от самопроизвольного откручивания.

Тормоз ТКГ регулируют в той же последовательности, что и тормоз ТКТ. Различие заключается в том, что вместо хода якоря электромагнита регулируют ход штока электрогидро-толкателя 19 (рис. 104, б). При этом рабочую длину силовой пружины устанавливают регулировочными гайками 9, 8 на штоке. Ход штока толкателя регулируют гайками 23, 24 на тяге 22. Равномерный отход тормозных колодок от шкива обеспечивают вращением упорного болта 6.

После проведения регулировочных работ качество их выполнения проверяют пробным включением механизмов крана в холостом режиме, а затем под нагрузкой.

§ 74. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

При выполнении ТО грузоподъемного крана электрооборудование осматривают, наружные поверхности очищают от пыли и грязи, проверяют отсутствие наружных повреждений, обрывов кабельных вводов и ослаблений зажимных соединений. В процессе работы крана возможно ослабление затяжки резьбовых соединений электроаппаратуры, детали которых (винты, гайки, шайбы) могут выпасть из мест установки и тем самым нарушить электрический контакт или, наоборот, вызвать короткое замыкание, поэтому необходимо тщательно осматривать дно шкафа управления и защитной панели. При обнаружении указанных деталей следует немедленно установить их на свои места и надежно закрепить. Рекомендуется одновременно проверить степень затяжки остальных резьбовых соединений. Затем проверяют состояние токоподвода к крану и грузовой тележке, а также наружное состояние электропроводки, особенно в местах подхода к электрооборудованию.

В процессе работы грузоподъемного крана крановщик обязан внимательно наблюдать за работой всех механизмов, включая электропривод. Особого внимания требуют электродвигатели, нагрев которых следует проверять рукой на ощупь во время технологических перерывов два-три раза в смену. Сильное гудение, стуки, повышенный нагрев корпуса двигателя или подшипниковых щитов свидетельствуют о его неисправности. При выполнении ТО крана необходимо проверить состояние корпуса двигателя и надежность крепления вентилятора на валу, зажимных коробок и контактных колец, а также крепление подшипниковых щитов. Во избежание возможного короткого замыкания в двигателе скапливающуюся при износе щеток и контактных колец пыль необходимо удалять сухой чистой тряпкой (обтирочными концами). Длительная безотказная работа электродвигателя с фазным ротором в значительной мере зависит от состояния пары деталей щетка — контактное кольцо. Их рабочие поверхности должны быть чистыми и гладкими (до зеркального блеска). Правильно отрегулированный электродвигатель должен работать без шума и искрения.

Основные причины искрения: заедание щетки в щеткодержателе, недостаточное усилие их прижатия, износ или замасливание рабочих поверхностей. Для исключения указанных причин зазор между щеткой и щеткодержателем должен быть до 0,2 мм в направлении вращения ротора и до 0,4 мм в направлении его оси. Указанные зазоры обеспечивают при установке щеток в щеткодержателе опилкой их боковых поверхностей напильником или стеклянной шлифовальной бу-

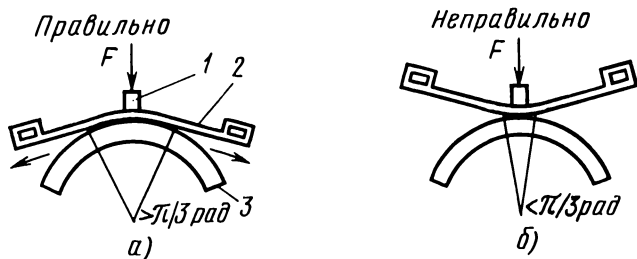


Рис. 105. Схема притирания щетки к контактному кольцу ротора двигателя:

а — правильное положение шкурки, б — неправильное положение; 1 — щетка, 2 — стеклянная шкурка, 3 — контактное кольцо; F — сила прижатия щетки к кольцу

магой N 100...200. Изношенные щетки длиной 16...25 мм (в зависимости от марки двигателя) заменяют новыми. Вновь устанавливаемые щетки предварительно обрабатывают по радиусу контактного кольца ротора двигателя, а затем притирают стеклянной бумагой, которую пропускают между щеткой и контактным кольцом (абразивной стороной вверх) и протягивают в одну сторону, нажимая пальцем на щетку (рис. 105). В обратном направлении бумагу перемещают при поднятой щетке. Для предотвращения возможного закругления краев щетки и уменьшения площади контакта угол обхвата бумагой контактного кольца должен быть не меньше $\pi/3$ рад. Образовавшуюся после притирания щеток графитную пыль удаляют сухой или смоченной в бензине тряпкой (концами).

Один раз в несколько смен необходимо осматривать состояние аппаратов управления. При этом снимают кожух с контроллера и, передвигая рукоятку управления, проверяют работу фиксирующего механизма, состояние контактов и креплений. Обнаруженные неисправности своевременно устраняют. Во время осмотра смазывают трущиеся поверхности деталей, за исключением контактов.

Контакты кулачковых контроллеров регулируют по величине усилия нажатия, раствора и провала. Для контроллера ККТ-61 усилие нажатия составляет 12...14 Н. Первоначально устанавливают большую величину, чтобы при износе контактов и ослаблении пружины сила нажатия не уменьшилась ниже допустимого значения.

Для обеспечения нормальной работы контроллера при износе контактов в процессе работы необходимо иметь «запас перемещения» подвижного контакта, т. е. его перемещение должно превышать рабочий ход. *Раствор а* — расстояние между раскрытыми контактами 1 и 2 контроллера измеряют линейкой или по шаблону. *Провал* — перемещение подвижного

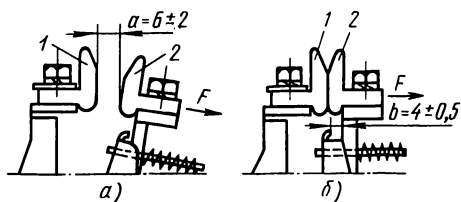


Рис. 106. Схема регулирования контактов кулачкового контроллера:
 a — контакты разомкнуты,
 b — контакты замкнуты

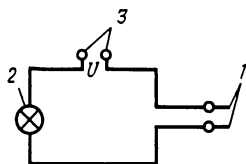


Рис. 107. Схема прибора для определения места отказа в электрической цепи

контакта 2 при снятом неподвижном 1. Очевидно, что величину провала измерить на действующем контроллере нельзя, поэтому его величину оценивают примерно по расстоянию b между подвижным контактом и его упором (рис. 106).

Площадь соприкосновения контактов контроллера проверяют при помощи копировальной бумаги, помещенной между ними. В том случае, если площадь окажется меньше 80% рабочей площади, контакты следует обрабатывать напильником по шаблону.

Особое внимание необходимо уделять устройствам безопасности: их состоянию, надежности работы и крепления. При этом подвижные детали должны перемещаться без заеданий, а пружины — обеспечивать возврат в исходное положение; электрические контакты должны быть чистыми; зажимные соединения — надежными, а корпуса не должны иметь механических повреждений.

Для определения мест нарушения контакта (обрыва) или возникновения короткого замыкания следует применять специальные электрические измерительные приборы. Контакты 3 подсоединяют прибор к источнику питания напряжением до 36 В (рис. 107). Щупы 1 подключают к участку проверяемой электрической цепи. В случае, если цепь оборвана, контрольная лампа 2 не светится. При ненадежном контакте лампа светит слабо, а при возникновении короткого замыкания — ярко.

§ 75. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КРАНОВ

Металлоконструкция является основной частью передвижного грузоподъемного крана, воспринимающей основные рабочие нагрузки, разрушение которой связано с тяжелыми последствиями, поэтому в процессе эксплуатации крана

состоянию его металлоконструкции следует уделять повышенное внимание.

В особенности это относится к кранам, работающим на открытом воздухе в интенсивном режиме. Очевидно, что в этом случае усталостные напряжения в металле накапливаются быстрее, а разрушению металла способствует коррозионное воздействие атмосферных осадков.

Так как металлоконструкции изучаемой группы кранов расположены на высотных отметках, работы по их обследованию и выполнению ТО отнесены к потенциально опасным. Поэтому конструкция крана должна быть оснащена вспомогательными приспособлениями типа передвижной люльки, подвесной площадки, подмостей, лестниц, ограждений и пр., обеспечивающими безопасный доступ к любому узлу металлоконструкции, а заводская инструкция по эксплуатации крана должна содержать указания не только по периодичности проведения обследований и ТО, но и по технологии их выполнения, а также рабочие чертежи приспособлений при отсутствии на объекте эксплуатации инвентарных подъемных средств (например, автовышек).

Обследование крановых металлоконструкций проводят в соответствии с графиком выполнения ТО крана, обращая особое внимание на появление трещин в металле, погнутых элементов, очагов коррозии и разрушение сварных швов. Практика эксплуатации мостовых кранов выявила наиболее характерные места образования дефектов: на главных балках моста — вертикальные стенки в местах примыкания к концевым балкам и в местах перехода от горизонтальной части к наклонной, приварки кронштейнов под рабочие площадки, крепления кабины управления и на верхнем поясе в районе стыков тележечных рельсов, на концевых балках в местах сопряжения с главными балками и крепления букс ходовых колес. При этом образование трещин наиболее вероятно на элементах, имеющих резкие изменения поперечного сечения (толщины, ширины), в местах примыкания диафрагм, накладок или косынок, по концам сварных швов или по самим швам, имеющим технологические дефекты (непровары, поры, прожоги, подрезы, шлаковые включения и пр.). Поэтому следует внимательно проверять состояние сварных швов и болтовых соединений. Аналогичные дефекты возникают в металлоконструкциях передвижных консольных кранов и кранов-штабелеров. У последних необходимо обращать внимание на состояние металлоконструкции колонны, особенно в месте примыкания ее к грузовой тележке. У козловых кранов характерным местом являются узлы примыкания стоек опор к мосту.

При удовлетворительном состоянии лакокрасочного покрытия металлоконструкции и нормальном освещении образовав-

шиеся трещины хорошо видны невооруженным глазом. В темных местах следует применять переносную лампу. Образовавшиеся очаги коррозии необходимо удалить при помощи абразивного круга или механической проволочной щетки, после чего имеющиеся трещины также будут хорошо видны. Аналогичным образом следует обработать вызывающие сомнение сварные швы. Следует помнить, что своевременно обнаруженные и устраненные дефекты в несущих элементах металлоконструкции крана предотвращают ее возможное разрушение и увеличивают срок службы крана.

В случае обнаружения указанных дефектов в ответственных элементах металлоконструкции, а также деформации элементов, работающих на сжатие, эксплуатацию грузоподъемного крана **запрещают** до проведения непланового ремонта, запись о необходимости выполнения которого в разделе кранового журнала «Замечания о работе и техническом состоянии крана» должен сделать крановщик (слесарь). В других случаях исправление дефектов можно приурочить к очередному плановому ремонту, если они не представляют опасности для нормальной эксплуатации крана и работы обслуживающего персонала. При этом необходимо зафиксировать данные дефекты в журнале и уделять им особое внимание при последующих осмотрах.

§ 76. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

В процессе эксплуатации грузоподъемных кранов детали (сборочные единицы) механизмов изнашиваются, в результате чего режимы их работы оказываются нарушенными. Последнее не только влияет на основные показатели работы кранов, но в отдельных случаях не позволяет выполнить конкретное рабочее движение крана или делает его работу опасной. Как правило, причина возникновения таких отказов кроется в нарушении установленных режимов эксплуатации крана, ослаблении крепления деталей и изменении ранее установленных регулированием параметров, разрушении деталей, замасливании (загрязнении) их рабочих поверхностей или, наоборот, в отсутствии смазки на этих поверхностях и других дефектах, устранение которых не требует проведения специальных ремонтных работ, а может быть выполнено машинистом крана перед началом смены (табл. 9). Очевидно, что при возникновении указанных неисправностей крановых механизмов кроме подтекания масла (смазки) из корпуса редуктора (подшипника) и повышенного износа каната эксплуатация грузоподъемного крана должна быть **немедленно прекращена**.

9. Характерные неисправности крановых механизмов, причины возникновения и рекомендуемые способы устранения

Неисправность и признаки ее проявления	Возможная причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Механизм подъема груза не поднимает груз номинальной массы из положения на весу	Велико усилие сжатия силовой пружины тормоза; недостаточен ход тормозных колодок Загрязнение редуктора, густое масло Падение напряжения в питающей сети	Отрегулировать тормоз согласно инструкции Промыть редуктор, залить новое масло Вместе с дежурным электриком проверить напряжение на троллеях
Тормоз не удерживает груз на весу или тормозной путь механизма подъема груза превышает установленный	Загрязнение поверхностей трения тормозного шкива, фрикционных накладок или попадание на них смазки (замасливание), большой износ фрикционных накладок Недостаточно усилие сжатия силовой пружины тормоза (деформация или поломка пружины) Износ рабочей поверхности тормозного шкива Трещины или сколы на рабочей поверхности шкива Заедание в шарнирах рычажной системы тормоза Полное сжатие вспомогательной пружины тормоза в результате предельного износа фрикционных накладок	Тщательно очистить и промыть керосином поверхности трения шкива и фрикционных накладок, при необходимости заменить фрикционные накладки Заменить пружину, отрегулировать ее силу сжатия Восстановить или заменить шкив То же
Тормоз при включении механизма не отключается	Велико усилие сжатия силовой пружины, недостаточен ход якоря электромагнита или штока электрогидротолкателя Заедание в шарнирах рычажной системы тормоза	Устранить заедание, смазать шарниры Заменить фрикционные накладки, отрегулировать тормоз Отрегулировать силу сжатия пружины и ход якоря электромагнита или штока электрогидротолкателя Устранить заедание, смазать шарниры
Редуктор и электродвигатель механизма при работе: имеют температуру выше $+80^{\circ}\text{C}$	Превышение режима эксплуатации Отсутствие, недостаток или избыточное количество масла в картере редуктора Залито масло повышенной вязкости или масло загрязнено	Прекратить работу и дать редуктору возможность остыть Слить масло, промыть редуктор, залить масло по масломерной игле, при необходимости слить избыточное количество масла Слить масло, промыть редуктор маловязким маслом и залить новое масло в соответствии с картой смазки

Неисправность и признаки ее проявления	Возможная причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
слышен повышенный шум	Не растормаживается тормоз механизма Повышенный износ зубчатых колес или подшипников опор валов	Отрегулировать тормоз согласно инструкции Проверить состояние зубчатых передач и подшипников, устранить неисправности
Вибрации редуктора, шум, рывки, толчки и удары при работе механизма	Износ зубьев передач или подшипников валов (постоянный шум). Поломка одного (нескольких) зубьев колеса (удары, рывки) Поломка (деформация) соединительных муфт Смята шпоночная канавка	Восстановить зубья или заменить зубчатые колеса, заменить подшипники Заменить муфты
Неравномерное (рывки, толчки, перекос) движение моста (тележки) крана	Ослабление крепления ходовых колес к раме Износ ходовых колес и их подшипников Износ или ослабление креплений (коробление) рельсов Не работает один из раздельных приводов механизма передвижения Перекос осей ходовых колес	Восстановить шпоночную канавку, заменить шпонку Подтянуть резьбовые соединения Восстановить ходовые колеса, заменить подшипники Заменить рельсы, отрегулировать крановый путь Восстановить работоспособность привода
Буксование ходовых колес при пуске и движении моста (тележки) крана	Загрязнение (замасливание) рабочих поверхностей рельсов и ходовых колес, обледенение их или попадание воды Чрезмерно затянут тормоз	Устранить перекос путем установки подкладок под буксы Проверить состояние пусковых резисторов электроприводов и устранить неисправность Очистить рабочие поверхности рельсов и ходовых колес, просушить их
Греется электродвигатель (редуктор) механизма передвижения, рабочая скорость замедлена	Износ рельсов или деформация кранового пути	Отрегулировать тормоз согласно инструкции Заменить рельсы, отрегулировать крановый путь
Подтекание масла из редуктора	Слабо затянуты болты, некачественно уплотнена плоскость разъема крышки и корпуса редуктора Разрушены уплотнения на валах или прокладки под крышки Засорено вентиляционное отверстие (сапун) Трещина в корпусе редуктора	Заменить прокладку, затянуть болты Заменить уплотнения или прокладки, затянуть крепежные винты Прочистить вентиляционное отверстие Заварить (заклеить) трещину

Неисправность и признаки ее проявления	Возможная причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Шум и повышение температуры подшипников качения выше $+60^{\circ}\text{C}$	Избыточное количество масла в камере редуктора Отсутствие (недостаток) смазки или несоответствие ее карте смазки	Слить избыточное количество масла Промыть керосином, заполнить новой смазкой
Подтекание смазки из корпуса подшипника	Осевой перекос подшипника при сборке или повреждение сепаратора	Ослабить посадку наружного кольца подшипника в гнезде, заменить подшипник
Туго вращаются (греются) канатные блоки Туго вращается грузовой крюк в траверсе подвески	Износ подшипника Заложена смазка в избыточном количестве Разрушены уплотнения Износ подшипников Отсутствие смазки (засорение) подшипников Износ упорного подшипника Сильно затянута гайка	Заменить подшипник Удалить избыточное количество смазки Заменить уплотнения Заменить подшипники Промыть и смазать подшипники Заменить подшипник
Грузовой крюк вращается излишне свободно Повышенный износ каната	Отсутствие смазки подшипника Отсутствие стопорной планки Несоответствие формы и размеров ручья блока (барабана) диаметру каната Отсутствие смазки на канате Износ ручья блока	Ослабить гайку и установить стопорную планку Разобрать крюковую подвеску, промыть и смазать подшипник Установить и закрепить стопорную планку
Закручивание каната	Замята края блока (сужен ручей) в результате удара блоком о груз при строповке Откол части блока Перекос осей блоков Туго вращаются канатные блоки В полиспаст запасован канат односторонней свивки Канат неправильно запасован Канат закручен в результате неправильного разматывания его с барабана (из бухты)	Проточить ручьи блоков, заменить блоки или канат Смазать канат Проточить ручей блока при условии, что толщина стенки не менее 80% от первоначальной Выправить или заменить блок Заменить блок Устранить перекос Отрегулировать свободное вращение Запасовать канат крестовой свивки Произвести перезапасовку каната Раскрутить канат и вновь запасовать его в полиспаст, не допуская закручивания

Неисправность и признаки ее проявления	Возможная причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Выход каната из ручья блока	Перекас осей блоков полиспаста Большой зазор между блоками и кожухом крюковой подвески	Устранить перекас Выправить кожух и установить требуемый зазор

§ 77. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ КРАНОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Следует помнить, что многие неисправности крановых механизмов связаны с отказами электрооборудования, которое в силу сложности конструктивного исполнения и более высокой категории ремонта могут ремонтировать только аттестованные высококвалифицированные электрослесари, прошедшие специальную электротехническую подготовку. Ремонтировать самостоятельно крановое электрооборудование машинисту крана, не имеющему квалификации электрослесаря, **категорически запрещено**. Так как машинистам крана II и III разряда присваивают 2-ю группу электробезопасности, то они практически не могут выполнять обслуживание и ремонт сложного кранового электрооборудования на напряжение 380 В.

Однако в процессе эксплуатации кранов в работе механизмов часто возникают отказы, связанные с обрывом электрической цепи, нарушением контакта (подгорание, окисление, загрязнение), коротким замыканием в цепи и пр., устранить которые возможно и необходимо силами крановщика на месте работы крана в условиях действующего цеха. Поэтому машинист крана должен уметь обнаружить и устранить простые неисправности электрооборудования, не связанные с работами, выполняемыми под напряжением (табл. 10).

Очевидно, что эксплуатация грузоподъемного крана с указанными неисправностями (кроме двух последних) **запрещена**.

10. Простые неисправности кранового электрооборудования, причины их возникновения и рекомендуемые способы устранения

Неисправность и признаки ее проявления	Возможная причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Вводный рубильник и аварийный выключатель включены, но при включении контроллеров или нажатии на кнопки «Пуск» ни один механизм крана не работает	Отсутствие или сильное падение напряжения в питающей сети Разомкнуты конечные выключатели блокировки двери кабины или люка моста крана	Проверить наличие напряжения по включенным лампам главных троллеев Плотно закрыть дверь или люк

Неисправность и признаки ее проявления	Возможная причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Один из механизмов не включается	Рукоятка управления одного из контроллеров находится не в нулевой позиции (разомкнута цепь нулевой блокировки) Перегорели плавкие предохранители на защитной панели или в цепи управления Перегорели плавкие предохранители в цепи управления Сработал конечный выключатель ограничителя рабочего движения	Установить рукоятку в нулевую позицию Заменить предохранители Заменить предохранители
Механизм включается, а затем срабатывает реле максимального тока (главный контактор отключается)	Обрыв в цепи питания Короткое замыкание в цепи питания двигателя Слишком быстрый разгон механизма	Выключить механизм для выполнения рабочего движения в противоположном направлении Установить место обрыва и устранить его * Установить место замыкания и устранить его * Повысить качество управления краном (рукоятку контроллера перевести в следующую позицию с выдержкой 1,5... 2 с)
Электродвигатель механизма не развивает необходимую частоту вращения ротора Конечный выключатель не отключает механизм	Загрязнение или неплотное прилегание контактов контроллера Неправильно установлен конечный выключатель	Очистить и отрегулировать плотное прижатие контактов контроллера *
Искрение и нагревание контактов контроллера	Неправильное фиксирование рукоятки контроллера	Отрегулировать установку и момент срабатывания конечного выключателя Устранить неисправность или заменить конечный выключатель * Повысить качество управления краном (не допускать установки рукоятки в промежуточных позициях), проверить исправность фиксирующего механизма
Перегрев пусковых резисторов	Загрязнение ящиков пусковых резисторов Длительная работа механизма на первых позициях контроллера	Очистить ящики Повысить качество управления краном (использовать всю характеристику электродвигателя)

* Указанные операции выполнять под руководством дежурного электрослесаря.

§ 78. РЕМОНТ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

Перед остановкой грузоподъемного крана для выполнения ремонта по графику крановщик совместно с механиком (лицом, ответственным за исправное состояние грузоподъемных кранов) устанавливают по фактическому техническому состоянию крана и по записям в крановом журнале необходимость проведения ремонта, требуемый объем ремонтных работ, определяют потребность в запасных частях, материалах, инструменте и дополнительной рабочей силе.

При осмотре крана особое внимание обращают на техническое состояние ответственных деталей и сборочных единиц, работающих в наиболее тяжелых условиях, от исправности которых зависит нормальная и безопасная работа грузоподъемного крана в целом. В первую очередь к таким деталям относятся крановые металлоконструкции, тормоза, электродвигатели, редукторы, ходовые колеса, блоки, барабаны, канаты, муфты, устройства безопасности, шпоночные соединения и пр.

В случае, когда на основании наружного осмотра и результатов безразборной диагностики крана будет установлено, что он не имеет серьезных дефектов и в значительной мере сохранил технический ресурс, специальная комиссия имеет право разрешить дальнейшую эксплуатацию крана, установив дату проведения очередного осмотра или ремонта и оформив разрешение актом.

При выполнении текущего ремонта крана заменяют изношенные детали (сборочные единицы), срок службы которых равен межремонтному циклу, или вышедшие из строя преждевременно; заваривают трещины, ликвидируют очаги коррозии и выправляют местные деформации (прогибы) элементов металлоконструкции; восстанавливают работоспособность корпусов редукторов (заваривают или заклеивают трещины и заменяют уплотнения, из которых течет масло); заменяют подшипники, муфты, шпоночные, шлицевые и штифтовые соединения.

С целью сокращения сроков проведения, снижения стоимости ремонтных работ и уменьшения времени простоя крана в ремонте применяют *агрегатно-узловой* способ ремонта, при котором ремонт сводят к снятию дефектных сборочных единиц и агрегатов с крана и замене их новыми (заранее отремонтированными). Указанный способ ремонта машин называют *обезличенным*, так как детали и сборочные единицы (агрегаты), снятые с одного крана, не являются его принадлежностью и в процессе ремонта могут быть установлены на любом другом аналогичном кране.

В отдельных обоснованных случаях сказывается целесообразным снятые с крана детали (сборочные единицы) после ремонта устанавливать на тот же кран. Данный способ ремон-

та машин называют *индивидуальным* (необезличенным). Он более трудоемок, длителен и находит применение при небольшом числе кранов на предприятии и малых объемах ремонтных работ.

Для своевременного и правильного комплектования запасных частей для ремонтов грузоподъемных кранов необходимо знать установленные РТМ 24.005.07—85 средние нормы предельно допустимого износа крановых деталей.

Допустимый износ грузовых крюков в месте контакта со съемным грузозахватным устройством не должен превышать 10% первоначальной высоты сечения крюка. При уменьшении толщины стенки барабана на 10% от первоначальной, ручья (желоба) на 30% барабаны и блоки заменяют новыми. До этого момента барабаны и блоки перетачивают с целью восстановления профиля канавок (ручьев) и качества поверхности. Степень изнашивания ручьев блоков контролируют при помощи специальных шаблонов.

При обнаружении трещин, волосовин, повреждения резьбы и др. дефектов на грузовых крюках, гайках их крепления, траверсах и осях блоков указанные детали заменяют новыми.

При наличии эллипсности шкива или царапин (канавок) глубиной более 1 мм на рабочей поверхности обода последнюю протачивают, оставляя толщину закаленного слоя не менее 1 мм. Тормозные шкивы подлежат замене при уменьшении первоначальной толщины обода на 20%.

Допустимый износ ходовых колес крана по диаметру не должен превышать 5 мм при диаметре 300...400 мм и 10 мм при диаметре 400...700 мм. Для ходовых колес грузовых тележек указанные значения — не более 1 и 1,5 мм. Наличие раковин размером более 15 мм и отклонение образующей поверхности качения колеса от прямой линии на 2 мм и более не допустимы. Износ реборд ходовых колес не должен превышать 50% от их толщины. Зубчатые муфты механизмов кранов группы режима работы 4К, 5К подлежат замене или восстановительному ремонту при износе зубьев более 25% от первоначальных размеров, а кранов группы режима работы 6К, 7К — более 20%. Аналогичным образом выбраковывают зубчатые колеса передач. Наличие на поверхности нагруженной детали трещин, сколов, деформаций и прочих дефектов, возникших в результате усталостного разрушения или пластического деформирования материала, служит основанием для замены детали или ее ремонта. Уменьшение площади поперечного сечения элементов металлоконструкции крана вследствие коррозионного изнашивания не должно превышать 7% от первоначального; износ полок ездовых двутавров, по которым передвигается грузовая тележка, не должен превышать 12% от их толщины, а местный отгиб кромок полки двутавра не должен быть больше 3% от ее ширины.

§ 79. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА КРАНОВ

Общие указания по выполнению ТО грузоподъемных кранов, его видам, периодичности, составу и требованиям охраны труда регламентированы РТМ 24.005.07—85. Порядок сдачи кранов в ремонт и приемки из ремонта установлен требованиями ГОСТ 19504—74 и ОСТ 2.090.79—85. Качество выполнения ремонтных работ должно соответствовать требованиям Правил по кранам и ГОСТ 24378—80. Необходимо отметить, что ремонт кранов должны производить эксплуатационно-ремонтные службы предприятия, имеющего оформленное разрешение местных органов Госгортехнадзора СССР.

Вывод (остановку) крана в ремонт производит лицо, ответственное за исправное состояние грузоподъемных кранов, в соответствии с утвержденным графиком ремонтов по приказу администрации предприятия (начальника цеха). При этом эксплуатационно-ремонтной службе обязательно выдают *наряд-допуск* на проведение ремонта. В наряде-допуске указывают вид ремонта крана, дату и время его остановки, фамилию должностного лица, ответственного за выполнение ремонтных работ, и основные мероприятия по обеспечению безопасных условий производства работ: предупреждение возможного поражения ремонтного персонала электрическим током, падения с высоты, выхода персонала на крановые пути и наезда других работающих в пролете цеха кранов на ремонтируемый. Дату, время и фамилию ответственного лица также указывают в крановом журнале.

Если в пролете цеха работает один кран, то для выполнения ТО (ремонта) его останавливают на месте стоянки, около посадочной площадки. В том случае, когда в пролете работает несколько кранов, то для остановки крана для ремонта необходимо выбрать наиболее удобное место, чтобы не мешать основному производственному процессу в цехе и создать благоприятные условия для ремонтников.

Под колеса крана с обеих сторон необходимо подложить клиновые упоры, а с целью недопущения наезда на кран на крановых путях установить временные выключающие линейки и тупиковые упоры, ограничивающие пути перемещения остальных работающих кранов.

При возможности рубильник главных троллеев следует выключить и запереть на замок. В случаях, когда это сделать невозможно (в пролете работают несколько кранов), необходимо отключить секцию троллеев в ремонтной зоне крана или изолировать (оградить) участок троллеев в данной зоне, снять ползуны токосъемников ремонтируемого крана и вывесить предупреждающие знаки 2.5 «Осторожно! Электрическое напряжение» по ГОСТ 12.4.026—76 (рис. 108, а) и плакат «Троллеи



а)



б)

Рис. 108. Знаки безопасности

под напряжением». После остановки крана для ремонта крановщик обязан отключить рубильник в кабине управления и вывесить на рукоятке плакат «Не включать — работают люди!» Указанный плакат имеет право снять только ответственное за проведение ремонта лицо после выполнения всех ремонтных работ.

Ремонтную зону крана, включая часть пролета цеха под ней, следует оградить красными сигнальными флажками, а в темное время суток — красными фонарями; опустить с крана предупреждающие плакаты «Прохода нет — кран на ремонте!» и установить в местах возможного прохода людей под краном запрещающие знаки 1.3 «Проход воспрещен» по ГОСТ 12.4.026—76 (рис. 108, б). Перед началом работ администрация цеха обязана предупредить весь персонал цеха о проведении ремонтных работ, указать им установленные запретные зоны и проинструктировать людей о необходимых мерах безопасности. Ремонтных рабочих о приемах выполнения ремонтных работ и мерах безопасности инструктируют под расписку, а крановщиков всех смен пролета цеха (а при необходимости и смежных пролетов) заранее уведомляют записями в вахтенных журналах кранов.

Выход ремонтного персонала на крановые пути и проходные галереи действующих мостовых и передвижных консольных кранов для производства работ разрешен в исключительных случаях ответственным за проведение ремонта лицом после принятия всех необходимых мер по обеспечению безопасных условий работы и оформления наряда-допуска, подписанного администрацией цеха.

Переходить с одного мостового крана на другой, находиться на мосту грузовой тележки крана, проводить его осмотр, смазывание, регулирование и ремонт механизмов во время работы крана **категорически запрещено**.

Эксплуатация крана во время его ремонта **категорически запрещена** до получения разрешения на работу крана, выдаваемого ответственным лицом с записью в крановом журнале (или паспорте). Без этого никто, включая администрацию предприятия, не имеет права разрешить эксплуатацию крана. В порядке исключения крановщик может производить пробное включение механизмов и электроаппаратуры при

снятом ограждении и нахождении возле них рабочих **только** по указанию и под контролем лица, ответственного за проведение работ по обслуживанию и ремонту крана. При этом ответственное лицо обязано перед включением рубильника и механизма указать рабочим, проверяющим работу механизма, места их нахождения и необходимые меры безопасности, уведомить об этом крановщика, а в процессе включения механизма наблюдать за их работой и быть готовым выключить механизм в случае необходимости.

При действии на предприятии марочной системы эксплуатации кранов лицо, ответственное за выполнение работ по обслуживанию (ремонту) крана, обязано в установленном порядке получить ключ-марку от данного крана.

После окончания ремонта крана (перед сдачей его в эксплуатацию) ремонтный персонал обязан очистить кран и крановые пути от мусора и посторонних предметов, убрать инструмент, ненужные детали и пр.

§ 80. ПУСК КРАНА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПОСЛЕ РЕМОНТА. МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

В соответствии с требованиями Правил по кранам пуск крана в эксплуатацию после ремонта без приемки **запрещен**. Приемку и пуск крана в эксплуатацию после текущего ремонта осуществляет персонал производственного цеха, в ведении которого находится кран. При этом проводят внеочередное частичное техническое освидетельствование (см. гл. 14), включающее наружный осмотр крана и его механизмов, а также апробирование их в действии с проверкой объема и качества выполнения ремонтных работ в соответствии с ведомостью дефектов и неисправностей. Приемку осуществляет лицо, ответственное по надзору за грузоподъемным краном, вместе с руководством цеха и лицом, ответственным за выполнение ремонта. Результаты приемки оформляют в журнале. После капитального ремонта крана, связанного с ремонтом его металлоконструкции и выполнением сварочных работ или заменой агрегатов механизма подъема груза, кран принимает комиссия, назначаемая приказом руководителя предприятия, по результатам внеочередного полного технического освидетельствования. При этом проверяют выполнение ремонта в соответствии с ведомостью дефектов, соответствие крана требованиям Правил по кранам и его исправное состояние, обеспечивающее безопасную эксплуатацию. Приемку оформляют двусторонним приемо-сдаточным актом, который подписывают лица, ответственные по надзору за проведением ремонта, а утверждает руководство предприятия.

После замены изношенных грузовых канатов или их пере-
запасовки (при установке грейфера вместо крюка) техни-

ческое освидетельствование крана не производят, а выполняют проверку правильности схем запасовки канатов, надежности крепления их концов, а при возможности обтяжку канатов рабочим грузом. Проведение указанных работ возлагают на лицо, ответственное за исправное состояние грузоподъемного крана.

Данные о ремонте металлоконструкций крана или замене его механизмов, канатов и грузового крюка фиксирует в паспорте крана лицо, ответственное за его исправное состояние.

В условиях научно-технической революции (НТР) ускоряется процесс морального старения машин, включая грузоподъемные краны, которые перестают удовлетворять возрастающим техническим требованиям по производительности, надежности и безопасности работы, грузоподъемности, скорости рабочих движений и др. При снятии с производства устаревших моделей кранов заводы-изготовители прекращают постановку запасных деталей, что затрудняет проведение ремонта действующих кранов. Кроме того, машиностроительные предприятия не всегда располагают возможностями для приобретения новых грузоподъемных кранов.

Поэтому Единая система ППР предусматривает проведение модернизации (от французского слова «модерн» — новейший, современный) кранов. Под модернизацией понимают внесение частичных изменений и усовершенствований в конструкцию крана с целью приведения его в соответствие с современными требованиями и повышения эффективности применения. При проведении модернизации обязательно учитывают фактическое состояние крана, в особенности несущей металлоконструкции. Грузоподъемные краны, выработавшие свой ресурс, не модернизируют. Все работы по модернизации выполняют по специальной технической документации в соответствии с требованиями Правил по кранам.

Как правило, модернизация грузоподъемных кранов преследует следующие цели:

- увеличение грузоподъемности за счет усиления металлоконструкции и замены механизмов;

- повышение производительности и расширение номенклатуры перемещаемых грузов благодаря замене грузового крюка подъемным электромагнитом, моторным грейфером или другим механизированным (автоматизированным) захватом;

- увеличение скорости рабочих движений за счет замены электродвигателя или редуктора;

- повышение срока службы благодаря применению износостойких материалов, замене подшипников скольжения подшипниками качения, усовершенствованию системы смазывания и пр.

- ЖЕЛ. ДН

1. Каковы основные показатели надежности грузоподъемных кранов?
2. Что такое износ и какие износы вы знаете? Объясните кривую изнашивания деталей крана.
3. Какие виды технических обслуживаний и ремонтов кранов предусматривает система ППР? Каково их назначение? Изложите последовательность, периодичность, объемы их выполнения и различия.
4. Что такое ремонтный цикл грузоподъемного крана и его структура? Как определяют ремонтный цикл?
5. Что такое безразборная диагностика грузоподъемного крана и как ее проводят?
6. С какой целью и каким образом регулируют подшипники и передачи, установку ходовых колес кранов (грузовых тележек)?
7. Какие характерные дефекты возникают в крановых металлоконструкциях, как их обнаруживают и устраняют?
8. Каковы основные неисправности крановых механизмов, причины их возникновения и способы устранения?
9. С какими неисправностями крановых механизмов эксплуатация грузоподъемных кранов запрещена и почему?
10. Какие основные неисправности кранового электрооборудования должен уметь устранять крановщик? Изложите причины их возникновения и способы устранения.
11. Какие способы ремонта крана вы знаете? Каковы обеспечиваемые ими преимущества?
12. Каковы основные средние нормы предельно допустимого износа крановых деталей?
13. Каков порядок приемки и пуска крана в эксплуатацию после ремонта?
14. Какие задачи ставит модернизация грузоподъемных кранов и по каким направлениям ее осуществляют?

Глава 13

СМАЗЫВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ КРАНОВ

§ 81. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Очевидно, что одним из наиболее эффективных способов борьбы с изнашиванием деталей крановых механизмов является смазывание их трущихся поверхностей. Смазывание снижает потери мощности приводов механизмов и скорости изнашивания взаимодействующих деталей путем создания между ними устойчивых граничных пленок смазки или режима жидкостного трения (масляного клина). Очевидно, что смазывание применяют только для борьбы с вредными внутренними силами трения в крановых механизмах. На грузоподъемных кранах пары трения: тормозной шкив и колодка; ходовое колесо и рельс, работающие в условиях сухого трения, **не смазывают**. Помимо этого смазывание устраняет возможные заедания деталей, защищает их поверхности от коррозии и отводит от них теплоту.

Рабочие жидкости гидросистем РЖГ применяют в гидроприводах, в частности на грузоподъемных кранах, в электрогидравлических толкателях приводов тормозов. Назначение РЖГ — передача энергии, смазывание и защита деталей толкателя от коррозии. Для этого они не должны содержать механических примесей и вредных веществ, быть однородными (не расслаиваться), иметь постоянную вязкость в широком диапазоне температур и не замерзать при низких температурах, не испаряться, обладать высокой физической и химической стабильностью, а также электроизоляционными свойствами — пробивное напряжение не менее 20 кВ/мм.

Работоспособность механизмов крана зависит от правильного выбора сортов смазочного материала и РЖГ, строгого соблюдения установленных режимов смазывания, своевременной замены указанных материалов и качественного выполнения всех операций.

По физическому состоянию смазочные материалы разделяют на масла, пластичные (консистентные) и твердые смазочные материалы. К маслам относят материалы, сохраняющие при температуре $+10...15^{\circ}\text{C}$ текучесть, к пластичным — материалы, переходящие при указанной температуре в мазеподобное состояние. Твердые материалы (графит, тальк, слюда, дисульфид молибдена) применяют самостоятельно в виде прутков (брусков) или в качестве компонентов, добавок и присадок к другим смазочным материалам.

По способу производства различают смазочные материалы минерального происхождения, получаемые путем вакуумной перегонки нефтепродуктов (мазута), и неминерального происхождения: *растительные* (касторовое, хлопковое, подсолнечное, оливковое масла), применяемые в качестве добавок: *животные* (животный жир и сало, костное масло) и *синтетические*. Для улучшения свойств смазочных материалов к ним добавляют присадки: вязкостные (для повышения вязкости), антикоррозионные, противоизносные, противозадирные, противопенные, моющие.

Следует помнить, что для обеспечения нормальной работы грузоподъемного крана необходимо постоянное наличие смазочного материала между трущимися поверхностями деталей, так как при отсутствии смазки силы трения возрастают в 8...15 раз со всеми нежелательными последствиями. На современных грузоподъемных кранах применяют два вида смазочных материалов: жидкие масла и пластичные смазки. Масла обладают низким коэффициентом внутреннего трения, высокой стабильностью свойств и чистотой, работоспособностью при высоких скоростях и температурах, способность отводить теплоту, возможностями применения фильтров и сбора отработанного масла и обеспечивают технологичность его замены. К недостаткам масел следует отнести пожароопас-

ность, повышенный расход в результате утечек, необходимость частого пополнения масла и применения сложных уплотнений. В свою очередь, различают масла: индустриальные, трансмиссионные, моторные, цилиндровые, компрессорные, турбинные, авиационные и другие, различающиеся свойствами. Пластичные смазки экономичны, хорошо работают при сложных режимах нагружения и обладают высокими герметизирующими свойствами. В то же время эти смазки расслаиваются под воздействием высоких температур, плохо работают при низких температурах и требуют сложных по конструкции устройств для смазывания. По типу загустителя пластичные смазки разделяют на кальциевые (солидолы), натриевые (консталины), натриево-кальциевые, литиевые и кремниевые, а по назначению — на антифрикционные, консервационные и уплотнительные.

§ 82. СМАЗЫВАНИЕ ОСНОВНЫХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

В грузоподъемных кранах в основном применяют смазочные материалы минерального происхождения, имеющие по сравнению с другими хорошие смазочные свойства, меньшую стоимость и недифицитные в народном хозяйстве.

Для нанесения смазочных материалов применяют три способа смазывания: *индивидуальный, централизованный и автоматический*. Централизованная система смазывания включает ручную нагнетающую станцию и трубопроводы, подающие смазочные материалы к точкам смазывания, и является наиболее прогрессивной. Однако на грузоподъемных кранах вследствие разобщенности и значительного удаления точек смазывания друг от друга, а также применения различных смазочных материалов осуществить централизованное смазывание деталей сборочных единиц оказывается очень сложно.

Поэтому на кранах получил распространение индивидуальный способ смазывания каждой точки при помощи специальных ручных устройств. Автоматические смазывающие системы также не получили распространения на кранах.

Детали крановых редукторов смазывают разбрызгиванием, т. е. зубчатое колесо (несколько колес), погруженное в масло, при вращении захватывает и разбрызгивает его, создавая масляный туман (см. рис. 48). Уровень масла в картерах редукторов следует контролировать ежемесячно при выполнении ЕО по масломерной игле, установленной в картере. На стержне иглы нанесены две метки, соответствующие верхнему и нижнему уровню масла. Контроль уровня масла производят на холодном редукторе (перед началом работы), пока масло еще не вспенено. Для этого необходимо вынуть масломерную иглу из гнезда картера, протереть ее насухо чистой

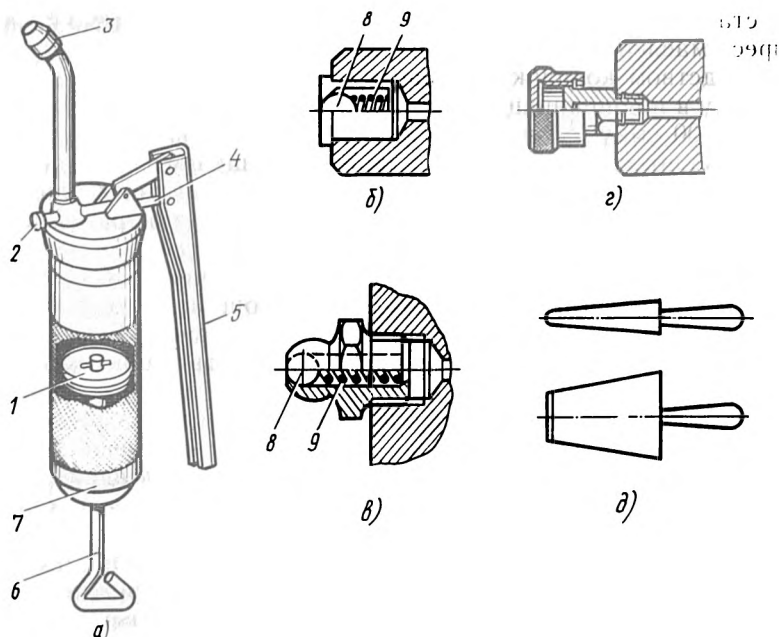


Рис. 109. Устройства для смазывания деталей крановых механизмов: а — рычажный шприц, б — ниппельная пресс-масленка, в — шариковая пресс-масленка, г — колпачковая масленка, д — лопатка (шпатель); 1 — поршень, 2 — обратный клапан, 3 — наконечник, 4 — плунжер, 5 — рычаг, 6 — шток, 7 — корпус, 8 — шарик, 9 — пружина

обтирочной ветошью, вставить иглу в гнездо и снова вынуть. След масла на стержне иглы покажет его уровень в картере редуктора. В случае снижения уровня масла до нижней метки необходимо проверить состояние уплотнений и герметичность картера редуктора, а затем долить масло до требуемого уровня (между метками). В случаях, когда указанный способ недостаточно эффективен, применяют принудительную подачу масла к точкам смазывания при помощи насоса.

На зубья открытых зубчатых передач пластичную смазку наносят отдельными порциями равномерно по окружности колеса через каждые 2...3 зуба при помощи лопаток (рис. 109, д). Аналогичным образом смазывают открытые поверхности деталей.

Перед смазыванием подшипники качения демонтируют, промывают для удаления старой смазки и продуктов износа. После чего закладывают свежую смазку при помощи лопатки (шпателя) и монтируют подшипник на валу сборочной единицы. Если в конструкции подшипникового узла предусмотрено смазывание под давлением, то вначале собирают узел

и ставят его на место, а потом смазывают подшипник через пресс-масленку при помощи шприца (рис. 109, а, б, в) или посредством колпачковой масленки (рис. 109, г). Пластичную смазку в подшипники качения валов, вращающихся с частотой до 1500 мин^{-1} , закладывают на $\frac{2}{3}$ свободного объема подшипника, а при большей чистоте вращения — на $\frac{1}{3}$ объема. В противном случае температура подшипника увеличивается, смазка теряет пластичность, вытекает и разлагается, т. е. загрязняет окружающую среду.

Отверстие пресс-маслянки закрывает шарик 8 с пружиной 9 (обратный клапан), препятствующий выходу смазочного материала под давлением из узла трения. В зависимости от типа масленки применяют соответствующие конструкции шприцев. При больших объемах смазочных работ (при проведении СО) вместо ручного привода шприцев применяют механический или пневматический (специальные установки для смазывания, солидолонагнетатели и пр.). Жидкие масла для смазывания зубчатых муфт, подшипников качения, шарнирных соединений и прочих подают каплями из масленок.

Стальные канаты на заводе-изготовителе смазывают в процессе свивки путем подачи смазочного материала в зону свивки прядей. Во время работы каната смазочный материал выдавливается, стирается, окисляется и на него налипают абразивные частицы, поэтому для повышения срока службы канатов их необходимо периодически очищать и смазывать. Указанные работы целесообразно совмещать с текущим ремонтом крана или перезапасовкой каната, когда его можно снять с крана, качественно освидетельствовать, очистить и заново смазать.

Для очистки стальных канатов рекомендуют применять: специальные проволочные щетки (рис. 110), перегретый пар, сжатый воздух (пескоструйные аппараты), горячую воду, бензин, газولين или бензол. Применение керосина или других

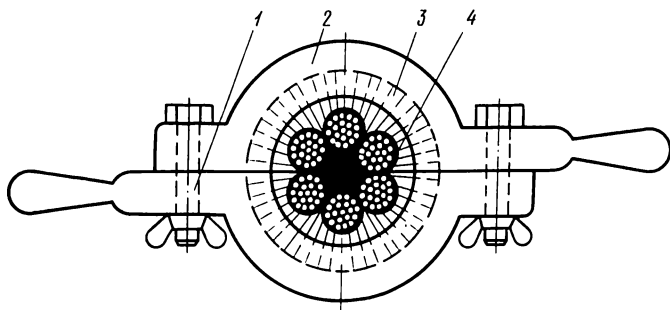


Рис. 110. Проволочная щетка:
1 — стяжные винты, 2 — корпус, 3 — щетка, 4 — канат

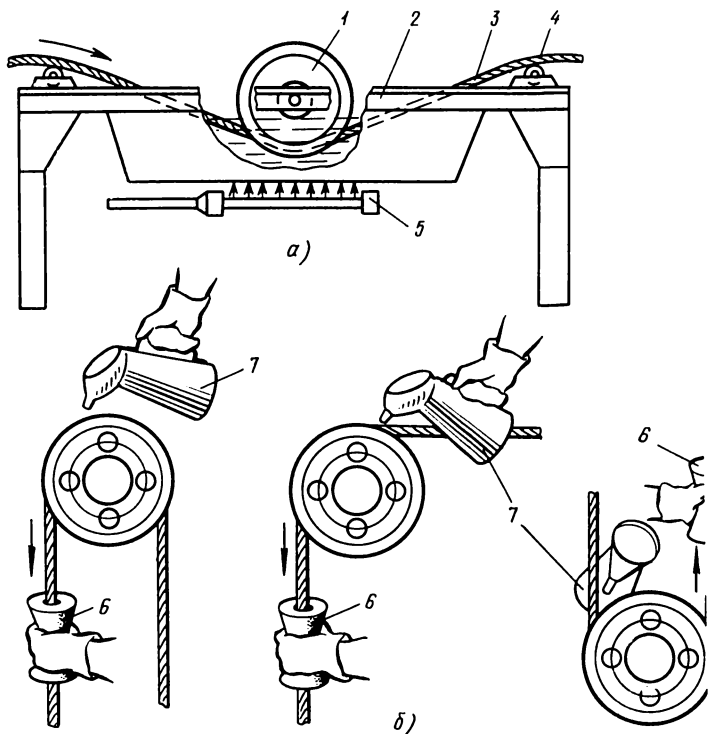


Рис. 111. Устройства для смазывания стальных проволочных канатов: *а* — в ванне с подогревом, *б* — в воронке; 1 — средний блок, 2 — ванна, 3 — канат, 4 — направляющие блоки, 5 — горелка, 6 — воронка, 7 — масленка; направление движения каната показано стрелками

неуказанных растворителей запрещено. После чистки канат осматривают с учетом норм браковки.

Наиболее простой и эффективный способ смазывания канатов окунанием в ванну со смазочным материалом, подогретым до температуры $+50...60^{\circ}\text{C}$ (рис. 111, *а*). При невозможности реализации данного способа канат смазывают непосредственно на кране при помощи специальных приспособлений — воронок (рис. 111, *б*). Подаваемый из воронки жидкий смазочный материал увлекается движущимся канатом, проходит через сужение воронки, в котором уплотняется, сжимается и частично проникает между прядями. Пластичные смазки наносят при помощи лопаток или кисти. В целях предотвращения травматизма рук применять для нанесения и размазывания смазочного материала тряпки, ветошь или рукавицы **категорически запрещено**. Канаты в бухтах смазывают погружением в ванну с подогретым смазочным материалом на несколько часов. Одновременное применение для одного каната смазок разного состава **запрещено**.

Аналогичным образом (кроме применения воронок) смазывают приводные цепи.

Смазывание механизмов крана выполняет крановщик или дежурный слесарь во время приема-сдачи смены или внутрисменных перерывов в работе.

При смазывании грузоподъемного крана необходимо выполнять следующие требования: удалять грязь с масленок, не допускать попадания в масло грязи или воды и наносить смазку только на очищенные поверхности деталей; при применении пластичных смазок следует убедиться, что они дошли до трущихся поверхностей (появление следов свежей, более светлой смазки из контрольного отверстия или на валу рядом с подшипником); при замене смазочного материала необходимо промыть смазываемые детали в керосине, а редукторы — жидким промывочным маслом (веретенным АУ, трансформаторным ТК по ГОСТ 982—80); масло перед применением следует профильтровать от примесей и заливать в корпус при помощи инвентарной воронки с сеткой-фильтром; смазочные материалы и РЖГ следует хранить в закрытой посуде отдельно по видам и сортам в специальном запираемом пожаробезопасном помещении, не допуская их загрязнения, так же следует хранить смазочные устройства; смазывать и обтирать движущиеся детали работающих механизмов крана **категорически запрещено**.

Хранить смазочные материалы, РЖГ или промасленные обтирочные концы в кабине управления (на настиле моста) крана **запрещено**. При вводе в эксплуатацию нового (после капитального ремонта) крана в первые 10...15 дн механизмы следует смазывать каждую смену. Первый раз масло заменяют после 20 ч работы крана, второй — через 120 ч и в дальнейшем в соответствии с картой смазывания, рекомендуемой заводом-изготовителем.

В соответствии с требованием ГОСТ 21046—86 отработавшие масла и РЖГ, сливаемые из картеров редукторов и корпусов электрогидротолкателей, собирают (не смешивая) для последующей переработки (регенерации). Сливать отработавшие нефтепродукты на землю или в канализационную сеть **категорически запрещено**.

§ 83. КАРТЫ СМАЗЫВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ КРАНА

Для регулярного и правильного выполнения смазочных работ завод-изготовитель в соответствии с требованиями ГОСТ 2.601—68 составляет на каждый грузоподъемный кран карту и таблицу смазывания, которые приведены в техническом описании и Инструкции по эксплуатации крана. В карте указывают места смазывания (точки), их количество, смазочные материалы в зависимости от температуры, способ и

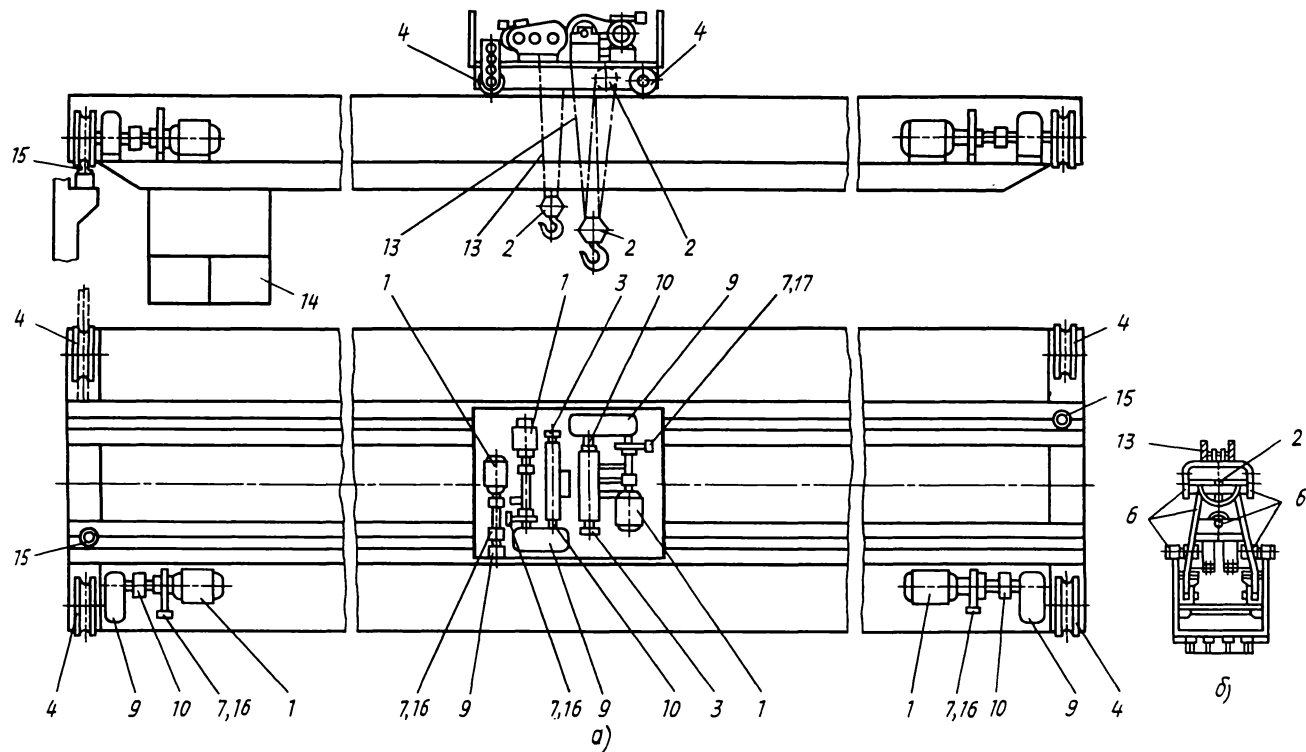


Рис. 112. Схемы смазывания механизмов мостового крана (а) и грейфера (б)

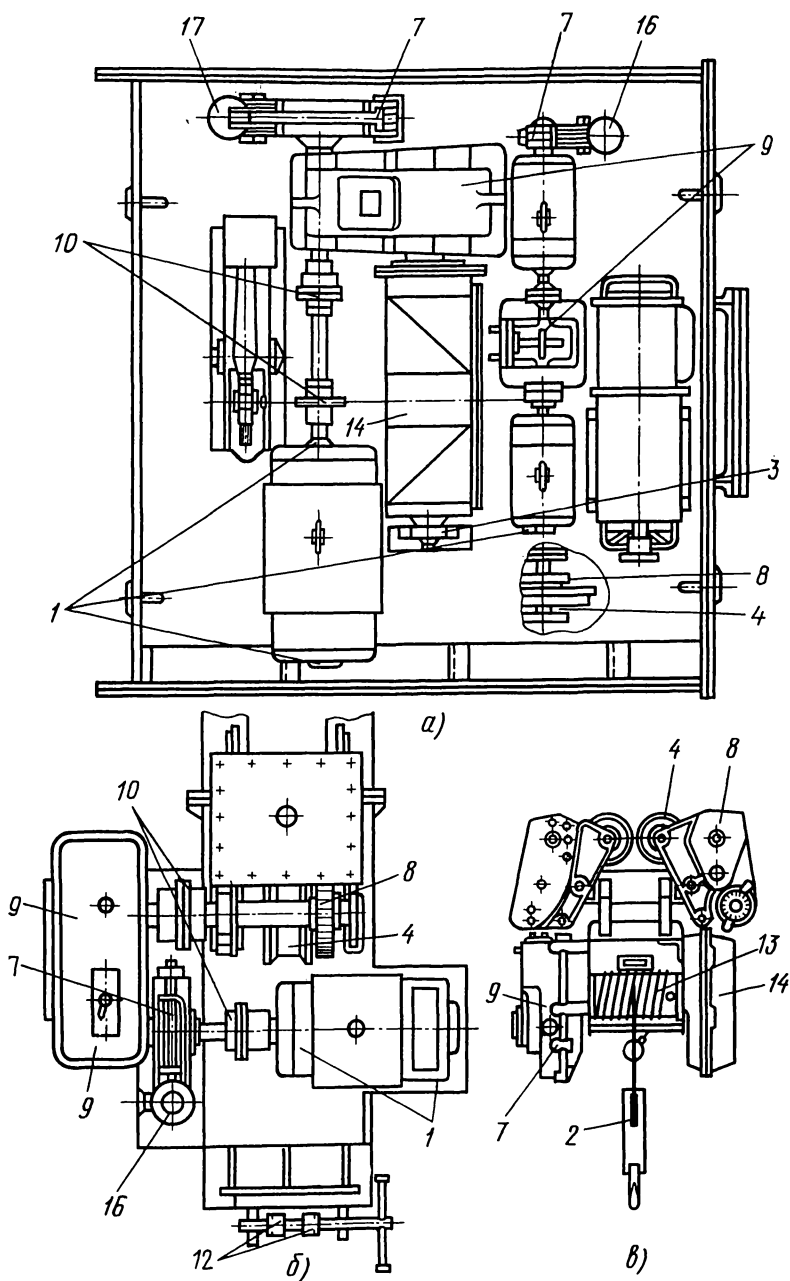


Рис. 113. Схемы смазывания механизмов козлового крана:
 а — грузовой тележки, б — опорной тележки, в — электротали

11. Типовая карта смазывания механизмов крана

Места смазывания по схеме (рис. 112; 113)	Наименование деталей и сборочных единиц механизмов	Условное обозначение смазочного материала и РЖГ по табл. 12 в зависимости от температуры, °C				Число точек смазывания на одну сборочную единицу, шт.	Указания по выполнению операции смазывания	Периодичность смазывания в часах машинного времени работы крана, ч
		—40 —20	—20 +5	+5 +20	+20 +50			
1	Подшипники качения: электродвигателей	5	3	1	7,1	2	Снять подшипниковые щиты, удалить отработанную смазку, промыть и заполнить полости свежей смазкой	5000
2	блоков	4	3	1	1	1,2	Отработанную смазку удалить, полости промыть и заполнить свежей смазкой	2500
3	барабана	4	3	1	1	2	Смазать шприцем для пресс-масленок	2500
4	ходовых колес	4	3	1	1	2	То же	2500
5	Кабельного барабана	5	3	1	7,1	2	»	5000
6	Подшипники скольжения	13	2	2	7,2	—	Поверхности очистить и нанести лопаточкой ровный слой смазки	2500
7	Шарнирные соединения	13	2	2	7,2	—	Смазать шприцем для пресс-масленок	320
8	Зубчатые передачи: открытые	14	14	11	11	1	Поверхности очистить и нанести лопаточкой ровный слой смазки	2500
9	закрытые (редукторы)	12	14	14	13	1	Проверить уровень масла по маслоуказателю; при необходимости долить; очистить сапун от грязи	2500 ¹¹² (замена) ₁₁₃
10	Зубчатые муфты	14	15	16	16	1	Проверить объем масла; при необходимости долить	630

(на рис. не показан)

Места смазывания по схеме (рис. 112; 113)	Наименование деталей и сборочных единиц механизмов	Условное обозначение смазочного материала и РЖГ по табл. 12 в зависимости от температуры, °С				Число точек смазывания на одну сборочную единицу, шт.	Указания по выполнению операции смазывания	Периодичность смазывания в часах машинного времени работы крана, ч
		—40 —20	—20 +5	+5 +20	+20 +50			
11 (на рис. не показаны)	Цепь привода кабельного барабана	15	13	1	1	1	Смазать при помощи масленки	1250
12	Винтовая пара противоугонного устройства	15	13	1	1	1	Поверхности очистить и нанести лопаточкой ровный слой смазки	1250
13	Стальные канаты	10	9	8	8	2...8	Очистить от отработанной смазки и нанести лопаточкой (кистью) ровный слой смазки по всей длине	320
14	Механические детали электроаппаратов	13	15	6,2	6,2	—	Смазать при помощи масленки (лопаточки)	630
15	Рельсы	11	11	11	11	1,2	Нанести лопаточкой (кистью) ровный слой смазки	Один раз в шесть месяцев
16	Электрогидравлические толкатели:							
	одноштоковые	18	18	17, 12	17, 13	1	Проверить уровень РЖГ, при необходимости долить до нижнего края заливного отверстия	1250 (замена)
17	двухштоковые	19	19	17, 12	17, 13	1		

12. Таблица смазывания

Условное обозначение смазочного материала и РЖГ	Смазочный материал и РЖГ	
	марка	ГОСТ, ТУ
	Смазочные материалы	
1	Солидол синтетический (С)	4366—76
2	Пресс-солидол С	4366—76
3	Солидол жировой УС-1	1033—79
4	ЦИАТИМ 201	6267—74
5	ЦИАТИМ 221	9433—80
6	УНИОЛ-2	23510—79
7	Литол-24	21150—75
8	Канатная № 39,	5570—69
9	Торсиол 55	20458—75
10	Смесь 55% мазута и 45% битума	—
11	Графитная УССА	3333—80
12	Веретенное АУ	1642—75
13	Индустриальное: И-30А, И-40А, И-50А	20799—75
14	Моторное: М-8А, М-8В ₁	10541—78
15	Трансмиссионное: ТА _п -15В, ТС _п -10	23652—79
16	Цилиндровое тяжелое 38,52	6411—76
	Рабочие жидкости гидро-систем РЖТ	
17	Трансформаторное ТК _п	892—80
18	Гидравлическое масло АМГ-10	6794—75
19	ВМГЗ	ТУ 38-101479—74

периодичность смазывания (табл. 11). Иногда для наглядности к карте смазывания прилагают схематический чертеж крана (схему смазывания), на котором цифрами указаны все смазываемые точки (рис. 112, 113). Таблица смазывания содержит сведения по смазочным материалам и РЖГ (табл. 12). В случае отсутствия на месте эксплуатации грузоподъемного крана рекомендуемых картой смазывания материалов допускается замена их другими с аналогичными свойствами. Смешивать смазочные материалы и РЖГ или применять различные марки одновременно **запрещено**.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение смазочных материалов и РЖГ?
2. Какие смазочные материалы и РЖГ применяют на грузоподъемных кранах? В чем состоит отличие их друг от друга?
3. Для смазывания каких деталей применяют масла и пластичные смазки? В каких условиях, почему?
4. Какие способы смазывания деталей применяют на кранах? Изложите их преимущества.
5. Как смазывают основные сборочные единицы крановых механизмов?

6. Как смазывают стальные проволочные канаты? С какой целью их перед смазыванием очищают и какими способами?
7. Какие требования необходимо соблюдать при выполнении смазочных работ и с какой целью?
8. Как заполняют корпус электрогидротолкателя РЖГ?
9. Что содержит карта смазывания грузоподъемного крана? Каково назначение таблицы и схемы смазывания?

Глава 14

ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВ

§ 84. ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

За качеством изготовления и безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин, основную категорию которых составляют краны, установлен постоянный технический надзор, осуществляемый Управлением по надзору за подъемными сооружениями Государственного комитета СССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзор СССР).

Госгортехнадзор СССР является союзно-республиканским комитетом и имеет в своем составе комитеты союзных республик, управления округов и районные инспекции.

Надзор установлен на предприятиях и в организациях всех министерств и ведомств. Порядок надзора определен Правилами по кранам — так по тексту учебника названы Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденные Госгортехнадзором СССР 20 декабря 1969 г. При проектировании, изготовлении, установке и эксплуатации кранов также следует руководствоваться данными Правилами.

Требования к электрооборудованию грузоподъемных кранов, питающихся от сети напряжением до 10 кВ и установленных на фундаменте или рельсовом пути, изложены в Правилах устройства электроустановок (сокращенно ПУЭ), утвержденных 21 января 1975 г.

При эксплуатации электрического оборудования кранов следует руководствоваться Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (сокращенно ПТЭ и ПТБ), утвержденными 12 апреля 1969 г. Госэнергонадзором Министерства энергетики и электрификации СССР.

Сооружение и эксплуатацию крановых путей следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 3.08.01—85 «Механизация строительного производства. Рельсовые пути башенных кранов», а заземление передвижных грузо-

подъемных кранов необходимо выполнять в соответствии с требованиями СН 102—76 (Инструкция по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках. М., Стройиздат, 1978).

Требования указанных Правил и инструкций обязательны для выполнения всеми организациями, независимо от их принадлежности к министерствам и ведомствам.

Администрация предприятия, на балансе которого находятся грузоподъемные краны, обязана обеспечить содержание кранов, съемных грузозахватных устройств и тары в исправном состоянии, обслуживание их обученным персоналом (крановщиками, стропальщиками, слесарями, электромонтерами) и соблюдение рабочими должностных инструкций.

На всех предприятиях, где применяют грузоподъемные машины, руководство (директор, главный инженер) должно назначить инженерно-технического работника по надзору, в обязанности которого входит проведение технических освидетельствований, а также контроль за выполнением администрацией цехов и участков требований Правил по кранам. Лицо, ответственное по надзору, должно быть подчинено главному инженеру предприятия или его заместителю по технике безопасности.

Администрация предприятия назначает также инженерно-технических работников, ответственных за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии и за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами.

§ 85. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВ

Техническую документацию по эксплуатации вместе с краномставляет завод-изготовитель. Согласно ГОСТ 2.601—68 в нее входят: паспорт крана, техническое описание, инструкция по эксплуатации, обслуживанию и монтажу, ведомость запасных частей, инструмента и принадлежностей.

Каждый кран, поступивший на предприятие с завода-изготовителя, должен иметь паспорт (ПС). В нем приведены основные параметры и характеристики крана, гарантированные заводом-изготовителем.

Техническое описание (ТО) предназначено для изучения крана и содержит описание его устройства и принципа действия, технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей машины.

Типовая инструкция по эксплуатации (ИЭ) содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации (транспортирования, хранения, работы и технического обслуживания) крана и поддержания его в постоянной готовности к действию. На основании инструкции завода-изготовителя

эксплуатирующее предприятие разрабатывает свою инструкцию по эксплуатации, которая отражает специфику работы на нем. Обычно в нее входят права, обязанности обслуживающего персонала; порядок приемки и сдачи смен; последовательность пуска и остановка машины, технологическая последовательность выполняемых операций; порядок технического обслуживания и устранения неисправностей; правила техники безопасности.

В инструкции по техническому обслуживанию (ИО) изложен порядок и правила выполнения технического обслуживания крана в различных условиях эксплуатации. Эта инструкция может входить в инструкцию по эксплуатации.

Бедомость запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП) устанавливает номенклатуру, назначение, количество и места укладки ЗИП и материалов, необходимых для эксплуатации и ремонта на начальной стадии использования крана.

На предприятии, эксплуатирующем краны, необходимо вести журнал периодических осмотров крана и крановых путей — крановый журнал. Записи в этом журнале производят слесари и электромонтеры, которым поручается осмотр кранов в сроки, установленные графиком планово-предупредительного ремонта. В журнале должны быть указаны лица, ответственные за исправное техническое состояние крана и его эксплуатацию, а также места их находжений. При отсутствии специального журнала в данный записывают сведения о состоянии съемных грузозахватных устройств и тары. Журнал является юридическим документом при решении вопросов, связанных с эксплуатацией, техническим состоянием и ремонтом крана, а также грузозахватных устройств. Форму журнала и характер записей в нем устанавливает администрация предприятия. Запись об устранении неисправностей производят лица, выполнившие эту работу.

Каждый кран должен иметь журнал приемки и сдачи смен машинистами (сменный вахтенный журнал) с пронумерованными страницами, в который заносят замечания по техническому состоянию крана. Ведение журнала должны ежедневно проверять механик и электрик цеха.

Кроме этих журналов администрация выдает машинисту производственную инструкцию, содержащую основные положения безопасного производства работ при эксплуатации и обслуживании крана. Крановый и вахтенный журналы вместе с инструкциями хранят в кабине управления краном, а при проведении капитального ремонта журналы и инструкцию по эксплуатации передают на ремонтное предприятие. Экземпляр производственной инструкции вывешивают в кабине управления вместе с краткой инструкцией по безопасности труда и противопожарной инструкцией, перечнем наиболее

часто перемещаемых грузов с указанием их массы, расположения центра тяжести и рекомендуемых схем строповки.

На мосту каждого крана должен быть вывешен плакат (трафарет), отчетливо видимый обслуживающему персоналу, с указанием грузоподъемности крана, регистрационного номера и даты следующего технического освидетельствования.

§ 86. РЕГИСТРАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ КРАНОВ

Все грузоподъемные машины, эксплуатируемые на предприятиях, подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора СССР. Регистрацию кранов производят на основании письменного заявления руководства предприятия и паспорта крана, а также актов проведения статических и динамических испытаний.

К этим документам прилагают выписку из приказов по предприятию о назначении лиц, осуществляющих надзор за содержанием крана в исправном состоянии, безопасной эксплуатацией и безопасным производством работ по перемещению грузов кранами, а также крановщика и стропальщика, которые будут работать на данном кране.

При регистрации кранов к паспорту прилагают акт, подтверждающий качество выполнения монтажных работ в соответствии с инструкцией завода-изготовителя по монтажу крана, подписанный ответственным представителем организации, монтировавшей кран. Кроме того, к паспорту прилагают чертеж установки крана с указанием расположения главных троллеев и посадочной площадки, безопасных расстояний и проходов, справку о том, что крановый путь рассчитан на работу данного крана.

Все грузоподъемные краны подвергают полному первичному техническому освидетельствованию, чтобы установить, что монтаж конструкций крана и его установка выполнены правильно, техническое состояние крана и его обслуживание соответствуют требованиям Правил по кранам и обеспечивают безопасную работу.

Периодичность технического освидетельствования следующая: частичное — через 12 мес эксплуатации и полное — не реже одного раза в 3 года. Полное техническое освидетельствование кранов должно производиться после капитального ремонта крана, замены механизма подъема груза и ремонта металлоконструкций с заменой расчетных элементов или узлов.

При полном техническом освидетельствовании производят осмотр крана, статическое и динамическое испытания. При

частичном освидетельствовании испытание крана грузом не производят. При осмотре крана проверяют в рабочем состоянии все механизмы и оборудование, приборы безопасности, тормоза и аппаратуру управления. Особенно тщательно осматривают металлоконструкции крана и состояние сварных соединений на отсутствие трещин и деформаций, крепление кабины, лестниц, площадок и ограждений. Проверяют состояние крюка и деталей его подвески; крепления канатов, состояние блоков, осей и деталей их крепления, надежность заземления и состояние крановых путей.

После устранения выявленных неисправностей кран подвергают испытанию грузом. Статическое испытание крана производят нагрузкой, на 25% превышающей номинальную грузоподъемность, при этом проверяют прочность всех элементов. Статическое испытание мостового и козлового кранов осуществляют при положении тележки посередине пролета, а консольного — на максимальном вылете грузовой тележки. Контрольный груз поднимают на высоту 200...300 мм от пола с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 мин. После опускания груза проверяют отсутствие остаточной деформации моста крана. У козлового крана с консолями отсутствие остаточной деформации моста проверяют как при установке тележки между опорами крана, так и при установке ее на консоли. При обнаружении остаточной деформации работать на кране не разрешают до выяснения причин деформации.

Динамическое испытание крана производят нагрузкой, на 10% превышающей грузоподъемность. Это испытание можно выполнять рабочим грузом поднятием и опусканием его на небольшую высоту. Одновременно проверяют действие всех механизмов и работу ограничителя верхнего положения подвески; у кранов, имеющих два и более механизма подъема груза, испытанию подлежит каждый из них.

Результаты испытаний заносят в паспорт за подписью лица, проводившего освидетельствование. Сюда же записывают право на дальнейшую эксплуатацию крана (при удовлетворительных результатах испытаний) и срок следующего освидетельствования.

§ 87. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ КРАНА К РАБОТЕ

Прежде чем приступить к работе, крановщик должен ознакомиться с записями в вахтенном журнале и принять кран, убедившись в исправности его механизмов и кранового пути.

Осматривать кран можно только при выключенном вводном устройстве. При этом проверяют исправность всех механизмов,

ходовой части, тормозов, наличие и исправность защитных ограждений, смазку всех механизмов, состояние узлов, исправность звуковой и световой сигнализации. Кроме того, производят внешний осмотр крана, проверяют исправность съемных грузозахватных устройств и наличие на них клейм и бирок с указанием грузоподъемности, даты испытания и номера (совместно со стропальщиком). Обязательно осматривают состояние троллеев (как главных, так и крановых).

Необходимо проверить наличие и исправность приборов и устройств безопасности (конечных выключателей, аварийного выключателя, звукового сигнала). Конечные выключатели проверяют, нажимая рукой на их рычаги. При этом проверяемая цепь управления механизмом крана должна быть обесточена (электродвигатель не включается). После освобождения рычаг должен возвращаться в исходное положение и замыкать проверяемую цепь управления. При этом только после возвращения рукоятки силового контроллера в нулевую позицию и нажатия пусковой кнопки КВ на вводном устройстве крана электродвигатель проверяемого механизма может быть повторно включен.

Перед пуском крана в работу крановщик должен убедиться, что на кране никого нет, а рукоятки всех аппаратов управления находятся в нулевых позициях. Только после этого можно дать звуковой сигнал, вставить в замок и повернуть ключ-марку, включить рубильник защитной панели, нажать кнопку «Пуск», проверить исправность всех электродвигателей крана, опробовать вхолостую его механизмы. Проверить работу ограничителя верхнего положения подвески и конечных выключателей пути движения тележки с моста.

Обнаружив неисправность во время осмотра, крановщик обязан, не приступая к работе, отключить рубильник, сделать соответствующую запись в вахтенном журнале и сообщить об этом лицу, ответственному за исправное состояние крана. Подготовку крана к работе заканчивают проверкой освещенности рабочей площадки в зоне действия крана.

Перед началом работы крановщик должен проверить у стропальщика наличие удостоверения на право производства работ, если последний приступил к работе впервые; в противном случае крановщик не должен приступать к работе. После приемки крана крановщик делает соответствующую запись в вахтенном журнале о результатах осмотра и после получения задания от лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов краном, приступает к работе.

Прием работающего крана и его осмотр производят совместно с крановщиком, сдающим смену, для чего администрация выделяет в конце смены 15...20 мин.

§ 88. ОБЯЗАННОСТИ КРАНОВЩИКА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНА

Наиболее совершенной системой эксплуатации мостовых и консольных кранов, управляемых из кабины, является марочная система, при которой управление (обслуживание, включая ремонт) кранов разрешено только лицу, получившему в установленном на предприятии порядке специальный ключ-марку. Ключ-марка выдается под расписку. При данной системе право включения крана для работы или производства на нем каких-либо работ дает только наличие на руках ключа-марки.

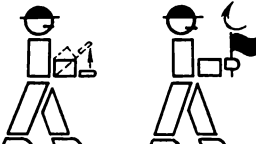
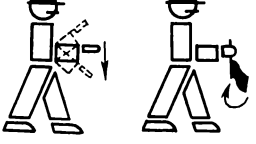
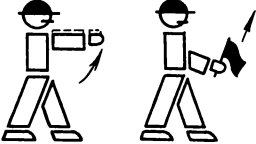
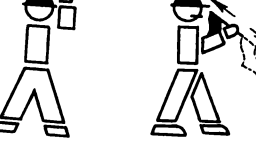
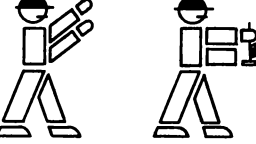
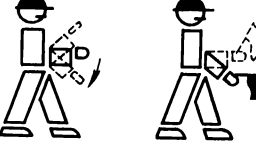
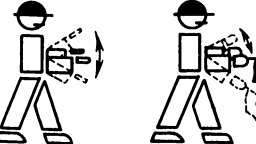
Крановщик обязан работать четко и аккуратно, не допуская аварийных ситуаций, простоев крана и своевременно устраняя возникающие неисправности. Он должен постоянно следить за техническим состоянием крана, включая крановые пути, работой механизмов и систем управления, своевременно ставить в известность лицо, ответственное по надзору за грузоподъемными кранами, обо всех обнаруженных неисправностях крана, устранение которых не входит в круг обязанностей крановщика, и регистрировать их в крановом журнале.

Крановщик должен точно и беспрекословно выполнять все указания лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов краном (производителя работ) или команды стропальщика (сигнальщика); рабочие движения крана крановщик должен выполнять только по команде (табл. 13). Он должен хорошо видеть подающего команду (стропальщика, сигнальщика). Команду «Стоп, прекратить движение» крановщик обязан выполнить независимо от того, кем она подана.

При передвижении моста крана (грузовой тележки), выполняемых по команде, запрещено выполнять рабочее движение в направлении подающего команду, если последний находится на пути возможного движения груза, т. е. в опасной зоне.

Крановщик должен подать звуковой сигнал перед началом выполнения любого рабочего движения крана, при подъезде к людям, перемещении грузов над проездами и местами прохода людей. Крановщик обязан следить, чтобы под висящим или под перемещаемым грузом не было людей. На кранах, управляемых с пола, звуковой сигнал не устанавливают.

Присутствие в рабочей зоне крана или на его металлоконструкции людей, не имеющих прямого отношения к работе, **категорически запрещено**. Люди, находящиеся в рабочей зоне крана по необходимости, не должны находиться: в пределах границы опасной зоны (под перемещаемым грузом), между перемещаемым грузом и конструкциями здания или оборудованием, в кузове или кабине автомобиля, платформе

Рабочее движение машины (команда)	Изображение	Выполнение команды
Поднять крюк или груз		Рука согнута в локте (на уровне пояса, перед грудью). Прерывистое движение руки (ладонью вверх) вверх или круговые движения флажком, направленным вверх
Опустить крюк или груз		Рука согнута в локте (на уровне пояса, перед грудью). Прерывистое движение руки (ладонью вниз) вниз или круговые движения флажком, направленным вниз
Передвинуть кран		Рука вытянута вперед ладонью по направлению требуемого движения. Движение руки в том же направлении. Рука с флажком, направленным в сторону требуемого движения, согнута в локте (на уровне пояса, перед грудью)
Передвинуть газовую тележку		Рука согнута в локте ладонью по направлению требуемого движения. Движение руки в том же направлении. Рука с флажком, направленным в сторону требуемого движения, согнута в локте (выше плеча)
Осторожно		Кисти вытянутых вперед рук обращены ладонями друг к другу. Флажок в правой руке (в положении подачи основной команды) и уперт в раскрытую ладонь левой руки.
Прекратить движение		Рука согнута в локте (на уровне пояса, перед грудью). Резкое движение руки с ладонью, обращенной вниз (или флажком), по горизонтали вправо и влево
Стоп (аварийная ситуация)		Руки согнуты в локтях (на уровне пояса, перед грудью). Резкое движение руками с ладонями, обращенными вниз (или флажком в правой руке), по горизонтали вправо и влево

и полувагоне при их погрузке, в зоне работы магнитных и грейферных кранов.

Необходимо помнить, что с целью обеспечения безопасного производства работ кранами **категорически запрещены**: вход (выход) на кран во время его работы; работа на неисправном кране; перемещение груза, масса которого неизвестна, подвешенного за один рог двурогого крюка либо находящегося в неустойчивом равновесии, либо заполняющего тару выше ее бортов; подъем груза, засыпанного грунтом, мусором, снегом, заложенного другим грузом: закрепленного болтами к основанию, залитого бетоном или примерзшего к основанию; подтаскивание груза по основанию (земле, рельсам), требующее отклонения канатов грузового полиспаста от вертикальной оси; совмещение работы основного и вспомогательного механизмов подъема груза крана; подъем людей на крюке (грейфере или перемещаемом грузе) и др.

В процессе работы крана крановщик должен следить за навиванием и укладыванием стального каната на барабанах лебедки. Витки каната должны ложиться на барабан ровно и не набегать на его реборды. Крановщик должен следить за тем, чтобы при крайнем нижнем положении крюковой подвески на барабанах лебедки оставалось не менее полутора витков каната. Повышенное внимание необходимо проявлять при опускании груза в колодцы или приямки. При этом следует применять инвентарные ГУ соответствующей длины.

Правила по кранам **запрещают эксплуатацию** грузоподъемного крана (крановщик не имеет права начинать работу на нем) по следующим причинам:

истек срок очередного периодического технического освидетельствования;

стропальщик не имеет квалификационного удостоверения или истек срок его переаттестации;

не устранены неисправности крана, обнаруженные в предыдущую смену и зарегистрированные в вахтенном журнале;

во время сдачи-приемки крана обнаружены неисправности крана;

отсутствует необходимое освещение рабочей зоны или самого крана.

Крановщик должен **прекратить работу** на кране в случае: возникновения неисправностей в механизмах крана;

ухудшения видимости вследствие дождя, тумана или снегопада;

повышения скорости (силы) ветра выше допустимой; получения команды «Стоп».

Если во время работы крана внезапно обнаружатся какие-либо неисправности в механизмах, появятся признаки износа деталей или обрыва прядей каната, крановщик обязан прекратить работу и опустить груз на землю. Если же опустить

груз на землю нельзя, крановщик должен принять все необходимые меры предосторожности, потребовать через стропальщика или другого лица ограждения места возможного падения груза, поставить в известность лицо, ответственное по надзору за кранами, и сделать запись в крановом журнале.

§ 89. ПОРЯДОК ОСМОТРА КРАНА ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ РАБОТЫ

После окончания работы машинист крана обязан оставить кран у посадочной площадки или места стоянки крана, поставить все рукоятки аппаратов управления в нулевые позиции, выключить главный рубильник, запереть замок защитной панели и вынуть ключ-марку.

Предварительно груз должен быть установлен в требуемом месте, а крюковая подвеска поднята в верхнее положение. Ковш грейфера следует установить на деревянные подкладки и закрепить от возможного смещения. Грузовые канаты должны быть ослаблены. Таким же образом следует установить и отцепить подъемный электромагнит, крюковую подвеску поднять вверх. Краны, работающие на открытых площадках, необходимо закрепить от возможного угона ветром.

По окончании смены машинист крана обязан проверить состояние крана и о всех замеченных недостатках в работе и дефектах сообщить сменщику. Кроме того, он должен сделать соответствующую запись в вахтенном журнале и обязательно отметить состояние тормозов, конечных выключателей, грузовых канатов, аппаратов управления и выполненные мероприятия по обслуживанию. Если канат имеет износ, близкий к предельному, необходимо указать степень износа и количество обрывов проволок согласно нормам браковки стальных канатов, а также место наибольшего износа.

При передаче смены после осмотра сдающий по смене крановщик с ведома принимающего кран включает главный рубильник и производит несколько пробных движений моста, тележки и крюковой подвески для подтверждения того, что кран находится в рабочем состоянии и конечные выключатели в исправности. Затем кран останавливают, выключают рубильник и принимающий кран в присутствии сдающего повторно проверяет состояние тормозов.

При сдаче смены машинист крана обязан передать ключ-марку сменщику. Когда кран работает в одну смену, машинист крана должен отключить главные троллеи, запереть на замок установленный внизу распределительный щит или ящик, где находится рубильник питания, и сдать ключ-марку в установленном порядке.

На сдачу и приемку смены кран останавливают на 15...20 мин. Для профилактического осмотра и смазывания крана особо выделяют время, но не менее 30 мин в смену.

Остановки крана на профилактический осмотр производят на месте, специально выделенном распоряжением по цеху, при этом с крана должны быть спущены предупреждающие плакаты с надписью «Проход запрещен» и установлены знаки 1.3 и 2.9 по ГОСТ 12.4. 026—76 (см. рис. 108).

Во время ежедневной остановки крана на профилактический осмотр крановщик обязан: смазать кран; проверить и отрегулировать все тормоза; проверить крепления всех соединений, состояние канатов и их креплений; состояние подшипников, крюков, осей, траверс, соединительных муфт и зубчатых передач, состояние конечных выключателей, блокировочных устройств и ограждений; сделать поверхностный осмотр металлоконструкций, очистку механизмов и уборку крана.

Производить осмотр, чистку, смазывание и ремонт крана во время его работы **категорически запрещено**.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные функции Госгортехнадзора СССР и содержание инструкции по эксплуатации крана?
2. Как часто и с какой целью производят техническое освидетельствование кранов?
3. Должен ли крановщик перед началом работы проверить исправность приборов и устройств безопасности крана?
4. В каких случаях крановщик не имеет права приступать к работе на кране?
5. В каких случаях крановщик должен прекратить работу на кране?
6. Что должен делать крановщик, если во время работы крана обнаружены неисправности механизмов?
7. Какие работы должен выполнить крановщик во время профилактического осмотра крана?

Глава 15

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ КРАНОВ

§ 90. ВИДЫ ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ГРУЗОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Все многообразие перемещаемых кранами грузов может быть разделено на несколько больших групп, связанных между собой общими характеристиками. К ним относятся тарноштучные грузы, сыпучие материалы, тяжеловесные грузы, металлы и металлоизделия, лесоматериалы. Особую группу составляют грузы, перемещаемые в контейнерах.

Тарно-штучные грузы отличаются большим разнообразием тары, массы, размеров и конфигурации отдельных мест. Тара, в которую упаковывают эти грузы, может быть жесткой, полужесткой и мягкой. Для сыпучих и других грузов, не подвергающихся деформации, применяют мягкую тару (мешки, кули, сетки, тюки). Сетки, сплетенные из проволоки или металлических лент, используют для упаковки грузов большого объема, например тюков хлопка.

Кроме того, грузы упаковывают в полужесткую и жесткую тару. Полужесткой тарой считают коробки, решетки и корзины. Жесткая тара предохраняет груз от давления извне. К ней относятся ящики, бочки, бидоны и др. Виды транспортной тары и их названия установлены ГОСТ 20186—74.

В деревянные и фанерные ящики упаковывают крепежные изделия, метизы, инструмент и приспособления, запасные части, электрооборудование. Ящики с крупными и тяжелыми частями оборудования при массе свыше 500 кг снабжают прочными салазками. Как правило, габариты ящиков должны быть кратны размерам автомобильных и железнодорожных средств перевозки.

В бочках и бидонах перевозят лакокрасочные и топливосмазочные материалы.

Большинство тарно-штучных грузов транспортируют пакетами. Под транспортным пакетом понимают укрупненную грузовую единицу, сформированную из более мелких и обеспечивающую в процессе перемещения и хранения возможность механизации подъемно-транспортных операций. В пакет укладывают, как правило, однородные грузы в одинаковой упаковке.

Листовой металл в пачках, обвязанных стальной лентой, собирают в пакеты, к основанию которых крепят деревянные бруски. Сортной металл длиной более 3 м упаковывают в пачки. В пачки массой до 80 кг упаковывают автоматную и пружинно-рессорную сталь, массой до 300 кг — латунные прутки, прессованные профили из алюминия и алюминиевых сплавов.

Навалочными называют массовые сыпучие грузы, хранимые и перемещаемые без упаковки: руда, уголь, строительные материалы.

К тяжеловесным относятся грузы с единичной массой свыше 500 кг: станки, автомобили, тракторы, различные изделия машиностроительной промышленности, элементы строительных конструкций и др. К тяжеловесным грузам также относят прокат черных и цветных металлов и изделия из них, транспортируемые в пакетах.

Чугунные чушки, отливки, металлолом перевозят навалом. Крупные отливки имеют петли или рым-болты для присоединения грузозахватных устройств.

Лесоматериалы подразделяют на круглый лес и пиломатериалы (доски, брусья, шпалы и др.). Круглый лес включает стволы всех видов деревьев с правильно опиленными торцами (бревна, столбы, кряжи, сваи). В зависимости от длины бревна делят на три группы: длинные — свыше 6,5 м, средние — 4...6,5 м и короткие — 1,5...2,5 м.

Большая часть грузов перевозится в контейнерах. Контейнеры бывают универсальные и специализированные.

§ 91. СПОСОБЫ СТРОПОВКИ ГРУЗОВ И РАБОТА СТРОПАЛЬЩИКА

Строповка (зацепка) — одна из самых ответственных операций по подъему и перемещению грузов.

Предназначенный для перемещения груз должен быть надежно застроплен в соответствии с утвержденными схемами. Если нет рекомендуемых схем строповки или специальных захватных устройств на грузе (рымов, петель, проушин, цапф), должны быть разработаны соответствующие схемы строповки (обвязки) грузов с указанием конкретных типов применяемых грузозахватных устройств, обеспечивающих надежное и безопасное перемещение грузов.

Схемы строповки грузов должны обеспечивать их надежное крепление, простоту, технологичность и безопасность выполнения строповки и исключать самопроизвольное смещение груза (выпадение) или расстроповку в процессе перемещения краном. Для грузов неправильной формы необходимо указывать положение центра тяжести.

Схемы строповки должны быть разработаны для групп сходных грузов: изделий, деталей и сборочных единиц. Графические изображения схем строповки типовых грузов следует вывешивать в местах производства работ или выдавать на руки крановщикам и стропальщикам (см. рис. 27).

При строповке конструкций между ребрами элементов и стропами надо ставить прокладки, предохраняющие канат от перетирания. Прокладки должны быть прикреплены к элементу или ветви стропа, чтобы исключить падение в момент установки элемента. При строповке надо следить за тем, чтобы петли стропов располагались по оси зева крюка, а сам крюк был установлен по центру груза.

Крановщику запрещается применять грузозахватные устройства, не имеющие клейма или бирки установленного образца, тару без указания ее назначения и грузоподъемности, а также приспособления, не зарегистрированные в соответствующем журнале.

На место установки груза, обвязанного стропами, необходимо предварительно уложить прочные прокладки для того, чтобы стропа можно было легко и без повреждений извлечь из-под груза.

Подъем и перемещение грузов, для которых специальные схемы строповки не разработаны, необходимо производить в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами.

Руководство предприятия должно обеспечить стропальщиков испытанными и промаркированными грузозахватными устройствами и тарой соответствующей грузоподъемности, а

также выделить для укладки грузов место, оборудованное необходимыми приспособлениями (прокладками, подставками и т. п.), и проинструктировать крановщика и стропальщика о порядке и габаритах складирования.

Стропальщик должен иметь понятие об устройстве обслуживаемого крана, уметь подбирать необходимые для работы строповочные канаты и цепи, знать установленный порядок обмена сигналами с крановщиком и указания по безопасному перемещению груза (приложение). Стропальщик должен знать нормы заполнения тары сыпучими, штучными и другими грузами, правила и нормы складирования грузов, нормы браковки канатных и цепных стропов, а также других грузозахватных устройств.

Перед началом работы стропальщик обязан проверить состояние грузозахватных устройств и изъять из употребления те из них, которые не отвечают условиям безопасности. Необходимо также проверить, хорошо ли освещены места производства работ и отсутствие на них людей. Кроме того, проверяют места складирования грузов.

Канатные стропы должны быть наложены на поднимаемый груз без узлов и перекрутки. При обвязке грузов с острыми краями необходимо применять подкладки для предохранения канатов от повреждения.

Прежде чем подать сигнал крановщику о подъеме или перемещении груза, стропальщик обязан убедиться в том, что никому не угрожает опасность, поднимаемый груз свободен, на нем нет незакрепленных деталей и инструмента, а сам груз во время подъема не может зацепиться. Убедившись в возможности беспрепятственного перемещения груза, стропальщик обязан сам отойти от груза в безопасное место и дать сигнал крановщику.

При подъеме или опускании груза вблизи стены или оборудования запрещается стропальщику находиться между грузом и частями здания или оборудованием, так как он может быть прижат грузом. Сопровождая перемещаемый груз, стропальщик должен идти впереди крана и удалять людей, могущих оказаться на пути транспортировки груза.

§ 92. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ НА КРАНЕ

Правильные способы подъема и перемещения грузов должны обеспечить выполнение двух основных задач: высокопроизводительную и безопасную работу крана.

Лицо, ответственное за безопасное перемещение грузов, обязано организовать работы, указать крановщику и стропальщику место, порядок и габариты складирования, объяснить специфику выполняемых работ и правила личной безопасности.

Перемещать груз в горизонтальном направлении можно

лишь при подъеме его на 0,5 м выше встречающихся на пути оборудования, штабелей груза и других предметов.

Опускать перемещаемый груз разрешено лишь на предназначенное для этого место, где исключается возможность падения, опрокидывания или сползания установленного груза. На месте опускания груза людей быть не должно. Удерживать от разворота или, наоборот, направлять длинномерные и габаритные грузы при укладке в штабель или погрузке в транспортное средство следует с помощью специальных крючьев, оттяжек и других приспособлений.

Безопасным следует считать такое расстояние от груза (в метрах), при котором находящийся рядом рабочий не может быть травмирован отцепившимся или сорвавшимся грузом. Когда это расстояние не может быть выдержано, стропальщик обязан выходить из транспортного средства после каждой выполненной операции. Руководство предприятия должно подготовить лестницы, переходные мостики, погрузочные эстакады. Укладку (снятие) грузов в транспортные средства необходимо производить без нарушения равновесия последних.

Работа кранов мостового типа, оснащенных электромагнитом или грейфером, существенно отличается от работы кранов с крюком. Особую опасность представляет внезапное обесточивание электромагнита и самопроизвольное раскрытие грейфера, когда возможно падение груза или его части. Опасной зоной в этом случае является весь пролет цеха, где работают указанные краны. Проход через опасную зону должен быть закрыт с установкой знаков 1.3 по ГОСТ 12.4.026—76 (см. рис. 108), а пребывание в ней людей запрещено. **Категорически запрещено** пребывание людей в транспортных средствах во время работы магнитных или грейферных кранов из-за возможного падения груза или прижатия рабочего к борту вагона при качании грейфера (магнита). Подсобные рабочие, обслуживающие грейфер (электромагнит), могут быть допущены к выполнению своих обязанностей только в перерывах работы крана, после опускания грейфера или магнита вниз и установки их на деревянные подкладки. Для надежности захвата груза и снижения динамических нагрузок на кран включение электромагнита производить только при нахождении магнита на грузе. Выключать питание электромагнита и сбрасывать груз разрешено с высоты не более 1 м. Исключение составляют электромагнитные краны, работающие со специальным шаром для разбивания металлолома в копровых цехах.

Учитывая переменную подъемную силу электромагнита в зависимости от вида груза, его формы, свойств и температуры, администрация предприятия должна принять меры предупреждения перегрузки крана (четко указать крановщику размеры, массу и способ захвата допустимого количества перемещаемых болванок, чушек или плит).

Порядок складирования и хранения материалов, изделий, приборов и оборудования регламентирован СНиП III-4—80. Грузы, размещаемые вблизи железнодорожных и крановых рельсовых путей, должны быть расположены в соответствии с требованиями ГОСТ 9238—83 и нормативно-технической документации, утвержденной Госгортехнадзором СССР.

Транспортируемые и выгружаемые грузы размещают и хранят в зависимости от свойств на открытых платформах и площадках или в крытых складах.

Складирование материалов и оборудования на открытых складах производят по разработанным и утвержденным технологическим картам с указанием на них мест и размеров складирования, а также размеров проходов. Технологическая карта складирования выполняется в виде плана склада, на котором обозначены место и размеры штабелей грузов, проходы для людей, подъездные пути железнодорожного и автомобильного транспорта, пути рельсовых кранов (козловых, мостовых, башенных) и зоны действия кранов, места установки транспорта под погрузку и т. п.

На открытых платформах и площадях размещают грузы, не боящиеся атмосферных осадков: навалочно-насыпные (уголь, руда, торф, строительные материалы и др.), круглый лес, контейнеры.

Навалочно-насыпные грузы укладывают в штабеля, высота которых зависит от угла естественного откоса груза, характеризующего его сыпучесть. Для предотвращения осыпания штабеля этих грузов должны иметь ограждения в виде подпорных стенок. Штабеля должны располагаться на безопасных расстояниях: от кромки проезжей автодороги — 1,5 м, от головки рельса кранового пути — 2 м, от головки железнодорожного рельса при высоте штабеля до 1,2 м — 2 м, а при высоте штабеля — 2,5 м от ограждения площадки — 3 м.

Контейнеры складируют на специальных контейнерах-складах, оборудованных козловыми кранами (рис. 114). Контейнеры размещают длинной стороной вдоль площадки дверями друг к другу с зазором между контейнерами 0,15...0,20 м. Два ряда контейнеров, расположенных поперек площадки, образуют сектор. Между секторами оставляют проходы 0,6 м, через каждые 100 м длины фронта предусматривается противопожарный разрыв 10 м. В зависимости от погрузочно-разгрузочных машин и покрытия площадки контейнеры размещают в один или два яруса.

Листовой металл при строповке вручную складируют на высоту не более 2 м. Листовой металл в пачках укладывают стопками одна на другую с прокладками между ними, если пачки не снабжены брусками. Цветные металлы хранят в па-

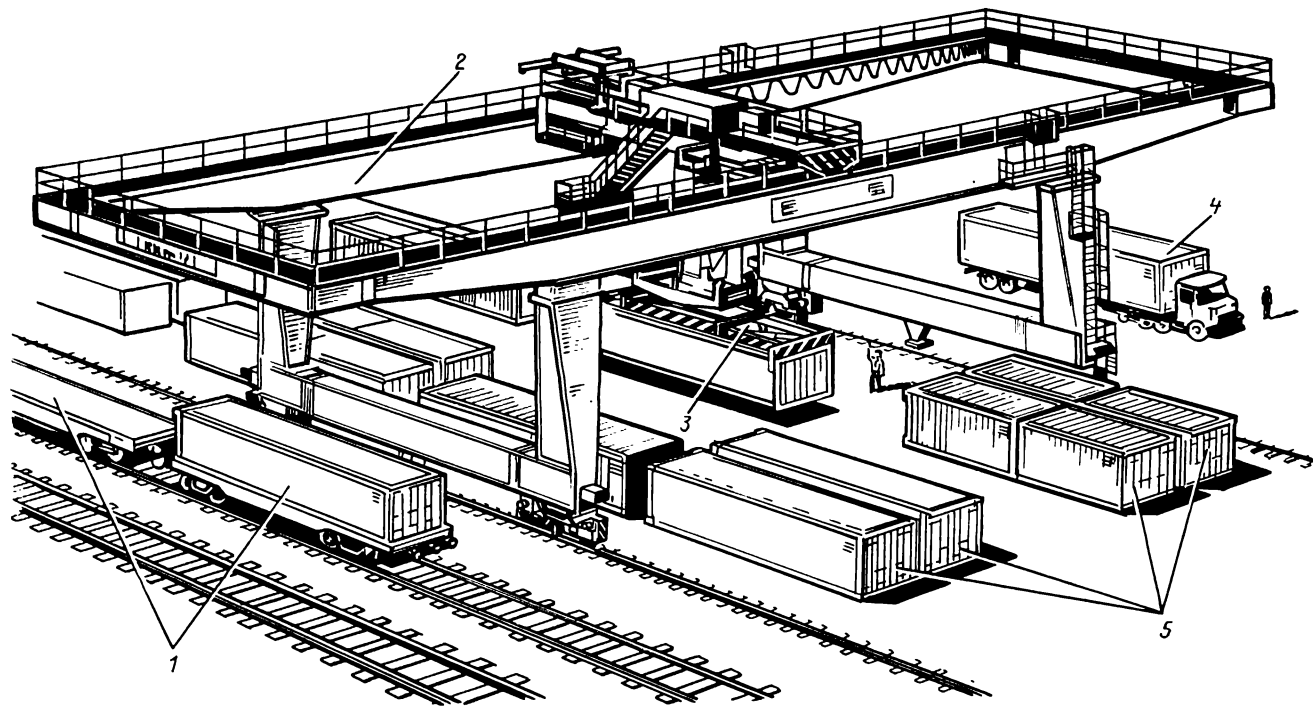


Рис. 114. Площадка контейнерного склада:

1 — железнодорожный транспорт, 2 — козловой кран-перегрузчик, 3 — спредер, 4 — автомобильный транспорт, 5 — контейнеры

кетированном виде. Длинномерный сортовой металл, трубы малого диаметра и другие укладывают в стоечные, елочные стеллажи или в штабеля высотой до 3 м.

Штабелирование тарно-штучных грузов необходимо производить ящиками одинаковой формы и размера. Крайние ряды ящиков следует для большей устойчивости устанавливать с небольшим уклоном внутрь штабеля. Ящики массой до 100 кг укладывают так, чтобы через каждые 1,5 м высоты, а массой свыше 100 кг — через каждые 2 м высоты образовывался уступ шириной не менее 1,3 м.

Бочковые грузы укладывают в штабеля двумя способами: установкой бочек на торец или на образующую (в горизонтальном положении). Высота штабелей при обоих способах складирования механизмами с нахождением людей на штабеле не должна превышать 3...5 м.

§ 94. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА КРАНОВЩИКОВ И БРИГАДНЫЙ ПОДРЯД

Научная организация труда на производстве способствует повышению производительности, сокращению простоев. На предприятиях имеются типовые проекты организации труда на рабочих местах для различных профессий. В типовых проектах для каждой профессии имеется карта организации труда на рабочем месте.

Бригадный подряд применительно к профессии крановщика возможен в составе технологической комплексной бригады на любом производстве. Суть этого прогрессивного метода с точки зрения повышения качества труда, производительности можно иллюстрировать на примере комплексных бригад копрового цеха Магнитогорского металлургического комбината (ММК).

В целях повышения производительности труда, улучшения трудовой и технологической дисциплины, высокого качества работы по разделке и погрузке мультимедийных составов габаритным металлоломом, а также очистки парка МПС в копровом цехе ММК создана сменная комплексная бригада. Руководство сменной комплексной бригадой возлагается на мастера. В состав бригады входит 9 газорезчиков, 16 машинистов крана, 4 стропальщика, 2 электромонтера, слесарь-ремонтник, бригадир. В бригаде создан Совет бригады в количестве 5 человек, который в своей работе руководствуется типовым положением о Совете бригады.

Оплата труда бригады устанавливается бригадная сдельно-премиальная с распределением среднего заработка и премии по коэффициенту трудового участия (КТУ). Ежемесячно бригаде устанавливается план в тоннах по разделке лома и отгрузке

его в мартеновские цехи, а также норма по очистке железнодорожных вагонов МПС.

Каждой категории работающих при перевыполнении норм выработки на определенную величину сверх установленного норматива (или ниже норматива) базовый КТУ увеличивается (уменьшается) на 0,1.

Нормой выработки учтены все простые кранов в ремонте и профилактике, поэтому при любом количестве кранов в работе нормы и сдельные расценки не изменяются, за исключением ввода в эксплуатацию новых кранов. Выполнение норм выработки определяется, исходя из занормированного и фактически отработанного времени в человеко-часах и отгрузки металлолома в тоннах.

За выполнение и перевыполнение плана поставок металлолома в мартеновские цехи и выполнение заказов по номенклатуре поставок все рабочие бригады получают премию.

§ 95. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРАНОВ

К специальным видам относят работы, не связанные с обслуживанием основного технологического процесса промышленного предприятия (не являющиеся повседневной технологической операцией), а именно: одновременную совместную работу двух кранов, установленных в одном пролете цеха; кантование и подтаскивание грузов; подъем и перемещение баллонов с газом, а также производство каких-либо работ персоналом, находящимся на мосту грузоподъемного крана.

В процессе строительства, реконструкции или ремонта промышленного предприятия при монтаже (демонтаже) технологического оборудования часто возникает необходимость перемещать грузы, превышающие по массе грузоподъемность установленных в пролетах грузоподъемных кранов. В этом случае администрация предприятия разрабатывает условия и порядок подъема (перемещения) груза двумя (несколькими) совместно работающими кранами — спаренная работа кранов. Основным условием спаренной работы кранов является требование, чтобы рабочая нагрузка, приходящаяся на каждый кран, не превышала его паспортную грузоподъемность.

В зависимости от места положения центра тяжести перемещаемого груза, его конфигурации и параметров грузоподъемных кранов разрабатывают схему строповки груза. При необходимости применяют балансирующую траверсу, распределяющую вес груза в соответствии с грузоподъемностями кранов. Для спаренной работы рекомендуется применять однотипные грузоподъемные краны (желательно одной марки), имеющие одинаковые грузоподъемность, скорость подъема груза и другие параметры. Во всех случаях необходимо обеспечивать требуе-

мое распределение веса груза между кранами, вертикальное положение грузовых полиспастов и горизонтальное положение перемещаемого груза.

Применение грузоподъемных кранов для кантования-переворачивания груза на основании на другую сторону, например при сварке металлоконструкций, разрешено при отсутствии специальных кантователей по заранее утвержденным схемам производства работ. Указанные схемы должны содержать основные приемы производства работ, последовательность их выполнения, схемы строповки кантуемого груза, расположение и размеры кантовой площадки, вид амортизирующего покрытия (дощатый или бревенчатый настил и т. п.), а также указания по безопасному ведению работ.

Подтаскивание (горизонтальное перемещение) груза по земле, полу или рельсам при помощи грузоподъемного крана, вызывающее отклонение грузового полиспаста от вертикальной оси, **категорически запрещено**. В случае необходимости передвижения платформ, вагонеток или рельсовых тележек при помощи крана мостового типа необходимо применять отводные блоки, закрепленные в полу цеха. При этом тяговый канат огибает отводной блок и крепится на крюке крана, обеспечивая вертикальное положение грузового полиспаста.

Все виды специальных работ с применением грузоподъемных кранов являются работами повышенной опасности. Поэтому их выполняют по наряду-допуску под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами. Необходимым условием также является абсолютная исправность крана, большой опыт и высокая дисциплина крановщиков и обязательный инструктаж всех исполнителей работ.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют перемещаемые грузы?
2. Что такое строповка грузов и как ее выполняют?
3. С какой целью при строповке грузов применяют инвентарные подкладки?
4. В каких случаях разрабатывают специальные схемы строповки груза?
5. Каковы основные правила перемещения грузов кранами?
6. Как организуют складирование грузов на площадках?
7. Что обеспечивает научная организация труда крановщиков? Как организуют бригадный подряд?
8. Какие виды работ, выполняемых грузоподъемными кранами, относят к специальным и почему?
9. Как организуют, осуществляют и выполняют специальные виды работ?

ОХРАНА ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВ

§ 96. ОХРАНА ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Организация охраны труда на предприятии является одной из важнейших задач и обязанностей администрации, которая должна обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать условия работы, соответствующие требованиям охраны труда. Трудовое законодательство устанавливает полную ответственность руководства предприятия (директора и главного инженера) за организацию труда в целом по предприятию. Ответственность по подразделениям возложена на соответствующих руководителей (начальников цехов, участков, мастеров и др.). Непосредственное руководство по организации охраны труда осуществляет главный инженер предприятия.

Конкретная работа в области охраны труда предусматривается коллективным договором, ежегодно заключаемым между администрацией предприятия и местным комитетом профсоюза по поручению коллектива. КЗоТ РСФСР возлагает на администрацию предприятия или ее соответствующие службы проведение инструктажа рабочих и служащих по вопросам безопасности труда, производственной санитарии и противопожарной охраны, а также осуществление постоянного контроля за соблюдением работниками всех нормативных документов по охране труда. Инструктаж и обучение рабочих безопасным приемам и способам работы обязательно должны проводиться на всех предприятиях независимо от характера и степени опасности выполняемых работ, а также квалификации и стажа работы.

В свою очередь, на рабочих и служащих возложены следующие обязанности: неукоснительное выполнение всех действующих нормативных документов и обязательное применение индивидуальных средств защиты.

Основные факторы, определяющие безопасную эксплуатацию крана, учтены при разработке его конструкции и изложении в соответствующих разделах учебника. Вопросы безопасной эксплуатации кранов также рассмотрены выше. Погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002—75, 12.3.009—76. Правил по кранам и др. Места производства работ должны быть ограждены и оснащены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026—76. При этом необходимо следить, чтобы масса груза не превышала паспортную грузоподъемность крана. Кран должен работать в паспортном режиме, применять кран для работы в более тяжелом режиме категорически запрещено.

Управление современными грузоподъемными кранами не требует от крановщика приложения значительных физических усилий, но требует предельной собранности, абсолютного внимания, уравновешенного характера, высокой личной дисциплины и персональной ответственности, т. е. черт, зависящих от индивидуальных психоэмоциональных особенностей конкретного человека. Нетрудно предвидеть, что крановщик с неуравновешенным характером в сложной обстановке при внезапно возникшей опасности скорее всего придет в состояние замешательства (крайнего возбуждения), парализующее его волю и способность реально оценить возникшую ситуацию, что не позволит ему принять единственное правильное решение по предотвращению аварийной ситуации. Другими словами, крановщик должен быть внимательным, собранным, хладнокровным, волевым, находчивым и решительным человеком с хорошей физической подготовкой и быстрой реакцией, что позволит ему производительно и безопасно работать на грузоподъемном кране. Именно эти черты характера должны развиваться в себе будущие крановщики.

Следует помнить, что работоспособность и основные психофизиологические характеристики человека (внимание, восприятие, реакция и мышечная сила), определяющие его способность к управлению грузоподъемным краном, не постоянны во времени. Они имеют периодические подъемы и спады, которые называют *биоритмами*. Поэтому крановщик не всегда способен одинаково хорошо выполнять операции по управлению краном. Наиболее продуктивным является рабочее время с 7 до 11 ч и с 18 ч. С 14 до 15 ч, а также около 3 ч утра наблюдается критическое снижение производительности. В это время наблюдается наибольшее число ошибок управления. Некоторые люди способны работать наиболее активно, наоборот, в вечернее и ночное время. Индивидуальные особенности организма следует учитывать при составлении графиков сменной работы. Большинство аварий и несчастных случаев, связанных с работой грузоподъемных кранов, происходит в результате неправильных действий крановщика, т. е. по его вине. Основные причины: невнимательное отношение к работе, небрежность, незнание или недостаточный учет собственных психофизиологических особенностей или возможностей грузоподъемного крана в исключительных (особенных) условиях.

В процессе управления краном решающее значение имеют органы чувств крановщика. Так, основную информацию (до 80%) крановщик получает зрительно, поэтому хорошее зрение для крановщика особенно важно, что обязательно учитывает медицинская комиссия.

Говоря о зрении, следует отметить способность глаз приспосабливаться к изменениям освещенности — *адаптацию* (от латинского слова — приспособление, прилаживание). Необходимо помнить, что адаптация происходит во времени, а не мгновенно. Так, при переходе от темноты к свету, глаза адаптируются примерно за 3 с, а при обратном переходе (от света к темноте) на адаптацию требуется уже 10 с. Особую опасность таит в себе перенапряжение зрения в сочетании с монотонными движениями по управлению краном и неподвижным положением тела крановщика. Именно эти три фактора в значительной мере определяют его работоспособность. Поэтому крановщик во время работы не должен перенапрягать зрение, должен периодически менять положение тела, вставать и делать производственную гимнастику во время технологических перерывов в работе.

Органы слуха помогают крановщику вовремя обнаружить посторонние звуки, связанные с возникновением неисправности в работе механизма (например, скрип, удары, гудение, повышенный шум). Органы обоняния регистрируют характерные запахи, связанные с повышением температуры (например, перегрев фрикционных накладок колодок тормозов, электроаппаратов, межвитковое замыкание в их обмотках и др.). С помощью органов осязания крановщик может обнаружить отдельные неисправности в аппаратах управления (заедание рукояток и кнопок при переключении), повышение температуры отдельных сборочных единиц (например, при касании ладонью руки к корпусам электродвигателей, редукторов, подшипников), толчки и вибрации (нарушение соосности вращающихся деталей, выкрашивание зуба зубчатой передачи, износ подшипников и др.), ощущаемые в кабине управления или при касании рукой к корпусам сборочных единиц. Таким образом, органы чувств позволяют крановщику постоянно контролировать работу механизмов в процессе эксплуатации, поэтому их необходимо постоянно тренировать и учиться правильно использовать.

Не последнюю роль в обеспечении безопасной работы грузоподъемного крана играет степень утомления крановщика, зависящая, в свою очередь, от его физического состояния, фактического времени работы в смену и характера выполняемой работы, конструктивных особенностей машины, продолжительности и качества предшествующего отдыха, характера работы, выполненной до начала смены, и прочих факторов.

§ 98. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Поражение человека электрическим током возникает при замыкании электрической цепи через тело, т. е. в случае прикосновения человека к двум точкам электрической цепи, между

которыми имеется некоторое напряжение (электрический потенциал), как правило, это один электрический провод и земля. В трехфазных сетях переменного электрического тока возможно включение тела человека в цепь между двумя проводами.

При выполнении работ с аппаратами, находящимися под напряжением до 1000 В, необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками и галошами, либо стоять на изолирующем резиновом коврикe или подставке и применять специальный инструмент и приборы с изолированными (безопасными) ручками. Во избежание возможного поражения электрическим током прикасаться к контактным зажимам, выводам и оголенным проводам **категорически запрещено**.

Диэлектрические перчатки, галоши, боты, коврики и сапоги изготовляют из резины специального состава, обладающей высокой электрической прочностью и хорошей эластичностью.

Пострадавшего от поражения электрическим током прежде всего следует освободить от действия тока и оказать доврачебную помощь. При освобождении следует иметь в виду, что прикасаться к пострадавшему голыми руками (без защитных средств) нельзя, так как освобождающий неминуемо окажется под действием электрического напряжения. Поэтому лучше всего отключить питающую сеть либо перерубить провода. Если невозможно обесточить электрическую цепь, необходимо оттянуть пострадавшего от токоведущих частей сухими (изолирующими) предметами: досками, палками, веревками или одеждой. Спасающий должен стоять на сухом месте или на изоляторе. До прибытия врача на пострадавшем следует растегнуть одежду, растереть ему тело, дать понюхать нашатырный спирт и при необходимости делать искусственное дыхание.

Основные противопожарные мероприятия. Горением называют сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества с кислородом воздуха, в результате которого выделяется тепловая и световая энергия. В особых условиях окислителем в процессе горения может служить не только кислород, но и азотная кислота, хлор и другие химические элементы. Кроме того, многие взрывоопасные вещества могут разлагаться без поглощения кислорода — взрываться (быстрое горение) с образованием теплоты и света.

Процесс горения может возникнуть при наличии импульса, вызывающего воспламенение. Таким импульсом может быть: открытое пламя, накалившая поверхность металла, лучистая энергия, искра, а также скрытые (несветящиеся) источники — силы трения, удар, адиабатическое сжатие и др. Процесс горения может возникнуть и протекать при наличии трех факторов; горючего вещества, окислителя и источника воспламенения. Горючее вещество и окислитель создают горючую систему, которая под действием источника воспламенения может загореться и послужить причиной пожара. Смеси газов и паров

с воздухом могут гореть лишь при определенных объемных соотношениях. В замкнутых объемах возникает большая вероятность образования пожароопасных смесей. В этих случаях скорость горения велика и может привести к взрыву, что является наиболее опасным случаем горения.

При работе грузоподъемных кранов основными источниками возникновения пожара могут быть неисправности собственно кранового оборудования (преимущественно электрооборудования) и нарушения правил подъема и перемещения грузов (особенно взрыво- и пожароопасных). Чаще всего перегреваются и способны загореться обмотки тормозных электромагнитов переменного тока типа МО-Б крановых механизмов. Причины их перегрева: неплотное прилегание якоря к магнитопроводу в результате неправильной регулировки, заедания или перекоса якоря в шарнире и загрязнение поверхности магнитопровода. Реже перегреваются обмотки электродвигателей в результате неправильной регулировки тормозов, разрушения подшипников и задевания ротора за статор. Очевидно, что причиной загорания может быть короткое замыкание в цепи кранового электропривода. Все современные грузоподъемные краны имеют в схемах специальные защитные устройства, предотвращающие негативные последствия короткого замыкания (назначение, конструкции и работа данных устройств изложены в соответствующих разделах учебника). При обнаружении на кране очага загорания необходимо прежде всего отключить вводное устройство, если до того времени не сработала защита крановой защитной панели.

При эксплуатации крановых механизмов применяют различные нефтепродукты: масла и смазки, керосин для промывки и др., которые при определенных условиях могут самовозгораться. Например, обтирочные концы и ветошь, пропитанные маслом, могут самовоспламениться при хранении свыше 8 ч. Поэтому категорически запрещено иметь на кране запасы смазочных материалов, керосина, обтирочных концов и др. Также запрещено применять для чистки механизмов бензин, ацетон и другие легковоспламеняющиеся жидкости. Чистку крановых механизмов следует проводить только при отключенном вводном устройстве не только во избежание возможного поражения работающих электротоком, но и с целью исключения загорания применяемых материалов от электрической искры. Освещение ремонтной зоны должно быть только от электросети напряжением 12 В. Применение открытого огня, спичек, факелов или фитилей **категорически запрещено**.

В настоящее время строительными нормами Госстроя СССР по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности производства подразделяются на шесть категорий. СНиП II-90—81 категории А и Б — взрывопожароопасные производства; В, Г, Д — пожароопасные и Е — взрывоопасные. Краны мостового

типа относят к категории Д — несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии. Однако фактическая пожароопасность конкретного крана будет соответствовать категории того производства, в котором кран эксплуатируется.

Для быстрого предотвращения горения при пожаре необходимо выполнить два основных условия: прекратить доступ воздуха (кислорода) в зону горения, так как горение возможно при содержании кислорода в воздухе не менее 14% (естественное содержание кислорода в воздухе 21%), охладить зону горения ниже температуры самовоспламенения (в этом случае процесс горения прекращается даже при наличии достаточного количества воздуха).

Вещества, введенные в зону горения и нарушающие условия процесса горения, называют огнегасительными веществами: вода, водяной пар, песок, химические средства тушения пожара и др. Воздействие этих средств на процесс горения зависит от физико-химических свойств горящих материалов и способов их применения.

Тушение пожара на кране осложнено изоляцией крановщика от других участников производственного процесса при нахождении крана посередине пролета и трудностью оказания ему практической помощи. Поэтому при обнаружении очага возгорания на кране крановщик обязан прекратить работу, отключить вводное устройство, поставить в известность администрацию цеха и, не дожидаясь помощи, приступить к ликвидации очага загорания. Для тушения пожара на кране применяют имеющиеся углекислотные огнетушители одной из трех марок: ОУ-2, ОУ-5 или ОУ-8 (цифры указывают водную емкость баллона в литрах). Время действия огнетушителя при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ — 25...40 с; длина струи 1,5...3,5 м. Для приведения огнетушителя в действие необходимо направить раструб в сторону очага горения и повернуть запорный вентиль против часовой стрелки.

При тушении пожара на кране запрещено применять пенные огнетушители марок ОП-3, ОП-4, ОП-5, так как выпускаемая огнетушителем струя электропроводна и может вызвать поражение работающего с огнетушителем человека электрическим током.

§ 99. ВНЕЗАПНАЯ ОСТАНОВКА КРАНА

В случае непредвиденной (аварийной) остановки мостового или консольного крана среди пролета цеха (не у посадочной площадки), например, при внезапном отключении электроэнергии, крановщик обязан выключить все аппараты управления, вынуть ключ-марку из замка вводного устройства, повесить на нем плакат, предупреждающий «Не включать — работают люди!» и принять меры, исключающие самопроизвольное

опускание груза. Затем через стропальщика (других рабочих) сообщить лицу, ответственному за безопасное производство работ по перемещению грузов краном, о непредвиденной остановке крана и предполагаемых причинах остановки. После этого крановщик обязан подняться на галерею моста, опустить на веревках на высоту не более 2 м от пола предупреждающие плакаты «Прохода нет — кран на ремонте!», встретить на кране слесарей и электриков-ремонтников (ремонтных рабочих), вручить им ключ-марку, дающую право на производство ремонтных работ, и принять участие в ликвидации причин остановки крана. При этом необходимо помнить, что кабина управления краном расположена на высоте, поэтому вход на кран и выход с него людей сопряжены с определенной опасностью. Существующие грузоподъемные краны не оснащены специальными устройствами для подъема (опускания) людей на кран и вопросы безопасного входа (выхода) с крана решает администрация предприятия (цеха) в каждом конкретном случае отдельно. Крановщик и ремонтные рабочие должны пройти специальный инструктаж и хорошо знать простые и безопасные способы входа (выхода) с крана и применяемые средства.

В зависимости от конструктивных особенностей промышленного здания, в котором эксплуатируют кран, а также количества кранов, работающих в одном пролете, вход (выход) людей с крана может быть осуществлен различными способами. Наиболее простой и надежный способ подъема людей на кран — по проходным подкрановым галереям, расположенным вдоль кранового пути на уровне подкрановых балок, обычно со стороны, противоположной главным троллеям. При наличии в одном или в соседнем пролете других кранов один из них подъезжает на малой скорости на минимально допустимое расстояние к остановившемуся крану, подавая при этом звуковые сигналы. Крановщик выключает все аппараты управления на работающем кране и помогает людям перейти с галереи моста своего крана на остановившийся кран. При этом обязательно применяют предохранительные пояса и страхующие веревки. Часто для указанных целей применяют инвентарные передвижные ремонтные вышки (люльки), леса и другие устройства.

Если высота кранового пути не превышает 6 м, можно применить инвентарную приставную лестницу, установленную под углом $\pi/6$ рад к вертикальной оси с обязательным креплением лестницы к кабине управления краном или веревочную лестницу.

После устранения причин внезапной остановки крана крановщик обязан получить от ремонтных рабочих ключ-марку, поднять на кран предупреждающие плакаты, убедиться в том, что все применявшиеся вспомогательные устройства (вышки,

лестницы) убраны и не будут мешать работе крана, произвести опробование работы крана, передвинуть кран к посадочной площадке, высадить ремонтных рабочих, а затем продолжить работу.

§ 100. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В практическом отношении под окружающей средой понимают человека и природу, которые тесно связаны между собой, так как деятельность человека вольно или невольно влияет на природу — преобразует ее, поэтому необходимо строго оценивать и контролировать это влияние. Под охраной окружающей среды подразумевают совокупность мероприятий, направленных на рациональное использование природных ресурсов и на предотвращение их хищнического расходования и загрязнения природы продуктами деятельности человека. Указанные направления изучает новая молодая наука — *экология* (от греческого слова — дом, жилище) — наука об отношениях растительных и животных организмов между собой и с окружающей средой.

Очевидно, что необходимость охраны окружающей среды от воздействия современной бурно развивающейся промышленности продиктована прежде всего заботой о самом человеке и закреплена основным законом нашего государства — Конституцией СССР. В целях усиления деятельности по охране окружающей среды ЦК КПСС, Президиум Верховного Совета СССР и Совет Министров СССР первыми в мире приняли в последние годы ряд законов и постановлений, определяющих правила и организацию контроля использования земельных и водных ресурсов, обеспечение чистоты атмосферы и ряд других.

Современный грузоподъемный кран в процессе работы является достаточно активным источником различных загрязнений:

материальных: твердых — пыль, продукты износа деталей и жидких — при утечке смазочных материалов и РЖГ; энергетических — тепловые выделения при нагревании сборочных единиц механизмов, шум и вибрация при возникновении неисправностей в механизмах и при подаче звуковых сигналов, а также электромагнитные поля, наводимые при работе кранового электрооборудования. Перемещаемые грузы также могут служить источником различных загрязнений.

Очевидно, что в проблеме охраны окружающей среды существуют два основных направления:

активное — ликвидация источников загрязнения, включающее рациональные и безопасные приемы управления грузоподъемным краном, правильное и своевременное регулирование механизмов и выполнение регламентных работ по ТО и

ремонт кранов, уменьшение силы звука и длительности подачи звуковых сигналов и пр.;

пассивное (защитное) — изолирование и герметизация источников жидких материальных загрязнений (своевременный контроль состояния и замена поврежденных уплотнений), экранирование (поглощение, глушение) энергетических источников: тепловых, электромагнитных полей и шума, а также гашение вибраций.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные задачи охраны труда в условиях социалистического машиностроительного предприятия?
2. На кого возложены организация и надзор за соблюдением безопасных условий труда на предприятии?
3. Каковы основные психофизиологические особенности работы крановщика?
4. Каковы основные правила электробезопасности при работе на грузоподъемном кране?
5. Каковы основные причины и источники возникновения пожара на кране, а также обязанности крановщика по его тушению?
6. Каковы обязанности крановщика при внезапной остановке мостового или консольного крана среди пролета цеха и порядок его эвакуации?
7. Чем обусловлена и в чем состоит необходимость охраны окружающей среды?

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Единицы физических величин

Наименование величины	Единица измерения в системе СИ	Сокращенное русское обозначение	Соотношение с системой МКГСС
-----------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Основные единицы

Длина	метр	м	$1\text{ м} = 10^2\text{ см}$
Масса	килограмм	кг	$1\text{ кг} = 10^3\text{ г}$
Время	секунда	с	$1\text{ с} = 2,87 \cdot 10^{-4}\text{ ч}$
Сила электрического тока	ампер	А	$1\text{ А} = 1\text{ а}$

Дополнительные единицы

Плоский угол	радиан	рад	$1\text{ рад} = 57,4\text{ град}$
--------------	--------	-----	-----------------------------------

Произвольные единицы

Площадь	квадратный метр	м^2	$1\text{ м}^2 = 10^2\text{ см}^2$
Вместимость, объем	кубический метр	м^3	$1\text{ м}^3 = 10^6\text{ см}^3$
Плотность, объемная масса	килограмм, деленный на кубический метр	$\text{кг}/\text{м}^3$	$1\text{ кг}/\text{м}^3 = 10^{-3}\text{ г}/\text{см}^3$
Скорость	метр в секунду	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	$1\text{ м} \cdot \text{с}^{-1} = 1\text{ м}/\text{с}$
Угловая скорость	радиан в секунду	$\text{рад} \cdot \text{с}^{-1}$	$1\text{ рад} \cdot \text{с}^{-1} = 0,105\text{ об}/\text{мин}$
Частота вращения	секунда в минус первой степени	с^{-1}	$1\text{ с}^{-1} = 1\text{ об}/\text{с} = 60\text{ об}/\text{мин}$
Частота колебаний	герц	Гц	$1\text{ Гц} = \text{с}^{-1}$
Сила, вес	ньютон	Н ($\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$)	$1\text{ Н} = 0,102\text{ кгс}$
Момент инерции	килограмм, умноженный на квадратный метр	$\text{кг} \cdot \text{м}^2$	$1\text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 1\text{ кг} \cdot \text{м}^2$
Момент силы	ньютон, умноженный на метр	Н·м	$1\text{ Н} \cdot \text{м} = 0,102\text{ кгс} \cdot \text{м}$
Работа, энергия	джоуль	Дж ($\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$)	$1\text{ Дж} = 1\text{ Н} \cdot \text{м} = 0,102\text{ кгс} \cdot \text{м}$
Мощность	ватт	Вт ($\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3}$)	$1\text{ Вт} = 1\text{ Дж} \cdot \text{с}^{-1} = 0,102\text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$; $1\text{ кВт} = 1\text{ кДж} \cdot \text{с}^{-1} = 1,36\text{ л.с.}$
Давление, на- пряжение	паскаль	Па ($\text{м}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3}$)	$1\text{ Па} = 1\text{ Н}/\text{м}^2 = 1,02 \cdot 10^{-5}\text{ кгс} \cdot \text{см}^{-2}$

2. Приставки для образования кратных и дольных единиц

Наименование приставки	Величин	Сокращенное обозначение	Наименование приставки	Величина	Сокращенное обозначение
экса	10^{18}	Э	деци	10^{-1}	д
пета	10^{15}	П	санتي	10^{-2}	с
тера	10^{12}	Т	милли	10^{-3}	м
гига	10^9	Г	микро	10^{-6}	мк
мега	10^6	М	нано	10^{-9}	н
кило	10^3	к	пико	10^{-12}	п
гекто	10^2	г	фемто	10^{-15}	ф
дека	10^1	да	атто	10^{-18}	а

3. Технические характеристики стальных канатов (выборочные сведения по ГОСТ)

Диаметр каната, мм	Площадь поперечного сечения проволоки, мм ²	Масса 1000 м каната, кг	Разрывное усилие каната в целом, кН, при маркировочной группе проволоки, МПа			
			1666	1764	1862	1960

Канат 6×36+1 о. с. (ГОСТ 7668—80), число проволок 216 шт., тип свивки ЛК-РО

11,5	51,96	513	70,95	75,1	78,2	80,7
13,5	70,55	696,5	96,3	101,5	106	109
15	82,16	812	111,5	116,5	122,5	128
16,5	105,73	1045	144	150	157,5	165
18	125,78	1245	171,5	175,5	186,5	190
20	154	1520	210	215	229	233,5
22	185,1	1820	252,5	258,5	275	280,5
23,5	216	2130	294	304	321	338
25,5	252,46	2495	344	352,5	375,5	383
27	283,8	2800	387,5	396,5	422	430,5
29	325,4	3215	444	454,5	484	493,5
31	370	3655	505	517	550,5	561,5

Канат 6×37+1 о. с. (ГОСТ 3079—80), число проволок 222 шт., тип свивки ТЛК-О

11,5	47,01	468	66,5	68,75	71,7	74,5
13,5	66,56	662,5	94,2	97,1	100,5	105,5
15,5	85,54	851,5	121	124	130	136
17	107	1065	151	155,5	162,5	170
19,5	135,5	1350	191,5	197	206,5	215,5
21,5	167,6	1670	237	244,5	255,5	266,5
23	193,6	1930	274	283	295	307
25	225,4	2245	318,5	328,5	343	358,3
27	266,25	2650	376,5	388,5	406	423,5
29	303	3015	428,5	441,5	464	482
30,5	342,16	3405	484	499	522	544,5

Канат 6×36+7×7 (ГОСТ 7669—80), число проволок 265 шт., тип свивки ЛК-РО

10,5	52,9	482	70,4	71,8	75,8	77,5
13	80,46	733	106,5	108,5	115,6	118,5
14,5	96,36	906	128	130	138,5	141,5
16	121,87	1145	162	165	175	178,5
17,5	145	1300	193	196	209	213
19,5	179	1630	238,5	242,5	258	263
21	213,4	1950	284	289,5	307	313,5
23	251,2	2290	334,5	341	362	368,5
25	292,1	2660	389	396	417,5	429
26	327,4	2975	436	444	472	480,5
28	373,2	3395	497	506,5	538	547,5
30	426,8	3890	568	579	615	627
32,5	487,5	4445	649	661,5	703	716

Канат 6×19+1 о. с. (ГОСТ 2688—80), число проволок 114 шт., тип свивки ЛК-Р

11	47,19	461,6	66,75	68,8	72	75,15
12	53,9	527	76,2	78,53	81,9	85,75
13	61	596,6	86,3	89	92,8	97
14	74,4	728	105	108	112,5	118
15	86,28	844	122	125,5	131	137

Диаметр каната, мм	Площадь поперечного сечения проволоки, мм ²	Масса 1000 м каната, кг	Разрывное усилие каната в целом, кН, при маркировочной группе проволок, МПа			
			1666	1764	1862	1960
16,5	104,6	1025	147,5	152	159	166
18	124,7	1220	176	181,5	189,5	198
19,5	143,6	1450	203	209	218,5	228
21,5	176	1635	236	243,5	254	265,5
22,5	188,8	1850	267	275	287,5	303,5
24	215,5	2110	304,5	314	328	343
25,5	244	2390	345	355,5	372	388,5
27	274,3	2680	388	399,5	418	436,5
28	297,6	2910	421	434	453,5	473
30,5	356,7	3490	504,5	520	544	567,5
32	393	3845	566	573	599,5	625,5

4. Основные технические характеристики манипуляторов и промышленных подъемно-транспортных роботов

Тип, марка	Область применения	Грузоподъемность, кг	Число степеней подвижности, шт.	Тип исполнительного привода	Масса, кг	Конструктивные особенности
------------	--------------------	----------------------	---------------------------------	-----------------------------	-----------	----------------------------

Манипуляторы

КШ-63	Погрузочно-разгрузочные работы	63	3	Пневматический	324	Шарнирно-балансирный, неподвижный
МП-100	Погрузочно-разгрузочные и перегрузочные работы	100	4	Электромеханический	200	Шарнирно-балансирный, подвижный
МУ-1	Погрузочно-разгрузочные работы и межоперационные перемещения	100	3	Пневматический	500	Шарнирно-уравновешенный, неподвижный
КШ-16ОМЛ	Погрузочно-разгрузочные и складские работы, межоперационные перемещения	125	4	»	465	Шарнирно-уравновешенный, подвижный

Тип, марка	Область применения	Грузоподъемность, кг	Число степеней подвижности, шт.	Тип исполнительного привода	Масса, кг	Конструктивные особенности
------------	--------------------	----------------------	---------------------------------	-----------------------------	-----------	----------------------------

Промышленные роботы

МАН-63С	Погрузочно-разгрузочные работы, передача деталей с конвейера на конвейер	63	5	Гидравлический	1050	Неподвижный, однорукий, схват механический
МАН-100П	Загрузка и разгрузка подвесных толкающих и напольных конвейеров	100	6	»	1200	Подвижный, напольный, однорукий, схват механический
МАК-1-50	Загрузка и разгрузка подвесных грузонесущих конвейеров	50	4		750	Подвижный, на подвесных путях
МАК-2-320	То же	320	4		800	То же

5. Основные параметры ветра

Баллы по шкале Бо-форта	Определение	Средняя скорость ветра		Критерии визуальной оценки
		км/ч	м/с	
3	Слабый	12,2...18,7	3,4...5,2	Листья, тонкие ветки деревьев и флаги непрерывно колеблются. Поверхность стоячей воды рябит
4	Умеренный	19...26	5,3...7,4	Ветки деревьев без листвы колеблются. Пыль и обрывки бумаги поднимаются с земли
5	Свежий	27...35,2	7,5...9,8	Полотнища больших флагов натянуты. Большие покрытые листвой ветки деревьев начинают колебаться. Движение воздуха ощущается рукой, слышен свист ветра в ушах
6	Сильный	35,6...44,6	9,9...12,4	Крупные сучья деревьев колеблются. Слышен свист ветра около домов и других неподвижных предметов. Натянутые провода гудят
7	Крепкий	45...54,7	12,5...15,2	Стволы небольших деревьев без листвы качаются. Ходьба против ветра заметно затруднена

Продолжение прилож.

Баллы по шкале Бо-форта	Определение	Средняя скорость ветра		Критерии визуальной оценки
		км/ч	м/с	
8	Шторм	55...65,5	15,3...18,2	Большие деревья качаются; ветки и мелкие сучья ломаются. Для того чтобы идти против ветра, необходимо нагнуться. Большие деревья гнутся; крупные голые сучья ломаются. Легкие предметы срываются с места; крыши домов получают повреждения
9	Сильный	65,9...77,3	18,3...21,5	

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамович И. И., Котельников Г. Л. Козловые краны общего назначения. М., 1983. С. 230.

Лысяков А. Г. Краны промышленных предприятий. М., 1985. С. 176.

Зерцалов А. И. и др. Краны-штабелеры. М., 1986. С. 319.

Федосеев В. Н., Рунов М. М. Пособие машинисту мостового крана. М., 1984. С. 238.

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М., 1981. С. 168.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Аварийный выключатель 152
Автоматизация 131
Автоматические выключатели 161
Адаптация 253
Анемометры 183
Антропометрические данные 124
Антропоморфное поведение 135
- Баббит 90
Балансиры 104
Барабаны:
 лебедки 95,
 кабельный 30, 142
«Беличье колесо» 148
Блоки 95
Блок-контакты 181
Блокировочные устройства 181
Блочная конструкция 24
Биоритмы 252
Бригадный подряд 248
Буферы 177
- Вал 88
Вводное устройство 143
Велосипедный кран 19
Витки неприкосновенные 42
Выключающая линейка 26
- Галерея 85
Грейферы 58
Грузовая тележка 82, 83
Грузовые крюки 10, 97
Грузовые петли 98
Грузозахватные устройства 46:
 нормы браковки 62
Грузоподъемная машина 5
- Грузоподъемный кран 5
Группы режима работы 26, 68
Гибкие автоматизированные произ-
водства 132
- Двигатель 71
Детали 12, 88
Диагностика 197
Диафрагма 78
Диэлектрические свойства 137
- Желоба 95
- Зануление 180
Захваты:
 клешевые 51,
 специальные 52,
 эксцентриковые 52
Защита электрооборудования:
 конечная 144
 максимальная 143
 нулевая 144
Защитная панель 144
Защитное заземление 179
Зубчатые колеса 93, 198
Зубчатые передачи 94, 198
- Изнашивание 191
Износ 193
Износостойкость 193
- Кабины управления:
 панорамные 125
 торцовые 124

- Канаты:
 - конструкции 34,
 - концевые крепления 39,
 - нормы браковки 45,
 - пряжи 34,
 - сердечники 36,
 - сертификат 53,
 - срок службы 38,
 - шаг свивки 43
- Кинематические схемы 65
- Классификации:
 - грузов 241
 - приборов и устройств безопасности 170
 - приводов механизмов 65
 - систем управления 123
 - смазочных материалов 219
 - электрооборудования 138
- Ключ-марка 145
- Козловой кран 18
- Колонна 84
- Коллектор 148
- Кнопки управления 152
- Кнопочные аппараты 152
- Командоконтроллеры 158
- Коммутация 149
- Конечные выключатели:
 - рычажные 173,
 - шпиндельные 175
- Контакторные панели 159
- Контакторы 154
- Константан 166
- Консольные краны 19
- Контроллеры 152
- Концевые:
 - крепления 39,
 - упоры 26, 177
- Коуши 40
- Коэффициент запаса:
 - прочности 55,
 - торможения 108
- Крановые пути:
 - надземные 25,
 - наземные 26
- Крановые резисторы 166
- Крановый токоподвод:
 - кабельный 141,
 - троллейный 139
- Крановщик 6
- Краны-штабелеры 20:
 - мостовые 22,
 - стеллажные 22
- Крюк чалочный 50
- Крюковые подвески:
 - нормальные 101,
 - укороченные 101
- Кулачковые шайбы 153
- Ловители 184
- Магнитные контроллеры 159
- Магнитные пускатели 155
- Магнитопровод 163
- Манипуляторы 132
- Марочная система 145
- Металлоконструкции кранов 76:
 - козлового 80,
 - консольного 81,
 - крана-штабелера 82,
 - мостового 77,
 - обследования 86
- Механизмы 65:
 - передвижения 109, 112,
 - поворота 120,
 - подъема груза 115
- Механические характеристики 74
- Модернизация 218
- Монорельс 25
- Мостовые краны 12:
 - подвесные 16,
 - опорные 16
- Муфты 90:
 - втулочно-пальцевые 91,
 - зубчатые 92
- Надежность 190
- Наряд-допуск 33, 215, 250
- Неисправность 190
- Нихром 168
- Научная организация труда 248
- Ограничители:
 - грузоподъемности 171,

пути движения 173
 Опорно-ходовые устройства 115
 Опорные детали 184
 Остановы:
 роликовые 108,
 храповые 108
 Ось 88

Пакетные:
 выключатели 151,
 переключатели 151
 Передача 72
 Передаточное отношение 93
 Переключатели 150
 Плавкие предохранители 161
 Поворотная платформа 84
 Подкладки инвентарные 52
 Подшипники:
 качения 90, 198
 скольжения 89, 198
 Полиспасы 98:
 безопасные 121,
 кратность 99,
 одинарные 98,
 сдвоенные 99
 Полукозловые краны 19
 Поршень 165
 Пояс 78
 Предохранительные щитки 184
 Приводы:
 машинный 7, 71,
 ручной 7, 71
 Присадки 220
 Провал 204
 Продолжительность включения 67
 Производительность крана 23
 Противоугонные устройства 182
 Профессия 5

Рабочая жидкость гидроприво-
да 165
Рабочее:
 движение 65,
 зона 135,
 место 124
 Рабочий орган 65

Распределительный щит 150
 Работоспособность 190
 Раствор 204
 Реборды 102
 Реверсивные пускатели 156
 Редукторы 93
 Резисторы 166
 Реле 159
 Рельсовый путь 25
 Ремонты:
 капитальный 196,
 текущий 195
 Робототехнические комплексы 136
 Роботы промышленные 135
 Ротор 146
 Рубильники 150

 Сборочные единицы 12, 93
 Сигнальщик 6
 Система ППР 194
 Системы управления 65
 Складирование грузов 246
 Смазочные материалы 220
 Специальные виды работ 249
 Способы ремонта:
 агрегатно-узловой 213,
 индивидуальный 214
 Способы смазывания 221
 Стали 76
 Статор 146
 Степени подвижности 133
 Стропальщик 6, 46, 244
 Строповка 5, 46, 243
 Стропы инвентарные 48

 Тара 52
 Техническое освидетельствование
 234
 Тиристор 76
 Тормоза 104, 201
 Тормозные шкивы 107
 Траверса 52
 Трубчатые электронагреватели 169
 Тупиковые упоры 33

Угловые буксы 103
Унификация кранов 24

Фехраль 166
Фрикционные материалы 107

Ходовые колеса 25, 31, 101, 200

Цапфа 89

Цепи 48

Циклический режим 5, 66

Шипы 89

Шлицы 92

Шпонки 92

Шток 165

Экология 258

Электрогидравлический толкатель
72, 165

Электродвигатели 73, 146

Электромагниты:
подъемные 57,
тормозные 72, 162

Электрооборудование 138

Электрические тали 119

Эргономика 124

Якорь 163

Ярмо 163

Ящики резисторов 166

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	С. 3
Глава 1. Общие сведения о грузоподъемных кранах	5
§ 1. Назначение и область применения кранов	5
§ 2. Знакомство с профессией	5
§ 3. Классификация кранов	7
§ 4. Основные параметры и технические характеристики кранов	12
§ 5. Конструктивные схемы и общее устройство кранов	12
§ 6. Учет работы и производительность кранов	23
Глава 2. Крановые пути	25
§ 7. Классификация крановых путей	25
§ 8. Пути мостовых кранов	26
§ 9. Пути козловых кранов	28
§ 10. Пути консольных кранов и кранов-штабелеров	30
§ 11. Общие требования к крановым путям	32
Глава 3. Крановые канаты и съемные грузозахватные устройства	34
§ 12. Конструкции стальных проволочных канатов	34
§ 13. Основные факторы, определяющие срок службы стального каната	38
§ 14. Концевые крепления стальных канатов	39
§ 15. Освидетельствование и выбраковка стальных канатов	43
§ 16. Съемные грузозахватные устройства	46
§ 17. Расчет стальных канатов и стропов	53
§ 18. Подъемные электромагниты и грейферы	57
§ 19. Эксплуатация стальных канатов и съемных грузозахватных устройств	60
§ 20. Освидетельствование и выбраковка съемных грузозахватных устройств	62
Глава 4. Приводы механизмов кранов	65
§ 21. Классификация механизмов кранов	65
§ 22. Режимы работы механизмов кранов	66
§ 23. Приводы механизмов кранов	71
§ 24. Общие положения по регулированию скорости рабочих движений крана	72
§ 25. Электрический привод механизмов и механические характеристики крановых электродвигателей	73
Глава 5. Металлические конструкции кранов	76
§ 26. Материалы для изготовления крановых металлоконструкций	76
§ 27. Металлические конструкции мостовых кранов	77
§ 28. Металлические конструкции козловых кранов	80
§ 29. Металлические конструкции консольных кранов и рамы грузовых тележек	81
§ 30. Металлические конструкции кранов-штабелеров	82
§ 31. Галереи, посадочные площадки и лестницы	85
§ 32. Обследование крановых металлических конструкций	86

Глава 6. Механическое оборудование кранов	88
§ 33. Детали крановых механизмов и их соединения	88
§ 34. Сборочные единицы крановых механизмов	93
§ 35. Блоки и барабаны лебедок	95
§ 36. Грузовые органы	97
§ 37. Полиспасты и крюковые подвески	98
§ 38. Ходовые колеса и балансиры	101
§ 39. Тормоза и остановы	104
§ 40. Механизмы передвижения мостов и грузовых тележек кранов	109
§ 41. Опорно-ходовые устройства и механизмы передвижения козловых и консольных кранов	112
Глава 7. Механизмы подъема груза	115
§ 42. Механизмы подъема груза кранов	115
§ 43. Электрические тали и механизмы кранов-штабелеров	118
§ 44. Безопасные полиспасты	121
Глава 8. Системы управления кранами	123
§ 45. Назначение и классификация систем управления кранами	123
§ 46. Основные сведения по эргономике	123
§ 47. Кабина управления краном	125
§ 48. Дистанционное управление кранами	129
§ 49. Автоматизация управления кранами	131
§ 50. Манипуляторы и роботы	132
Глава 9. Электрооборудование кранов	137
§ 51. Технические требования к электрооборудованию	137
§ 52. Классификация электрооборудования и размещение его на кране	138
§ 53. Токоподвод к крану	139
§ 54. Вводное устройство	143
§ 55. Крановые электродвигатели	146
§ 56. Аппараты ручного управления	149
§ 57. Аппараты дистанционного управления	154
§ 58. Реле	159
§ 59. Тормозные электромагниты и электрогидравлические толкатели	162
§ 60. Крановые резисторы	166
§ 61. Дополнительное электрооборудование кранов	168
Глава 10. Приборы и устройства безопасной эксплуатации кранов	170
§ 62. Назначение и классификация приборов и устройств безопасности	170
§ 63. Ограничители грузоподъемности	171
§ 64. Ограничители пути движения	173
§ 65. Устройства электробезопасности	179
§ 66. Другие приборы и устройства безопасности	182
Глава 11. Управление кранами	185
§ 67. Основные правила подъема и перемещения грузов	185
§ 68. Последовательность включения аппаратов управления	187
§ 69. Рациональные и безопасные приемы работы на кранах	189
Глава 12. Техническое обслуживание и ремонт кранов	190
§ 70. Основные показатели надежности кранов	190
§ 71. Трение и изнашивание деталей крановых механизмов	191
§ 72. Система планово-предупредительного ремонта и диагностика технического состояния кранов	194
§ 73. Регулирование сборочных единиц крана	198
§ 74. Техническое обслуживание и регулирование электрооборудования	203
§ 75. Техническое обслуживание металлоконструкций кранов	205
§ 76. Основные неисправности крановых механизмов и способы их устранения	207

§ 77. Основные неисправности кранового электрооборудования и способы их устранения	211
§ 78. Ремонт грузоподъемных кранов	213
§ 79. Организация технического обслуживания и ремонта кранов	215
§ 80. Пуск крана в эксплуатацию после ремонта. Модернизация грузоподъемных кранов	217
Глава 13. Смазывание механизмов кранов	219
§ 81. Назначение и классификация смазочных материалов	219
§ 82. Смазывание основных сборочных единиц крановых механизмов	221
§ 83. Карты смазывания механизмов крана	225
Глава 14. Правила эксплуатации кранов	231
§ 84. Основные нормативные документы	231
§ 85. Техническая документация по эксплуатации кранов	232
§ 86. Регистрация и техническое освидетельствование кранов	234
§ 87. Порядок подготовки крана к работе	235
§ 88. Обязанности крановщика в процессе эксплуатации крана	237
§ 89. Порядок осмотра крана после окончания работы	240
Глава 15. Организация работы кранов	241
§ 90. Виды перемещаемых грузов и их классификация	241
§ 91. Способы строповки грузов и работа стропальщика	243
§ 92. Производство работ на кране	244
§ 93. Порядок и площадки складирования грузов	246
§ 94. Научная организация труда крановщиков и бригадный подряд	248
§ 95. Специальные виды работ с применением кранов	249
Глава 16. Охрана труда при эксплуатации кранов	251
§ 96. Охрана труда на предприятии	251
§ 97. Психофизиологические особенности работы крановщика	252
§ 98. Основные правила электробезопасности и противопожарные мероприятия	253
§ 99. Внезапная остановка крана	256
§ 100. Охрана окружающей среды	258
Приложение	260
Список рекомендуемой литературы	264
Предметный указатель	265

Учебное издание

**Богорад Александр Аркадьевич
Загузин Андрей Тимофеевич**

**ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ КРАНЫ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Заведующий редакцией В. А. Козлов
Редактор Н. А. Цветкова
Младший редактор О. В. Каткова
Художественный редактор В. А. Щербаков
Технический редактор З. В. Нуждина
Корректор Г. А. Четкина**

ИБ № 8665

Изд. № М-371. Сдано в набор 24.08.89. Подп. в печать 14.02.90. Формат 60×90¹/₁₆.
Бум. офсетная. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Объем 17,0 усл. печ. л. 17,25
усл. кр.-отт. 17,93 уч.-изд. л. Тираж 70 000 экз. Зак. № 2882. Цена 45 коп.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.
Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Пер-
вая Образцовая типография» Государственного комитета СССР по печати. 113054,
Москва. Валовая, 28.