

A. Theodor

СПРАВОЧНИК
МОНТАЖНИКА
МЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ

Под редакцией В. Я. Мартенсона



МОСКВА · ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ · 1984

Авторы: В. Я. Мартенсон, Б. А. Николаев, В. Н. Панин,
Ю. Я. Павшинский

Рецензент М. Ф. Красильников

Справочник монтажника механического оборудования гидротехнических сооружений/ В. Я. Мартенсон, Б. А. Николаев, В. Н. Панин, Ю. Я. Павшинский; Под ред. В. Я. Мартенсона.—М.: Энергоатомиздат, 1984.— 264 с., ил.

В пер.: 1 р. 60 к. 11 000 экз.

Приводятся нормативные и справочные данные по проектированию, изготовлению, монтажу, наладке и эксплуатации механического оборудования гидротехнических сооружений электростанций. Описываются схемы производства монтажных работ, даются основные сведения по охране труда и технике безопасности.

Расчетан на инженеров и техников-проектировщиков, монтажников и строителей гидротехнических сооружений гидравлических, тепловых и атомных электростанций.

3302000000-041
С 051(01)-84 69-83

ББК 38.77
6С7

© Энергоатомиздат, 1984.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство гидротехнических сооружений является важной народнохозяйственной отраслью, позволяющей решать проблемы, связанные с энергоснабжением и водоснабжением населения, промышленности и сельского хозяйства, освоением засушливых земель, улучшением условий судоходства, и другие проблемы. В соответствии с решениями XXVI съезда КПСС в 11-й пятилетке, а также в период до 1990 г. предстоят большие работы по освоению гидроэнергетических ресурсов рек Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии и Закавказья. В европейской части страны будут построены гидроаккумулирующие станции, призванные улучшить режим эксплуатации энергетических систем в связи с вводом больших мощностей на атомных и тепловых электростанциях. Для успешного решения Продовольственной программы, принятой на майском 1982 г. Пленуме ЦК КПСС, предстоят большие работы по водохозяйственному строительству.

На строящихся в настоящее время в СССР гидравлических и гидроаккумулирующих станциях ежегодно монтируется до 260—300 тыс. т механического оборудования и металлических конструкций.

Проектирование, изготовление и монтаж механического оборудования крупных гидростанций, таких как строящиеся в настоящее время Саяно-Шушенская, Рогунская, Ингурская, Бурейская ГЭС и др., представляют собой исключительно сложную техническую задачу, так как расчетные нагрузки на затворы достигают 40—60 МН (при напоре 100—200 м).

Такие затворы совместно с гидроприводами представляют собой очень сложный агрегат, который должен быть изготовлен и смонтирован с высокой точностью, что требует особых приемов монтажа. Кроме того, следует учитывать, что монтажные работы на гидросооружениях ведутся, как правило, в стесненных условиях, при полном совмещении строительных и монтажных работ. От принятого метода монтажа и способа укрупнения конструкций в монтажные марки зависит весь ход строительства и сроки возведения сооружений. Поэтому необходимо внедрять прогрессивные конструкции затворов и механизмов, рациональные способы монтажа, высокопроизводительные способы сварки и пр. Опыт монтажных работ на Усть-

Илимской, Нурекской, Зейской и других гидростанциях показывает, что выполнение на приобъектных базах основного объема работ по сборке, укрупнению и сварке конструкций в условиях, приближающихся к индустриальным, как правило, значительно повысило производительность труда, уменьшило трудозатраты и позволило сократить сроки строительства.

Особые требования, предъявляемые к гидротехническим сооружениям в части прочности, водонепроницаемости и надежности работы при любых сочетаниях расчетных нагрузок, распространяются также и на механическое оборудование, поскольку от надежности его работы во многом зависит безаварийная эксплуатация всего гидроузла. Надежность работы механического оборудования приобрела в настоящее время особое значение в связи со строительством гидроузлов с напорами до 350 м и агрегатами единичной мощностью 200—650 МВт и может быть обеспечена только за счет высокого качества проектирования, изготовления и монтажа.

В настоящее время накоплен значительный опыт эксплуатации различных типов механического оборудования, что позволяет определять наиболее рациональный состав механического оборудования для гидроузлов различных назначений и параметров.

В настоящем справочнике систематизирован и обобщен многолетний опыт проектирования, монтажа и эксплуатации механического оборудования и стальных конструкций гидротехнических сооружений, накопленный в Минэнерго СССР.

Справочник в основном составлен по материалам норм, стандартов, технических условий, каталогов унифицированных монтажных приспособлений, оснастки и механизмов, используемых в гидротехническом строительстве организациями Минэнерго СССР. В нем содержатся сведения, полученные на основании обобщения проектов механического оборудования, организации и производства монтажных работ, проектов приобъектных баз монтажных организаций, технологии сборочных, сварочных и антикоррозионных работ, выполненных специальными конструкторскими бюро «Мосгидросталь», «Ленгидросталь», «Запорожгидросталь» Всесоюзного треста «Гидромонтаж», институтами «Гидропроект»,

«Оргэнергострой» и другими организациями.

В справочнике приводятся состав механического оборудования и его компоновка на различных гидротехнических и гидроэнергетических сооружениях; комплектность оборудования, поставляемого заводами треста «Гидромонтаж», заводами Минэнерго СССР и заводами других ведомств. Описаны конструкции и способы монтажа закладных частей и облицовок, затворов, сороудерживающих решеток, напорных трубопроводов и эксплуатационных подъемных механизмов; способы перемещения специальных башенных кранов, применяемых в гидротехническом строительстве без разборки, а также способы увеличения их проектной высоты и грузоподъемности.

Приводятся технико-эксплуатационные данные монтажного и транспортного оборудования, а также механизмов, приспособлений сборочно-сварочной оснастки и источников сварочного тока, применяемых в гидротехническом строительстве; сведения по технологии сборки, сварки и антикоррозионным покрытиям гидротехнических конструкций. Отдельные главы посвящены расчету и конструированию монтажных приспособлений. Приводятся также основ-

ные наиболее важные положения по организации безопасных условий труда и другие дополнительные сведения, отражающие специфику производства монтажных работ на гидротехнических сооружениях.

Справочник рассчитан на инженеров-гидростроителей, монтажников, эксплуатационников и проектировщиков гидротехнических сооружений атомных, тепловых и гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций, водохозяйственных объектов и судоходных сооружений и может быть использован студентами вузов и техникумов гидротехнических факультетов.

Авторы выражают глубокую благодарность М. Ф. Красильникову за большую работу по систематизации и отбору подготовленных материалов, а также Я. Н. Ветухновскому и Н. Н. Сорокину за полезные советы при просмотре рукописи.

Авторы благодарят всех товарищей по работе, предоставивших материалы для подготовки рукописи и оказавших помощь при создании настоящего справочника.

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

Авторы

СОСТАВ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И КОМПЛЕКТНОСТЬ ЕГО ПОСТАВКИ НА МОНТАЖ

1.1. СОСТАВ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Современные гидроэнергетические и гидротехнические сооружения оснащены различными видами механического оборудования и специальными стальными и железобетонными конструкциями.

К основным видам механического оборудования относятся:

затворы различных типов с закладными частями (в том числе ворота судоходных шлюзов);

сороудерживающие решетки и плавающие ограждения для защиты турбинного тракта ГЭС от сора, льда и пр.;

стационарные и передвижные подъемные механизмы (гидроподъемники, козловые, полукозловые и мостовые краны, подвесные однорельсовые тележки и др.);

устройства, обеспечивающие сцепление подъемно-транспортных механизмов с затворами и сороудерживающими решетками (захватные балки, штанги, траверсы и др.);

устройства для очистки сороудерживающих решеток (решеткоочистные машины, полнопролетные рейферы и др.) и акватории перед ними (многочелостные рейферы типа «Полип», тралы и др.);

устройства, обеспечивающие работоспособность механического оборудования при отрицательных температурах;

устройства, обеспечивающие производство ремонтных работ, а также работ по защите механического оборудования от коррозии.

На гидроэлектростанциях применяют также стальные конструкции: временные и постоянные эстакады для размещения на них механизмов подъема затворов; подкрановые, бетоновозные и служебные мосты и эстакады; съемные перекрытия над затворами и затворохранилищами; металлические конструкции турбинных водоводов, уравнильных резервуаров, облицовок затворных камер и др.; и сталежелезобетонные конструкции: обетонированные пазовые конструкции, обетонированные пороги и облицовки камер высоконапорных затворов, железобетонные турбинные водоводы с металлической облицовкой и ряд других.

Большинство перечисленных конструкций связано с работой механического оборудования, поэтому их проектирование, из-

готовление и монтаж ведется в соответствии со СНиП III-18-75, отраслевыми стандартами Минэнерго СССР и стандартами предприятия (СТП) треста «Гидромонтаж», разработанными для механического оборудования и металлоконструкций гидротехнических сооружений.

Состав и типы механического оборудования определяются требованиями, вытекающими из условий эксплуатации гидроэлектростанций, водосборных, судоходных и других сооружений с учетом потребностей строительного периода.

Типы затворов, их размеры и расположение в сооружении определяются на основании сопоставления вариантов компоновок механического оборудования с соответствующими гидравлическими и лабораторными исследованиями.

Типы подъемных механизмов и скорость маневрирования затворами водосборов выбирают с учетом скорости нарастания лаводка, потребной частоты маневрирования затворами и условий работы этих механизмов при пропуске строительных расходов.

Если требуется одновременное открытие или закрытие нескольких затворов, то должны применяться индивидуальные стационарные механизмы.

Стационарные механизмы основных регулируемых затворов водосборов и аварийных затворов водоприемников должны иметь дистанционное или автоматическое, а также местное управление, должны быть снабжены указателями положения затвора и конечными выключателями для автоматической остановки механизма в крайних эксплуатационных положениях затвора. Конечные выключатели устанавливаются также в заданных промежуточных положениях, если предусматривается автоматическое или программное управление затворами. Сигнализация о положении затвора должна быть выведена на пульт управления ГЭС.

Основные регулирующие затворы водосборных отверстий в промежуточных положениях (при ступенчатых открытиях) и при полном открытии водосборных отверстий должны фиксироваться специальными устройствами (подхватами), тогда как аварийные быстродействующие затворы водоприемников ГЭС в открытом положении не должны опираться на подхваты, а находиться постоянно в зацеплении с подъемным механизмом (в случае приме-

нения гидроподъемников затвор должен поддерживаться в открытом положении на «масляной подушке»).

Стационарные механизмы подъема затворов, маслонапорные установки и аппаратура управления должны быть установлены в теплых помещениях и надежно защищены от атмосферных осадков, пыли, песка. Помещения должны иметь ограждения, препятствующие доступу посторонних лиц.

В помещениях механизмов, расположенных ниже уровня верхнего бьефа, должны быть предусмотрены автоматическая откачка или отвод воды, а также мероприятия, исключающие появление повышенной влажности воздуха. В помещениях механизмов, расположенных на глубине (высоте) 20 м и более, должны быть предусмотрены грузопассажирские лифты для спуска и подъема персонала, осуществляющего монтаж и эксплуатацию механизмов.

Энергоснабжение механизмов и освещение помещений обеспечивают от двух независимых источников питания, кроме того, должно быть предусмотрено аварийное освещение от аккумуляторных батарей.

На водоприемниках деривационных и приплотинных гидроэлектростанций, где вода к турбинам подводится открытыми стальными или деревянными напорными трубопроводами или открытыми каналами, на входе в водоприемник устанавливают быстродействующие аварийные затворы с индивидуальным приводом.

Напорные стальные трубопроводы таких водоводов должны быть оборудованы автоматическим действующим устройством, реагирующим на повышение наибольшей расчетной скорости воды в трубопроводе (максимальная защита) и на разность расходов воды в начале и конце трубопровода (дифференциальная защита). Должны быть предусмотрены также сооружения и мероприятия, исключающие возможность попадания аварийного потока воды на здание ГЭС.

При конструкциях водоводов, разрушение которых не носит катастрофического характера (железобетонные, сталежелезобетонные водоводы, а также водоводы, включенные в бетонный массив плотины или заделанные в скале), специальная защита здания ГЭС от аварийного потока воды не предусматривается. В этом случае маневрирование затворами водоприемников производится передвижными механизмами — специальными кранами. Применение кранов, кран-балок, тельферов и других подъемных механизмов общепромышленного назначения для маневрирования затворами не допускается.

На сооружениях должны быть обеспечены условия для свободного выема затворов из пазов, демонтажа стационарных механизмов, быстрой смены изнашивающихся

деталей и узлов и транспортировки их к ремонтным площадкам или помещениям, а также беспрепятственного выполнения ремонтно-восстановительных работ в затворной камере (ремонт закладных частей затворов, облицовок и пр.).

Механическое оборудование гидроэлектростанций, находящихся в районах с расчетной температурой ниже -40°C , должно быть изготовлено в северном исполнении. В этих районах следует предусматривать закрытые теплые помещения для механизмов, а со стороны верхнего бьефа устанавливать забальные балки (стенки), обеспечивающие возможность поддержания положительной температуры в затворной камере (в районе затворов). Должен быть также предусмотрен обогрев закладных частей и затворов, предназначенных для маневрирования при отрицательных температурах.

На гидроузлах, где ожидается появление шуги или обмерзание решеток, должен предусматриваться их обогрев или другие мероприятия, обеспечивающие бесперебойное поступление воды в турбину.

При проектировании крупных гидротехнических сооружений должны предусматриваться устройства для контрольных и специальных натуральных наблюдений за работой механического оборудования. В состав проекта механического оборудования таких гидроузлов должны входить программа и рекомендации по проведению натуральных наблюдений и исследований, проект размещения средств измерений (контрольно-измерительной аппаратуры) и критерии оценки состояния механического оборудования (вибрация водоводов и затворов, пульсация потока, потеря напора на решетках, напряжения в конструкциях и т. д.).

Механическое оборудование временных водосборных сооружений всех видов и водоприемников ГЭС изготавливают и монтируют по нормам и правилам, установленным для постоянно действующих сооружений.

1.2. ОСНОВНЫЕ КОМПОНОВКИ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СООРУЖЕНИЯХ

Механическое оборудование водоприемников ГЭС обеспечивает бесперебойное поступление воды в турбинный водовод, очистку акватории перед сороудерживающими решетками и самих решеток, а в необходимых случаях (авария или ремонт) прекращает поступление воды из водохранилища.

Из всех сооружений (или их частей), входящих в состав каждого гидроузла, водоприемники гидроэлектростанций отличаются наибольшим разнообразием компоновок механического оборудования. Это объ-

ясняется, во-первых, большим разнообразием компоновок гидроэлектростанций (русовая, совмещенная, приплотинная, деривационная и др.), климатическими условиями и характерными особенностями реки и прилегающего района (горный, лесной, степной и т. д.).

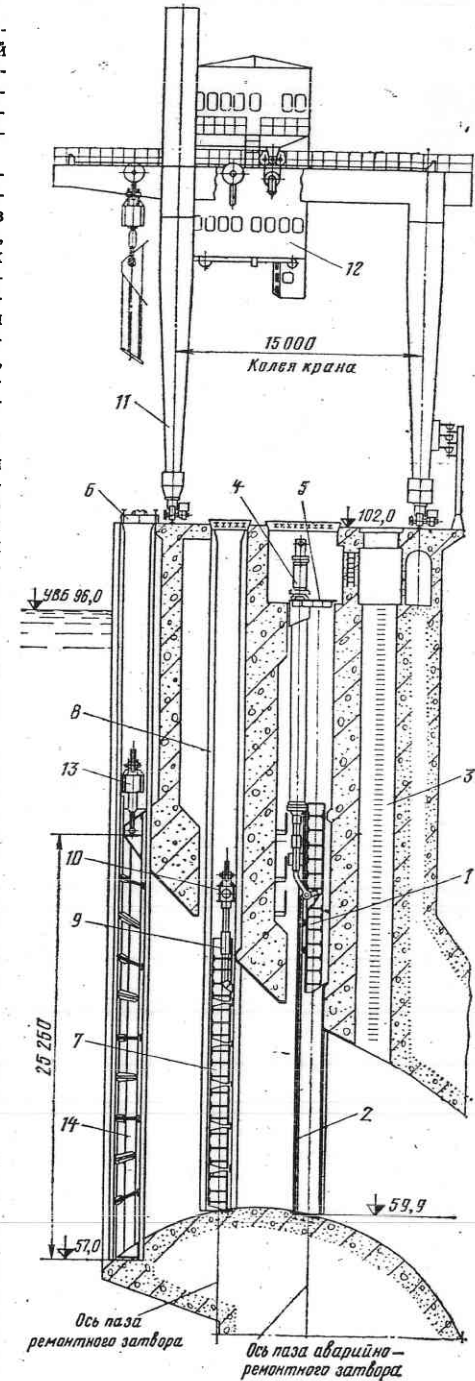
На русловых, приплотинных и деривационных гидроэлектростанциях с относительно небольшим заглублением порогов водоприемников (до 50 м), как правило, устанавливают три ряда пазов, в которых (последовательно) располагаются сороудерживающие решетки, ремонтные и аварийно-ремонтные затворы. Характерными примерами такой компоновки являются водоприемники Красноярской, Братской, Усть-Илимской (рис. 1.1), Зейской, Серебрянской и ряда других гидроэлектростанций.

Для более легких (по засоряемости) условий применяют компоновку с двумя рядами пазов (сороудерживающая решетка плюс аварийно-ремонтный затвор). В этом случае, как правило, перед решеткой устанавливают дополнительно небольшой паз, обеспечивающий эффективность работы полнопролетного очистного грейфера. Такая компоновка осуществлена на водоприемниках Бухтарминской, Вилюйской II (рис. 1.2) и других гидроэлектростанций. Установка ремонтных затворов при этой компоновке производится в пазы решеток, вынимаемых из пазов после очистки пространства перед решетками.

Иногда в условиях интенсивного засорения водоприемники выполняют с вынесенными в сторону верхнего бьефа отдельными стоящими сороудерживающими сооружениями (СУС), такую компоновку имеют Волжские ГЭС — имени XXII съезда КПСС и имени В. И. Ленина. Наиболее оптимальной является компоновка водоприемника Воткинской ГЭС (рис. 1.3), где пазы сороудерживающей решетки и пазы очистного грейфера вынесены в сторону верхнего бьефа за счет некоторого удлинения бычков. Это позволило максимально увеличить площадь сороудерживающих решеток и в каждом из бычков выполнить «окна» 10×19 м для возможности перетока воды при неравной засоренности решеток (одна уже очищена, другая в стадии очистки и т. д.).

Рис. 1.1. Механическое оборудование водоприемника Усть-Илимской ГЭС:

1 — аварийно-ремонтный затвор; 2 — закладные части аварийно-ремонтного затвора; 3 — аэрационные трубы; 4 — гидропривод; 5 — перекрытие над пазом; 6 — подхват; 7 — ремонтный затвор; 8 — закладные части ремонтного затвора; 9 — байпас; 10 — захватная балка ремонтного затвора; 11 — козловой кран; 12 — обогреваемое помещение на кране для захватной балки; 13 — захватная балка; 14 — сороудерживающая решетка



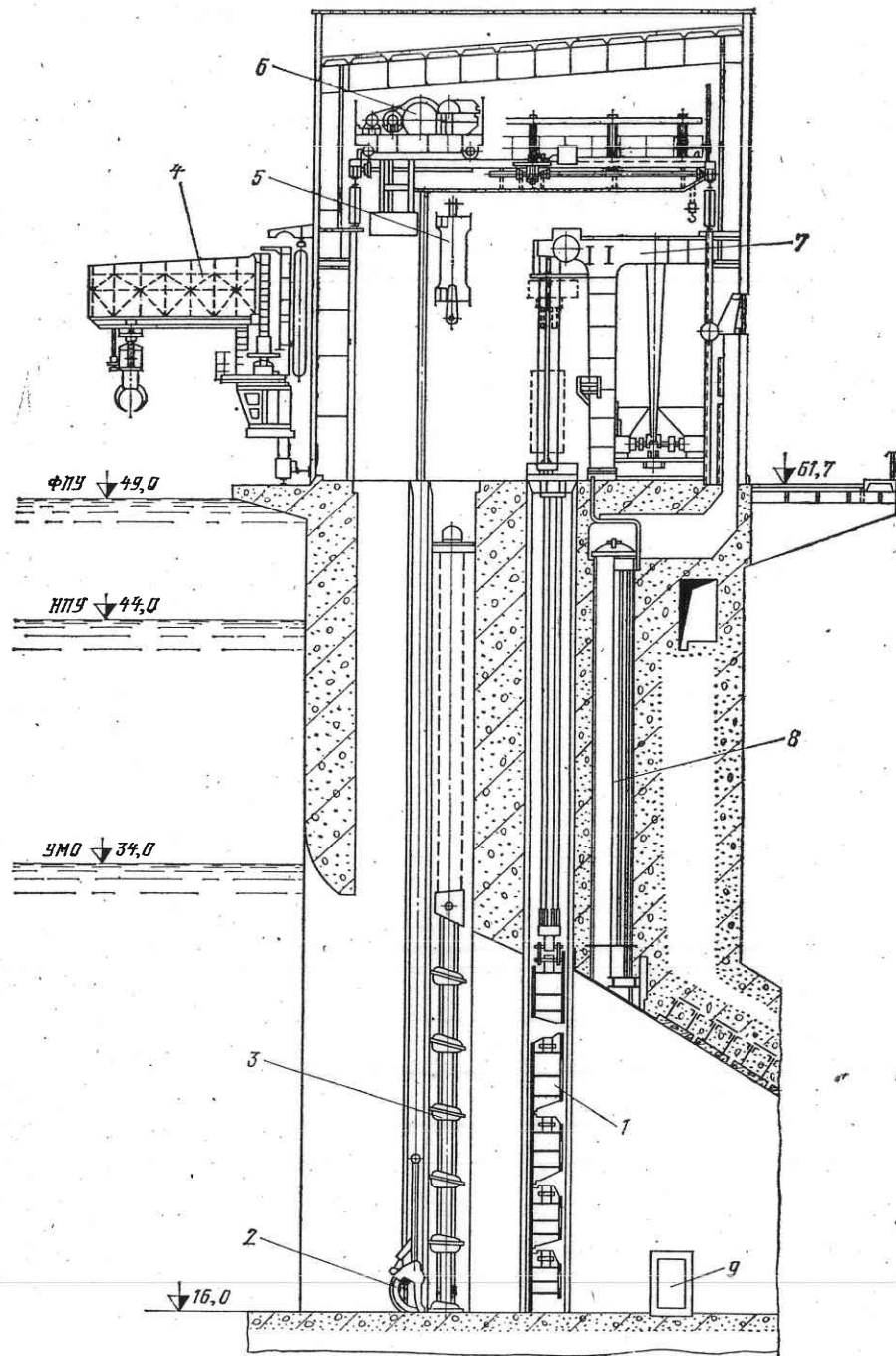


Рис. 1.2. Механическое оборудование водоприемника Вилуйской ГЭС.

1 — аварийно-ремонтный затвор; 2 — полнопролетный грейфер; 3 — сороудерживающая решетка; 4 — кран с грейфером «Полин»; 5 — захватная балка; 6 — мостовой кран; 7 — стационарный канатный механизм; 8 — аэрационная шахта; 9 — герметическая дверь

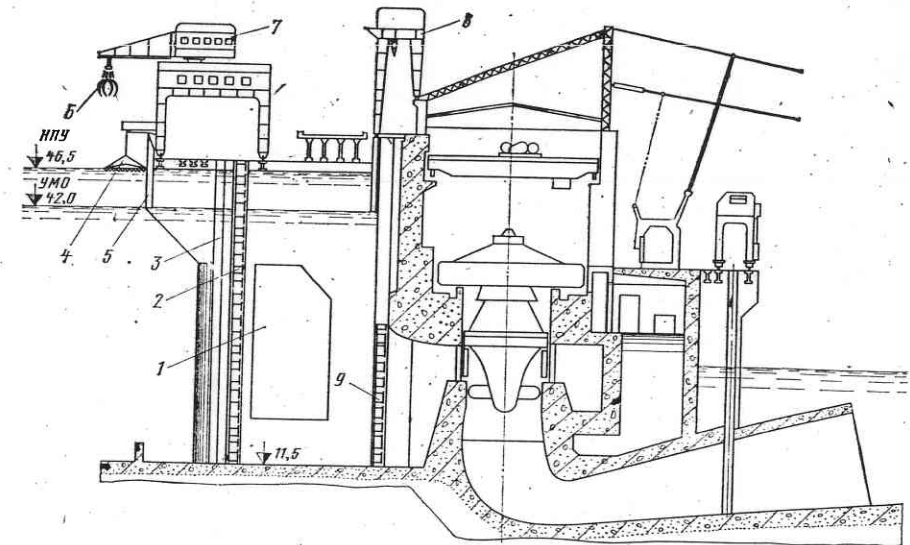


Рис. 1.3. Механическое оборудование водоприемника Воткинской ГЭС:

1 — прорез в бычке; 2 — сороудерживающая решетка; 3 — паз двухчелостного грейфера; 4 — трап; 5 — защитная стенка; 6 — грейфер «Полин»; 7 — козловой кран; 8 — полукозловой кран; 9 — аварийно-ремонтный затвор

Характерным для каждой из этих компоновок является наличие козловых кранов, оснащенных необходимыми приспособлениями и навесным оборудованием для выполнения всех операций по маневрированию

ванью ремонтными затворами и решетками, а также для очистки акватории перед решетками и очистки самих решеток.

Маневрирование аварийно-ремонтными затворами производится этими же козло-

Таблица 1.1. Механическое оборудование водоприемников крупных гидроэлектростанций

Гидроэлектростанция	Количество водоприемных отверстий	Количество аварийно-ремонтных затворов	Заглубление порога, м	Расчетные параметры (l—h—H), м			Характеристика гидропривода (механизма) $P_{II}-P_{уд}-P_{лож}-h_{ш}$	Масса оборудования, 10^4 т
				сороудерживающей решетки	ремонтного затвора	аварийно-ремонтного затвора		
Братская	20	20	42	12,8—30—3	7—14—42	7—11—42	2000—2500—0—13,5	10,6
Усть-Илимская	18	18	36	15,1—23—2	9—15,6—36,3	8—11,1—36,1	1500—3000—0—14,1	11,4
Красноярская	12	24	40	12,4—22,5—2	8—12,5—40	8—10,5—40	2500—2500—0—12,1	12,1
Чиркейская	4	4	54	10,2—15,5—2	6,3—9,1—53,1	5,5—7,5—53	3600—3600—0—8,6	4,0
Зейская	6	6*	46	15—23,5—2	8—12,5—60	8—10—60,5	3500—5500—0—11,6	7,3
Ингурская	2	2	106	10—35—2	4—7—106	$D=5,98 \pm 106$	1400**	2,5
Саяно-Шушенская	10	10	61	4,48—20,9—3	8—12,2—61	7,5—9,66—61	2000—5500—0—11,5	10,9
Чарвакская	2	4	80	7—60—5	7—26—25	3,5—9—82,9	3200—900—0—10,1	3,5
Нурекская	2	6	73	10—50—3	4—11,1—50	4—10—73	3500**	6,5
Токтогульская	4	8	29	7—23—3	7—23—21	3—7—85	2800—2800—0—7,6	5,6
Курпсайская	4	4	46	12—27,6—3	7—8,15—34,3	7—7—34	3500**	2,4

* В том числе два на более высоких отметках.
** Усилие подъема крана.

Примечание. Расчетные параметры: l—пролет; h—высота затвора; H—напор; P_{II} —усилие подъема, кН; $P_{уд}$ —удерживающее усилие, кН; $P_{лож}$ —усилие ложима, кН; $h_{ш}$ —ход штока, м.]

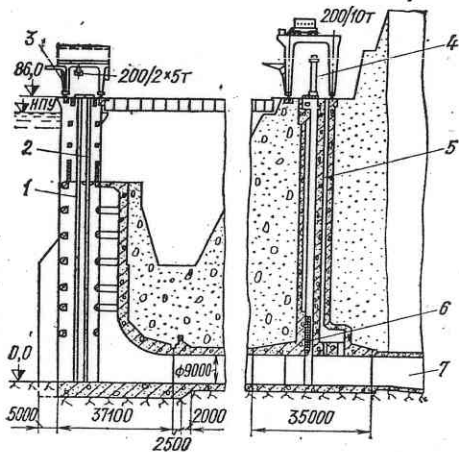


Рис. 1.4. Механическое оборудование водоприемника Нурекской ГЭС:

1 — сороудерживающая решетка; 2 — паз ремонтного затвора; 3 — козловой кран; 4 — гидравлический привод; 5 — воздухоподводящая шахта; 6 — аварийно-ремонтный затвор; 7 — турбинный водовод

выми кранами (Воткинская, Саратовская, Шекснинская, Днепродзержинская, Кременчугская ГЭС) или индивидуальными для каждого затвора стационарными механизмами при необходимости быстрого перекрытия водоприемного отверстия (Волжские, Серебрянская 1, Саяно-Шушенская, Зейская, Чиркейская ГЭС и др.).

На приплотинных и деривационных гидроэлектростанциях, имеющих заглубление порога водоприемников 60 м и более или вынесенные в водохранилище отдельно стоящие водоприемники башенного типа [так, водоприемники Нурекской (рис. 1.4), Токтогульской, Чарвакской ГЭС имеют заглубление 100 м и более], как правило, очистка решеток не предусматривается. Площадь входных отверстий в створе сороудерживающих решеток должна быть такой, чтобы скорость потока на подходе к решетке была не более 0,3 м/с. Во всех вышерассмотренных случаях, когда применяются очистные средства, скорость потока может быть до 0,8—1 м/с. Указанные скорости определяются по расчетной пропускной способности турбин. При большом объеме сора в водохранилище, кроме средств очистки решеток, предусматривается устройство траловых приспособлений, потокообразователей, запаней или других мероприятий по удалению сора (древесины) из зоны водоприемника.

Параметры механического оборудования водоприемников современных крупных отечественных гидроэлектростанций приведены в табл. 1.1.

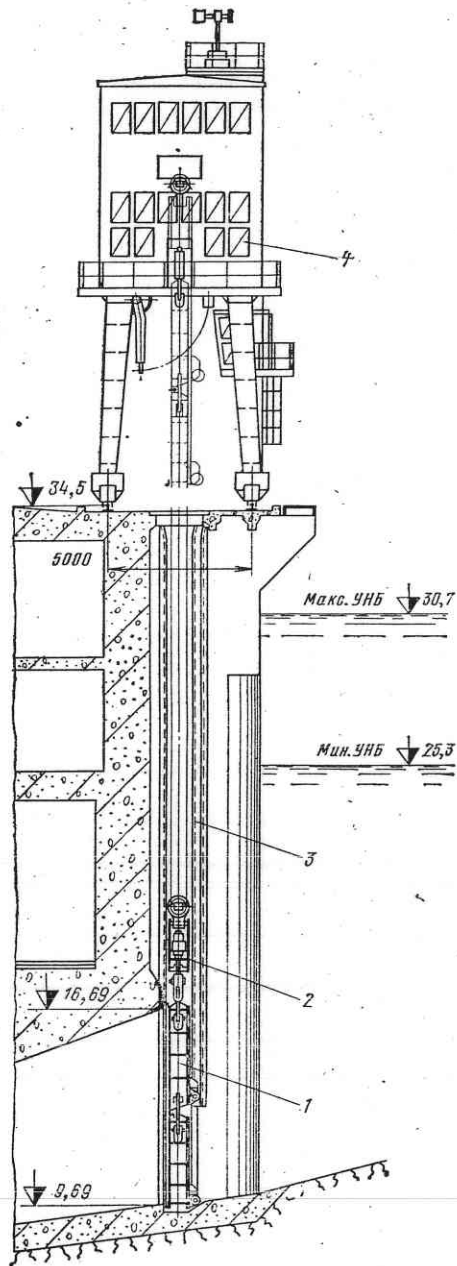


Рис. 1.5. Механическое оборудование отсасывающих труб Усть-Илимской ГЭС:

1 — ремонтный затвор; 2 — захватная балка; 3 — закладные части; 4 — козловой кран

Механическое оборудование отсасывающих труб включает ремонтные затворы, предназначенные для перекрытия отсасывающих труб на время производства ремонтных работ, и подъемные механизмы для маневрирования затворами.

Различают два вида компоновок отсасывающих труб: с установкой ремонтных затворов в конце отсасывающей трубы (рис. 1.5) или в средней части отсасывающей трубы; в этом случае для уменьшения гидравлического сопротивления прорезь в перекрытии отсасывающей трубы и пазы затворов перекрывают потоконаправляющими рамами.

В качестве подъемных механизмов затворов отсасывающих труб на крупных ГЭС применяют козловые и полукозловые краны или подвесные тележки на небольших гидроэлектростанциях. Затворы отсасывающих труб, как правило, устанавли-

вают в вертикальные пазы (см. рис. 1.3), хотя имеются примеры компоновок отсасывающих труб с наклонными пазами (рис. 1.6), для чего подъемный механизм должен быть специально приспособлен для подъема и перемещения затворов в наклонном положении.

Параметры механического оборудования отсасывающих труб (без глубинных водобросов) приведены в табл. 1.2.

Основные затворы на водосливных бетонных плотинах, поверхностных траншейных водобросов, шлюзах-регуляторах, открытых деривационных каналах и других поверхностных водосливных сооружениях служат для поддержания верхнего бьефа на заданном уровне или обеспечения пропуска в нижний бьеф заданного расхода.

Если в качестве основного затвора принят плоский затвор (рис. 1.7), то пе-

Таблица 1.2. Механическое оборудование отсасывающих труб крупных гидроэлектростанций

Гидроэлектростанция	Количество ремонтных затворов	Расчетные параметры затвора (l—h—H), м	Грузоподъемность крана (тележки), т	Масса оборудования, т
Братская	12	6,5—6,5—17,6	2×15/5	472
Усть-Илимская	4	7,5—7,9—21,4	40	979
Красноярская	7	9,85—6,43—32,6	75	1500
Чиркейская	8	5,08—6,57—36,43	50	581
Зейская	10	7—5—27,2	40	931
Ингурская	5	6—6,3—14,1	2×10	171
Саяно-Шушенская	4	8—8—29,6	63	1070
Чарвакская	6	6—5—16,1	2×10	256
Нурекская	18	5—5—25,8	2×32	585
Токтогульская	8	6—7—31	2×25	351
Курпсайская	8	7—6—17,7	2×15	357,7

Таблица 1.3. Механическое оборудование водосливных плотин и поверхностных водобросов крупных гидроэлектростанций

Гидроэлектростанция	Количество основных затворов	Расчетные параметры затвора (l—h—H), м		Грузоподъемное усилие обслуживающих механизмов, кН	Масса оборудования, тыс. т
		основного	аварийно-ремонтного (ремонтного)		
Братская	10	18—7,5—6*	(18—7,4—6,4)	1500/150	2,3
Усть-Илимская	11	15—10,3—8,92	(15—10,2—8,7)	1800/200/50	3,2
Красноярская	7	25—12,5—10	25—12,5—12,5	2×1250/160/100	6,2
Чиркейская	1	22—14,745—14,65	—	2×1250	0,43
Зейская	8	12—9,5—9,5	12—9,5—9,5	1800	4,86
Ингурская	6	9—7,5—7	9—7,5—7	2×1000	1,94
Чарвакская	4	14—5,5—4,5*	—	2×200	1,02
Нурекская	2	12—12,6—12,3*	(12—12,6—12,3)	2×800	0,54
Токтогульская	2	10—10—9,22	10—10—9,22	1500	0,2
Курпсайская	1	13—15,2—14*	(16—14,4—14)	2×1250/500	0,38

* Сегментный затвор.

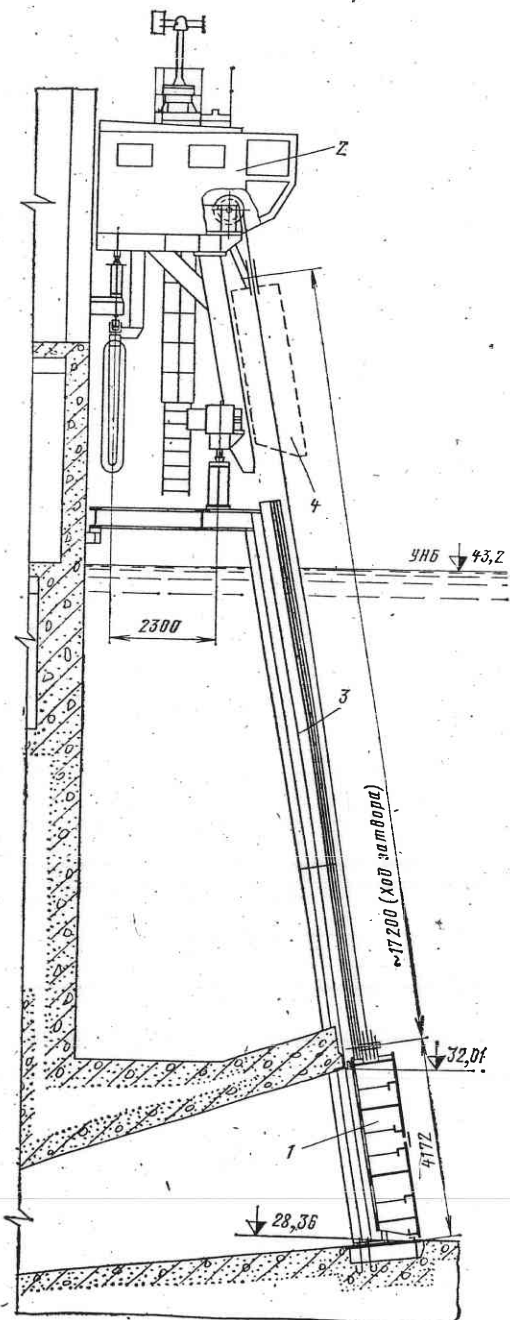


Рис. 1.6. Механическое оборудование Серебрянской ГЭС:

1 — ремонтный затвор; 2 — полукозловой кран; 3 — закладные части; 4 — положение затвора при транспортировке

ред ним необходимо установить аварийно-ремонтный затвор, если сегментный, то перед ним достаточно иметь ремонтный затвор (рис. 1.8). Если сооружение (порог затвора) подтапливается со стороны нижнего бьефа, то необходим еще один ряд пазов для установки ремонтного затвора с низовой стороны (рис. 1.7).

Компоновки с сегментными затворами обладают рядом преимуществ: отсутствие пазов, хорошее обтекание затвора потоком снизу, меньшая повреждаемость от ударов сбрасываемого льда, меньшая грузоподъемность механизмов. Наиболее важным преимуществом сегментных затворов является то, что опорный шарнир (одна из важнейших частей затвора) изготавливается на заводе с большой точностью и после опробования в заводских условиях доставляется на монтаж в полностью собранном виде, готовым к эксплуатации. Опорный шарнир, как правило, располагается выше потока и всегда доступен для осмотра, ремонта и даже замены.

Эти качества сегментных затворов очень важны для гидроэлектростанций, расположенных в суровых климатических условиях, особенно если они расположены на реках, где необходимость открытия затворов возникает раньше, чем лед утратит свою прочность. Поэтому компоновки с сегментными затворами приняты на плотинах Мамаканской, Вилойской, Братской, Усть-Илимской, Каунасской, Цимлянской, Рижской ГЭС, ГЭС Камского каскада и других сооружениях.

Иногда на поверхностных водосборных сооружениях устанавливают секторные затворы (головное сооружение Краснознаменского канала в г. Новая Каховка, шлюз-регулятор на р. Свисль), клапанные затворы (Арзнинская Ткибульская, Бжижская ГЭС и др.), крышевидные затворы (Сорочинский гидроузел) и др.

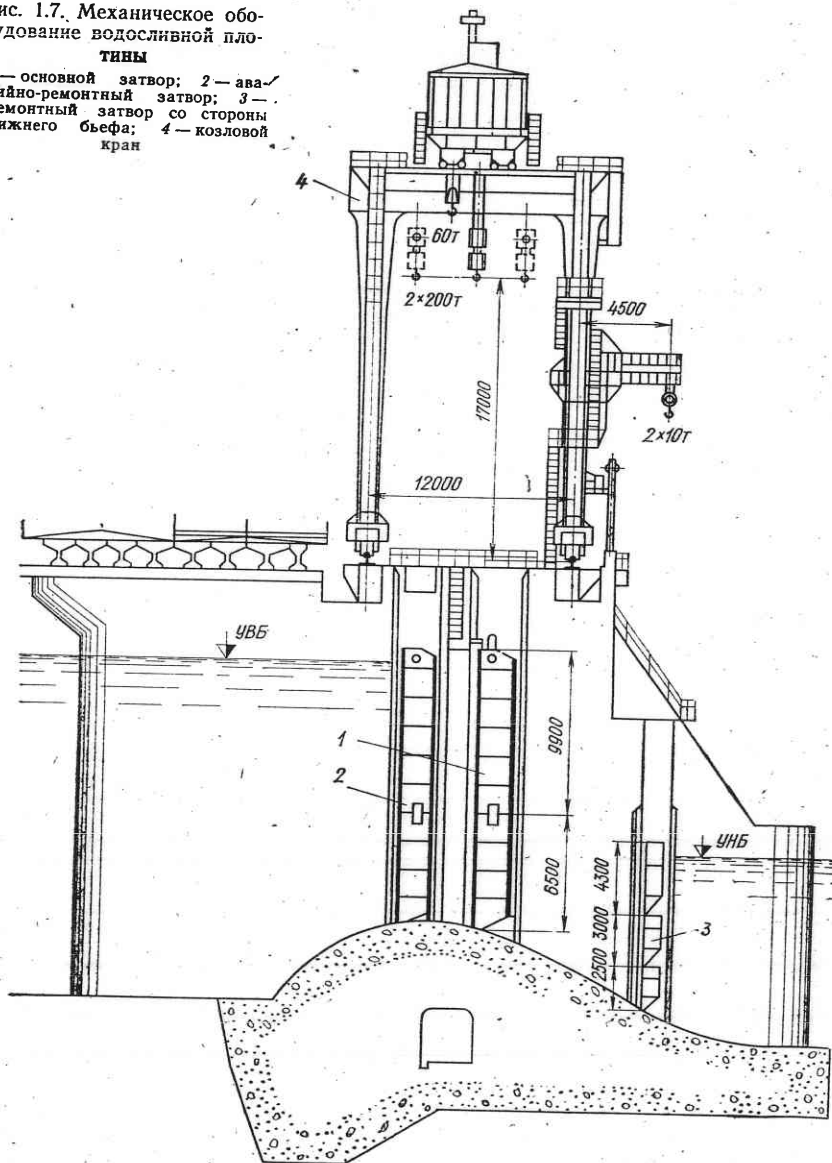
Параметры механического оборудования водосливных плотин крупных гидроэлектростанций приведены в табл. 1.3.

Механическое оборудование глубинных водосборов осуществляет предупредительную сработку водохранилища, пропуск паводка, аварийный сброс воды из водохранилища, пропуск бытовых расходов и др.

Эти задачи осложняются при работе глубинных водосборов в период строительства, так как пропускаемые расходы необходимо увязывать со степенью готовности подпорных сооружений гидроузла,

Рис. 1.7. Механическое оборудование водосливной плотины

1 — основной затвор; 2 — аварийно-ремонтный затвор; 3 — ремонтный затвор со стороны нижнего бьефа; 4 — козловой кран



а также других сооружений, строящихся в нижнем и верхнем бьефах. Глубинные водосборы работают в более широком диапазоне напоров, чем поверхностные.

Одним из ответственных требований пропуска строительных расходов является обеспечение санитарных пусков в ниж-

ний бьеф в период наполнения водохранилища. Для этой цели часто устраивают специальные пусковые водосборы, оборудованные затворами небольших размеров, позволяющими поддерживать заданный режим регулирования расходов при различных уровнях верхнего бьефа.

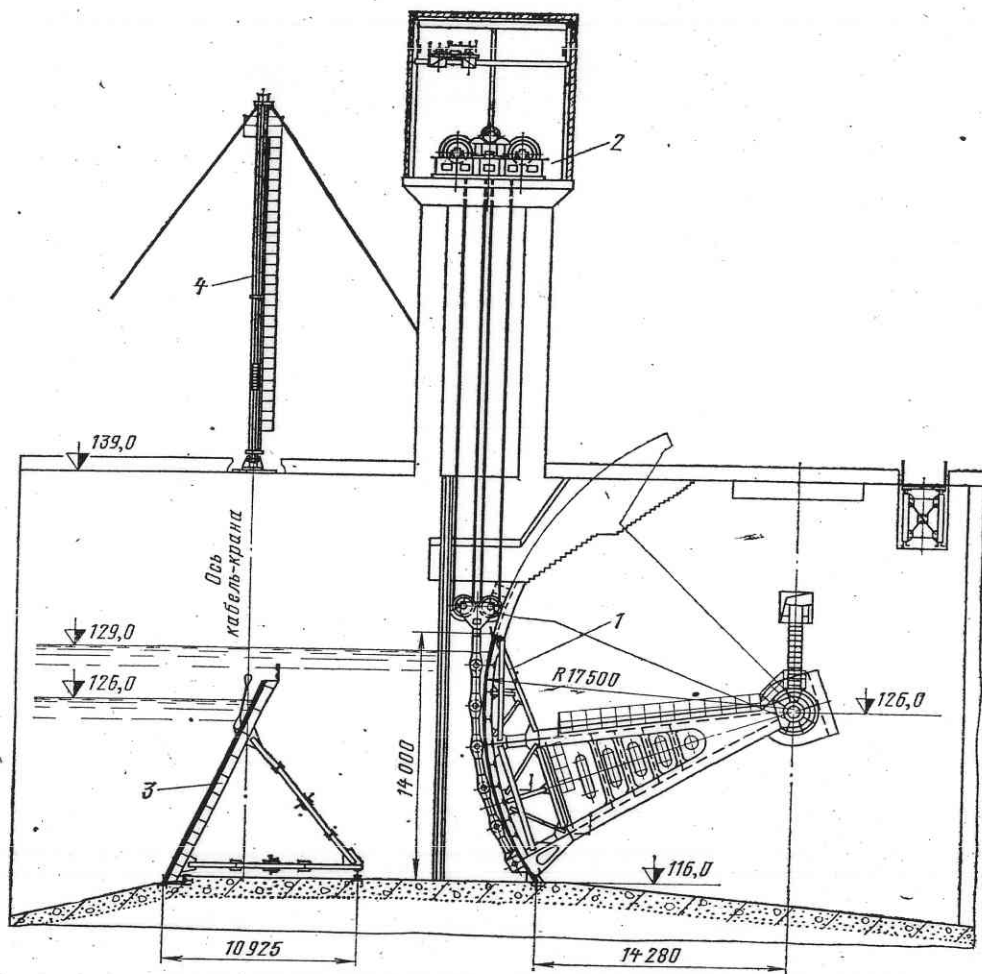


Рис. 1.8. Механическое оборудование водосбросного канала Вилюйской ГЭС:

1 — сегментный затвор; 2 — стационарный механизм подъема; 3 — ремонтное заграждение; 4 — кабель-кран

Глубинные водосбросы могут располагаться в теле бетонных плотин (рис. 1.9), под плотиной из грунтовых материалов или в туннелях (в обход грунтовой плотины). При этом основные затворы могут располагаться на входе в водовод (рис. 1.10), в средней части водовода (рис. 1.11) и на выходе из него (рис. 1.12). Но во всех случаях обязательно выполнение следующих условий:

соблюдение безнапорного режима за основным затвором и обеспечение подвода достаточного количества воздуха;

установка перед основным затвором аварийно-ремонтного при основном затворе, расположенном в начале водовода (рис. 1.10), и двух затворов (аварийно-ремонтного и ремонтного) при расположении основного затвора в середине или в конце водовода (рис. 1.9).

Основные затворы могут располагаться в одной затворной камере с аварийно-ремонтным затвором (рис. 1.12) или иметь раздельные камеры (рис. 1.11).

В качестве основных затворов глубинных водосбросов, назначение которых ре-

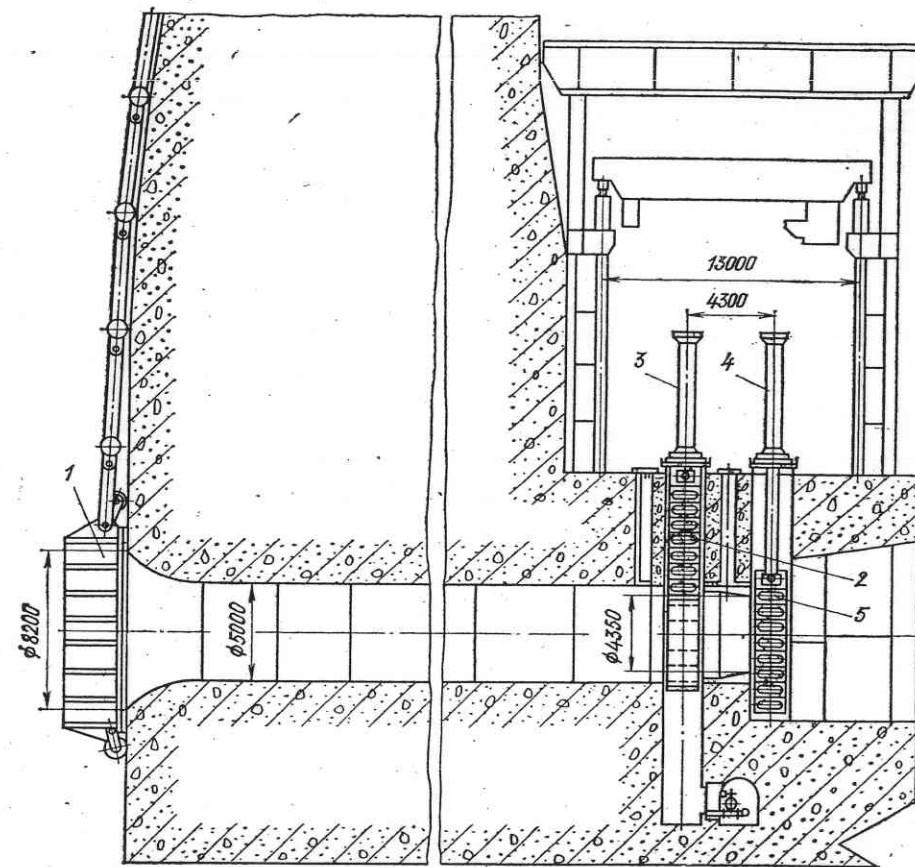


Рис. 1.9. Механическое оборудование глубинного водосброса Ингурской ГЭС:

1 — ремонтный затвор; 2 — аварийно-ремонтный затвор; 3 — гидропривод аварийно-ремонтного затвора; 4 — гидропривод основного затвора; 5 — основной затвор

гулирование расходов, сбрасываемых в нижний бьеф, применяют, как правило, сегментные затворы, которые обеспечивают более надежную работу при частичных открытиях. Хотя имеет место и установка в качестве основных плоских затворов [Саяно-Шушенская ГЭС (см. рис. 1.10), Усть-Илимская ГЭС (рис. 1.13) и др.], но эти водосбросы, как правило, являются временными, работающими только в период строительства. Исключение составляют эксплуатационные глубинные водосбросы Саяно-Шушенской и Ингурской ГЭС (см. рис. 1.9), где применены специальные типы плоских затворов.

Основные параметры затворов глубинных водосбросов крупных гидроэлектростанций приведены в табл. 1.4.

Выбор той или иной компоновки глубинных водосбросов должен производиться на основании тщательного изучения условий работы водосброса за все предстоящие периоды его эксплуатации, с учетом гидрологии потока, режимов работы и степени готовности сооружений на каждый период строительства и эксплуатации.

Надежность работы механического оборудования водосбросов, которые в течение длительного времени работают при частично открытых отверстиях, должна определяться с учетом таких факторов, как долговременное воздействие вибрационных нагрузок, явления кавитации, повышенный износ элементов конструкций и т. п.

Таблица 1.4. Затворы глубинных водосборов гидроэлектростанций

Гидроэлектростанция	Назначение затворов	Расчетные параметры затворов (I—II—III), м			Масса оборудования, тыс. т
		I ярус	II ярус	III ярус	
Братская	Р	12—18,5—18,5	12—10—10	12—10—10	6,3
	АР	12—18,5—18,5	12—10—33/58	3—69—89	
Усть-Илимская	Р	12—15,2—15	12—15,2—15	3—4,75—83,5	8,0
	АР	12—15,2—15	12—10—22/73	3—8—83,5	
Красноярская	Р	25—12,5—12,5	6—9,3—9,3	2,84—4,8—88	20,93
	АР	25—12,5—12,5	6—13,7—7,26	15—10,3—8,9*	
Чиркейская	Р	25—11—10,2	—	6—6—98	3,1
	АР	25—11—10,2	D=16÷164	5—5—98*	
Зейская	Р	8,5—13,5—30	8—13,5—30	5—10—55	11,4
	АР	25—11—10,2	8—13,5—30	5—10—55	
Ингульская	Р	9,5—11—10,2	—	—	9,17
	АР	—	—	—	
Саяно-Шушенская	Р	3—5—30/160	—	—	27
	АР	5,3—13,95—29,5/100	—	—	
Чарвакская	Р	5,3—13,95—29,5/100	6—11,3—88	—	5,0
	АР	11—11—80	—	—	
Нурекская	Р	5—6—95	—	—	20,9
	АР	5—6—95*	—	—	
Токтогульская	Р	—	3,5—9—120	3,5—9,3—175	4,66
	АР	5—10—30/110	5—6—110*	5—6—112,3*	
Курпсайская	Р	11,6—15,8—40	5—7—45/90,5	—	1,6
	АР	—	—	—	
	О	10—7,6—95	—	—	

* Сегментные затворы.

Р—ремонтные, АР—аварийно-ремонтные, О—основные затворы.

Примечание:

1.3. РАБОТА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Схема возведения гидроузла, последовательность выполнения работ и очередность ввода агрегатов определяются генеральной проектной организацией в пусковом комплексе гидроузла.

Пусковой комплекс гидроэлектростанции определяет:

состав сооружений, основного и вспомогательного оборудования и их готовность к пуску агрегатов;

физические объемы и виды строительно-монтажных работ;

уточненную потребность и сроки поставки оборудования и материально-технических ресурсов;

уточненную потребность в строительных механизмах, транспорте, рабочей силе и пр.

Пусковой комплекс устанавливает:

проектную готовность сооружений и оборудования к приему напора воды, пропуску строительных и паводковых расходов, вводу первых гидроагрегатов в эксплуатацию;

схему эксплуатации не полностью законченных сооружений с учетом наполнения водохранилища;

необходимые условия для обеспечения монтажа и наладки механического, гидросилового и другого оборудования;

полную готовность механического оборудования для пропуска расходов реки через строящееся сооружение;

необходимый объем средств управления, а также средств измерения технических параметров эксплуатируемого оборудования;

программу наблюдений за сооружениями и оборудованием на период временной эксплуатации.

В составе технической документации пускового комплекса разрабатывают:

уточненный график производства строительно-монтажных работ с учетом пропуска расходов воды, льда и шуги, наполнения водохранилища и ввода агрегатов в эксплуатацию;

необходимые чертежи, схемы, таблицы, характеризующие основные положения пускового комплекса.

Пусковой комплекс согласовывается в установленном порядке с заказчиком и генподрядчиком, который на основании «Положения о взаимоотношениях генподрядных и субподрядных организаций» должен согласовать его с субподрядными организациями.

Пусковой комплекс состоит из двух частей:

первая часть уточняет пусковой комплекс, принятый в утвержденном техниче-

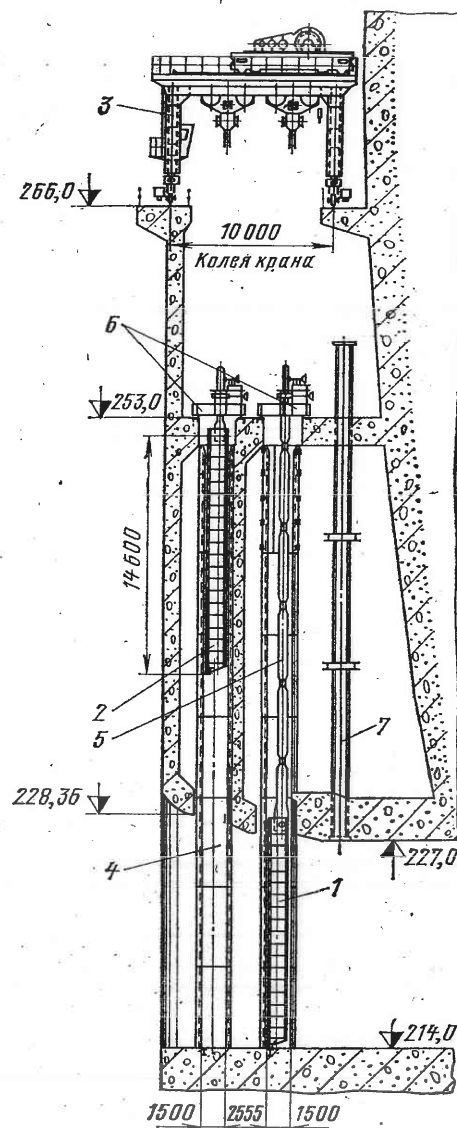


Рис. 1.10. Механическое оборудование водосборов строительного периода Саяно-Шушенской ГЭС:

1 — основной затвор; 2 — аварийно-ремонтный затвор; 3 — козловой кран; 4 — закладные части; 5 — штанга; 6 — подхваты; 7 — аэрационные трубы

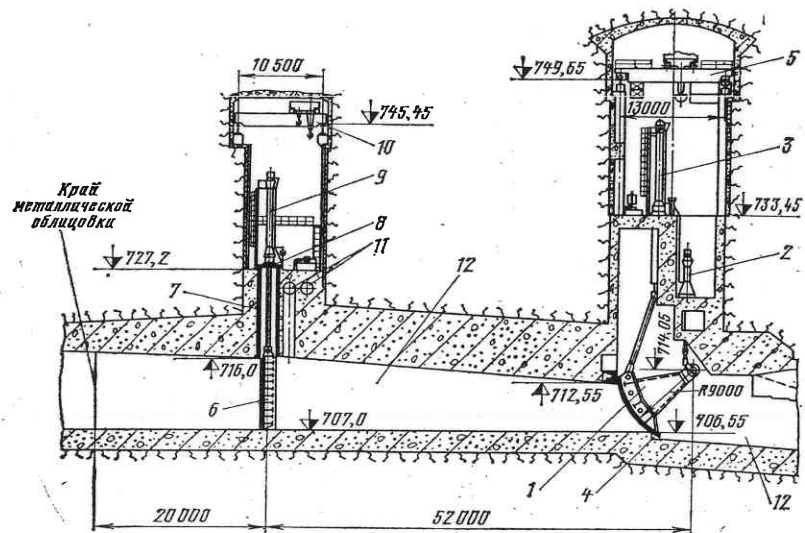


Рис. 1.11. Механическое оборудование глубинного водосброса Нурекской ГЭС:

1 — основной затвор; 2 — гидропривод эксцентрика; 3 — гидропривод основного затвора; 4 — порог затвора; 5 — мостовой кран; 6 — аварийно-ремонтный затвор; 7 — камера затвора; 8 — герметическая крышка; 9 — гидропривод; 10 — мостовой кран; 11 — аэрационные трубы; 12 — стальная облицовка

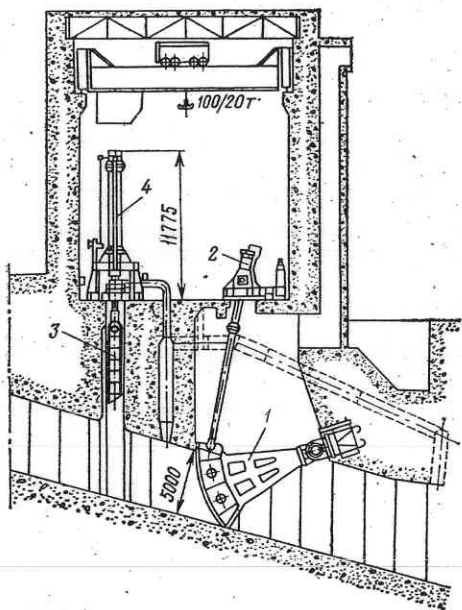


Рис. 1.12. Механическое оборудование глубинного водосброса Чарвакской ГЭС:

1 — основной затвор; 2 — гидропривод основного затвора; 3 — аварийно-ремонтный затвор; 4 — гидропривод аварийно-ремонтного затвора

ском проекте, и определяет физические объемы строительно-монтажных работ и потребность в материально-технических ресурсах, обеспечивающих ввод гидроагрегатов и заделное строительство;

вторая часть содержит данные по основным видам работ, подлежащим выполнению в пусковом году.

Первая часть выпускается генеральной проектной организацией до 15 марта года, предшествующего году ввода агрегата. Вторая часть выпускается до 30 июля того же года.

На первом этапе строительства (до перекрытия русла реки) должно быть закончено строительство водосборных сооружений с полностью смонтированным на них механическим оборудованием.

К моменту перекрытия реки механическое оборудование должно быть опробовано «насухо» и иметь полную эксплуатационную готовность, так как в период строительства работа оборудования наиболее сложна и ответственна. В этот период оно должно осуществлять:

- переключение расходов реки с одного сооружения на другое;
- пропуск паводка при еще недостроенных сооружениях;
- санитарные попуски в нижний бьеф при наполнении водохранилища;
- пропуск льда и других плавающих предметов в нижний бьеф;
- пропуск судов (на судоходных реках).

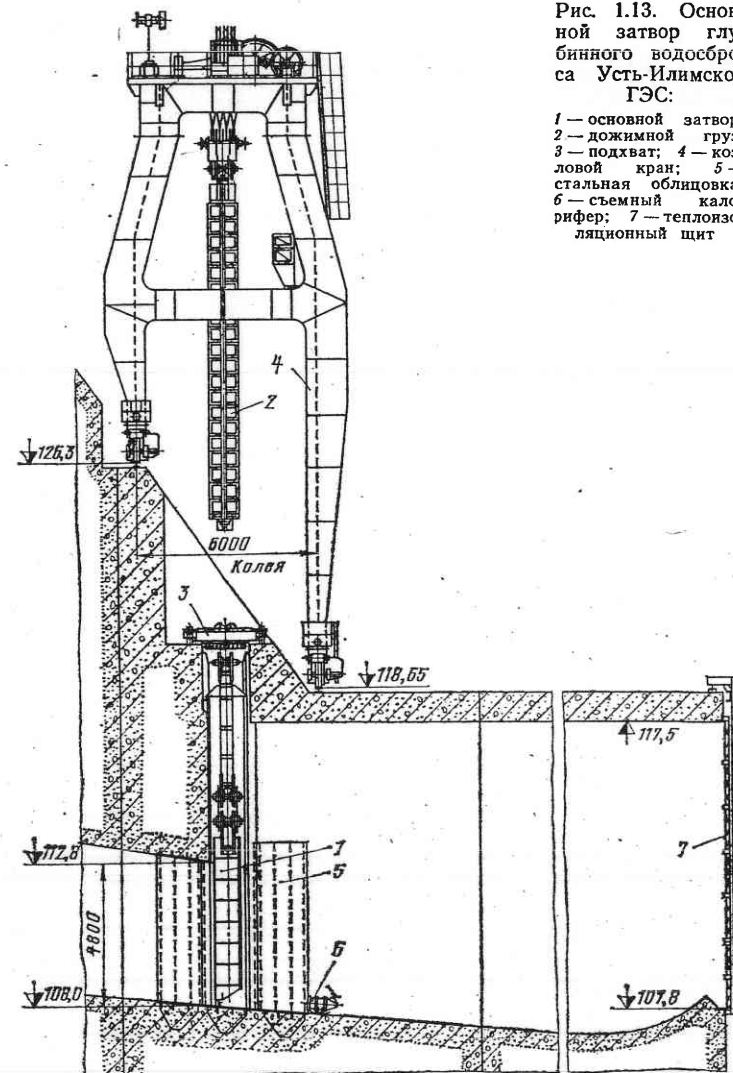


Рис. 1.13. Основной затвор глубинного водосброса Усть-Илимской ГЭС:

1 — основной затвор; 2 — дожимной груз; 3 — подхват; 4 — козловой кран; 5 — стальная облицовка; 6 — съемный калорифер; 7 — теплоизоляционный щит

Сдача механического оборудования в эксплуатацию должна осуществляться после окончания всех монтажных работ (в том числе установки и наладки всей аппаратуры дистанционного и автоматического управления), опробования работы под нагрузкой и окончания всех пусконаладочных работ.

Наиболее ответственным и тяжелым для работы механического оборудования

является пропуск первого паводка, так как в этот период значительная часть сооружений, как правило, находится в процессе строительства, т. е. ведется их «наращивание».

Для пропуска паводковых расходов в период строительства в первую очередь необходимо использовать эксплуатационные водосборные сооружения и, кроме того, предусматриваются временные водо-

сбросы, назначение которых увеличить пропускную способность гидроузла при еще недостаточно высоких отметках верхнего бьефа.

Следующий за пропуском первого паводка — период наполнения водохранилища — подъем уровня верхнего бьефа до проектных отметок практически продолжается весь период строительства и заканчивается с окончанием строительных работ на основных сооружениях гидроузла. В этот период ведут реконструкцию водосбросных сооружений или «переключают» расходы с водосбросов, находящихся на нижних отметках (водосбросные отверстия I яруса), на водосбросы, расположенные на более высоких отметках (водосбросные отверстия II и последующих ярусов).

При строительстве низконапорных гидроузлов (до 25 м) для сброса и регулирования строительных и эксплуатационных расходов обычно предусматривается два яруса поверхностных водосбросов. Строительные расходы пропускаются через гребенки плотин, а эксплуатационные — поверхностными водосливными отверстиями.

Реконструкция водосливов для работы их при более высоких отметках верхнего бьефа на этих гидроузлах заключается в том, что в этот период производится наращивание порогов водосливных плотин, водосбросных каналов, закрытие штрабных секций и т. д.

На гидроузлах с высотой плотины 25—50 м часто предусматривается дополнительный промежуточный ярус глубин-

ных отверстий, используемый как в строительный период, так и во время эксплуатации. По такой схеме построено большинство средненапорных гидроэлектростанций (Волжские — имени В. И. Ленина и имени XXII съезда КПСС, Усть-Каменигорская и другие ГЭС), где напоры на регулирующие затворы не превышают 25—40 м.

На высоконапорных гидроузлах при реконструкции глубинных водосбросов I яруса (на более высокие напоры) вместо плоских затворов, перекрывавших большие отверстия при малых напорах, устанавливают затворы меньших размеров с расчетным напором, соответствующим расчетному напорю на сооружение (Зейская ГЭС).

Если расчетный напор на затворы глубинных водосбросов меньше расчетного напора, действующего на сооружение в период строительства, то дополнительно предусматривают устройство еще одного яруса водосбросов на более высоких отметках, который включается в работу после исчерпания возможностей затворов I яруса.

Так, при строительстве Нурекской ГЭС с плотиной высотой 300 м сооружено три яруса водосбросных туннелей строительного периода (рис. 1.14), так как максимальный напор на затворы составляет 110 м.

До переключения расходов на вышележащий ярус водосбросов (например, II) механическое оборудование последнего должно быть смонтировано и опробовано насухо и сооружение способно воспринять

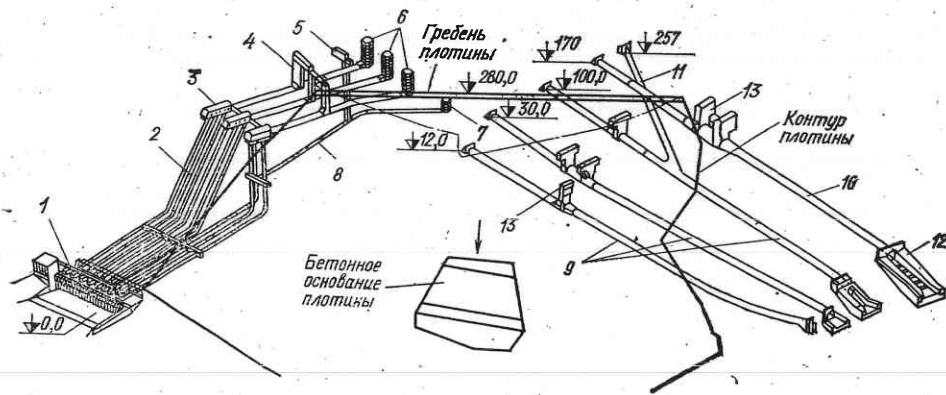


Рис. 1.14. Схема водосбросных сооружений Нурекской ГЭС:

1 — здание ГЭС; 2 — турбинные водоводы; 3 — тройники; 4 — камеры основных затворов; 5 — камера ремонтного затвора; 6 — водоприемники; 7 — промежуточный водоприемник; 8 — промежуточный трубопровод; 9 — строительные туннели соответственно I, II и III ярусов; 10, 11 — эксплуатационные водосбросы соответственно с глубинным и поверхностным водозабором; 12 — бетонное основание плотины; 13 — затворные камеры

напор, обеспечивающий расчетный расход через водосбросы II яруса.

Забетонирование глубинных отверстий I яруса нельзя начинать раньше, чем будет опробовано под нагрузкой механическое оборудование II яруса. Аварийно-ремонтные (ремонтные) затворы водосбросных отверстий I яруса в этом случае должны быть рассчитаны на статическую нагрузку от напора, соответствующего отметке верхнего бьефа при опробовании под нагрузкой затворов II яруса.

При строительстве высоконапорных гидроэлектростанций пуск первых гидроагрегатов часто производят на пониженных отметках. В этом случае сооружают специальный полупусковой водосброс, оборудованный затворами, позволяющими осуществлять регулирование расходов или поддерживать заданный расход воды (санитарный, судовой попуск) при различных уровнях верхнего бьефа.

1.4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВЛЯЕМОГО НА МОНТАЖ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

Общие требования. Металлические конструкции затворов, ворот, закладные части, трубопроводы, облицовки и другие сварные конструкции и небольшие механизмы (решеткоочистные машины, водоочистные вращающиеся сетки и др.) поставляются заводами треста «Гидромонтаж». Специальные козловые краны грузоподъемностью до 250 т и навесное оборудование к ним поставляются Запорожским энергомеханическим заводом Главэнергостроймеханизации. Механическое оборудование (высоконапорные сегментные затворы, гидроприводы) или его отдельные узлы (опорные шарниры, гальсбанты, балансирующие тележки, рельсы колесных затворов), изготавливаемые из стальных отливок или поковок с механической обработкой или требующие механической обработки на карусельных станках, поставляются заводами Минэнергомаша.

Основным нормативным документом для изготовления механического оборудования являются СНиП III-18-75, гл. I и 7 (кроме высоконапорного оборудования) и специально составленные для каждого вида оборудования технические условия.

В технических условиях приводятся требования к качеству изготовленных конструкций, указания по укрупнительной сборке, монтажу и эксплуатации, правила приемки и поставки изделий.

Для конструкций, предназначенных для эксплуатации в районах с холодным климатом, должны быть учтены требова-

ния ГОСТ 14892-69, а с тропическим климатом — ГОСТ 15151-69.

Техническая документация на изготовление механического оборудования разрабатывается Гидропроект, СКБ треста «Гидромонтаж» Минэнерго СССР. Отступления от рабочих чертежей без согласования с проектной организацией не допускаются.

В комплект поставки потребителю (заказчику) механического оборудования входят:

изделие, укомплектованное узлами и деталями, перечисленными в спецификациях;

сертификат на стальную конструкцию со схемами поузловой сборки;

акты опробования и обкатки механизмов;

перечень отступлений от рабочей конструкторской документации, допущенных заводом-изготовителем и согласованных с проектной организацией;

инструкция по эксплуатации изделия; паспорт изделия;

паспорта и сертификаты на покупные узлы и детали, поставляемые другими заводами;

результаты проверки качества изделия (формуляры, копии паспортов сварщиков);

товаросопроводительная документация в составе комплектовочной и отправочной (упаковочной) ведомостей; копии этих документов отправляются потребителю (заказчику) отдельно почтой;

запасные части, быстроизнашивающиеся узлы и детали.

Изготовленные конструкции и механизмы отправляют заказчику в собранном виде или отдельными частями (узлами), имеющими размеры, не превышающие габаритов железнодорожных перевозок. Все конструкции, которые поставляют отдельными частями и собирают непосредственно на месте строительства или эксплуатации, должны пройти контрольную сборку на заводе-изготовителе. Предельные отклонения размеров изготовленного и собранного механического оборудования не должны отличаться от проектных значений, указанных в рабочих чертежах-схемах контрольных обмеров. В чертежи-схемы (формуляры) заносится результаты обмеров конструкций. Обмеры производят после окончания всех сборочных и сварочных работ. Обмеряемая конструкция должна лежать в свободном состоянии (без стяжек, прижимов и других приспособлений, деформирующих конструкцию или отдельные ее части с целью «подгонки»).

Стационарные механизмы, а также механизмы кранов, решеткоочистных машин, захватных балок и др. на заводе-изготовителе обкатывают с проектной частотой вращения в продолжение двух часов (по

1 ч в каждую сторону). Все дефекты, выявленные в процессе обкатки, должны быть устранены.

Электродвигатели, редукторы, тормоза, пускорегулирующая аппаратура и другие комплектующие изделия должны поступать от поставщика с паспортами. В дальнейшем эти паспорта вместе с приемо-сдаточной документацией должны быть переданы заказчику.

Все подшипники качения и скольжения, открытые зубчатые передачи, а также прочие подвижные соединения при сборке на заводе-изготовителе должны быть смазаны солидолом, в редуктор залито индустриальное масло.

Мелкие узлы с механически обработанными деталями, уплотняющие устройства, крепежные детали должны отправляться с завода упакованными в деревянные ящики (ГОСТ 2991-76 или ГОСТ 10198-78). Ящики, отправляемые в районы Крайнего Севера, должны соответствовать ГОСТ 15846-79. В отдельных случаях допускается изготовление ящиков по чертежам завода-изготовителя.

Упакованные ящики должны иметь устройства в виде узлов строповки и кантовки для захвата стропами, а также нанесенный на них знак, где находится центр тяжести. На торце каждого ящика должна быть нанесена маркировка в соответствии с ГОСТ 14192-77. Механически обработанные и неокрашиваемые поверхности механического оборудования должны быть защищены от коррозии и покрыты легкоудаляемой противокоррозионной консервационной смазкой по ГОСТ 10877-76.

На заводе-изготовителе все габаритные конструкции, узлы и детали должны быть очищены от окалины, ржавчины, жировых и прочих загрязнений и окрашены перед отгрузкой потребителю.

Состав красителей и количество наносимых слоев выбирается в зависимости от конкретных условий эксплуатации (в воде, в среде вода — воздух и т. д.) и климатического пояса, в котором будет эксплуатироваться механическое оборудование. Части конструкций, которые заделываются в бетон, не окрашиваются и не грунтуются. Места стыков под сварку и механически обработанные поверхности (плоскости под установку обойм полозьев и уплотнений, отверстия проушин и т. п.) грунтуются и окраске не подлежат, а должны быть законсервированы согласно ГОСТ 9.104-79.

Отгружаемые конструкции после окраски должны быть замаркированы яркой несмываемой краской с указанием номера заказа, обозначения сборочной единицы, номера комплекта и массы. На каждой конструкции должны быть нанесены мон-

тажно-сборочные риски, положение центра тяжести и указаны места строповки.

На механизмах должны быть прикреплены фирменные таблички, на которых нанесены следующие данные: завод-изготовитель; год выпуска; заводской номер; грузоподъемность (тяговое усилие).

Хранение изделий в период, предшествующий монтажу, должно выполняться согласно «Инструкции о порядке хранения энергетического оборудования на объектах Министерства энергетики и электрификации СССР», утвержденной в 1967 г. По истечении срока хранения необходимо произвести переконсервацию в соответствии с ГОСТ 13168-69.

Плоские затворы (см. 1 и 9 на рис. 1.1; 1 на рис. 1.5; 1, 2, 3 на рис. 1.7) изготавливают в соответствии со СНиП III-18-75 и техническими условиями ТУ 34-3214-78 (затворы плоские габаритные) или ТУ 34-3215-78 (затворы плоские негабаритные).

Составные части затворов: уплотняющие устройства выполняют по ТУ 34-3203-78 опорные полозья — по ТУ 34-3204-78; торцевые, боковые колеса и обратные тележки — по ТУ 34-03-16012-79; подхваты и упоры — по ТУ 34-03-16003-79.

Стыки резиновых уплотнений должны быть выполнены горячей вулканизацией.

Основные параметры и размеры поставляемых плоских габаритных затворов: ширина перекрываемого отверстия (пролет) глубинного затвора до 12 м; верхнего затвора до 20 м; высота затвора до 3,25 м; расчетный напор на затвор до 25 м.

Основные параметры и размеры поставляемых плоских негабаритных затворов:

ширина перекрываемого отверстия (пролет) глубинного затвора до 12 м; верхнего затвора до 20 м; расчетный напор на затвор до 25 м.

Затворы, превышающие указанные параметры, поставляются по специально разработываемым техническим условиям.

Сегментные затворы, поверхностные и глубинные, используют в качестве основных регулировочных затворов на водосливах и водосбросах гидротехнических сооружений.

Сегментные полноповоротные уравновешенные поверхностные затворы (рис. 1.15) используют в качестве основных, аварийно-ремонтных и ремонтных ворот судоходных шлюзов, а также на шлюзах-регуляторах.

Сегментные затворы: поверхностные изготавливают по ТУ 34-3217-78 (см. 1 на рис. 1.8); уравновешенные поверхностные — по ТУ 34-3219-78; глубинные — по ТУ 34-3218-78 (см. 1 на рис. 1.11). Основные параметры сегментных затворов приведены в табл. 1.5.

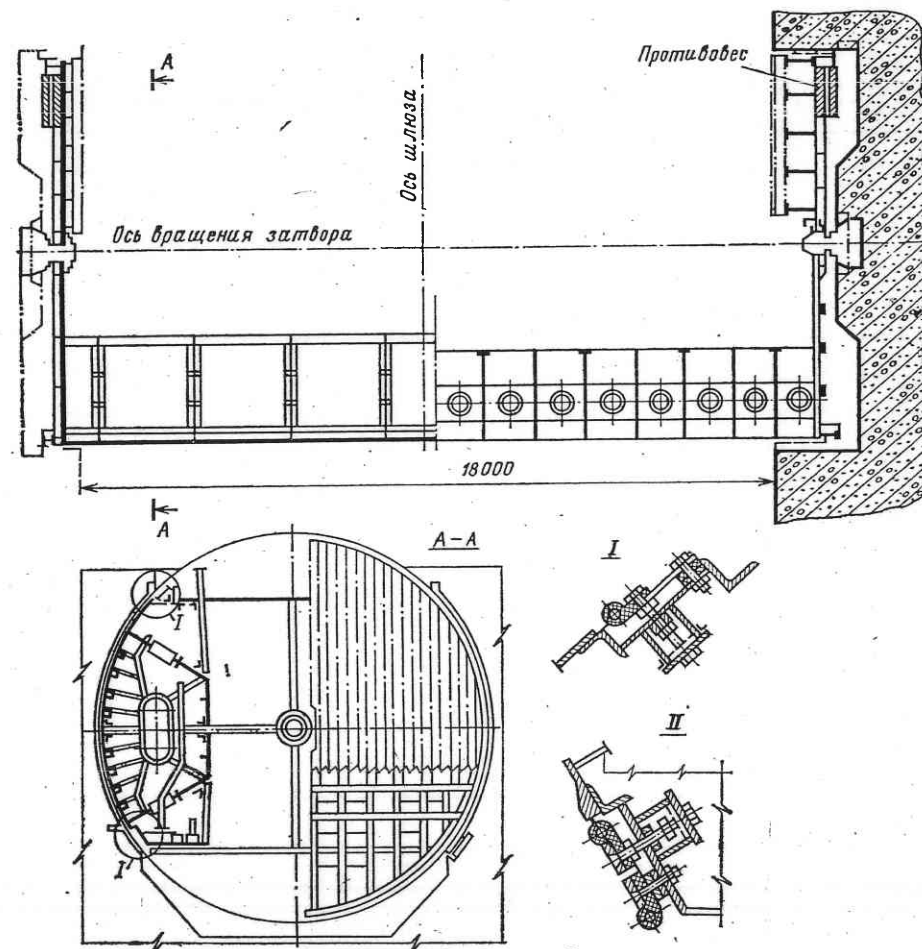


Рис. 1.15. Сегментный полноповоротный затвор

Глубинные затворы с уплотнением на подвижной конструкции поставляют с механической обработкой поверхностей закладных частей под установку уплотнений и торцевых поверхностей ног (в стыках).

Глубинные сегментные затворы с уплотнениями на закладных частях поставляют с механической обработкой наружной поверхности обшивки, поверхностей закладных частей под установку уплотнений и торцевых поверхностей ног.

Сорудерживающие решетки изготавливают в соответствии с ТУ 34-3222-79. Обогреваемые и неогреваемые сорудерживающие решетки изготавливают однополотными или секционными, соединяемые сцепами.

Таблица 1.5. Основные параметры и размеры сегментных затворов

Показатели	Тип затвора		
	поверхностный	уравновешенный	глубинный
Пролет перекрываемого отверстия в свету, м	До 24	До 18	До 6
Высота перекрываемого отверстия в свету, м	До 12	До 10	До 6
Расчетный напор, м	12	10	До 50

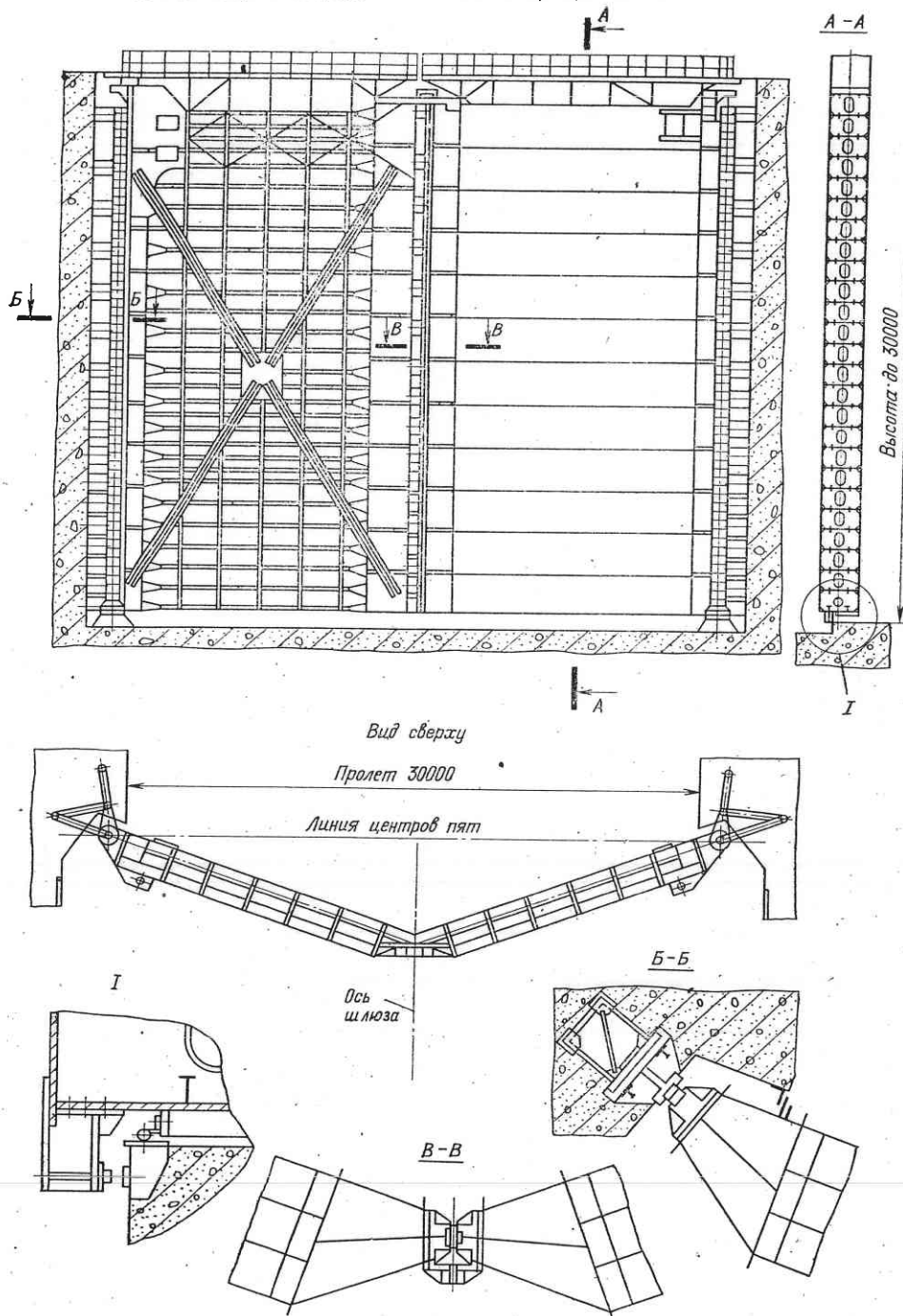


Рис. 1.16. Двустворчатые ворота

Таблица 1.6. Размеры двустворчатых шлюзных ворот

Показатели	Ширина камеры шлюза, м		
	15	18	30
Высота ворот, м	До 25	До 30	До 30
Длина створки ворот, м	До 10	До 11	До 18

В конструкциях, сорудерживающих решеток с индукционным электрообогревом внутренние полости каналов и коробок обогрева не должны иметь острых выступающих кромок, могущих повредить изоляцию проводов. Все острые кромки должны быть притуплены по радиусу не менее 3 мм.

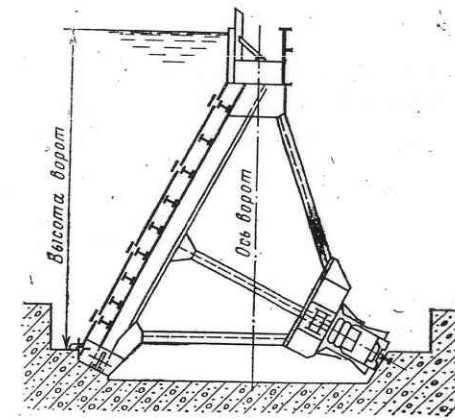


Рис. 1.17. Откатные ворота

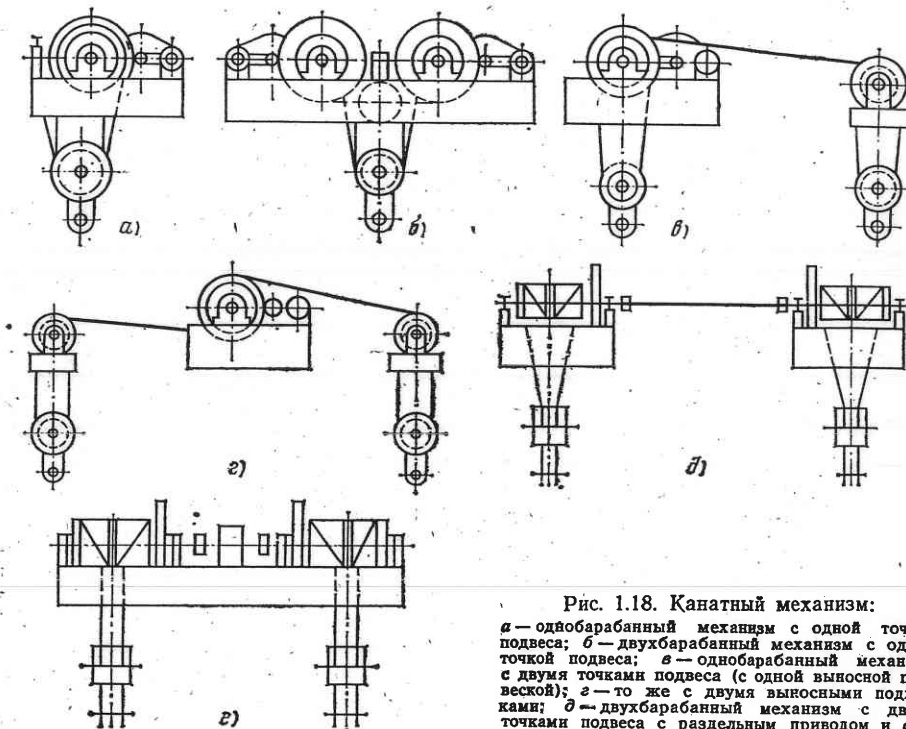


Рис. 1.18. Канатный механизм:

a — однобарабанный механизм с одной точкой подвеса; *b* — двухбарабанный механизм с одной точкой подвеса; *e* — однобарабанный механизм с двумя точками подвеса (с одной выносной подвеской); *г* — то же с двумя выносными подвесками; *д* — двухбарабанный механизм с двумя точками подвеса с раздельным приводом и синхронизирующим валом; *e* — то же с общим приводом

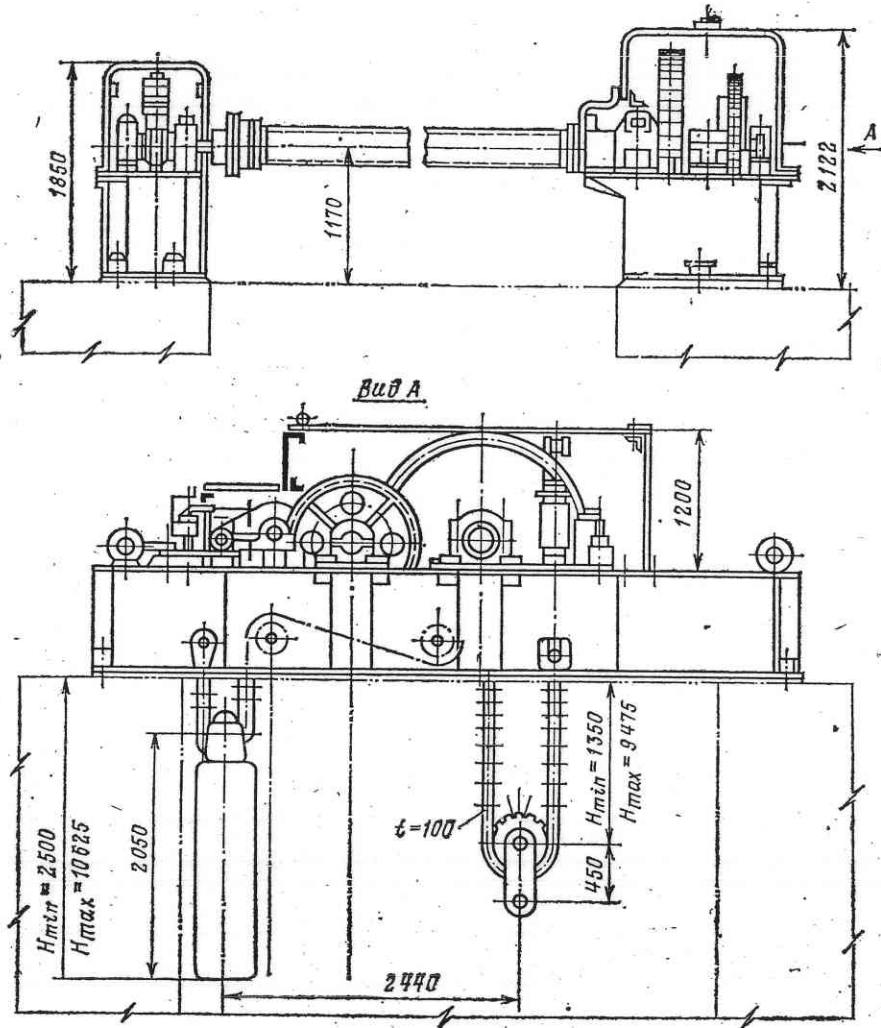


Рис. 1.19. Цепной механизм

Таблица 1.7. Основные параметры стационарных грузоподъемных механизмов

Тип механизма	Схема по рисунку	Технические условия на изготовление	Моторесурс, тыс. ч
Канатный	1.18	ТУ 34-3233-78	30
Цепной	1.19	ТУ 34-3234-79	20
Винтовой	1.20	ТУ 34-3236-79	5

При шинном электрообогреве соросодерживающих решеток обязательным требованием является обеспечение надежной изоляции токоведущих частей от металлоконструкций решеток.

Наибольшие размеры решеток для перекрытия водоприемных отверстий 16×50 м, с расчетным перепадом 2—3 м (в зависимости от условий засорения решеток).

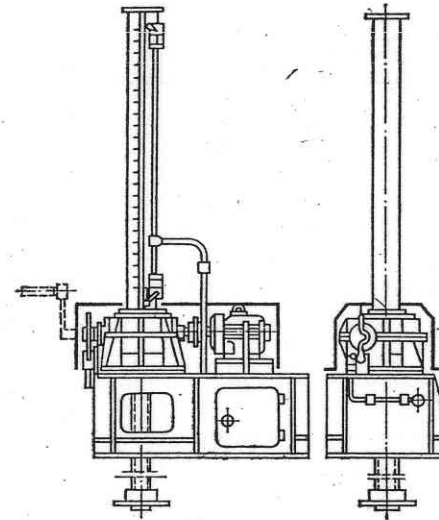


Рис. 1.20. Винтовой механизм

Шлюзные ворота, двусторчатые и откатные, предназначены для перекрытия судоводных отверстий.

Двусторчатые шлюзные ворота (рис. 1.16) изготавливают в соответствии с ТУ 34-3220-78, размеры их приведены в табл. 1.6. Устройства (приборы) для контроля створения и просадки основных двусторчатых ворот изготавливают в соответствии с требованиями ТУ 34-3239-78.

Откатные ворота (рис. 1.17) изготавливают в соответствии с требованиями ТУ 34-3221-78 для шлюзов с шириной камеры до 30 м и высотой до 12 м.

Закладные части (пазовые конструкции) затворов, ворот и решеток включают рабочий путь с механической обработкой, обратный и боковой пути, обработанную полосу под уплотнение, облицовки и устройства для обогрева (см. гл. 3).

Конструкции закладных частей поставляют как собранными отправочными марками пазов П-образной формы (см. рис. 3.2,б), так и отдельными марками (см. рис. 3.3) длиной до 3 м в виде стальных обработанных отливок и длиной до 6 м при сварной конструкции путей.

Закладные части пазов плоских скользящих затворов, ворот и решеток должны соответствовать ТУ 34-3209-78.

Стационарные грузоподъемные механизмы изготавливают в соответствии с техническими условиями, приведенными в табл. 1.7.

Конструктивные схемы грузоподъемных механизмов даны на рис. 1.18—1.20.

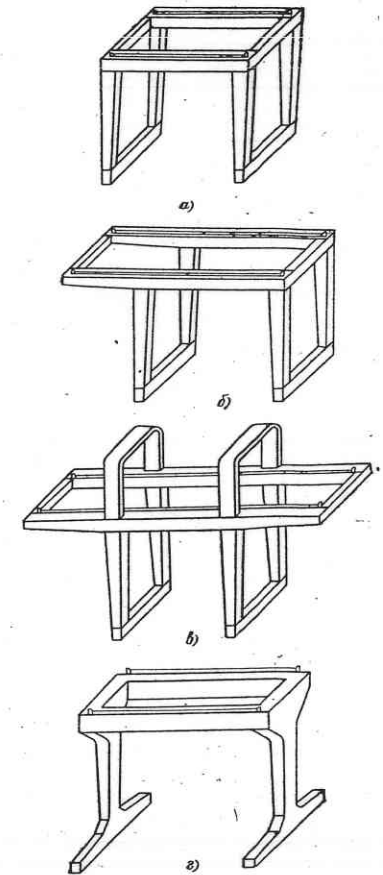


Рис. 1.21. Схемы портала козлового крана: а — бесконсольного; б — одноконсольного; в — двухконсольного; г — двухстоечного

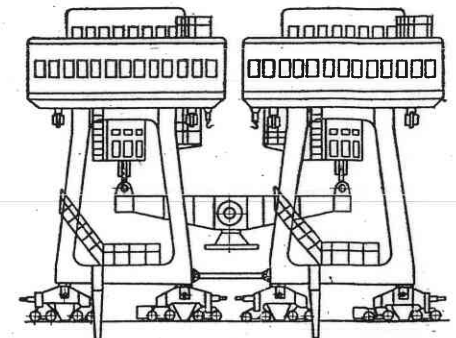


Рис. 1.22. Работа спаренными кранами

Таблица 1.8. Основные параметры грейферов и ковшей

Тип грейфера и ковша	Пролет, м	Максимальное раскрытие челюстей, м	Давление в гидросистеме, МПа	Масса, т
Грейфер двухчелюстной	До 10,5	До 4,0	До 250	До 2,1
Грейфер четырехчелюстной	—	До 2,50	До 250	До 3,3
Ковш гидравлический	1,500—10,0	До 2,20	До 250	2,5—10,5

Козловые и полукозловые краны, специальные гидротехнические, отличаются значительным разнообразием конструктивных схем порталов (рис. 1.21) и механизмов подъема (рис. 1.22; см. 11 на рис. 1.1; 4 на рис. 1.2). Их изготавливают, как правило, по индивидуальным проектам (см. подробнее гл. 9).

Навесное оборудование к кранам изготавливают в соответствии с техническими условиями: траверсы грузоподъемностью 10—200 т с РТП 3—12 м (рис. 1.21) — по ТУ 34-03-16016-79; балки захватные с электроприводом грузоподъемностью 20—250 т с РТП 6—20 м (см. 13 на рис. 1.1) — по ТУ 34-3231-78; балки захватные механические полуавтоматические грузоподъемностью 4—75 т (см. 2 на рис. 1.5) — по ТУ 34-3232-78; грейферы и ковши гидравлические (см. 2 на рис. 1.2; 6 на рис. 1.3) — по ТУ 34-03-16002-79. Размеры грейферов и ковшей приведены в табл. 1.8.)

Все маслопроводы, внутренняя поверхность корпусов сервомоторов и маслобаков МНУ гидравлических захватных балок и грейферов должны быть очищены от стружки и грязи, продукты сжатым воздухом и протравлены 20%-ным раствором серной или соляной кислоты, нейтрализованы 3—5%-ным содовым или известковым раствором, тщательно промыты водой, высушены и смазаны минеральным маслом.

Для предохранения деталей гидросистемы от коррозии в процессе длительного хранения до сборки детали после очистки должны подвергаться межоперационной консервации.

Резиновые уплотнительные манжеты, кольца, прокладки и другие резиновые детали, соприкасающиеся с маслом, перед их установкой должны быть выдержаны в рабочей жидкости в течение 24 ч. Если резиновые детали станут рыхлыми, их бракуют.

Собранная гидросистема должна обеспечивать прочность и герметичность под пробным давлением, превышающим номинальное в 1,25 раза. При этом течь масла в соединениях не допускается.

Навесное оборудование кранов должно иметь фирменные таблички, на которых указывается: завод-изготовитель; год выпуска; заводской номер; грузоподъемность.

Монтаж электрооборудования всех механизмов должен быть осуществлен в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», и «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Стационарные механизмы, а также механизмы кранов и захватных балок на заводе-изготовителе обкатываются с проектной частотой вращения в продолжение 2 ч (по 1 ч в каждую сторону). Все дефекты, выявленные в процессе обкатки, должны быть устранены.

К акту приемки крана ОТК завода-изготовителя должны прикладываться:

- а) сертификаты на стальные конструкции со схемами поузловой контрольной сборки;
- б) акты опробования и обкатки механизмов.

1.5. ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Запасные части механического оборудования для гидротехнических сооружений подразделяются на категории: 1 — для судоводных шлюзов; 2 — для водосбросов и водовыпусков плотин и ГЭС; 3 — для водоприемников.

В табл. 1.9 приведены номенклатура и нормы заказа запасных частей, включаемых в спецификацию комплекса механического оборудования, которые заказываются эксплуатирующим предприятием отдельно от оборудования.

Количество запасных частей определяется по нормам, приведенным в табл. 1.10.

Таблица 1.9. Количество запасных частей, шт., заказываемых на комплекс механического оборудования гидротехнических сооружений

Номенклатура запасных частей	1-й категории				2-й категории				3-й категории							
	при числе одинаковых изделий (зазоров, кранов и т. д.) на сооружении															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Шарниры опорные	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Гальванты	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Грибы подпятников	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вкладыши напятников	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вкладыши упорных и закладных подушек	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Втулки и вкладыши (подшипников)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Полость ходовые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Механические детали к штангам	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Колеса ходовые обратные, боковые, торцевые и распорки обратные	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Тавотницы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Канаты грузовые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Цепи пластинчатые грузовые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Блоки рабочие	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ходовые винты для винтовых механизмов	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ходовые гайки	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Подшипники качения	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Колеса ходовые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Шестерни быстросходные	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Редукторы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Муфты эластичные и зубчатые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Тормоза	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Выключатели	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Датчики	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Тавотницы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. За единицу изделия принимается: один зазор, один кран, один комплект закладных частей и т. д.
2. Запасные части, отмеченные знаком «+», заказываются с изданием по табл. 1.10, «—» — не заказываются.

Таблица 1.10. Количество запасных частей, заказываемых с изделием

Номенклатура запасных частей	Норма заказа, %, механического оборудования по категории		
	1	2	3
Затворы (ворота)			
Колеса ходовые, обратные, боковые, торцевые	25	0	0
Полосы ходовые, обратные, боковые, торцевые	50	0	0
Антифрикционный материал для ползьев	0	50	25
Распорки обратные	50	0	0
Втулки и вкладыши (подшипников)	100	0	0
Буфера резиновые	25	25	15
Уплотнения резиновые ¹	100	25	15
Уплотнения полиэтиленовые ¹	100	25	15
Материалы для заливок вкладышей и подушек	10	—	—
Крепежные детали для запчастей	50	50	25
Механизмы стационарные, краны, гидроприводы			
Втулки и вкладыши (подшипников)	100	25	15
Пружины (за исключением пружин для покупных изделий)	50	25	15
Накладки для тормозов (лента)	100	50	25
Уплотнительные детали гидроцилиндров (манжеты, кольца и т. п.)	100	50	25
Набивка многослойноплетеная	100	50	25
Гидроаппаратура (золотники, распределители, клапаны, арматура маслопроводов)	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Кольца и втулки резиновые к эластичным муфтам	100	50	25
Уплотнения резиновые к зубчатым муфтам	50	50	25
Электродвигатели	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Насосы	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Командоаппараты	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Манометры	100	100	50
Реле	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Фильтры	100	100	50

¹ Для затворов всех типов, работающих во время строительного периода, дополнительно заказывается 100% уплотнений для установки их при сдаче затворов в постоянную эксплуатацию.

Примечания: 1. При подсчете количества запасных частей по нормам, приведенным в таблице, полученные дробные значения следует округлять до ближайшего целого числа.

2. Количество узлов, заказанных по нормам, приведенным в настоящей таблице, должно быть не менее указанных в табл. 1.9.

Глава 2

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА СТРОЙПЛОЩАДКЕ

2.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

На гидротехнических сооружениях монтажные организации ведут монтаж механического, гидросилового оборудования и специальных металлоконструкций, а также кранов, сборного железобетона, изготовление и монтаж армокаркасов, омоноличивание пазовых конструкций и облицовок и другие работы — все это требует высокой инженерной и организационной подготовки.

Монтажная организация строит свои взаимоотношения с генподрядчиком на основе договора, в котором указываются объем и сроки выполнения работ, сроки представления монтажной организации фронта работ, поставок оборудования и металлоконструкций, условия пользования временными сооружениями и представления жилья и т. д.

Обязанности заказчика выполняет дирекция строящегося сооружения, которая осуществляет приемку смонтирован-

ных конструкций и оборудования в эксплуатацию. В обязанности заказчика входит также обеспечение монтажных организаций (через генподрядчика или по прямым договорам) необходимой технической и технологической документацией.

Нормативные и инструктивные документы для производства монтажных работ в гидротехническом строительстве:

СНиП III-1-76. Организация строительного производства.

СНиП III-2-75. Геодезические работы в строительстве.

СНиП III-4-79. Техника безопасности в строительстве.

СНиП III-16-79. Бетонные и железобетонные конструкции сборные.

СНиП III-18-75. Металлические конструкции.

СНиП III.Г.10.1-69. Подъемно-транспортное оборудование. Правила производства и приемки работ.

СН 202-81. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Госгортехнадзора СССР.

Техническая документация — рабочие чертежи механического оборудования и специальных металлических конструкций, чертежи КМД конструктивные, монтажные схемы, заводские накладные на отгружаемые конструкции, сертификаты на металлические конструкции и т. п. — в полном объеме выдается монтажным организациям заказчиком. Рабочие чертежи механического оборудования могут быть разработаны как специализированными конструкторскими организациями (СКБ «Гидросталь»), так и заводами-изготовителями по техническому проекту, разработанному СКБ «Гидросталь».

Технологическая документация на монтаж механического оборудования разрабатывается в две стадии: в стадии проекта организации работ (ПОР) и в стадии проекта производства работ (ППР). Кроме того, на отдельные виды работ могут быть составлены технологические карты и карты трудовых процессов.

Проекты организации работ выдают заказчиком монтажным организациям в составе проекта механического оборудования. Проекты производства работ, технологические карты, карты трудовых процессов разрабатывают, как правило, силами монтажных организаций, за исключением проектов производства работ на монтаж особо сложного механического оборудования, на монтажные работы, выполняемые в особо опасных условиях одновременно с другими видами работ (работы в подземных выработках и др.) или

при строительстве опытно-экспериментальных сооружений, — ППР в этих условиях разрабатывается СКБ «Гидросталь» (совместно со смежными организациями) по заказу дирекции или генпроектировщика.

В составе ПОР должны быть разработаны принципиальные решения по организации и производству монтажных работ, изложены монтажные требования к механическому оборудованию, металлическим конструкциям и строительной части гидротехнического сооружения, определены последовательность и продолжительность монтажных работ с учетом совмещения их со строительными работами.

В соответствующих разделах проекта приводятся требования к готовности монтажной зоны в части планировки, наличия энергообеспечения, освещения, вентиляции, ограждения рабочих и опасных зон и др.; дают схематические планы и разрезы сооружения с указанием размещения монтажного и монтируемого оборудования, направления перемещения механизмов, схемы транспортировки и подачи конструкций в монтажную зону, размещения сетей временного электро-, тепло-, водо- и воздухообеспечения; описывают методы и последовательность производства работ, способы транспортировки конструкций и оборудования к месту монтажа, средства подмащивания, монтажные приспособления, средства малой механизации, схемы строповки и условия безопасного ведения работ и др.; приводят схемы контрольных измерений, указания о визуальных наблюдениях и необходимых испытаниях, выполняемых в процессе производства работ и обеспечивающих надлежащее качество монтажа; приводят потребность в материалах, приспособлениях, в средствах малой механизации и других материально-технических ресурсах.

ПОР является составной частью проекта организации строительства сооружения (ПОС), и его решения должны учитываться при разработке рабочих чертежей механического оборудования строительных конструкций, ППР строительства сооружения, ППР и технологических карт на монтажные работы.

В состав ПОР входят:

а) чертежи монтажной зоны (контуры строительной части), на которых нанесены контуры механического оборудования и металлических конструкций, расположение монтажных кранов и механизмов с привязками к монтируемому оборудованию, с указанием рабочих зон и грузоподъемности кранов в каждой зоне;

б) технологические схемы производства работ, представляющие собой графическое изображение технологической последовательности основных стадий транспортировки, сборки, установки оборудования и конструкций. В схемах приводятся мак-

симальные возможности транспортных средств, кранов, механизмов и приспособлений, используемых при монтаже оборудования и конструкций. Даются массы и габариты оборудования и конструкций, схемы их строповки, обстройки лестницами, площадками и подмостями для работы людей. Приводятся схемы раскрепления монтируемого оборудования и указываются мероприятия, обеспечивающие устойчивость и неизменяемость проектного положения смонтированного оборудования и конструкций или отдельных частей на всех стадиях производства монтажных и строительных работ;

в) спецификации монтажного оборудования в табличной форме в виде перечней стандартного монтажного оборудования, транспортных средств, нестандартного оборудования, приспособлений и материалов;

г) график производства монтажных работ — продолжительность монтажа оборудования и конструкций, количество людей и механизмов, занятых на каждой стадии монтажа, общее количество трудозатрат и механизмов. График составляется с увязкой очередности выполнения строительных и монтажных работ;

д) пояснительная записка — краткая характеристика предмонтажной готовности строительной части сооружения (готовность фундаментов, порогов, необходимость испытания анкеров, якорей и др.), условия производства монтажных работ, описание и обоснование принятых способов производства монтажных работ. В составе пояснительной записки дается отдельный раздел по технике безопасности со ссылками на нормативные документы, требования которых должны соблюдаться при ведении монтажных работ.

Стоимость работ по монтажу механического оборудования и металлических конструкций определяется сметно-финансовым расчетом стоимости оборудования и конструкций.

ПОР обязательно согласовывается с главным инженером проекта ГМО и организацией, заказавшей его разработку.

Проект производства работ является основным технологическим документом по производству работ и служит руководством по монтажу механического оборудования и металлических конструкций в период строительства сооружения. Решения ППР также учитываются при составлении технологических карт и проектов производства строительных работ, ППР представляет собой детальную разработку способов монтажных работ и описки на основании решений, принятых в ПОР, с учетом уточнений, обусловленных степенью готовности сооружения, фактическим состоянием монтажных зон, подъездов к ним, наличием монтажных кранов, транспортных средств, состоянием поставок и

изготовления оборудования и металлоконструкций к началу производства работ, календарными сроками работ.

В состав ППР входят:

- а) чертежи общего вида проекта с перечнем в табличной форме стандартного монтажного оборудования, транспортных средств, нестандартного оборудования и материалов;
- б) технологические схемы монтажа оборудования, конструкций, сложных монтажных устройств и приспособлений;
- в) график производства работ;
- г) пояснительная записка;
- д) сметно-финансовый расчет стоимости изготовления и монтажа нестандартного монтажного оборудования и приспособлений, который составляется по их рабочим чертежам;
- е) рабочие чертежи нестандартного монтажного оборудования и приспособлений;
- ж) необходимые расчеты на прочность монтажного оборудования и приспособлений.

Технологические карты разрабатываются с учетом конкретного состояния сооружения, хода строительно-монтажных работ и технических возможностей участка.

Для составления технологических карт используются рабочие чертежи оборудования, конструкций, строительной части сооружения, решения ПОР или ППР, а также другие материалы, в которых определены принципиальные положения по производству работ.

Технологические карты должны состоять из следующих разделов:

1. Область применения карты — указывается место ее применения, дается краткая характеристика видов работ в технологической последовательности и готовность сооружения к началу производства монтажных работ.
2. Техничко-экономические показатели — приводятся трудоемкость монтажных работ, выработка на одного рабочего в смену в физическом выражении, темпы работ, сменность, затраты машино-часов, энергетических ресурсов на весь объем монтажных работ и др.
3. Организация и технология производства работ (в объеме ППР для данного технологического процесса).
4. Материально-технические ресурсы (для данного технологического процесса).
5. Техника безопасности — перечисляются средства подмачивания площадки, переходы, ограждения, узлы строповки, места крепления верхолазных поясов и другие конкретные мероприятия, предотвращающие воздействия на работающих опасных производственных факторов.

Для полного учета всех факторов, влияющих на правильную организацию труда рабочих, должны составляться кар-

ты трудовых процессов монтажа оборудования и конструкций.

Карта трудового процесса содержит следующие разделы:

1. Назначение и эффективность применения карты.
2. Исполнители, предметы и орудия труда.
3. Условия и подготовка процесса.
4. Технология и организация процесса.
5. Приемы труда.

Производственная документация ведется мастером и производителем работ непосредственно на монтажной площадке и техническим отделом монтажного участка (управления). Она содержит:

- а) журналы работ (монтажных, сварочных, обетонирования закладных частей, облицовок пола водоводов, затворных камер и др.);
- б) журналы по технике безопасности (инструктаж и предписания);
- в) монтажные формуляры (результаты измерений геометрических размеров собранных конструкций при укрупнении и установленных конструкций при монтаже);
- г) акты приемки; штраф под установку закладных частей, скрытых работ, подгонки уплотнений затворов к закладным частям насухо, гидравлических испытаний открытых трубопроводов и регулируемых уплотнений, смонтированных конструкций под производством работ, пробного маневрирования в лазах затворами насухо с помощью эксплуатационных механизмов, испытаний под нагрузкой затворов, гидроприводов, козловых и монтажных кранов, грузозахватных устройств и др.;
- е) журналы учета оборудования и конструкций на складе; акты на обнаруженные дефекты в поступающем оборудовании и конструкциях; формы учета работы механизмов; наряды рабочим на выполняемые работы.

Рекомендуемые формы журналов и актов приводятся в соответствующих разделах СНиП, например:

- СНиП III-1-76. Организация строительного производства;
- СНиП III-3-76. Приемка в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений;
- СНиП III-18-75. Металлические конструкции;
- СНиП III-16-79. Бетонные и железобетонные конструкции сборные;
- СНиП III-31-78. Технологическое оборудование. Основные положения.

2.2. ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ, УКРУПНИТЕЛЬНАЯ СБОРКА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В период подготовительных работ монтажный персонал должен быть ознакомлен с чертежами объекта, оборудова-

ния, конструкций, проектом производства работ. Особенно внимательно и подробно изучаются особенности установки, закрепления и выверки оборудования и конструкций, а также правила техники безопасности при выполнении этих работ.

Подготовка к монтажу ведется на сооружении и на приобъектной базе монтажного участка (управления). На сооружении проверяется наличие фронта работ под монтаж оборудования и его соответствие требованиям ПОР (ППР).

Установка (монтаж) оборудования и конструкций производится по монтажным осям. Разбивка осей выполняется специальной геодезической службой генподрядчика. Эта работа заключается в построении опорных плановых точек, отмеченных рисками на скобах и марках, с составлением исполнительных чертежей, которые по акту передаются монтажной организации.

Одновременно на приобъектной базе производится укрупнительная сборка и подготовка к монтажу оборудования. Укрупнительную сборку (монтаж) изделий разрешается начинать при наличии следующей технической документации: полного комплекта рабочих чертежей монтируемых изделий; актов заводских приемок со всеми обязательными приложениями, проекта производства монтажных работ, а в необходимых случаях технических условий на монтаж и технологического процесса сборки.

Объем укрупнительной сборки указывается в проекте организации монтажных работ в зависимости от грузоподъемности имеющихся в наличии кранов, а также от размеров и жесткости укрупняемой конструкции.

Перед укрупнительной сборкой изделия должно быть проверено наличие всех конструкций, деталей и узлов изделия согласно спецификации рабочих чертежей, а также определено их качество и соответствие рабочим чертежам и техническим условиям. Наличие и расход конструкций, деталей, узлов и комплектующих изделий должны учитываться в специальном журнале. Сборку и монтаж механического оборудования можно начинать только при наличии полного комплекта конструкций, узлов и деталей (в том числе метизов соединительных накладок).

При осмотре деталей и узлов изделия необходимо проверить:

наличие маркировочных знаков на отправочных частях негабаритных конструкций;

наличие рымов или других устройств для строповки;

сохранность открытых поверхностей трения и других обработанных поверхностей, которые при транспортировке и хранении должны быть законсервированы;

2.3. ПРИОБЪЕКТНАЯ БАЗА

качество упаковки средств измерения, электроаппаратуры и мелких узлов механизмов; сохранность дополнительных элементов жесткости пространных конструкций; сохранность стальных канатов, пластинчатых цепей, грузовых винтов, цевочных реек, резиновых уплотнений и т. д.

Укрупнительную сборку необходимо проводить в специальных кондукторах, сборочных стендах или на стеллажах в условиях, обеспечивающих высокое качество сборки и безопасное производство работ.

Кроме того, на приобъектных базах выполняют:

входной контроль качества поступающих конструкций, оборудования и материалов, составление актов о заводских дефектах и повреждениях в пути;

ревизию оборудования: механических узлов кранов, затворов, гидроприводов, МНУ и пр.;

оформление рекламаций;

устранение дефектов и повреждений;

укрупнение затворов, решеток и других видов механического оборудования и оснащение их механическими деталями, узлами и уплотнениями (с вулканизацией стыков), доводку положения опорно-ходовых частей и уплотнений в соответствии с проектом и составление формуляров;

обетонирование закладных частей затворов, порогов, облицовок и пр.;

нанесение монтажных рисок и осей, необходимых для выполнения укрупнительных и монтажных работ;

очистку конструкций и оборудования от грязи и коррозии (особенно стыковых соединений);

ремонт орудия и окраски или полную окраску (если она не была выполнена на заводе);

изготовление металлических конструкций, армокаркасов, нестандартного оборудования и оснастки в объеме планируемого вышестоящей организацией и по согласованным нарядам-заказам генподрядчика и заказчика;

установку рымов, проушин и других такелажно-строповочных и транспортных приспособлений, а также монтажных лестниц, площадок, лееров и пр.;

сборку и сварку звеньев негабаритных трубопроводов, переходных камер, облицовок, укрупнение конструкций бетоновозных эстакад и т. д.;

контроль качества укрупненных конструкций, качества сварных швов и других соединений;

испытание транспортно-такелажных приспособлений (в соответствии с правилами Госгортехнадзора);

составление сертификатов (формуляров) о качестве укрупненных и изготовленных конструкций, сварных швов, монтажных и транспортно-такелажных приспособлений.

Генеральный план базы разрабатывается генеральным проектировщиком в составе проекта подсобных предприятий строящегося гидротехнического сооружения. Технологическая часть проекта, как правило, разрабатывается специализированными субподрядными проектными организациями монтажных трестов.

Генеральный план базы разрабатывается с учетом размещения на ней всех производственных и вспомогательных зданий и сооружений, открытых производственных и складских площадок, технологического оборудования, железнодорожных путей, автомобильных дорог, путей под козловые и другие краны, транспортные тележки, а также внешних и внутренних инженерных сетей, как-то: магистральных воздухогазопроводов, водопровода, паропровода и электроснабжения, радио- и телефонной связи.

Размеры и состав базы определяются исходя из объема и номенклатуры механического оборудования и металлоконструкций, подлежащих монтажу на гидротехническом сооружении в течение всего периода строительства. Основанием для определения размеров площадок приобъектной базы является годовая программа монтажных работ наиболее загруженного года, принятая по календарному графику монтажа механического оборудования, и расчет трудоемкости в соответствии с принятым технологическим процессом. В зависимости от принятого технологического процесса и календарного графика монтажа механического оборудования определяется необходимое количество технологического оборудования, его состав и номенклатура, устанавливается такелажная схема, по которой определяются потребности в козловых, мостовых, подвесных и безрельсовых кранах, а также в транспортных тележках и пр.

В качестве основного подъемно-транспортного оборудования на базах применяются козловые краны КС-50-42Б или КС-30-32 грузоподъемностью 50 и 30 т, с пролетами 42 и 32 м соответственно.

Количество кранов при двухсменной работе определяется по формуле

$$N_{кр} = \frac{Q\alpha}{2m_1T_1} + \frac{Q}{2m_2T_2}, \quad (2.1)$$

где Q — масса оборудования и металлоконструкций, подвергающаяся подъемно-транспортным операциям при выполнении всего технологического процесса; при определении Q вводится поправочный коэффициент в пределах 1,1—1,3 на неучтенное количество оборудования и металлоконструкций; $\alpha = 1,0 \div 1,3$ — средний коэффициент монтажной блочности; m_1 — средняя

производительность козлового крана при укрупнительно-сборочных работах, т/смену; m_2 — то же при складских работах (табл. 2.1); T_1 — длительность укрупнительной сборки оборудования и изготовления металлоконструкций, смена; T_2 — длительность складских операций, смена.

Таблица 2.1. Средняя производительность козловых кранов, т/смена

Тип крана	m_1	m_2
КС-50-42Б	22,2	33
КС-30-32	12,3	17

Кроме того, на приобъектной базе размещают все необходимые производства и хозяйства, сборочные кондукторы, стены, стеллажи, ацетиленовые и кислородные станции, помещения для хранения радиоактивных изотопов.

Стеллажи, применяемые для укрупнительной сборки механического оборудования, должны иметь горизонтальную рабочую поверхность; отклонение от горизонтальности допустимо в пределах ± 5 мм. Все сборочные кондукторы, стены и стеллажи должны быть надежно заземлены.

Запрещается выполнять сборочные работы на невыверенных стеллажах, а также на переносных козелках, установленных непосредственно на земле или на полу без металлических направляющих.

Территория приобъектной базы, как правило, должна иметь сплошную вертикальную планировку. В отдельных случаях, когда база расположена на скальных грунтах или площадках с большим уклоном, допускается выборочная планировка в пределах зоны укладки подкрановых путей. Для производственных площадок базы всех назначений, как правило, предусматривается бетонное покрытие. Марка бетона и толщина покрытия определяются проектом с учетом обеспечения восприятия технологических нагрузок в течение всего времени работы базы.

Основания путей козловых кранов выполняются из монолитного бетона или из сборных блоков. Просадка путей не допускается.

Дороги для всех видов транспорта должны иметь твердое покрытие (бетонное, асфальтобетонное и т. п.) и обеспечивать перемещение по ним безрельсовых кранов и всех видов автотранспорта. Дороги подводятся ко всем производственным площадкам, производственным и служебно-бытовым помещениям.

Ширина автомобильных въездов на территорию базы принимается по наи-

большей ширине транспортируемых негабаритных грузов плюс 1,5 м. Радиусы кривых (если нет специальных ограничений) при скорости движения по базе до 15 км/ч принимаются не менее 30 м. Наибольшие уклоны дорог, предназначенных для перевозки конструкций от базы на сооружение, принимаются не более 4%. На спусках в грузовом направлении уклоны допускаются до 6%. При расположении базы в сложных топографических условиях и в горной местности наибольшие уклоны принимаются на 20% выше, чем для обычных условий, при этом выполняется расчет устойчивости транспортного средства с перевозимым грузом наибольшего размера и массы.

К зданиям и сооружениям по всей их длине предусматривается подъезд пожарных автомобилей: с одной стороны — при ширине здания или сооружения до 18 м и с двух сторон — при ширине более 18 м.

Расстояние от рабочих мест на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях до бытовых помещений принимается не более 500 м, а в Северной климатической зоне не более 300 м.

Наиболее эффективной является база, состоящая из отдельных производственных площадок, на которых изготовление или укрупнение механического оборудования выполняется по технологическому принципу — поточная линия.

Схема (план) приобъектной базы, состоящей из пяти производственных площадок (поточных линий), приведена на рис. 2.1.

Каждая производственная площадка (с расположенными на них зданиями и сооружениями) оснащена необходимым технологическим и подъемно-транспортным оборудованием и снабжена электроэнергией, сжатым воздухом, паром, кислородом и горючими газами. Состав и размеры производственных линий на базе могут изменяться с переустройством их для изготовления и укрупнения любого другого вида механического оборудования и металлических конструкций в зависимости от очередности строительства объектов гидротехнического сооружения.

Площадка обетонирования (рис. 2.2) предназначена для создания сталежелезобетонных монтажных блоков, обладающих высокой пространственной жесткостью за счет обетонирования пазовых конструкций затворов, облицовок, затворных камер и установленной в них рабочей и распределительной арматуры.

Основным технологическим оборудованием на линии являются кондукторы (рис. 2.3) для обетонирования пазовых конструкций и стеллажи для обетонирования порогов и облицовок. Количество кондукторов принимается исходя из фак-

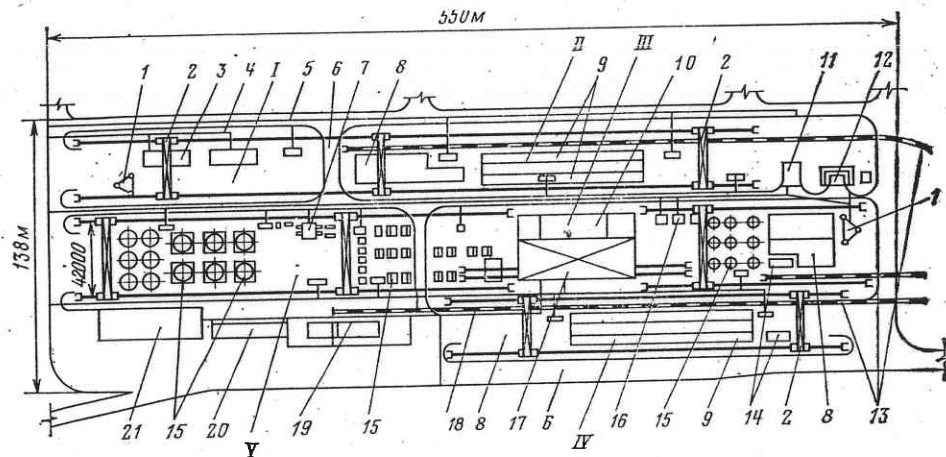


Рис. 2.1. Схема (план) приобъектной базы:

I — площадка бетонирования; II — площадка укрупнения и ревизии; III — площадка сборки и сварки турбинных водоводов; IV — площадка изготовления металлоконструкций и оснастки; V — площадка изготовления армокаркасов; 1 — осветительная мачта «Сириус»; 2 — козловой кран КС50-42; 3 — пропарочные камеры; 4 — паропровод; 5 — энергоснабжение с электросборками; 6 — автотранспортный проезд; 7 — помещение стыковой сварки арматуры; 8 — открытые складские площадки; 9 — сборочные стеллажи; 10 — электромастерские, столовая и бытовые помещения; 11 — компрессорная; 12 — склад голажи; 13 — железнодорожные пути; 14 — инвентарные переносные контейнеры для хранения баллонов с кислородом и горючими газами; 15 — сборочные кондукторы; 16 — технологическое оборудование; 17 — цех сварки звеньев турбинных водоводов; 18 — водопровод; 19 — материальный склад; 20 — конторские и бытовые помещения; 21 — гараж и производственные мастерские

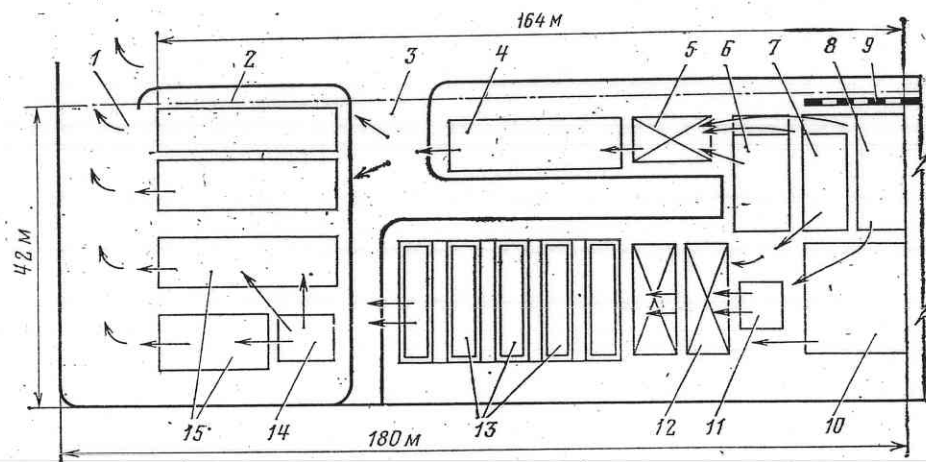
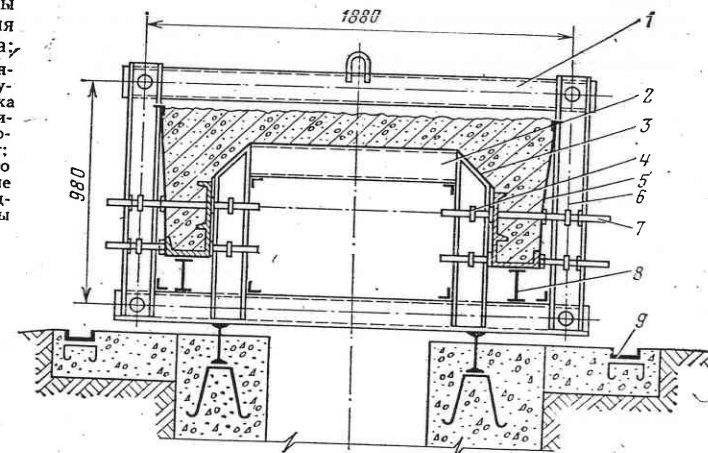


Рис. 2.2. Площадка бетонирования:

I — погрузочная площадка; 2 — ось подкранового пути; 3 — автотранспортный проезд; 4 — пропарочная камера для бетонирования порогов и облицовок; 5 — стеллажи для сборки порогов и облицовок; 6 — площадка складирования порогов и облицовок; 7 — площадка складирования металлопроката; 8 — склад арматуры; 9 — железнодорожные пути; 10 — склад пазовых конструкций; 11 — стыкостроительная машина; 12 — кондукторы для сборки пазовых конструкций; 13 — пропарочные камеры; 14 — кантователь; 15 — стеллажи для выдерживания готовых изделий. Стрелками показано направление технологического потока

Рис. 2.3. Кондукторы для бетонирования однопазового блока; 1 — соединительная штанга; 2 — внутренняя несущая рама; 3 — обшивка кондуктора; 4 — регулируемые упоры-фиксаторы; 5 — боковой борт; 6 — стойка бокового борта; 7 — прижимные устройства; 8 — неподвижный упор; 9 — пазы для тепляков



тических объемов и продолжительности выполняемых работ.

Укрупнительную сборку, сварку и бетонирование монтажных блоков производят по заранее разработанной технологии, обеспечивающей точность установки закладных частей и высокое качество бетона.

В составе проекта технологического процесса должны быть:

схемы расположения оборудования и приспособлений;

схемы и способы укрупнения (сборки, сварки), бетонирования;

способы выдерживания бетона для достижения им проектной прочности (примерный режим тепловой обработки приведен в табл. 2.2);

схемы и способы кантовки, погрузки и перевозки готовых изделий.

Термообработка бетонированных блоков производится как под съемными тепляками, так и в пропарочных камерах. Размеры и количество пропарочных камер принимают, исходя из размеров бетонированных блоков, объемов и сроков выполняемых работ.

Снабжение паром для прогрева блоков осуществляется от общей котельной.

Площадка укрупнительной сборки и ревизии механического оборудования в зависимости от объемов выполняемых работ может занимать «самостоятельно» одну производственную линию под краном (II на рис. 2.1) или может быть объединена с производственной площадкой по изготовлению вспомогательных металлоконструкций (рис. 2.4).

Площадка сборки и сварки турбинных водоводов в объеме, представленном на рис. 2.1, предусматривается на приоб-

Таблица 2.2. Ориентировочные режимы тепловой обработки бетонированных блоков закладных частей для достижения бетоном 70%-ной кубиковой прочности

Толщина бетона изделий, мм	Время тепловой обработки, ч. при температуре прогрева, °C		
	60	80	95—100
До 100	2,5+18+1,5	3+10+2	4+4+3
От 100 до 200	3+18+2	3,5+10+2,5	4+4+4
От 200 до 400	3,5+18+2	4,5+10+2,5	5+4+4

Примечания: 1. Время тепловой обработки указано для бетонной смеси с осадкой конуса 6—7 см, время прогрева для бетонной смеси с осадкой конуса 3—5 см увеличивается.

2. Время тепловой обработки состоит из подъема температуры — первая цифра; выдерживания — вторая цифра и остывания — третья цифра.

ектных базах, когда диаметр турбинного водовода более 3200 мм и поставляется этот водовод с завода отдельными свальцованными листами (царгами). В этом случае на площадке производят сборку всех частей трубопровода (звеньев, колен, переходных камер, компенсаторов и т. д.), их сварку (в полном объеме) и контроль сварных швов.

На площадке изготовления организуют направленный технологический поток (рис. 2.5), включающий подготовительные работы, сборку обечайек и звеньев водоводов и контроль сварных швов.

Для выполнения автоматической сварки звеньев водовода при отрицатель-

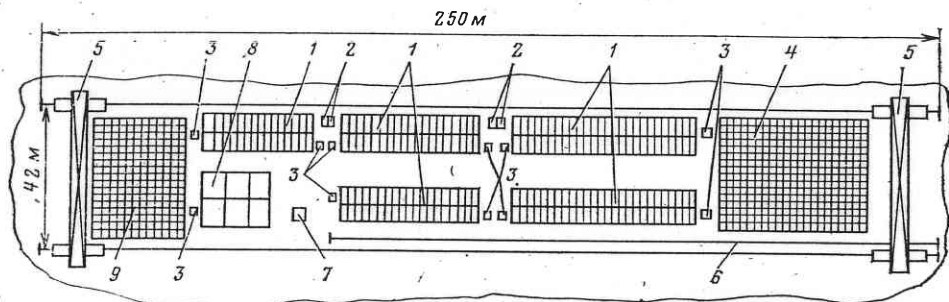


Рис. 2.4. Площадка для укрупнительной сборки и ревизии механического оборудования:
1 — стеллажи для укрупнительной сборки и сварки; 2 — инвентарные переносные контейнеры для хранения баллонов с кислородом и горючими газами; 3 — сварочное оборудование; 4 — площадка складирования поступающих с заводов элементов механического оборудования и металлического проката; 5 — козловой кран; 6 — железнодорожные пути; 7 — пресс-ножницы; 8 — стеллажи для изготовления раскреплений и других вспомогательных конструкций; 9 — площадка складирования и погрузки укрупненного механического оборудования и изготовленных металлоконструкций

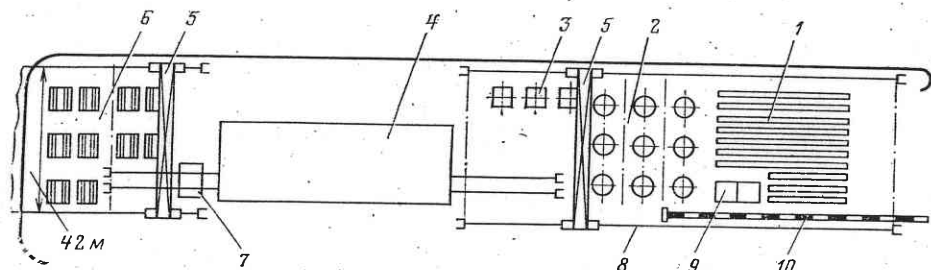


Рис. 2.5. Схема производственной линии по изготовлению звеньев и переходных камер турбинных водоводов:

1 — площадка разгрузки и хранения заводских отправочных элементов (свальцованных листов); 2 — площадка и кондукторы для сборки звеньев; 3 — площадка и кондукторы для сборки переходных камер; 4 — цех сварки; 5 — козловой кран; 6 — площадка хранения и погрузки готовых к монтажу звеньев; 7 — бокс для проверки сварных швов; 8 — подкрановые пути; 9 — инвентарные переносные контейнеры для хранения баллонов кислорода и горючих газов; 10 — железнодорожный путь

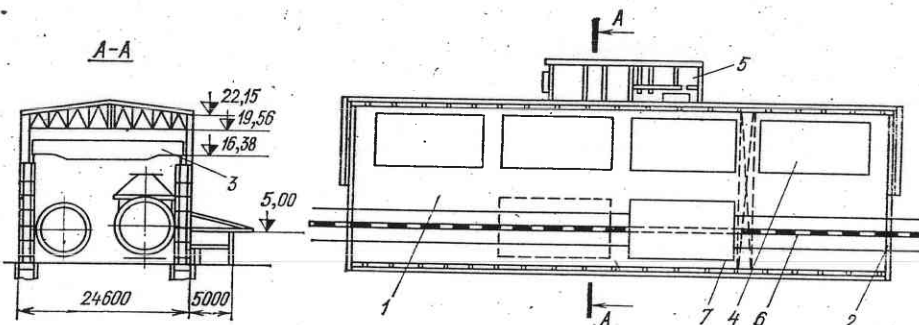


Рис. 2.6. Цех сварки звеньев турбинных водоводов I типа:

1 — помещение цеха сварки; 2 — откатные ворота; 3 — мостовой кран грузоподъемностью 50 т; 4 — стационарный роликовый стеллаж для сварки; 5 — подсобные помещения; 6 — пути тележки для транспортировки звеньев; 7 — тележка для транспортировки звеньев

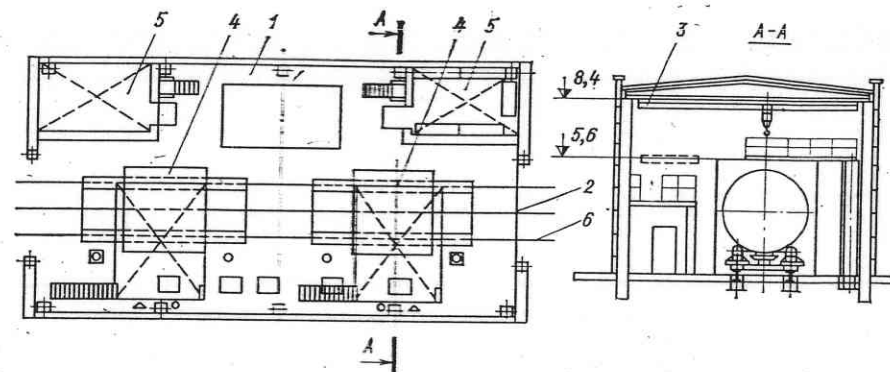


Рис. 2.7. Цех сварки звеньев турбинных водоводов II типа:

1 — помещение цеха сварки; 2 — откатные или распашные ворота; 3 — подвесной кран грузоподъемностью 1—3,2 т; 4 — самоходный стеллаж для сварки и выкатки звеньев; 5 — подсобные помещения; 6 — пути роликового стеллажа для транспортировки звеньев

ной температуре и неблагоприятных погодных условиях на площадке предусматривается цех сварки и бокс для контроля сварных швов.

Цех сварки выполняется двух типов. В цехе I типа (рис. 2.6) в качестве технологического оборудования предусматривают мостовой кран грузоподъемностью 50 т и стационарные роликовые сварочные стеллажи.

Применение цехов сварки I типа экономически целесообразно в районах с продолжительным зимним периодом. В этих условиях в цехе, в разное календарное время как правило, выполняют и другие работы: по ревизии гидровыводов, МНУ, опорных шарниров сегментных затворов, укрупнению механического оборудования и изготовлению металлических конструкций.

Цех II типа (рис. 2.7) не имеет технологического подъемно-транспортного оборудования. Для выполнения вспомогательных работ: подъема и транспортировки сварочного оборудования, материалов и вспомогательных элементов небольшой массы в цехе устанавливается подвесной электрический кран грузоподъемностью I или 3,2 т. Автоматическая сварка звеньев водовода в цехе II типа выполняется только на передвижных роликовых стеллажах, выкатываемых из цеха с готовым звеном.

Для выполнения контроля сварных швов (одновременно с выполнением других видов работ) целесообразно предусмотреть специальный бокс, оборудованный биологической защитой, рентгеновизуальной установкой и роликовым стеллажом, расположенным внутри бокса.

Сборка, сварка и контроль сварных швов выполняются по заранее разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса предусматриваются способы и последовательность выполнения всех технологических операций, набор технологического оборудования, приспособлений и оснастки, требуемое количество сварочных и других вспомогательных материалов.

Ориентировочная потребность в подъемно-транспортном и основном технологическом оборудовании для производственной линии по изготовлению звеньев и переходных камер турбинных водоводов приведена в табл. 2.3.

Площадка изготовления металлоконструкций и оснастки предназначена для изготовления оснастки по монтажу механического оборудования и металлоконструкций, а также негабаритных вспомогательных металлоконструкций. На стеллажах организовывается поточное изготовление облицовок водоводов с возможным их последующим обетонированием.

Площадка армокаркасов (рис. 2.8) предназначена для изготовления армокаркасов напорных трубопроводов. Расстановка технологического оборудования осуществляется с учетом обеспечения технологического потока от площадки хранения арматуры до площадки хранения и погрузки готовых армокаркасов.

В состав поточной линии включаются стыкосварочные машины, обеспечивающие ее работу по безотходной технологии. Примерная компоновка здания с двумя стыкосварочными машинами показана на рис. 2.9.

Таблица 2.3. Потребное количество оборудования площадки изготовления напорных водоводов

Оборудование и оснастка	Основные технические данные	Количество, шт., при объеме работ, тыс. т в год	
		до 5	свыше 5
Кран козловой самомонтирующийся КС-50-42Б	$Q=50+10$ т; $L=42$ м	1	2
Кран мостовой	$Q=50+10$ т; $L=22,5$ м	1	1
Кран подвесной электрический (ГОСТ 7890-73)	$Q=3,2$ т; $L=9,0$ м	—	—
Ножницы кривошипные НЗ222	d_p — до 16 мм; b_p — до 3200 мм	—	1
Машина листогибочная четырехвалковая ИА2424	$d_n=25$ мм; $b_n=3150$ мм	—	1
Кондуктор для сборки обечаек и звеньев	—	4-6	8-10
Кондуктор для сборки и сварки переходных камер ¹	—	1-2	2-3
Стационарный роликовый стенд для сварки звеньев	$d_{зв}=3,2+10$ м	—	3-5
Передвижной роликовый стенд для сварки звеньев	$d_{зв}=3,2+10$ м	2-3	2
Тележка для транспортировки звеньев	$Q=50$ т	—	1
Домкрат реечный ДР-7	$Q=7$ т; $H_{под}=350$ мм	4	8
Домкрат винтовой ДВ-20	$Q=20$ т; $H_{под}=200$ мм	4	6
Домкрат гидравлический ДГ-100-2	$Q=100$ т; $H_{под}=155$ мм	2	4
Преобразователь сварочный ПСМ-1000-4	$I_{св}=1000$ А при ПР=65%	2	4
Выпрямитель сварочный ВДМ-1601	$I_{св}=1600$ А при ПР=100%	3	6
Трансформатор сварочный ТДФ-1001	$I_{св}=1000$ А при ПР=100%	3	6
Реостат балластный РБ-301	$I_{св}=300$ А при ПР=60%	6	12
Автомат для дуговой сварки под флюсом ТС-17М	$I_{св}=1000$ А при ПВ=60%	6	8-12
Автомат для дуговой сварки под флюсом ДТС-38	$I_{св}=1000$ А при ПВ=60%	2	4
Полуавтомат для дуговой варки под флюсом ПШ-54	$I_{св}=500$ А при ПВ=60%	3	6
Станок для чистки сварочной проволоки специальный	—	1	1
Электрическая печь для сушки и проковки сварочных флюсов и электродов	—	1	1
Рентгеновский аппарат РУП-150/300-10/1	—	2	3
Телевизионный комплекс «Интроскоп»	—	1	2
Электропогрузчик ЕВ 738-11	—	1	1
Ультразвуковой дефектоскоп ДУК-131М	—	2	4

Примечание. Q — грузоподъемность; L — пролет; d_p — толщина разрезаемого листа; b_p — ширина разрезаемого листа; d_n — толщина изгибаемого листа; b_n — ширина изгибаемого листа; $d_{зв}$ — диаметр свариваемых звеньев; $I_{св}$ — номинальный сварочный ток.

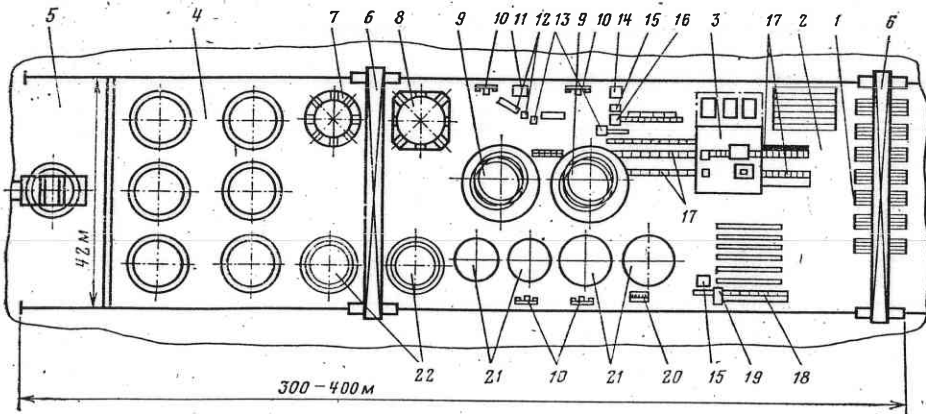


Таблица 2.4. Площади служебно-производственных помещений, м²

Здания	При максимальном объеме работ, выполняемых на базе, тыс. т за весь период строительства	
	до 50	свыше 50
Производственное здание	От 360 до 540	Свыше 540 до 720
Гараж для стоянки спецмашин	От 300 до 540	540
Здание стыковой сварки арматурных стержней	144	216
Теплый склад	150	250
Холодный склад	360	540
Навес	144	216
Ковтора с Красным уголком	360	450

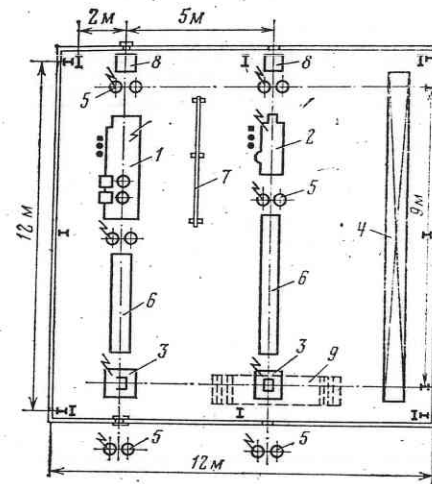


Рис. 2.9. Здание стыковой сварки:

1 — контактно-стыковсварочная машина, максимальное сечение свариваемых изделий 8000 мм²; 2 — машина контактно-стыковсварочная, максимальное сечение свариваемых изделий 2000 мм²; 3 — станок для резки арматуры; 4 — подвесной однобалочный кран; 5 — механизм подачи стержней; 6 — столы-рольганги; 7 — искрозащитный экран; 8 — приемные столы-рольганги; 9 — переходный мостик

Изготовление армокаркасов осуществляется по заранее разработанной технологии, в которой предусмотрены способы и режимы сварки, марки электродов и электродной проволоки, способы сборки, применяемые приспособления, инструменты и оборудование. Армокаркасы напорных трубопроводов изготавливают путем спиральной навивки арматуры на специальном кондукторе.

Служебно-производственные помещения: механическая мастерская, электро-ремонтная мастерская, гараж, кузница, мастерская по ремонту сварочной аппаратуры, помещение для подготовки сварочных материалов, теплые и холодные материальные склады с навесом, компрессорная. Они, как правило, размещаются в сборно-разборных зданиях, выполненных из унифицированных типовых секций. Для

Рис. 2.8. Площадка изготовления армокаркасов:

1 — площадка хранения арматурных стержней; 2 — площадка подготовки арматурных стержней; 3 — здание стыковой сварки; 4 — площадка хранения готовых арматурных каркасов; 5 — площадка погрузки арматурных каркасов; 6 — козловой кран; 7 — контур для сборки арматурных каркасов; 8 — кондуктор для изготовления восьмиугольных арматурных каркасов; 9 — кондуктор спиральных армокаркасов; 10 — сварочное оборудование; 11 — контейнер со сварочным оборудованием; 12 — столы; 13 — гибочный станок; 14 — контейнер для хранения сварочных материалов; 15 — контейнер для заготовок; 16 — станок для резки арматуры; 17 — механизированные рольганги; 18 — стол-стеллаж; 19 — пресс-ножницы; 20 — стенд для хранения стропов; 21 — место временного хранения готовых спиралей; 22 — стенд для сборки и раскрепления арматурных каркасов

предварительных расчетов площади производственных помещений принимаются по табл. 2.4 и уточняются в проекте базы.

В перечень санитарно-бытовых помещений входят бытовые помещения, комнаты для обогрева рабочих, буфет-столовая и красный угол.

Площади бытовых помещений определяются в соответствии с «Указаниями по проектированию бытовых зданий и помещений» СН 276-74.

2.4. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Для хранения механического оборудования, металла, различных материалов, комплектующих изделий, инструмента, приспособлений, такелажной и технологической оснастки, производственного инвентаря, спецодежды и т. п. на объектной базе предусматриваются следующие группы складов:

I группа — открытые склады (площадки) для хранения оборудования и материалов, не требующих защиты от атмосферных осадков, например: металлоконструкции затворов, решеток, трубопроводы, закладные части и т. п.;

II группа — полуоткрытые склады (площадки с навесом) для хранения оборудования и материалов, требующих защиты от атмосферных осадков, но чувствительных к повышенной влажности и колебаниям температуры, например: ручные и электрические лебедки, блоки полиспастов, ходовые тележки козловых и мостовых кранов и т. п.;

III группа — закрытые неотапливаемые склады для хранения оборудования и материалов, требующих защиты от атмосферных осадков и повышенной влажности, но мало чувствительных к колебаниям температуры, например: пневматический и металлорежущий инструмент, шланги и другие мелкие детали и инструменты;

IV группа — закрытые отапливаемые склады для хранения оборудования и материалов, чувствительных к колебаниям температуры, например: электрические инструменты, приборы и т. п.

Открытые складские площадки располагают в начале и конце производственных линий рядом с укрупнительно-сборочными площадками. При небольших объемах работ открытые складские площадки совмещают с укрупнительно-сборочными площадками.

Площадки, предназначенные для хранения поступающих с завода элементов трубопроводов, металла, арматурных стержней, а также изготовленных на базе обетонированных закладных частей, звеньев трубопроводов, оборудуются стеллажами.

Площадки открытых площадок определяются по формуле

$$F = k_1 k_2 \Sigma \frac{Q_{об\ i}}{k_i}, \quad (2.2)$$

где $Q_{об\ i}$ — масса оборудования, подлежащая монтажу в максимально загруженном году, т; $k_1 = 0,3$ — коэффициент запаса (при строительстве в удаленных северо-восточных районах k_1 принимается 0,5—0,8); $k_2 = 1,2$ — коэффициент проходов; k_i — коэффициент загрузки, т/м², принимается: для плоских затворов 0,6—0,8; для сегментных затворов 0,5; для закладных частей сварных 0,6—0,7, то же литых 1,5—2; для свальцованных листов (заготовок) трубопроводов 0,4—0,9; для решетчатых металлоконструкций 0,15—0,65; для подкрановых балок 1; для укрупненного оборудования 1,3; для прокатной стали 1,2—2.

При строительстве гидротехнических сооружений в районах с сезонной доставкой оборудования и материалов (по зимнику, в навигацию) площадки всех складов и площадок определяются по фактическому объему оборудования или мате-

риалов, подлежащих хранению от одного сезона доставки до другого.

Склады II, III и IV групп выполняются в одном здании пролетом 12, высотой 5,4 или 6,0 м.

Площади складов определяются также по (2.2), при этом коэффициент k_1 принимается от 0,5 до 1 в зависимости от способов доставки оборудования, а коэффициент k_i — от 0,5 до 1,5 в зависимости от массы единицы и способа хранения оборудования.

При разгрузке оборудования и укладке его вблизи железнодорожных путей между оборудованием и ближайшим к нему рельсом оставляют свободный проход шириной не менее 2 м.

Размещение оборудования на открытых площадках и в закрытых складах осуществляется в строгом соответствии с разработанной схемой размещения оборудования. Отклонения от этой схемы фиксируются в журналах регистрации поступающего оборудования и материалов на базу.

В районах с продолжительным зимним периодом и большими снеговыми заносами открытые склады разбиваются на квадраты и оборудуются маяками с нанесенными на них координатами и наименованием хранящегося оборудования в данном квадрате. Схема размещения оборудования на открытых площадках хранится у заведующего складом.

Хранение оборудования и материалов на площадках, не оснащенных стеллажами, осуществляется на деревянных или бетонных подкладках высотой 200—250 мм, при этом предусматривается, чтобы ни одна его часть не касалась земли. При многоярусном складировании оборудования между каждым ярусом укладываются деревянные прокладки.

Крупногабаритные и тяжеловесное оборудование массой более 3000 кг размещается для хранения в один ряд. Литые и сварные детали и узлы больших габаритов и массы укладываются особо тщательно, так чтобы при хранении исключить перекосы и деформации.

Затворы с установленными на них опорными полозьями и резиновыми уплотнениями хранят в вертикальном или горизонтальном положении, при этом полозья покрывают слоем консервационной смазки и защищают деревянными или металлическими щитами от возможных повреждений, атмосферных осадков и прямого воздействия солнечных лучей, а резиновые уплотнения для предохранения от солнечных лучей и повреждений покрывают мелом, разведенным с клеем в воде, и закрывают щитами.

Все оборудование, хранящееся на площадках и в складах, защищают от коррозии и предохраняют от механических по-

вреждений. При длительном хранении оборудования или преждевременном нарушении лакокрасочного покрытия и консервации на базе оборудование защищается от коррозии методами, предусмотренными соответствующими нормативными документами.

2.5. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Организация инструментального хозяйства монтажного участка (управления) и оперативная работа по его ведению возлагается на службу главного механика.

На приобъектной базе организуется центральный инструментальный пункт (ЦИП), который в своем составе имеет: складское отделение, включающее часть площади помещения отапливаемого склада и инструментально-раздаточную кладовую, расположенную в производственном здании, и ремонтное отделение, входящее в состав механической и электроремонтной мастерских.

Центральный инструментальный пункт обслуживает кладовщик, слесарь-инструментальщик и электрослесарь.

Обслуживающий персонал ЦИП выполняет следующие функции:

получает поступающие на базу инструмент, приспособления и инвентарь; квалифицированно проверяет и принимает инструмент, приспособления и инвентарь;

обеспечивает монтажные бригады и рабочих необходимым инструментом, приспособлениями и инвентарем;

ведет учет выдаваемых и находящихся в наличии на складе и в инструментально-раздаточной кладовой инструмента, приспособлений и инвентаря, заменяет износившийся инструмент, выполняет мелкий и профилактический ремонт ручного и механизированного инструмента;

производит переточку режущего инструмента;

передает инструмент в механическую и электроремонтные мастерские для выполнения среднего и капитального ремонтов;

периодически проверяет состояние и хранение инструмента в монтажных бригадах;

проводит в установленные сроки инвентаризацию инструментального хозяйства;

извещает бухгалтерию об утере инструмента для взыскания его стоимости с виновных;

оформляет акты на списание пришедших в негодность инструмента, приспособлений и инвентаря;

подготавливает заявки на приобретение инструмента, приспособлений и инвентаря.

Складское отделение ЦИП (отапливаемый склад и инструментально-раздаточная кладовая) и ремонтное отделение ЦИП (механическая и электроремонтные мастерские) оснащаются необходимым оборудованием.

При выполнении монтажных работ на значительном удалении от приобъектной базы организуются инструментально-раздаточные пункты (ИРП). ИРП размещаются в инвентарных контейнерных вагончиках типа СПД и оснащаются необходимым оборудованием.

Определение необходимого количества инструмента, приспособлений, инвентаря в целом для базы монтажного участка производится из расчета сметной стоимости выполняемых строительно-монтажных работ или в зависимости от объема монтажных работ, выраженного в тоннах, или от количества рабочих, выполняющих монтажные работы.

Номенклатура и количество инструмента, приспособлений и инвентаря принимаются по «Нормативам потребности в ручном и механизированном инструменте для монтажа металлоконструкций и механического оборудования гидротехнических сооружений», разработанным трестом «Гидромонтаж».

Механики, старшие прорабы или прорабы составляют лимитные таблицы по установленной форме.

Инженерно-техническая служба главного механика составляет сводные годовые и квартальные заявки на основе лимитных таблиц с учетом коэффициента запаса для создания оборотного фонда.

Оборотный фонд (расчетный коэффициент запаса) инструмента и приспособлений, находящихся на хранении в ЦИП, принимается в следующих размерах:

для быстроснашиваемого инструмента и приспособлений со сроком службы до 9 мес — 75%;

для инструмента и приспособлений со сроком службы более 9 мес, изготовленных в мастерских монтажного участка или на заводах треста, — 50%;

для инструмента и приспособлений с любым сроком службы, изготовленных по стандартам или техническим условиям на специализированных предприятиях, — 20%, при этом для механического инструмента со сроком службы более 18 мес — 10%.

Техническое обслуживание и ремонт средств механизации должны быть организованы по плано-предупредительной системе (ППР) в соответствии с «Рекомендациями по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин».

При этой системе оборудование подвергается ежемесячному и периодическому техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту.

При планировании технического обслуживания и ремонта средств механизации за основу принимают нормативы на выполнение технического обслуживания и ремонта строительных машин и директивное время работы машин.

Для машин, которым не установлено директивное время работы, время работы принимается по планам соответствующей строительной организации.

При планировании технического обслуживания и ремонта составляются следующие документы: годовой план технического обслуживания и ремонта машин; месячный план-график; сводный годовой план капитальных ремонтов машин.

На основе годового графика планово-предупредительных ремонтов определяют потребность в запасных частях, агрегатах, узлах, ремонтных материалах, рабочей силе, денежных средствах и технологическом оборудовании.

Таблица 2.5. Потребное количество станков для ремонта машин

Средства механизации	Количество, шт., в зависимости от годового объема работ	
	3-6 млн. руб.	до 3 млн. руб.

Металлорежущий станок

Токарно-винторезный станок: 1К-625	2	1
1А-616	1	1
Универсальный фрезерный станок	1	1
Круглошлифовальный станок 3Б-153	1	—
Плоскошлифовальный станок 371-М	1	1
Заточный станок 3А-634	2	1
Сверлильный станок: 2А-135	1	—
2А-118	—	1
Настольно-сверлильный станок НС-12	2	1
Поперечно-строгальный станок 7М-36	1	1

Кузнечно-прессовое оборудование

Молот пневматический МБ-412	1	1
Пресс-ножницы комбинированные Н-635	1	1
Горн кузнечный	1	1

Для быстрого ремонта машин ремонтно-механическая мастерская монтажной организации должна иметь запас деталей, новых или отремонтированных, а также набор станков и оборудования (табл. 2.5).

2.6. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Типовая схема организации контроля качества гидротехнических сварных конструкций и оборудования при их укрупнении и монтаже представлена на рис. 2.10. Эта схема учитывает входной (предварительный) контроль, оперативный (операционный) контроль в процессе укрупнения и монтажа и, наконец, окончательный контроль готовности продукции.

Перечень контрольных операций, их объем, нормы отбраковки, а также формы сдаточной документации (формуляров, заключений, журналов регистрации т. д.) приводятся в проектах производства работ, а также в другой технологической документации, которые разрабатываются на конкретные типы конструкций с учетом нормативных требований государственных и отраслевых стандартов, строительных норм и стандартов предприятия.

Сложившаяся структурно-функциональная схема организации контроля качества металлических конструкций в монтажных подразделениях треста «Гидромонтаж» представлена на рис. 2.11.

Функциональные обязанности этой службы регламентированы «Положением о службе технического контроля» и предусматривают, кроме выполнения собственно контрольных операций, участие представителей СТК в приемке и испытаниях смонтированных конструкций, в предъявлении их представителям технической инспекции генподрядчика и заказчика.

Примерный штат СТК монтажного управления (участка): руководитель СТК — 1 чел., геодезист — 1 чел. на два прорабских участка; контрольный мастер — 1 чел. и техник-лаборант — 1 чел. на 120 рабочих основного производства, дефектоскопист — 1 чел. на 600 т строительных конструкций трубопроводов и облицовок в год.

Смонтированные стальные конструкции принимаются с обязательным пооперационным контролем монтажных работ на всех стадиях в следующем порядке: промежуточная — скрытых работ (фундаменты и другие места опирания стальных конструкций и различные бетонные и заделываемые в бетон закладные детали) смонтированных конструкций всего сооружения или его части под производство последующих строительно-монтажных работ; окончательная — смонтированных конструкций при сдаче объекта в эксплуата-



Рис. 2.10. Схема организации контроля качества сварных конструкций и оборудования при их укрупнении и монтаже

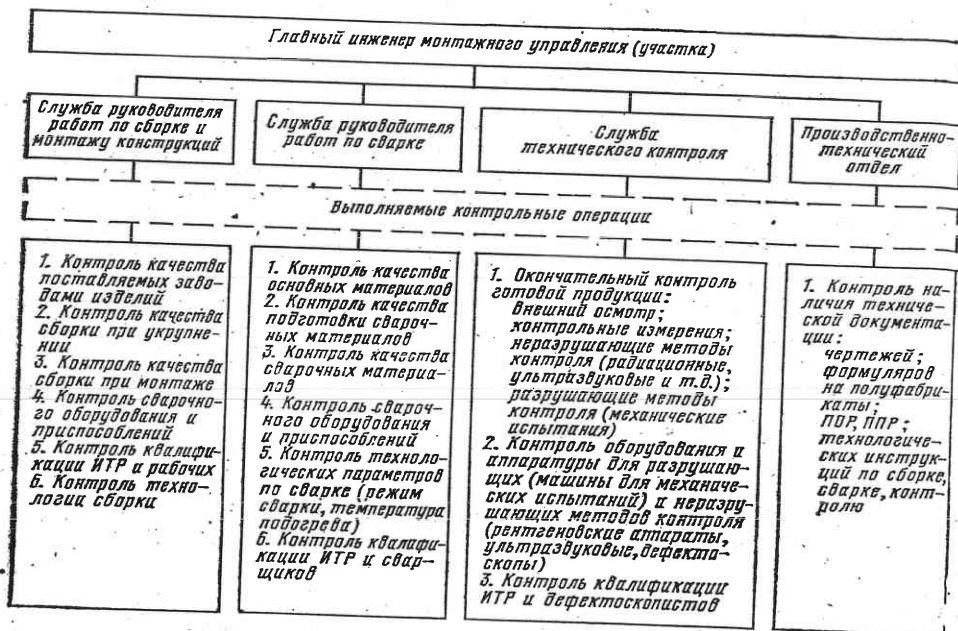


Рис. 2.11. Структурно-функциональная схема организации контроля качества сварных конструкций и оборудования при их укрупнении и монтаже

цию. Результаты приемки скрытых работ, а также смонтированных конструкций под производство последующих строительно-монтажных работ оформляются актами, составляемыми ответственными представителями заказчика, строительной и монтажной организации.

Документация, предъявляемая при приемке смонтированных стальных конструкций, должна включать:

рабочие (КМ) и деталировочные (КМД) чертежи стальных конструкций; заводские сертификаты на поставленные стальные конструкции;

документы о согласовании отступлений, допущенных от чертежей КМ при изготовлении и монтаже; согласованные отступления от проекта должны быть нанесены монтажной организацией на чертежах КМД, предъявляемых при сдаче работ;

акты приемки скрытых работ; документы (сертификаты и пр.), удо-

стоверяющие качество материалов (сталей, стальных канатов, метизов, сварочных материалов, а также материалов для окраски), применяемых на монтаже и вошедших в состав сооружения;

данные о результатах геодезических измерений при проверке разбивочных осей и установке конструкций;

журналы работ; акты испытаний стальных конструкций; документы о контроле качества сварных соединений;

описи удостоверений (дипломов) о квалификации сварщиков, сборщиков, контролеров-дефектоскопистов, производивших соответственно сварку конструкций, поставку высокопрочных болтов и контроль качества сварных соединений;

дополнительную документацию, предусмотренную для предварительно напряженных конструкций;

акты на окраску, выполненную на монтаже.

Глава 3

МОНТАЖ ЗАКЛАДНЫХ ЧАСТЕЙ И ОБЛИЦОВОК

3.1. СОСТАВ ЗАКЛАДНЫХ ЧАСТЕЙ

Части затворов, неподвижно соединенные с сооружением и предназначенные для направления передвижения подвижной части затворов, передачи от нее нагрузки на сооружения и образования уплотнительного контура, в гидротехнике называют закладными частями затворов, а подвижную часть затвора — просто затвором. К закладным частям затворов относят также все металлические конструкции и детали, заделываемые в бетон в зоне затворной камеры и в зоне пазов или шахты затвора для придания им жесткости, снижения градиента фильтрации и защиты бетона от разрушений высокоскоростным потоком.

Масса закладных частей, устанавливаемых на гидроэлектростанциях, составляет до 30% общей массы механического оборудования и достигает десятков тысяч тонн. Трудоемкость монтажа закладных частей на сооружении составляет до 60% трудозатрат на монтаж всего механического оборудования (без трубопроводов). Закладные части затворов являются одним из важнейших элементов гидротехнического сооружения и должны быть изготовлены и смонтированы с особой тщательностью, так как, во-первых, это является главным условием работоспособности затворов, а следовательно, и всего гидротехнического сооружения и, во-вторых, неудовлетворительно смонти-

рованные и забетонированные закладные части исправить практически невозможно.

Состав закладных частей плоских затворов показан на рис. 3.1. Назначение этих закладных частей: рабочие (опорные) пути предназначены для передачи давления опорно-ходовых частей затвора на бетон сооружения; обратные пути — для передачи на бетон нагрузок, создаваемых обратными тележками (распорками), боковые (торцевые) пути ограничивают перекосы и смещения затвора при его передвижении, порог служит для опирания затвора, металлические облицовки забральной балки, пазов и примыкающих к пазам бетонных поверхностей — для снижения фильтрационного градиента, кавитационного разрушения.

Наиболее часто применяемые типы пазовых конструкций представлены на рис. 3.2.

В зависимости от конструкции опорно-ходовых частей затвора различают три основных типа рабочих путей (рис. 3.3): колесных и катковых затворов (а—г); скользящих затворов с полозьями из древесно-слоистого пластика (ДСП-Бгт) и маслянита Д (д, е) и затворов с деревянными опорными брусками (ж). Рабочие пути изготавливают из стального литья с механической обработкой (рис. 3.3, а, б, д), из поковок (рис. 3.3, е), сварными (рис. 3.3, г, е) или гнутого профиля (рис. 3.3, ж).

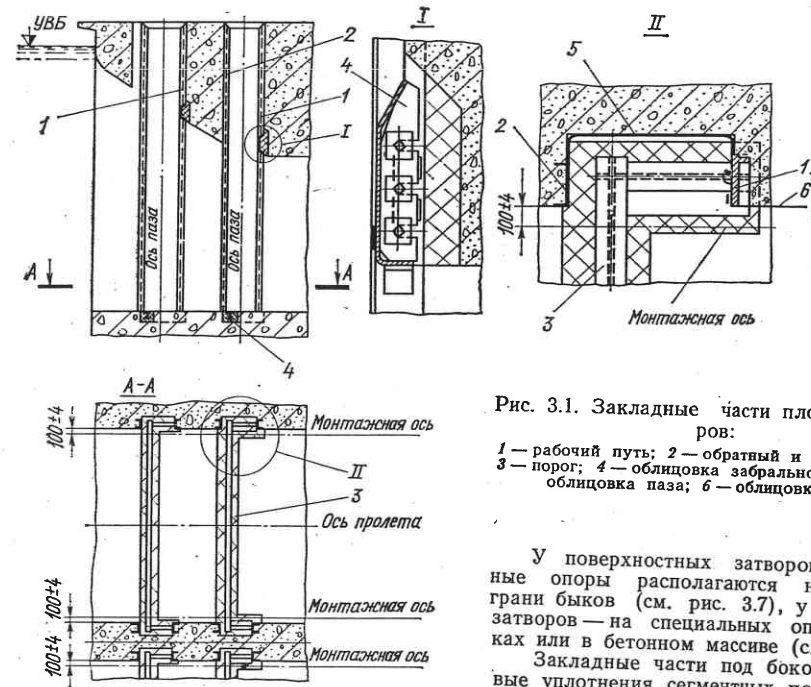


Рис. 3.1. Закладные части плоских затворов:

1 — рабочий путь; 2 — обратный и боковой пути; 3 — порог; 4 — облицовка забральной балки; 5 — облицовка паза; 6 — облицовка бычка

У поверхностных затворов шарнирные опоры располагаются на лицевой грани быков (см. рис. 3.7), у глубинных затворов — на специальных опорных балках или в бетонном массиве (см. рис. 3.8).

Закладные части под боковые резиновые уплотнения сегментных поверхностных затворов выполняют в виде криволинейных (по радиусу обшивки) листов, закрепляемых по лицевой грани быков в штрабом

Размеры и расчетные нагрузки на рабочие пути приведены в табл. 3.1—3.3.

Боковые и обратные пути, как правило, изготавливают из прокатных профилей. Тип и размеры их определяют техническими данными затвора.

В состав закладных частей сегментных затворов входят шарнирные опоры и конструкции для их крепления в бетоне.

Таблица 3.1. Размеры литых рельсов (рис. 3.3) и расчетные нагрузки

Тип рельса	А, мм	b ₁ , мм	b ₂ , мм	h, мм	Масса 1 м рельса, кг	Расчетная нагрузка кН		
						200	250	300
ГА	270	300	150	250	232	900		
ГВ	230	350	190	280	303	1200		
ГС	300	380	230	300	363	1700		
ГД	320	420	270	340	446	2300		

При линейном контакте (рис. 3.3, а)

ГА	270	300	150	250	232	900
ГВ	230	350	190	280	303	1200
ГС	300	380	230	300	363	1700
ГД	320	420	270	340	446	2300

При точечном контакте (рис. 3.3, б)

ГВК	270	350	395	280	415	600
ГСК	300	380	415	300	470	1300

Примечание. Материал рельсов — сталь 45Л-III по ГОСТ 1050-74.

Таблица 3.2. Нагрузка на рабочий путь скользящего затвора (рис. 3.3, е) в зависимости от толщины плиты и марки бетона

Толщина опорной плиты, мм	Ширина рельса, мм	Радиус головки рельса, мм	Расчетная нагрузка, кН/м, при марках бетона		
			200	250	300
20	35	200	1000	1200	1400
40			1700	2100	2400
60	55	300	2100	2600	2900
80			2700	3300	3800

Таблица 3.3. Нагрузка на рабочий путь плитного типа плоского колесного затвора (рис. 3.3, г) при марке бетона 300

Толщина плиты, мм	Расчетная нагрузка при точечном контакте, кН
20	20
30	25
40	35

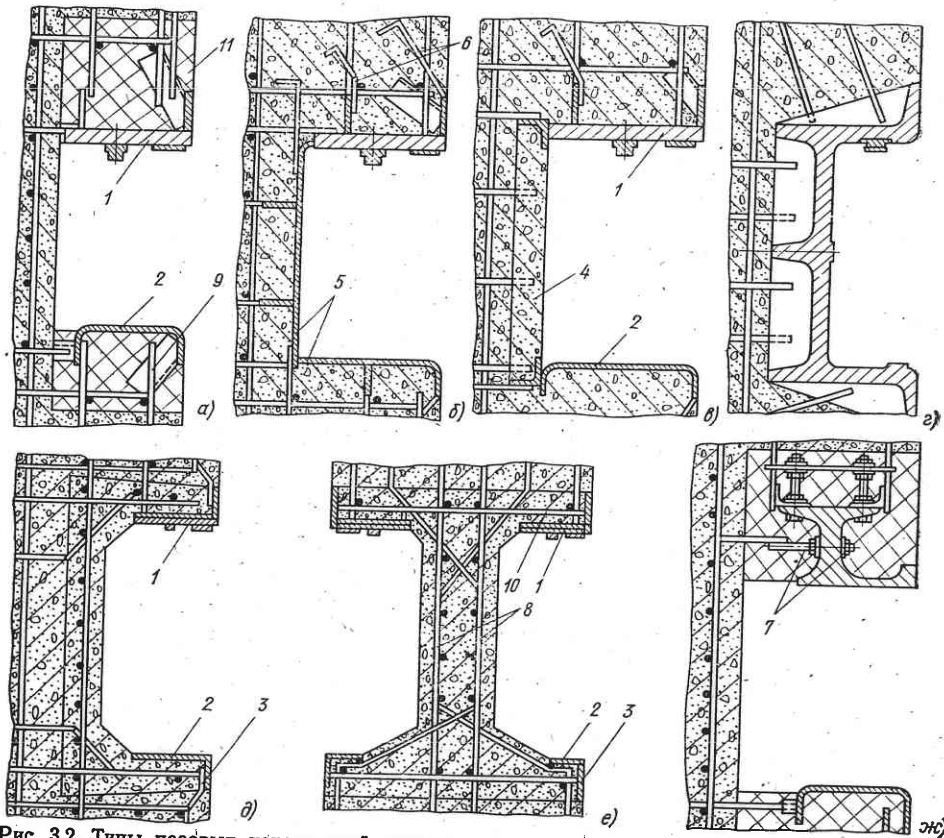


Рис. 3.2. Типы пазовых конструкций плоских скользящих и колесных затворов: а — закладные части в штрабах; б — металлическая пазовая конструкция; в — комбинированная с железобетонной плитой в торце паза; г — литой паз; д — обетонированный однопазовый блок; е — обетонированный двухпазовый блок; ж — закладные части колесного затвора в штрабах; 1 — рабочий путь; 2 — обратный путь; 3 — боковой путь; 4 — торцевая железобетонная панель; 5 — облицовка паза; 6 — элементы закрепления; 7 — временные раскрепления; 8 — элементы для регулирования рабочего пути; 9 — арматура блока; 10 — выпуски арматуры; 11 — предварительно напряженная арматура

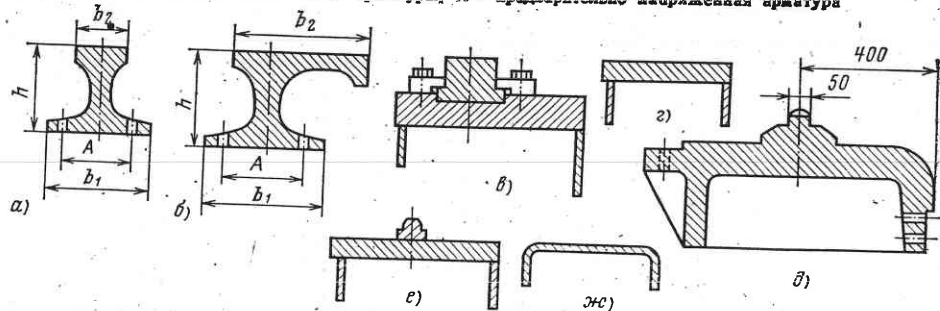


Рис. 3.3. Типы рабочих путей колесных и скользящих затворов: а — литой рельс без консоли; б — литой рельс с консолью; в — путь со съемным рельсом; г — путь плитного типа; д — литой путь с наплавкой рабочей поверхности скользящего нержавеющей стали; е — сварной путь с рельсом из нержавеющей стали; ж — путь из тяжелого профиля (для затворов с опорами из деревянных брусков)

бетоне (см. А-А на рис. 3.7). Для глубоких затворов в состав закладных частей, как правило, входят и резиновые уплотнения, закрепляемые в механически обработанных обоймах (см. А-А на рис. 3.8).

В тех случаях, когда уплотнения располагают на затворе, поверхности закладных частей, сопрягаемые с уплотнениями, обрабатывают на карусельных станках.

Для глубоких затворов в состав конструкции порога входят обычно и конструктивные элементы для подачи воздуха к затвору.

3.2. ПАЗОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В зависимости от технических данных отверстия и вида затвора применяются три основных типа пазовых конструкций:

1) отдельно устанавливаемые рабочие, обратные и боковые пути (рис. 3.2, а, ж);

2) колонны корытообразной формы со сплошной металлической или железобетонной (рис. 3.2, в, д, е) облицовкой паза, выполняющей также роль опалубки;

3) колонны корытообразной формы из стального литья (рис. 3.2, г) с механической обработкой всех «рабочих» поверхностей и стыков между составляющими элементами затворной камеры и затворной шахты. Эти закладные части применяются для напоров более 100 м.

Наиболее широкое применение в гидротехническом строительстве нашли пазовые конструкции, выполненные в виде однопазовых (рис. 3.2, д) или двухпазовых (рис. 3.2, е) обетонированных блоков. Изготовление таких блоков выполняют на приобъектной базе на специальных кондукторах (см. рис. 2.3), в которых с помощью специальных фиксаторов и прижимов устанавливают металлические части паза, арматуру и непосредственно на кондукторе блок бетонируют. Преимущества обетонированных блоков заключаются в относительно малом количестве листового металла, сокращении массы внутренних раскрепляющих устройств.

Применение обетонированных блоков целесообразно при наличии большого количества однотипных пазов в сооружении или в тех случаях, когда предполагается использование полигона для изготовления блоков для других близлежащих объектов.

3.3. СПОСОБЫ МОНТАЖА

Существуют два способа монтажа закладных частей затворов: в штрабах (рис. 3.2, а, ж) и бесштрабный (рис. 3.2, в, д, е).

Монтаж в штрабах заключается в том, что в бетонном массиве сооружения в местах будущей установки рабочих путей, опорных шарниров, гальсбантов и других закладных частей затворов оставляют незабетонированными штрабы для последующей установки в них и обетонирования закладных частей. В основном бетоне предусматривают выпуски арматуры для закрепления к ним закладных частей. Размеры штраб должны быть такими, чтобы обеспечить нормальные условия производства работ по установке, выверке и закреплению закладных частей, а также выполнению сварочных работ и проработке штрабного бетона.

Монтаж закладных частей в штрабах имеет следующие преимущества:

более высокая точность установки закладных частей, чем при бесштрабном монтаже;

лучшие условия для выверки и закрепления закладных частей благодаря возможности надежно приварить и легко выправить их в любой точке по высоте паза с обеспечением полной неизменяемости установки во время бетонирования;

относительно малая масса закладных частей, а также меньший расход металла на их раскрепление при монтаже;

независимость выполнения бетонных работ от поставок металлоконструкций закладных частей с заводов и от сроков монтажа их на месте;

возможность применения зонального бетона повышенной марки при бетонировании штраб (как правило, марка штрабного бетона не ниже 300);

возможность использования кранов меньшей грузоподъемности.

Недостатком метода монтажа закладных частей является:

трудно обеспечить высокое качество штрабного бетона, так как требуется соблюдение ряда технологических требований (хорошая проработка бетона, температурный режим и пр.). В холодное время года эти работы еще более осложняются;

работы по устройству штраб и последующее их бетонирование весьма трудоемки. Трудоемкими операциями являются также установка и снятие штучной опалубки (как правило, разового использования), насечка бетонных поверхностей штраб, очистка штраб от строительного мусора, зачистка выпусков арматуры, подача, укладка и вибрирование бетонной смеси. Все эти работы выполняются, как правило, вручную в стесненных условиях при наличии в штрабах большого количества выпусков арматуры;

укладка бетона в штрабы производится значительно позже бетонирования основной части сооружения, поэтому приходится возвращаться к ранее забетониро-

ванным участкам и вновь производить на них бетонные работы. Все это затрудняет организацию поточного метода производства работ.

Указанные недостатки могут быть устранены при глубоком изучении характера производства работ и механизации отдельных трудоемких процессов.

Монтаж закладных частей в штрабах применяют там, где необходима высокая точность. Например, опорные шарниры и закладные части сегментных глубинных затворов, пятовые устройства и закладные части двустворчатых ворот, закладные части многокосых и катковых и других установок закладных частей, как правило, монтируют в штрабах. Кроме того, монтаж закладных частей в штрабах применяют на сооружениях, обслуживаемых кранами малой грузоподъемности.

Бесштрабный монтаж закладных частей состоит в том, что на подготовленное основание сооружения устанавливают закладные части, жестко закрепленные в проектном положении, одновременно с ними устанавливают арматуру бычка и все это бетонируют за один прием.

При этом методе закладные части должны быть достаточно жесткими, не деформирующимися от давления бетонной смеси и других воздействий. Для создания пространственной жесткости закладные части, предназначенные для бесштрабной установки, предварительно укрупняют, создавая жесткие пространственные блоки пазовых конструкций (см. рис. 3.2, б, в, д, е).

Применение бесштрабного способа монтажа пазовых конструкций дает возможность организовать более технологические методы строительно-монтажных работ при высоком уровне механизации трудоемких процессов, осуществить на монтажной базе часть трудоемких работ по рихтовке, доводке и закреплению закладных частей в блоке — все это в конечном итоге позволяет сократить сроки возведения сооружений.

Недостатком бесштрабного способа является то, что точность установки смонтированной пазовой конструкции может быть нарушена в период бетонирования.

Разновидность бесштрабного монтажа — метод монтажа закладных частей, установленных непосредственно на затворе на временных креплениях. Затвор устанавливают и фиксируют в проектном положении, к нему закрепляют закладные части и в таком виде их бетонируют. Этот метод применяется для бесштрабной установки криволинейных закладных частей сегментных и секторных затворов, когда другие методы оказываются менее эффективными.

Выбор типа закладных частей и способа монтажа. Основными показателями при обосновании конструкции закладных частей и выборе способа их монтажа являются:

требования к эксплуатационным качествам показателям закладных частей на сооружении;

увязка конструктивного исполнения (типа) закладных частей со способами и сроками производства строительных и монтажных работ;

трудоемкость изготовления и монтажа пазовых конструкций;

металлоемкость пазовых конструкций; стоимостные показатели.

Эксплуатационные качества закладных частей затворов. Закладные части должны обладать достаточной прочностью, долговечностью и устойчивостью с точностью, обеспечивающей беспрепятственное перемещение затвора и герметичность уплотнительного контура. Наиболее полно отвечают этому требованию закладные части с соответствующей механической обработкой рабочих поверхностей.

Увязка конструктивного исполнения (типа) закладных частей со способами ведения строительно-монтажных работ должна производиться с учетом рекомендаций § 3.2. Кроме того, необходимо учитывать, что для крупных многопролетных гидротехнических сооружений, строительство которых осуществляется с помощью, например, кранов КБГС-450, КБГС-500 грузоподъемностью 25 т, наиболее рациональное применение однопазовых бетонированных блоков (см. рис. 3.2, д). Оборачиваемость кондукторов для их изготовления должна быть не менее 10-кратной. Для крупных многопролетных гидротехнических сооружений, строительство которых располагает, например, кранами КБГС-1000 или КБГС-1200 грузоподъемностью 50—60 т, могут оказаться рациональными двухпазовые бетонированные блоки (см. рис. 3.2, е). Оборачиваемость кондукторов в этом случае должна быть не менее 30—35-кратной.

На сооружениях, не имеющих достаточных площадей на объектных базах, а также для затворов, работающих при напорах более 50 м, рациональным может оказаться применение пазовых конструкций с металлической облицовкой (см. рис. 3.2, б).

Трудоемкость изготовления и монтажа пазовых конструкций ориентировочно можно определять по табл. 3.4, в которой приводятся усредненные данные по отчетам монтажных участков на строительстве Красноярской, Киевской, Каневской, Кременчугской, Каховской и Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС.

Таблица 3.4. Трудозатраты, чел-день, на 1 м длины паза

Типы закладных частей	Схема на рис. 3.2	Изготов-ление	Монтаж	Всего
Закладные части, монтируемые в штрабах	а, ж	3,17	10,1	13,27
Однопазовые бетонированные блоки	д	5,25	4,32	9,57
Двухпазовые бетонированные блоки ¹	е	6,15	3,54	9,69
Пазовые конструкции с металлической облицовкой	б	3,8	5,8	9,6
Пазовые конструкции с железобетонной панелью в торце паза	в	4,5	5,8	10,2

¹ Пересчитано на 1 м длины одного паза.

Металлоемкость пазовых конструкций затворов приведена в табл. 3.1 и 3.5.

Стоимостные показатели закладных частей для ориентировочного подсчета могут быть разделены на три группы:

металлические закладные части сварной конструкции стоимостью (включая монтаж) до 400 руб/т;

металлические закладные части из стального литья с механической обработкой стоимостью до 900 руб/т;

Таблица 3.5. Материалоемкость закладных частей

Типы закладных частей	Схема на рис. 3.2	Масса 1 м длины, кг	
		всего	в том числе металла
Установка в штрабах	а	220	220
Облицованный металлом паз	б	650	650
Паз с бетонной плитой	в	830	400
Литой паз металлический	г	2500	2500
Однопазовый бетонированный блок	д	1600	250
Двухпазовый бетонированный блок	е	3200*	500

* Для двух пазов.

4*

сборные железобетонные конструкции или обетонированные закладные части стоимостью около 60 руб/т.

3.4. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПАЗОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МОНТАЖЕ

Основной нагрузкой на пазовые конструкции при монтаже является боковое давление свежеуложенного бетона. Максимальная нагрузка определяется по СНиП III-15-76:

$$P^н = \rho g (0,27v + 0,78) k_1 k_2, \quad (3.1)$$

где $\rho = 2,5 \text{ т/м}^3$ — плотность бетонной смеси; v — скорость бетонирования (обычно не превышающая 1,0 м/ч); $k_1 = 1,2$ — коэффициент, учитывающий влияние консистенции бетонной смеси; k_2 — коэффициент, зависящий от температуры бетонной смеси: для бетонных смесей с температурой $5-7^\circ\text{C}$ $k_2 = 1,5$, при $t = 28-32^\circ\text{C}$ $k_2 = 0,85$.

В общем случае

$$P^н = 2,5 (0,27 \cdot 1,0 + 0,78) \cdot 1,2 \cdot 1,15 = 36 \text{ кПа.}$$

Нагрузки на боковую поверхность облицовки от сотрясений, возникающих при выгрузке бетонной смеси, $P^н_с = 6 \text{ кПа}$ по табл. 2 приложения 1 СНиП III-15-76.

При расчете закрепляющих устройств на прочность при бесштрабном бетонировании указанные выше нагрузки умножаются на коэффициенты перегрузки:

$$P = k P^н = 2,5 \cdot 3,62 = 90 \text{ кПа;}$$

$$P_с = k_с P^н_с = 1,3 \cdot 0,6 = 7,8 \text{ кПа,}$$

где $k = 2,5$ принимается с учетом возможных случайных нагрузок на закрепляющие устройства; $k_с = 1,3$ — по табл. 4 приложения 1 СНиП III-15-76.

Для закладных частей, устанавливаемых в штрабах, за высоту блока бетонирования принимают полную высоту закладных частей, т. е. рассчитывают их на нагрузку 36 кПа, действующую на всю поверхность закладных частей в период укладки штрабного бетона. Для закладных частей, монтируемых бесштрабным способом, высоту блока бетонирования принимают согласно проекту производства бетонных работ. Наиболее распространенные высоты блоков бетонирования 3 и 6 м.

Нагрузка от давления бетонной смеси может действовать в одной плоскости или в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Эти усилия и должны быть восприняты элементами крепления.

По характеру действующей нагрузки и применяемых креплений закладных частей расчетной схемой для них¹ может служить равномерно нагруженная многоопорная неразрезная балка с пролетом

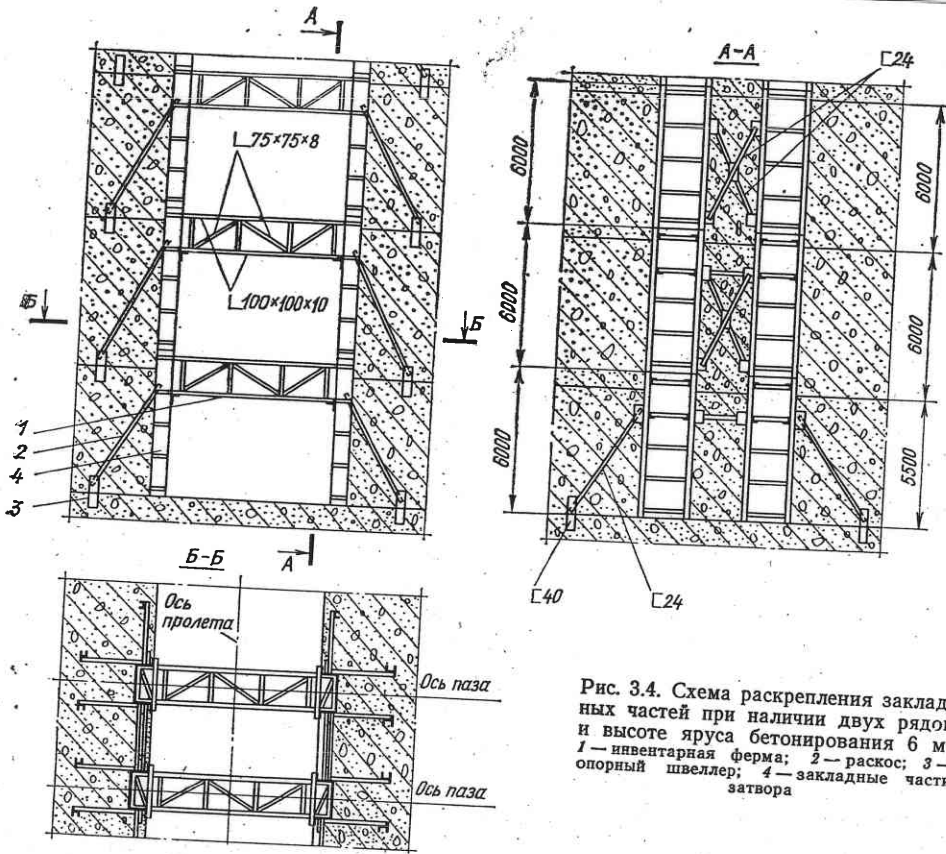


Рис. 3.4. Схема раскрепления закладных частей при наличии двух рядов и высоте яруса бетонирования 6 м: 1 — инвентарная ферма; 2 — раскос; 3 — опорный швеллер; 4 — закладные части затвора

между опорами, равным расстоянию между узлами закреплений. Из практики известно, что для закладных частей, монтируемых в штрабах, обеспечивается крепление их к выпускам арматуры диаметром 24 мм, установленным с шагом 500 мм (по четыре выпуска в каждом сечении).

Для пазовых конструкций, бетонируемых в виде отдельно стоящей колонны, расчетной схемой может служить балка, защемленная одним концом и равномерно нагруженная на высоту блока бетонирования. Необходимым условием обеспечения требуемой точности монтажа является минимальный прогиб элемента, который определяют по формуле

$$f = Pbh^4 / 8EI < 3 \text{ мм} \quad (3.2)$$

где P — давление бетонной смеси; B — ширина торцевой стенки пазовой конструкции; h — высота блока бетонирования; E — модуль упругости; I — момент инерции сечения пазовой конструкции.

Для обеспечения требуемой точности установки пазовых конструкций при бесштрабном способе их монтажа необходимо: раскрепление облицованных пазов производить при помощи подкосов, устанавливаемых со стороны бетона и двух взаимно перпендикулярных плоскостей под углом 30—45° к пазовым плоскостям, и инвентарных ферм (при пролетах до 8 м), служащих распорками между пазовыми конструкциями в пролете (рис. 3.4); при использовании инвентарных ферм при ярусе бетонирования до 3 м подкосы, перпендикулярные оси проточного тракта, следует устанавливать только в нижнем ярусе бетонирования для усиления крепления пазов к порогу; при ярусе бетонирования 6 м в пролетах менее 8 м необходимо устанавливать также инвентарные фермы и подкосы в двух направлениях по всей высоте пазовых конструкций; при ярусе бетонирования до 3 м в пролетах более 8 м подкосы, перпенди-

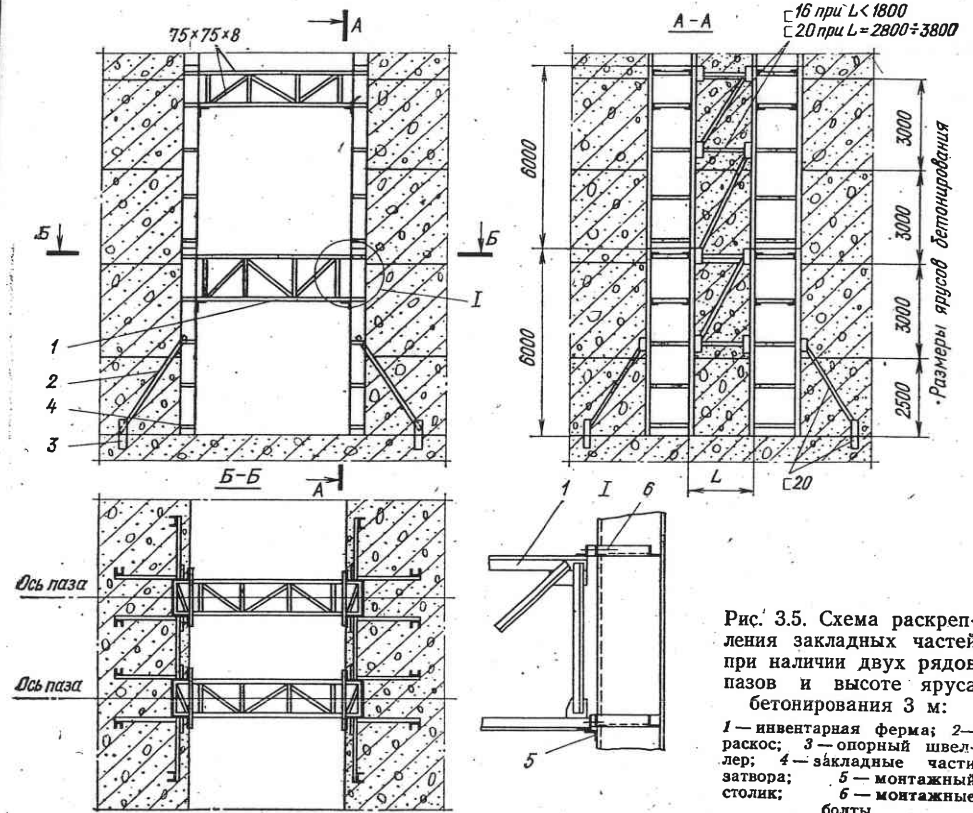


Рис. 3.5. Схема раскрепления закладных частей при наличии двух рядов пазов и высоте яруса бетонирования 3 м: 1 — инвентарная ферма; 2 — раскос; 3 — опорный швеллер; 4 — закладные части затвора; 5 — монтажный столик; 6 — монтажные болты

кулярные оси проточного тракта, необходимо устанавливать в каждом ярусе бетонирования по всей высоте закладных частей;

раскрепление одиночных облицованных пазов в другом направлении следует производить подкосами, устанавливаемыми в каждом ярусе бетонирования параллельно оси водовода;

при наличии в одном пролете пазов (например, основного и аварийно-ремонтного затворов) подкосы, параллельные оси проточного тракта, следует устанавливать только в нижнем ярусе бетонирования, соединяя при этом облицованные пазы по всей высоте плоскими инвентарными фермами из уголкового стали (рис. 3.5).

3.5. ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ РАБОТ

В состав работ по монтажу закладных частей входят следующие основные производственные операции:

транспортировка закладных частей к месту установки и предварительная установка в проектное положение;

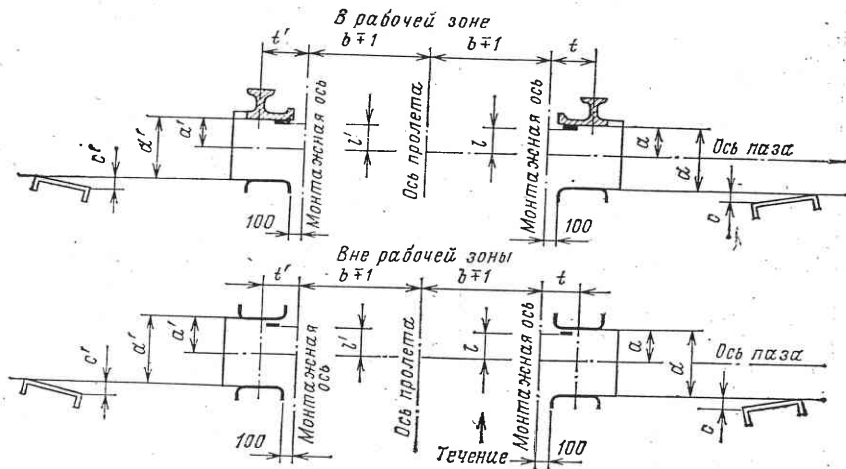
окончательная установка закладных частей, заключающаяся в точной выверке проектного положения по осям и высотным отметкам, с одновременной установкой закреплений в штрабах или блоках бетонирования;

закрепление закладных частей к ранее забетонированным частям сооружения перед бетонированием следующего яруса; проверка установочных размеров (с заполнением формуляров) и сдача закладных частей под бетонирование;

контрольная проверка положения закладных частей после бетонирования с заполнением соответствующих граф чертежа-схемы контрольных обмеров (табл. 3.6), демонтаж закрепляющих конструкций и зачистка мест крепления.

Распределение затрат труда по операциям при монтаже закладных частей приведено в табл. 3.7.

Таблица 3.6. Чертеж-схема контрольных обмеров закладных частей плоского колесного затвора. Пазовые конструкции. Пролет №... Обмеры до бетонирования¹



Размеры по проекту, мм	В рабочей зоне					Вне рабочей зоны			
	Допускае- мые откло- нения, мм	1	2	3	...	n	Допускае- мые откло- нения, мм	n+1	...
		Отметка, м						Отметка, м	
	0,00	0,5	1,00						

	Правый паз								
	+2	-1					+2	-1	
a	+2	-1				+2	-1		
d	+5	-2				+8	-2		
l	±2					+5	-2		
t	±2					±4			
Винтообразность c=0	±3					±5			
Уступы в стыках рабочего пути с обеспечением плавного перехода	0,5					0,5			
Уступы в стыках обратного пути с обеспечением плавного перехода	1					1			
Уступы в стыках нержавеющей полосы под уплотнение с обеспечением плавного перехода	1					1			
Местные неровности на рабочей поверхности рабочего пути	±0,1					±1			
Местные неровности на рабочей поверхности обратного пути	±2					±2			

Продолжение табл. 3.6

Размеры по проекту, мм	В рабочей зоне					Вне рабочей зоны			
	Допускае- мые откло- нения, мм	1	2	3	...	n	Допускае- мые откло- нения, мм	n+1	...
		Отметка, м						Отметка, м	
	0,00	0,5	1,00						
Местные неровности на рабочей поверхности нержавеющей полосы под уплотнение	±1						±1		
Левый паз									
a'	+2						+5		
d'	+5						+8		
l'	±2						+5		
t'	±2						±4		
Винтообразность c'=0	±3						±5		
Уступы в стыках рабочего пути с обеспечением плавного перехода	0,5						0,5		
Уступы в стыках обратного пути с обеспечением плавного перехода	1						1		
Уступы в стыках нержавеющей полосы под уплотнение с обеспечением плавного перехода	1						1		
Местные неровности на рабочей поверхности рабочего пути	±0,1						±1		
Местные неровности на рабочей поверхности обратного пути	±2						±2		
Местные неровности на рабочей поверхности нержавеющей полосы под уплотнение	±1						±1		

Представителя: Геодезист _____ ()

Ст. прораб _____ ()

Представитель строительства _____ ()

Утверждаю:

Главный инженер монтажного участка _____ ()

19__г.

¹ Для обмеров после бетонирования применяется та же форма.
 Примечания: 1. Измерения произведены по осям рабочих поверхностей.
 2. Обмеры, произведенные на стыках, записывать дробью; числитель — обмеры верхней марки, знаменатель — обмеры нижней марки.

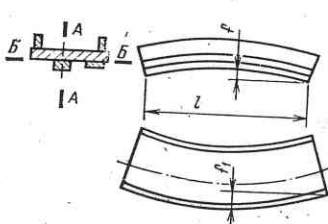
Таблица 3.7. Распределение затрат труда по операциям при монтаже закладных частей

Вид работ	Затраты		Вид работ	Затраты	
	труда, %	Стоимость работ кранов, %		труда, %	Стоимость работ кранов, %
Сортировка и подача закладных частей к месту установки	1,5	15	Выверка проектного положения (окончательная установка)	48	—
Предварительная установка	7,5	45	Установка закреплений, сварка, зачистка и другие операции	33	35
Устройство и разборка подмостей	10	5			

Таблица 3.8. Допускаемые отклонения на изготовление закладных частей и облицовок (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемое отклонение
------------	------------------------

Закладные части



1. Стрела кривизны закладных частей, состоящих из отдельных сварных или прокатных профилей с необработанными плоскостями: для элементов, расположенных в пределах рабочей зоны:

f — в плоскости А-А действия нагрузки затвора
 f_1 — в плоскости В-В, перпендикулярной действию нагрузки от затвора

0,001*l*, но не более 4 мм

0,002*l*, но не более 5 мм

0,002*l*, но не более 6 мм

0,002*l*, но не более 6 мм

0,0005*l*, но не более 1 мм

0,001*l*, но не более 3 мм

±2 мм

0,3 мм на 1 м длины рельса

Один зазор до 0,1 мм длиной не более 100 мм на 1 м длины рельса

Два зазора до 0,3 мм длиной не более 150 мм на 1 м длины рельса

0,001 длины

для элементов, расположенных вне пределов рабочей зоны затвора:

f — в плоскости А-А

f_1 — в плоскости В-В

2. Стрела кривизны закладных частей, состоящих из отдельных сварных или прокатных профилей с обработанными плоскостями, независимо от зоны расположения закладных частей:

f — в плоскости А-А

f_1 — в плоскости В-В

3. Смещение оси цилиндрической поверхности рельса от оси пути

4. Местная кривизна рабочей поверхности рельса для скользящих затворов

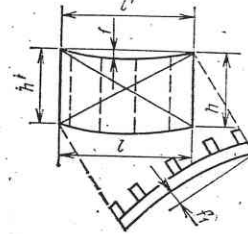
5. Местные сквозные зазоры между квадратом рельса для скользящих затворов и закладной частью

6. Местные несквозные зазоры между квадратом рельса для скользящих затворов и закладной частью

7. Винтообразность пазовых конструкций закладных частей затвора, измеряемая по концам отправочного элемента

Продолжение табл. 3.8

Показатели	Допускаемое отклонение
Плоскостные облицовки пазов затвора, несоприкасающиеся с уплотняющими элементами затвора	
8. Стрела кривизны f в плоскости облицовки при соединении: внахлестку встык	0,002 <i>l</i> , но не более 10 мм 2 мм
9. Стрела кривизны f_1 из плоскости облицовки	0,002 <i>h</i> и 0,002 <i>h'</i> , но не более 10 мм
10. Разность между размерами облицовки, измеряемыми между гранями l и l' или между h и h'	2 мм
11. Разность длин диагоналей при соединении: внахлестку встык	10 мм 2 мм
12. Местные вмятины (на отправочный элемент)	Три вмятины глубиной не более 10 мм



Плоскостные облицовки и забранные балки, соприкасающиеся с уплотняющими элементами затвора

13. Стрела кривизны из плоскости облицовки, измеренная в любом направлении, для плоскостей: необработанных

+3 мм на каждый 1 м длины, но не более +6 мм на всю длину
 +1 мм на каждый 1 м длины, но не более +3 мм на всю длину

обработанных

14. Местные вмятины на плоскостях: необработанных (на отправочный элемент)

Две вмятины глубиной до 5 мм
 Не допускаются

обработанных

Примечание. Измерение зазоров по пп. 5, 6 производится до сварки после плотного прижатия рельсов к закладным частям.

К моменту установки в проектное положение каждой монтажной единицы для нее должно быть подготовлено временное или постоянное основание и средства крепления.

Поступающие на монтаж отдельные марки закладных деталей должны быть изготовлены в пределах допусков, указанных в табл. 3.8.

Одновременно с устройством оснований под закладные части в бетон закладываются скобы, коротыши швеллеров, предназначенные для крепления подкосов и расчалок, или другие элементы, необходимые для закрепления закладных частей. Заканчиваются подготовительные работы разбивкой монтажных осей с выносом их на реперы и марки со сдачей их комиссии в установленном порядке.

Выверка закладных частей производится по рабочим (опорным) поверхностям таким образом, чтобы погрешности в изготовлении и размерах элементов не

отражались на точности установки закладных частей.

При выверке рабочих путей, имеющих сферическую опорную поверхность, положение струны отвеса должно быть установлено точным измерением от оси пролета.

Обетонированные и металлические пазовые конструкции (блоки), в которых взаимное расположение закладных частей зафиксировано при изготовлении и регулироваться не может, выверяются по положению опорной поверхности рабочего пути. Контроль в части разворота блока относительно оси пролета производится либо по положению оси обратного пути, либо по положению элементов обрамления углов паза.

Для натяжки осей применяется стальная проволока диаметром 0,5—2 мм, а для отвесов диаметром 0,35—0,5 мм повышенной прочности. Выверку закладных частей в пролете по возможности следует

Таблица 3.9. Допускаемые отклонения от проектного положения путей плоских затворов (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемые отклонения путей затворов, мм				
	колесных	рабочих	скользящих с полозьями из ДСП-Бугг	обратных	торцевых
боковых					
	± 3 -1 $+5$ -1	$+3^*$ -1^* -2^*	± 3 ± 5	± 5 ± 3	± 5 ± 5
в рабочей зоне					
	± 3 ± 5	± 3 ± 5	± 3 ± 5	± 5 ± 3	± 5 ± 5
вне рабочей зоны					
	± 1 ± 3	$\pm 0,1$ ± 1	± 1 ± 3	± 2 ± 3	± 2 ± 3
в рабочей зоне					
	± 1 ± 3	$0,2$ $0,2$	± 1 ± 3	± 2 ± 3	± 2 ± 3
вне рабочей зоны					
	± 1 ± 3	± 1 ± 3	± 1 ± 3	± 2 ± 3	± 2 ± 3

1. Отклонение расстояния a от рабочей поверхности закладных частей до оси паза 2 в рабочей зоне
вне рабочей зоны

2. Отклонение расстояния b от оси закладных частей до оси пролета 2 в рабочей зоне
вне рабочей зоны

3. Отклонение расстояния между рабочими и обратными путями: в рабочей зоне
вне рабочей зоны

4. Внтообразность c в рабочей зоне при ширине рабочей поверхности: до 100 мм
более 100 мм

5. Местные неровности на рабочей поверхности: вне рабочей зоны допуски увеличиваются на

6. Уступы в стыках 3 : вне рабочей зоны

¹ Измерения производят через 1 м по высоте закладной части, но не менее чем в трех местах на одном монтажном элементе. ² Измерение расстояния до закладных частей производится по оси рабочей поверхности. ³ Уступы в стыках должны быть сглажены, выступающие острые кромки не допускаются.

* Разность между двумя соседними по высоте измерениями a не должна превышать 1 мм.

Таблица 3.10. Допускаемые отклонения от проектного положений порога и забрала (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемые отклонения, мм	
	порога	забрала
	± 5	± 5
	$+0,05k$ (k — ширина баббитовой заливки порога)	± 4
a	± 5	± 5
	± 10	± 10
b	± 3	± 3
	± 2	± 2
c	± 2	± 2
	± 2	± 2
Уступы в стыках	1	1
	2	5
Превышение одного конца закладной части над другим при длине: до 10 м свыше 10 м	± 4	± 4
	± 2	± 4
Стрела кривизны в вертикальной плоскости на длине 5 м	± 2	± 4
	± 2	± 4

Примечание. Измерения забрала по п. 5 производится от порога до закладных частей забрала.

заканчивать в течение одной смены без изменения положения осей и отвесов. Предварительно установленные краном элементы закладных частей подлежат в процессе окончательной установки перемещению в вертикальном и горизонтальном направлениях с помощью винтовых подкосов, стяжек, регулировочных винтов, домкратов и клиньев. Работа должна производиться так, чтобы выверка, выполненная в отношении одной из осей, не нарушалась при выверке в отношении другой взаимно перпендикулярной оси. Это достигается путем применения разных типов фиксаторов, упоров, контролирующих положение закладных частей в отношении одной из осей. Особое внимание следует обращать на стыковку рабочих путей для скользящих затворов на полозе из ДПС или масляниста, так как уступы в стыках не допуска-

ются. Для обеспечения этого условия следует применять установочные штыри, совмещаемые с шайбами, приваренными при заводском изготовлении по фиксатору. Окончательная установка и выверка проектного положения закладных частей связана с проведением большого количества точных измерений по отвесам, нивелиру, теодолиту. Применяют прецизионные нивелиры. Отвесы можно использовать только точные массой более 2,5 кг, опущенные в посуду с маслом на 1/3 своей длины. Измерения при монтаже закладных частей должны производиться с помощью стальных метров и рулеток 2-го класса, а также стальных метровых линеек и угольников. При выверке комплектных литых пазовых конструкций или литых рельсов применяют штихмассы с электросигналом на лампочку или зуммер.

Таблица 3.11. Допускаемые отклонения от проектного положения облицовок и армированных пазов (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемые отклонения, мм		
	облицовки	армировки	закладных частей под уплотнения
1. Отклонение расстояний a и a_1 от оси паза до облицовки	+15 -5	+25 -5	-
2. Отклонение расстояния b от оси пролета до облицовки	+15 -5	+15 -5	±5
3. Отклонение расстояния a от оси паза до уплотняющей поверхности	-	-	±3
4. Отклонение расстояния b_1 от оси пролета до облицовки	+15 -10	-	-
5. Отклонение расстояния между облицовками	+15 -10	+30 -5	-
6. Отклонение расстояния от уплотняющей поверхности до рабочего пути:			
в рабочей зоне	-	-	+3 -2
вне рабочей зоны	-	-	+5 -2
7. Винтообразность с:			
в рабочей зоне при ширине рабочей поверхности:			
до 100 мм	-	±5	±2
свыше 100 мм	-	±10	±4
вне рабочей зоны допуски увеличиваются на	-	-	2
8. Местные неровности на поверхности закладных частей (сверх допуска на размеры a и b):			
в рабочей зоне	+10 -5	±5	±2
вне рабочей зоны	-	-	-
9. Уступы в стыках:			
в рабочей зоне	-	-	±2
вне рабочей зоны	3	3	1

Примечание. В стыках элементов под уплотнения доступы должны быть зачищены с углом 1:10. частей от проектного не должны превышать значений, указанных в табл. 3.9-3.11.

3.6. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЗАКЛАДНЫХ ЧАСТЕЙ СЕГМЕНТНЫХ ЗАТВОРОВ И ШЛЮЗНЫХ ВОРОТ

Закладные части сегментных затворов и шлюзных ворот монтируют, как правило, в штрабах. Выверку опорных шарниров, пятых устройств опорных подушек

После окончания монтажа закладные части (до бетонирования) должны быть приняты технической инспекцией строительства с составлением акта и заполнением чертежа-схемы контрольных обмеров, в котором фиксируется их фактическое положение (табл. 3.6).
После бетонирования, снятия опалубки и закрепления генподрядчик производит повторно контрольные обмеры с заполнением схемы контрольных обмеров и сдает закладные части заказчику. Допускаемые отклонения положения закладных

производят при помощи специальных регулировочных винтовых устройств, предусмотренных в проекте.

Характерная схема монтажа опорных шарниров глубинных сегментных затворов представлена на рис. 3.6.

Монтаж начинают с установки и закрепления анкерными тягами закладной балки. Регулировка ее положения осуществляется винтовыми стяжками и регулировочными болтами. После бетонирования на опорную поверхность устанавливается опорный шарнир в собранном виде. Обычно с неподвижной частью соединяется вспомогательная металлоконструкция, позволяющая регулировать положение опорного шарнира. Вес опорного шарнира передается на опорные подставки с клиньями. Поворотная часть шарнира относительно неподвижной фиксируется временным упором и стропом.

Схема монтажа опорного шарнира поверхностного сегментного затвора показана на рис. 3.7. Шарнир в проектном положении крепится консолью к лицевой поверхности быка. На специально подготовленном основании устанавливаются опорные конструкции шарнира. Подъем шарнира в проектное положение осуществляется либо строительным краном, если его грузоподъемность и вылет стрелы позволяют это осуществить, либо монтажным порталом. На рис. 3.7 виден специальный монтажный портал с укрепленным

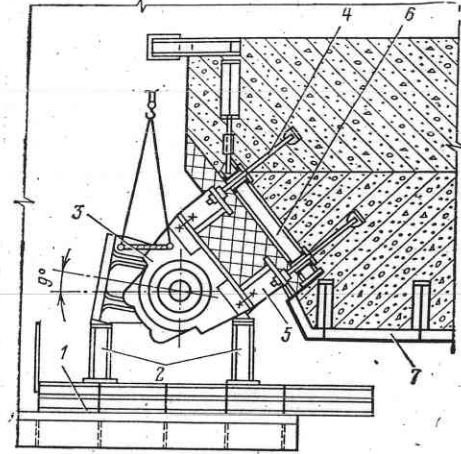


Рис. 3.6. Схема монтажа шарнира сегментного затвора на опорной балке:

1 — временная монтажная площадка; 2 — подставки с клиньями; 3 — опорный шарнир; 4 — анкерные болты; 5 — вспомогательные конструкции; 6 — закладная балка; 7 — потолочная балка

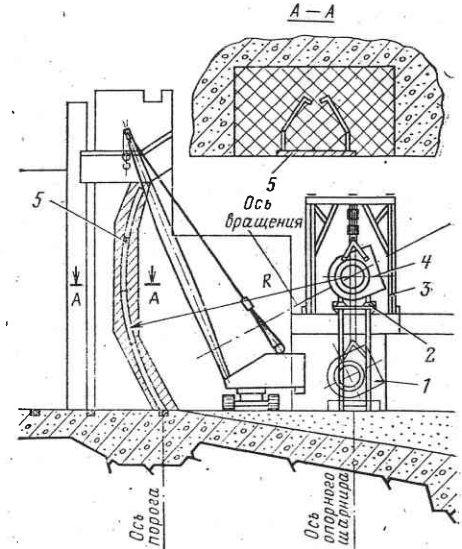


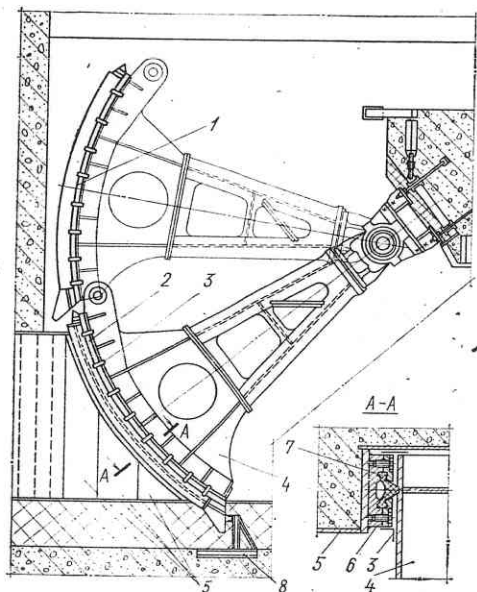
Рис. 3.7. Схема монтажа опорного шарнира и закладных частей поверхностного сегментного затвора:

1 — исходное положение опорного шарнира перед подъемом; 2 — опорные конструкции шарнира, на которых осуществляется его временная установка; 3 — монтажный портал с закрепленной системой полиспастов; 4 — опорный шарнир в проектном положении; 5 — закладные части под резиновые уплотнения по лицевой грани быка

на его верхней балке полиспастом. После подъема и выверки шарнир крепится на специальных конструкциях, которые бетонируются.

При выверке положения шарнирных опор особое внимание следует обратить на соблюдение их соосности. Выверка соосности может быть выполнена с помощью струны, пропущенной через отверстие в центре оси вращения (при пролетах до 5 м), или с помощью оптического прибора типа микротелескопа при соблюдении на месте установки прибора определенных условий — отсутствия испарения, тумана, снега и других помех.

Монтаж закладных частей под уплотнения производится строительными кранами. Операции по раскреплению и выверке их аналогичны операциям при монтаже закладных частей плоских затворов. Закладные части глубинных сегментных затворов более сложны, так как в большинстве случаев уплотнения глубинных сегментных затворов размещаются на закладных частях. Необходимая точность изготовления и взаимного расположения



уплотняющих поверхностей достигается механической обработкой обшивки затвора и закладных частей на карусельном станке, а также контрольной сборкой конструкций на заводе и выверкой закладных частей по установленному затвору в период монтажа. Схема монтажа закладных частей глубинного сегментного затвора показана на рис. 3.8.

3.7. МОНТАЖ ОБЛИЦОВОК

Монтаж с применением обетонированных блоков (рис. 3.9) является наиболее прогрессивным способом монтажа облицовок пола водосбросных отверстий.

Суть этого способа заключается в следующем: на базе производят укрупнение облицовок пола и их обетонирование. Масса блоков до 30 т. Блоки устанавливают на специальные металлические или железобетонные колонны, монтируемые в определенной последовательности: сначала монтируют колонны двух крайних рядов и по три колонны в двух средних рядах. Одновременно устанавливают фундаментные болты для крепления опорных конструкций. После выверки положения колонн и болтов в плане и по высоте их закрепляют подливкой бетона. Затем монтируют опорные конструкции и после выверки бетонизируют их. Одновременно с монтажом облицовок пола первых рядов устанавливают, выверяют и бетонизируют колонны в средних рядах. После приварки блоков к опорным конструкциям их бетонизируют через проемы шириной 500 мм, оставляемые

Рис. 3.8. Схема монтажа закладных частей и уплотнений сегментного затвора с временным их раскреплением к затвору

1 — закладная часть и обойма уплотнения, закрепленные к затвору в период его монтажа в открытом положении; 2 — то же в проектном положении; 3 — монтажные крепления; 4 — подвижная часть затвора; 5 — металлическая облицовка; 6 — обойма уплотнения; 7 — резиновое уплотнение; 8 — монтажный упор-фиксатор

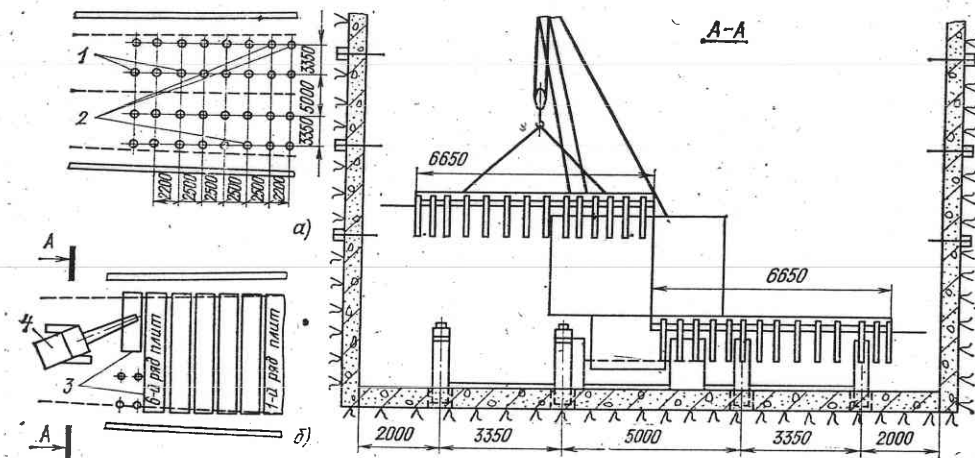


Рис. 3.9. Монтаж облицовок пола строительного туннеля:

а — установка монтажных колонн; б — монтаж плит пола гусеничным краном; 1 — колонны, устанавливаемые в первую очередь; 2 — колонны, устанавливаемые во вторую очередь; 3 — плиты пола; 4 — гусеничный кран грузоподъемностью 30 т

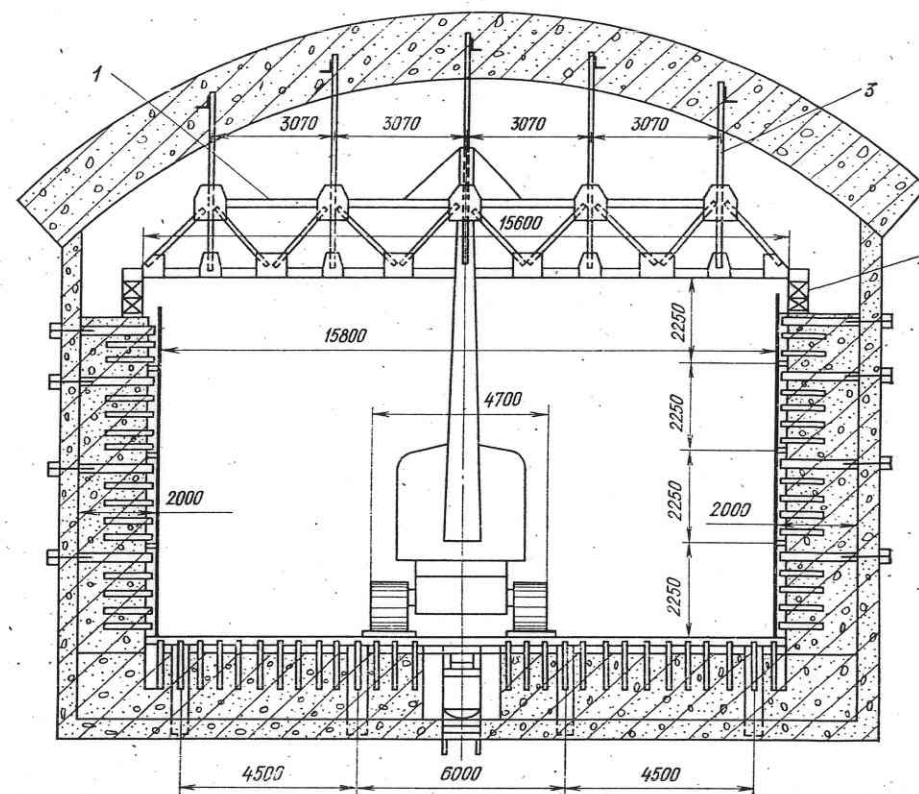


Рис. 3.10. Монтаж ферм и облицовок потолка строительного туннеля гусеничным краном:

1 — ферма; 2 — монтажные колонны; 3 — анкеры

между блоками. После укладки бетона проемы перекрывают металлическими листами с отверстиями диаметром 50—60 мм для инъекции цементного раствора. Полосы приваривают к забетонированным блокам.

Перед установкой облицовки стен по осям их установки закрепляют специальные упоры, фиксирующие проектное положение стен в плане (точность установки упоров оформляют формуляром).

Предварительно укрупненные на базе облицовки стен монтируют двумя ярусами по высоте. Вертикальность облицовки стен обеспечивают винтовыми стяжками. После установки, выверки и сварки I яруса на 0,5—0,8 м ниже верха облицовки укладывают бетон. Затем устанавливают и бетонизируют облицовки II яруса и бетон укладывают также на 0,5 м ниже их верха. Далее гусеничным краном монтируют

фермы с прикрепленными к ним облицовками потолка (рис. 3.10). Положение фермы регулируют закрепленными на них упорами так, чтобы облицовки потолка находились в одной плоскости. По окончании выверки фермы приваривают к анкерам, а листы облицовки сваривают между собой полуавтоматами. Далее устанавливают облицовки в верхних углах водовода и сдают под бетонирование свода.

Большое значение имеет качество бетонирования облицовок. Наличие пустот не допускается и требует проведения инъекционных работ, для чего в местах облицовки вырезают отверстия диаметром 50—60 мм, через которые под давлением подают цементный раствор. После завершения работ по инъекции отверстия закрывают специальными пробками, а сварные швы зачищают.

Монтаж облицовок отверстий небольших размеров, например галерей шлюзов, может производиться без предварительного обетонирования. Для этого облицовки пола выполняют в виде рамного каркаса, который устанавливают в проектное положение и бетонируют. Затем на каркас устанавливают листы пола и обваривают по

контуру. Установка облицовок стен и потолка ведется так, как описано выше.

Смонтированные облицовки после их обетонирования и проведения инъекционных работ принимает комиссия с участием представителей дирекции, генподрядчика, генпроектировщика и монтажной организации.

Глава 4

МОНТАЖ ЗАТВОРОВ И СОРОУДЕРЖИВАЮЩИХ РЕШЕТОК

4.1. МОНТАЖ ПЛОСКИХ ЗАТВОРОВ

Габаритные затворы, а также транспортные секции негабаритных секционных затворов монтируют в полностью собранном виде с установленными на них опорно-ходовыми частями, подвесными и уплотняющими устройствами.

Перед отправкой на монтаж на приемочной площадке (базе) проверяют геометрические размеры затвора и его опорно-ходовых частей, устраняют выявленные повреждения, очищают затвор от грязи и ржавчины, восстанавливают поврежденные места антикоррозийного покрытия, смазку опорно-ходовых частей, составляют формуляр (схему контрольных промеров).

Допускаемые отклонения от проектных размеров должны находиться в пределах, указанных в табл. 4.1 и 4.2.

Ревизия затворов должна производиться в горизонтальном положении на стеллажах, рабочие поверхности которых находятся в одной плоскости.

Затворы кантуют из вертикального в горизонтальное положение (и наоборот) на специальном кантователе (рис. 4.1).

Монтаж плоских затворов производят в следующей последовательности:

доставка затворов к месту монтажа; установка затвора в пазы на подхваты;

опускание затвора на порог; подгонка уплотнений и опорно-ходовых частей по закладным частям;

монтаж тяговых органов; пробный подъем и опускание затвора в пазух с помощью эксплуатационного механизма;

опробование затвора под напором и сдача его в эксплуатацию.

В такой же последовательности ведется монтаж затворов, состоящих из нескольких отдельных транспортальных секций. Сборку его из отдельных секций производят на подвесах, опускание собранного затвора на порог — с помощью эксплуатационного крана или специального монтажного устройства (если эксплуа-

тационный кран еще не имеет подъезда в зону монтажа).

Все затворы должны устанавливаться на порог в рабочее положение до затопления его водой.

Ходовые части плоских затворов должны быть смонтированы таким образом, чтобы все колеса (или полозья) одновременно прилегали к рабочим путям. Зазор между одним из колес (или концом одного полоза) и поверхностью рабочего пути при установке затвора на порог и плотном прижатии к рабочим путям трех остальных колес (или других концов обоих полозьев) не должен превышать значений, указанных в табл. 4.3.

Боковые (торцевые) и обратные колеса окончательно закрепляют после проверки их фактического положения относительно путей во время движения затвора.

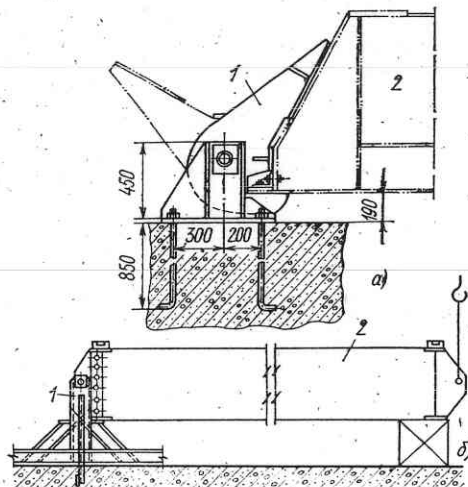
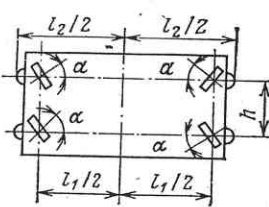
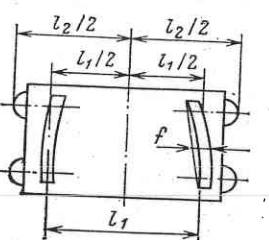
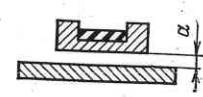


Рис. 4.1. Кантователь для затворов а — габаритных; б — негабаритных; 1 — кантователь; 2 — затвор

Таблица 4.1. Допускаемые отклонения от проектных размеров изготовленных и укрупненных конструкций (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемое отклонение
Плоские и сегментные затворы	
1. Отклонение длины L , высоты H , толщины B	$-(2 \text{ мм} + 0,001X)$, где за X принимается соответственно или L , или B , или H $-(1 \text{ мм} + 0,0003l_1)$
2. Отклонение расстояния l_1 между осью затвора и осью подвеса	3 мм
3. Разность между l и l_1 и между h и h'	$0,001D$, но не более 10 мм
4. Разность длин диагоналей	$0,0006L$
5. Стрела кривизны обшивки и ригелей в горизонтальной плоскости f (только в сторону напора)	$0,001H$
6. То же в вертикальной плоскости f_1 (посередине каждой секции затвора)	$0,001L$, но не более 15 мм
7. Стрела кривизны f_2 ригелей в вертикальной плоскости	$\pm 3 \text{ мм}$
8. Стрела кривизны f_3 кромки ножа затвора с резиновым уплотнением	$\pm 1 \text{ мм}$
9. Стрела кривизны f_3 кромки ножа затвора без резинового уплотнения	
10. Тангенс угла α отклонения линии, соединяющей оба конца кромки ножа, от перпендикуляра к оси затвора (см. примечание)	$5/h_1$
11. Винтообразность уплотняющего контура, измеряемая по плоскости установки уплотнений или по центрам отверстий под болты, крепящие уплотнения	$3 \text{ мм} + 0,0002L$
12. Винтообразность конструкции затвора по контуру, не имеющему уплотнения	$6 \text{ мм} + 0,0004L$
13. Отклонение длины N ног сегментного затвора	$\pm 0,001N$, но не более 5 мм
Примечание. На затворах с соединенными секциями размер h_1 измеряется между осями верхнего и нижнего боковых колес крайних секций.	

Таблица 4.2. Допускаемые отклонения от проектного положения опорно-ходовых устройств (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемое отклонение
Колеса	
 <p>1. Отклонение четвертого колеса от плоскости, касающейся трех других колес¹:</p> <p>а) в затворах без продольных связей при расчетном пролете l_1:</p> <p>до 5 м свыше 5 до 10 м свыше 10 м</p> <p>б) в затворах с продольными связями при расчетном пролете l_1:</p> <p>до 5 м свыше 5 м до 10 м свыше 10 м</p> <p>2. Тангенс угла наклона α геометрической оси вращения колеса к горизонтальной оси затвора</p> <p>3. Отклонение расчетного полупролета $l_1/2$ (расстояние от средней плоскости колес до оси затвора)</p> <p>4. Отклонение расстояния h между осями колес, расположенных на одном и том же конце затвора</p> <p>5. Отклонение расстояния $l_2/2$ от крайней точки рабочей поверхности торцевых (боковых) колес до оси затвора</p> <p>6. Отклонение по высоте собранной балансирной тележки</p>	$\pm 0,001l_1$ $\pm (3 \text{ мм} + 0,0004l_1)$ $\pm (5 \text{ мм} + 0,0002l_1)$ $\pm 0,0007l_1$ $\pm (2,5 \text{ мм} + 0,0002l_1)$ $\pm (3 \text{ мм} + 0,00013l_1)$ $\pm 0,003$ $\pm (1 \text{ мм} + 0,00015l_1)$ $\pm (2 \text{ мм} + 0,0007h)$ $\pm (1 \text{ мм} + 0,00015l_2)$ $+ 3 \text{ мм}$
Полозья с древесно-слоистым пластиком	
 <p>7. В затворах с полозьями на всю длину опорно-концевых стоек отклонение одного конца рабочей поверхности полоза от плоскости, касающейся других концов рабочих поверхностей полозьев</p> <p>8. В затворах с четырьмя короткими полозьями отклонение середины рабочей поверхности одного полоза от плоскости, проходящей через середины рабочих поверхностей трех других полозьев</p> <p>9. Отклонение расчетного полупролета $l_2/2$ (расстояние от средней плоскости полозьев до оси затвора)</p> <p>10. Сквозные зазоры между соприкасающимися поверхностями обоймы полоза и стальной конструкции затвора: при необработанных поверхностях</p>	<p>По п. 1 настоящей таблицы</p> <p>То же</p> <p>$\pm (1 \text{ мм} + 0,00015l_1)$</p> <p>$a \leq 1$ мм на отдельных участках длиной не более 200 мм и при суммарной длине таких участков не более 20 % всей длины шлюза</p> <p>$a \leq 3$ мм на отдельных участках длиной не более 10 мм и при суммарной длине таких участков не более 15 % всей длины полоза</p>
 <p>при обработанных поверхностях</p>	

Продолжение табл. 4.2

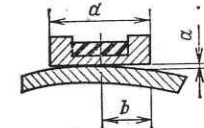
Показатели	Допускаемое отклонение
<p>11. Несквозные зазоры между соприкасающимися поверхностями обоймы полоза и стальной конструкции затвора: при необработанных поверхностях</p>  <p>при обработанных поверхностях</p> <p>12. Зазор между рабочей поверхностью полоза и линейкой длиной 1 м</p> <p>13. Стрела кривизны рабочей поверхности полоза в плоскости, перпендикулярной ей</p> <p>14. Уступы в стыках брусьев древесного слоистого пластика на рабочей поверхности полоза</p>	<p>$a \leq 0,5 \text{ мм}, b \leq 0,1d$ при суммарной длине зазоров не более 50 % всей длины полоза</p> <p>$a \leq 0,3 \text{ мм}, b \leq 0,1d$ при суммарной длине зазоров не более 25 % всей длины полоза</p> <p>1 мм</p> <p>1 мм на 1 м, но не более 2 мм на длину полоза</p> <p>0,2</p>
Опорные части двусторчатых ворот	
<p>15. Смещение оси паза под вкладыш в упорной подушке</p> <p>16. Тангенс угла наклона вертикальной оси упорной подушки</p> <p>17. Смещение отверстий для смазки пяты, расположенных в ригеле и надпятнике</p>	<p>$\pm 3 \text{ мм}$</p> <p>0,003</p> <p>0,1 диаметра отверстия, но не более 2 мм</p>
Плоские затворы на одной подвеске	
<p>18. Наклон вертикальной геометрической оси свободно подвешенного затвора</p>	<p>1 мм на 1 м высоты</p>
<p>¹ Если габаритный затвор снабжен балансирными тележками, то указанные отклонения относятся к положению центра опорных поверхностей шарнирных катков балансирных тележек.</p>	
<p>Фактический зазор между боковыми (торцевыми) колесами и соответствующим путем не должен отклоняться от проектного более чем на $\pm 5 \text{ мм}$.</p> <p>Между уплотнениями и закладными частями при прижатом затворе к рабочим путям должен быть обеспечен натяг 3—5 мм.</p> <p>Негабаритные затворы отгружают с заводов отдельными частями (марками). Опорно-ходовые части, уплотнения, прижимные планки и другие мелкие конструкции и детали отгружают отдельно в соответствующей упаковке.</p> <p>Такие затворы собирают на сооружении в зоне действия эксплуатационных кранов. Развозят и опускают затвор в па-</p>	<p>зы также с помощью эксплуатационных кранов. Если к этому времени эксплуатационные краны еще не действуют, то затворы монтируют с помощью строительномонтажных кранов (спаренной работой), если позволяет их грузоподъемность, или специальными такелажными устройствами необходимой грузоподъемности.</p> <p>Схемы сборки и монтажа плоских негабаритных затворов на монтажной площадке и непосредственно в пазах выбирают в зависимости от размеров затвора, массы монтажных единиц и других факторов. Конструкцию затвора, разделку фасок под сварку, разрезку на марки следует принимать в соответствии с выбранной схемой сборки затворов.</p>

Таблица 4.3. Допускаемые зазоры, мм

Расстояние l_1 между колесами или полозьями, мм	Для затворов без продольных связей	Для затворов с продольными связями
До 5000	0,0013 l_1	0,001 l_1
От 5000 до 10 000	3+0,0007 l_1	3,5+0,0003 l_1
Более 10 000	7+0,00015 l_1	4,5+0,0002 l_1

Примечание. В затворах с балансирными тележками фактический зазор определяется как среднearифметическое значение между зазорами двух колес четвертой тележки.

Наиболее широко применяют следующие схемы разрезки затворов:

разрезку на горизонтальные марки — при относительно невысоких затворах и пролете до 13 м;

комбинированную разрезку (опорно-ходовые стойки поставятся отдельно, а остальная часть затвора имеет горизонтальную разрезку) — в затворах пролетом 15—20 м (рис. 4.2). При больших пролетах горизонтальные марки выполняют из нескольких частей;

вертикальную разрезку — при высоких затворах, имеющих небольшие пролеты (до 6,0 м).

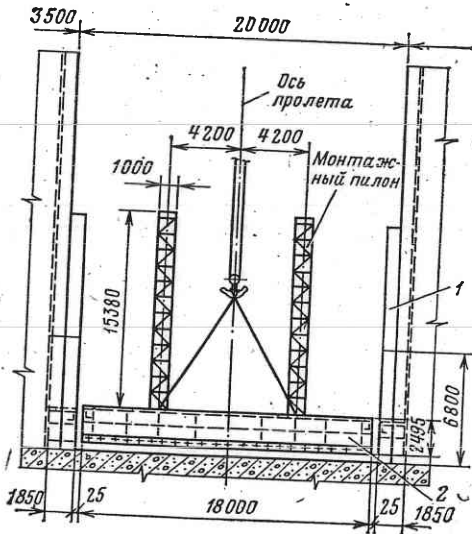


Рис. 4.2. Разрезка затвора на монтажные марки:

1 — опорно-ходовая стойка; 2 — нижняя горизонтальная марка

При комбинированной разрезке «базой» для сборки затворов служат опорно-ходовые стойки, которые выверяют и надежно раскрепляют на стеллажах, в кондукторах или непосредственно в пазах. Во всех остальных случаях «базой» для сборки являются стеллажи или кондукторы, конструкция которых обеспечивает необходимую точность установки и достаточную жесткость при сборке (сварке) затворов.

Сборку затворов, как правило, производят в горизонтальном положении, а при отсутствии надлежащего места — в вертикальном положении в специальных кондукторах, в затворохранилище или над пазом, оборудованными устройствами, обеспечивающими точность сборки затворов и всех узлов, а также возможность проведения контрольных измерений.

К монтажной сборке предъявляются такие же требования в части допусков, что и к заводской сборке.

При монтаже затворов двумя кранами грузоподъемность каждого крана должна быть на 10% выше необходимой грузоподъемности (на любом вылете стрелы). Все остальные операции при монтаже производят так же, как и при монтаже для габаритных затворов.

Сварку отдельных отправочных единиц выполняют по разработанному технологическому процессу. При разработке этого процесса особое внимание обращают на последовательность наложения швов, которая определяет уровень остаточных деформаций, а следовательно, качество конструкций в целом. При изготовлении отдельных марок затвора, обладающих малой жесткостью, принимают специальные кондукторы с предварительным «развалом» для компенсации остаточных деформаций. Для этих же целей применяют промежуточную огневую правку каркаса (набора) затвора. Сварку выполняют полуавтоматами сплошной проволокой в среде защитного газа либо порошковой самозащитной проволокой.

Для сварки монтажных стыков затворов применяют в основном ручную дуговую сварку, реже полуавтоматическую порошковой проволокой. Монтажную сварку затвора осуществляют в соответствии с требованиями технологической документации, разработанной для данной конструкции и учитывающей последовательность наложения швов. К сварке конструкции или части ее приступают после ее выверки и сдачи под сварку.

Объем и методы контроля качества сварных соединений определяются соответствующей проектно-технологической документацией на конкретный затвор (см. гл. 12).

Приемку затворов производят после установки их в проектное положение по

средством внешнего осмотра и измерений их положения. Затворы до затопления должны быть опробованы трехкратным перемещением их эксплуатационным механизмом на максимальный рабочий ход, а также одним подъемом их в ремонтное положение с проверкой затворов между подвижной конструкцией затвора и неподвижными элементами сооружений и работ ходовых частей, сцепок, подъемных штанг и подхватов.

Если затвор состоит из нескольких разъемных при маневрировании секций, то полностью собранный затвор должен быть поднят и опущен 1 раз и 2 раза должно быть поднято и опущено не менее половины всех секций.

После установки подвижной конструкции под напор проверяют работу уплотнений, выявляют условия вибрации и определяют действительные значения тяговых усилий. Для проверки тяговых устройств затвор выдерживается в течение 30 мин в положении, при котором создается необходимая нагрузка на них.

Приемку уплотнений производят 2 раза: при «сухом» затворе и при проектном напоре. После трехкратной установки затвора в рабочее положение фильтрация воды на 1 м по периметру уплотнения не должна превышать для металлических уплотнений 0,8, для неподвижных резьбовых уплотнений 0,3, для резиновых уплотнений при регулировании их прижатия под напором 0,1 л/с.

4.2. МОНТАЖ СЕГМЕНТНЫХ ЗАТВОРОВ

Сегментные затворы после контрольной сборки на заводе отгружаются отдельными плоскостными марками. Размеры к масса марки назначаются из условия ее транспортировки и грузоподъемности монтажных механизмов.

Основные отправочные марки: пролетное строение затвора отгружается целиком (при небольших затворах) или отдельными частями (разрезка пролетного строения на отправочные марки производится так же, как указано в § 4.1);

ноги затвора в виде плоских ферм или балок;

опорные шарниры (в собранном виде).

Сборку (монтаж) сегментных затворов производят непосредственно на сооружении двумя способами.

1. Установку в проектное положение полностью собранного затвора:

при наличии на сооружении эксплуатационных кранов достаточной грузоподъемности сборку небольших сегментных затворов производят в специальных кондукторах, установленных в зоне действия

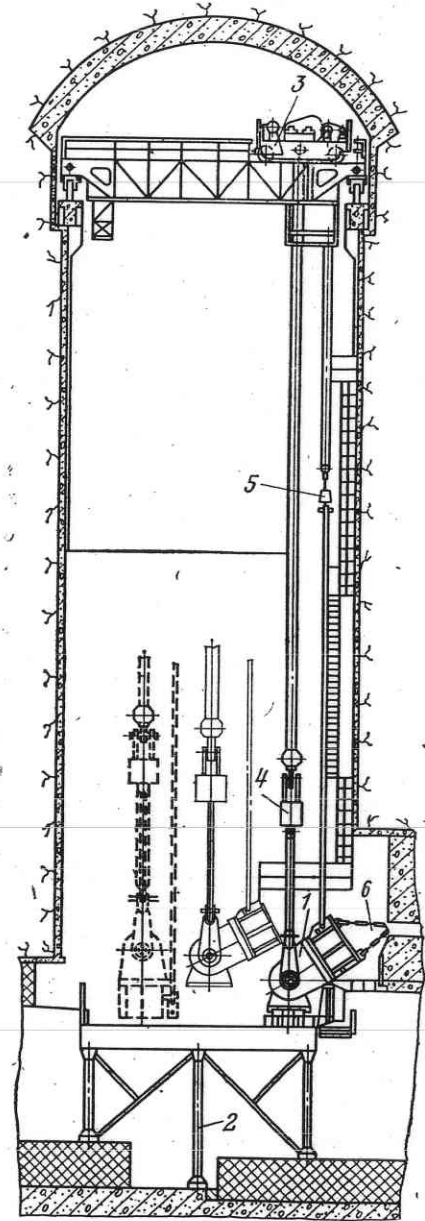


Рис. 4.3. Монтаж опорного шарнира сегментного затвора:

1 — опорный шарнир; 2 — монтажная эстакада; 3 — мостовой кран; 4 — траверса грузоподъемностью 200 т; 5 — траверса грузоподъемностью 40 т; 6 — фаркопы

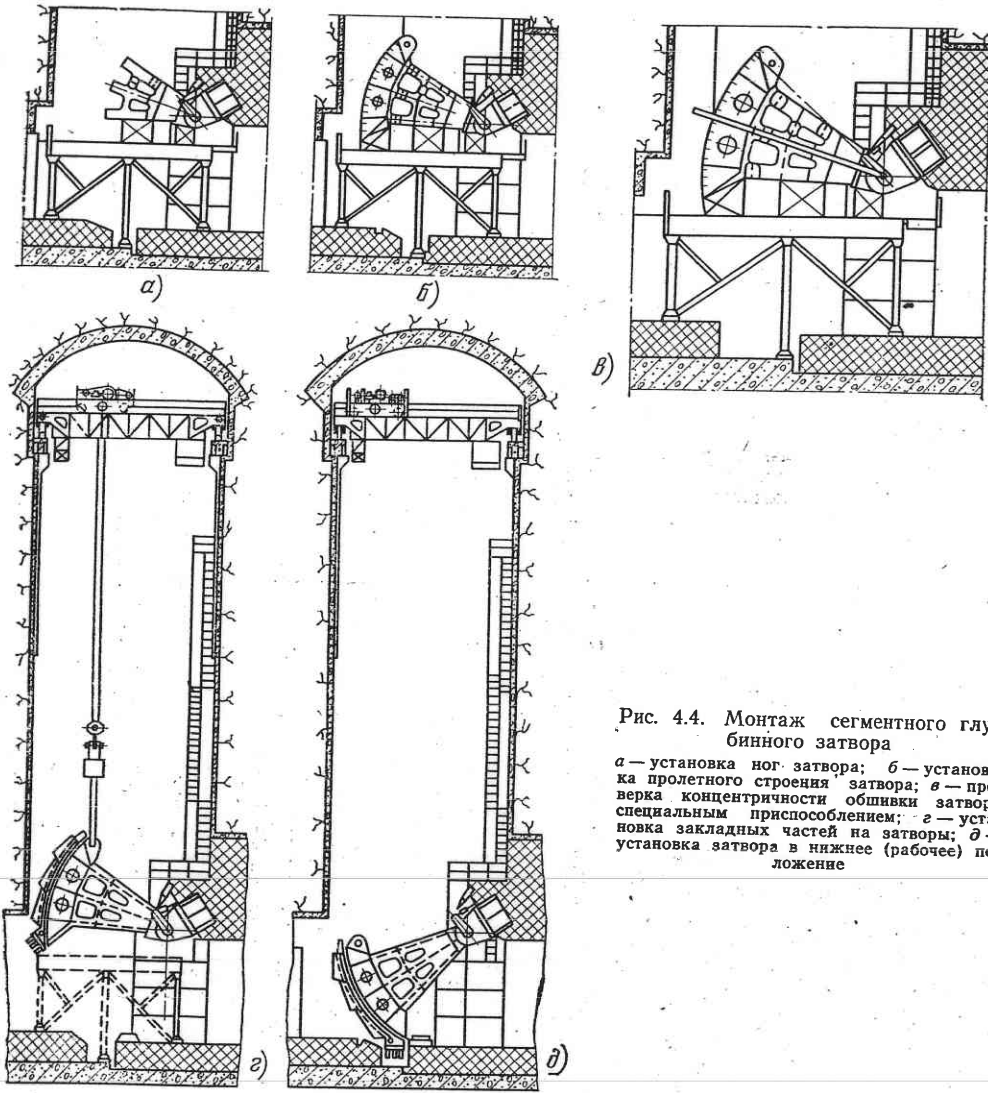


Рис. 4.4. Монтаж сегментного глубинного затвора

a — установка ног затвора; *б* — установка пролетного строения затвора; *в* — проверка concentричности обшивки затвора специальным приспособлением; *г* — установка закладных частей на затворы; *д* — установка затвора в нижнее (рабочее) положение

этих кранов, и полностью собранный затвор (с закладными частями, опорными шарнирами и облицовкой затворной камеры) устанавливают в проектное положение и обетонируют. Во время сборки, переноски, монтажа и обетонирования должны обеспечиваться неизменяемость положения затвора и закладных частей;

при необходимости одновременного выполнения строительных и монтажных работ и наличии соответствующей площади на сооружении сборку затворов осуществляют на понуре (рисберме) в специальных

кондукторах, установленных на путях, по которым полностью собранный затвор перемещается и устанавливается в проектное положение с помощью такелажных средств.

2. Сборка (монтаж) затвора из отдельных частей в проектное положение. Существуют две технологические схемы монтажа сегментных затворов, выбор которых зависит от степени готовности сооружения, конструкции (поверхностный, глубинный), массы и размеров затвора и наличия грузоподъемных средств.

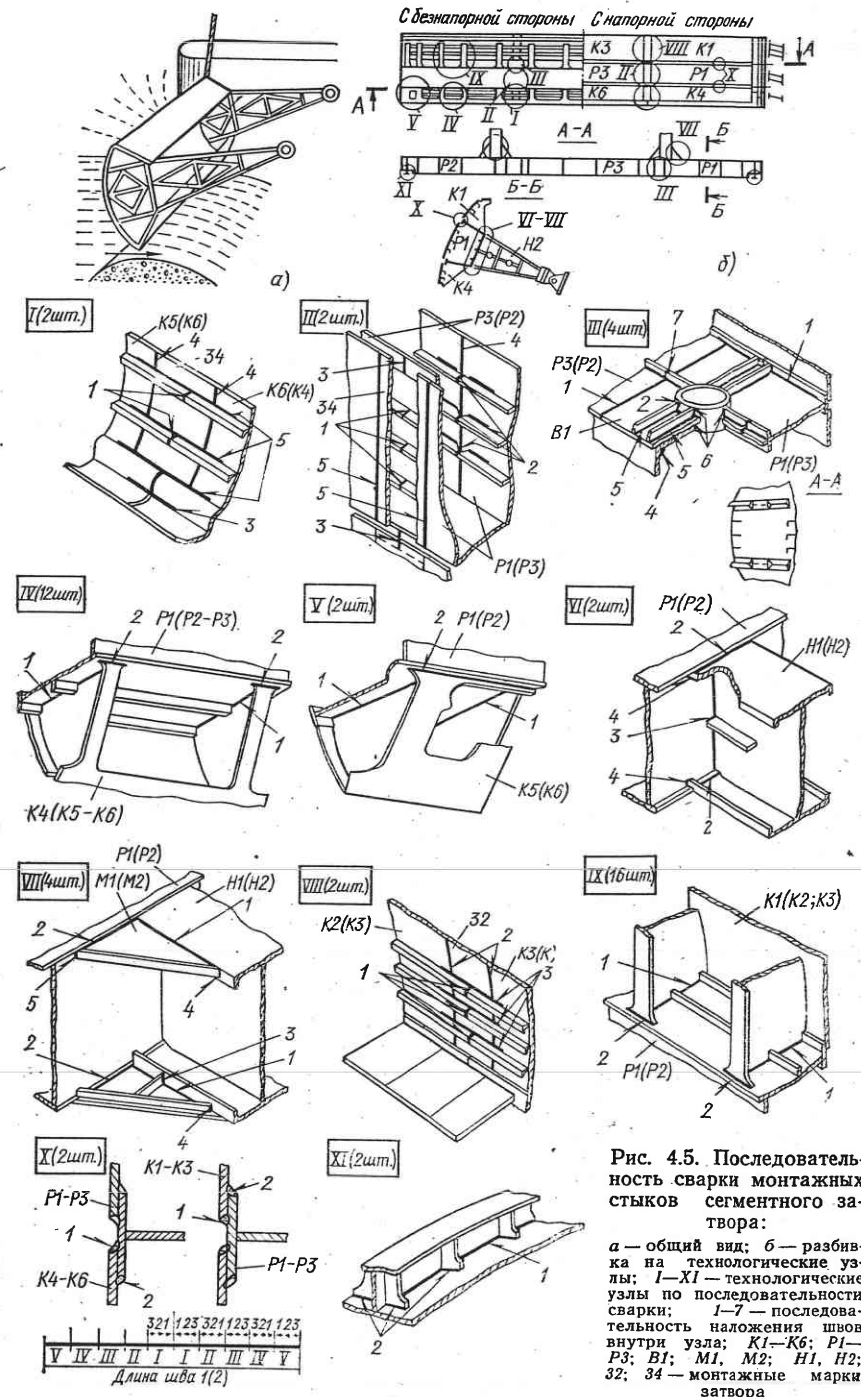


Рис. 4.5. Последовательность сварки монтажных стыков сегментного затвора:

a — общий вид; *б* — разбивка на технологические узлы; 1—11 — технологические узлы по последовательности сварки; 1—7 — последовательность наложения швов внутри узла; K1—K6; P1—P3; B1; M1, M2; H1, H2; 32; 34 — монтажные марки затвора

По первой схеме монтаж затвора производят в следующей последовательности: устанавливают закладные части опорных шарниров, которые после выверки обетонируют;

устанавливают закладные части опорных шарниров, которые после выверки обетонируют;

устанавливают опорные шарниры, выверяют, закрепляют в проектном положении и обетонируют (рис. 4.3);

собирают пролетное строение на монтажной эстакаде (рис. 4.4), конструкция которой обеспечивает свободный подход к затвору и удержание его в проектном положении;

параллельно со сборкой пролетного строения ведут сварочные работы и постоянный поперечный контроль геометрических размеров и формы затвора. После окончания всех работ проверяют concentricity обшивки и заполняют формуляр;

устанавливают и подгоняют рабочие поверхности закладных частей к затвору, закрепляют их к затвору и стыкуют с облицовкой затворной камеры и обетонируют в проектном положении;

опускают пролетное строение, снимают приспособление фиксирующее положение закладных частей, поднимают затвор в крайнее верхнее положение и устанавливают и затягивают уплотнения; опускают затвор, проверяют все узлы сопряжений затвора с закладными частями, уплотнениями и т. д. и производят составление формуляров.

По второй схеме монтаж сегментных затворов начинают с установки, выверки и жесткого закрепления в проектном положении закладных частей. К ним подгоняют полностью собранный затвор (с опорными шарнирами), жестко закрепляют в проектном положении и обетонируют опорные шарниры.

Существуют и некоторые отступления от основных монтажных схем, но цель их такая же — обеспечить точность сборки и неизменяемость положения конструкций при обетонировании.

При монтаже сегментных затворов необходимо:

1) положение опорных шарниров выверять в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Выверку оси вращения затвора производить с помощью прецизионного оптического прибора, например, типа ППС-11;

2) смещение опор сегментных затворов, имеющих горизонтальную ось вращения, от проектного положения не должно превышать значений, приведенных в табл. 4.4.

Допуски на точность монтажа и выверки пролетных строений сегментных затворов приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.4. Допускаемые смещения опор сегментных затворов

Затворы	Тип опоры	По высоте, мм	В плане, мм	По наклону
Двухопорные	А	4	2	0,005
	Б	2	1	0,0025
Многоопорные	А	2	1	0,005
	Б	1	1	0,0025

Примечание. Опоры типа А — со сферическим вкладышем; опоры типа Б — без него.

Сварку монтажных стыков сегментных затворов производят так же, как и сварку плоских затворов. Последовательность наложения монтажных сварных швов сегментного затвора приведена на рис. 4.5.

4.3. МОНТАЖ СОРОУДЕРЖИВАЮЩИХ РЕШЕТОК

Условия поставки сороудерживающих решеток такие же, как и для затворов.

Решетки укрупняют в горизонтальном положении в зоне действия эксплуатационных кранов. Параллельно со сборкой несущего каркаса ведется сборка секций стержней. Затем секции стержней закрепляют болтами на несущих каркасах.

При сборке каркаса на нем устанавливают опорно-ходовые части и все механические детали и узлы, обеспечивающие эксплуатацию решеток.

Каркас выверяют по струнам (нивелиром) и сваривают монтажные стыки.

Монтаж сороудерживающих решеток производится так же, как и монтаж плоских затворов.

4.4. МОНТАЖ ДРУГИХ ТИПОВ ЗАТВОРОВ

Монтаж других типов затворов, таких как шаровые или дисковые затворы, выполняют по машиностроительным нормам и допускам.

Очно эти затворы устанавливают в конце трубопроводов перед спиральными камерами турбин. Они полностью (включая уплотнения) проходят контрольную сборку и испытания на заводах. Монтируют эти затворы, как правило, эксплуатационными кранами.

В зависимости от габаритов и массы затворы либо монтируют в собранном виде, либо собирают в проектном положении из отдельных частей. До монтажа затвора оформляют приемку фундаментов с составлением схемы контрольных измерений.

Для присоединения затвора к трубопроводу служит входной патрубок, один конец которого имеет разделку кромок для сварки с напорным трубопроводом, а другой — фланец для присоединения затвора. Патрубок монтируют и приваривают к трубопроводу так же, как и звенья напорного трубопровода. При выверке ось патрубка устанавливают по оси водовода, а вертикальный фланец в вертикальной плоскости — с помощью отвеса.

Затвор соединяют с фундаментными болтами таким образом, чтобы он мог перемещаться вдоль оси трубопровода, поэтому осевое усилие от напора воды при закрытом затворе не передается на фундамент. Фундаментные болты, как правило, заранее не устанавливают, а оставляют под них штрабы. Болты и фундаментные плиты прикрепляют к опорам затвора при его установке, а штрабы обетонируют после выверки затвора.

Если затвор собирают из отдельных частей, то части корпуса соединяются шпильками, которые при монтаже затягивают с нагревом.

Глава 5

МОНТАЖ НАПОРНЫХ ВОДОВОДОВ

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Стальные напорные водоводы (трубопроводы) гидроэлектростанций делят на три группы: открытые (незаделанные), заделанные и засыпные.

Незаделанные, или свободно лежащие, трубопроводы, прокладываемые по

поверхности земли или сооружения, опираются по длине на ряд поддерживающих промежуточных опор и жестко закрепляются в анкерных опорах (рис. 5.1). Промежуточные опоры допускают подвижность трубы в направлении ее оси, анкерные опоры неподвижно фиксируют положение трубы на местности. Ниже каж-

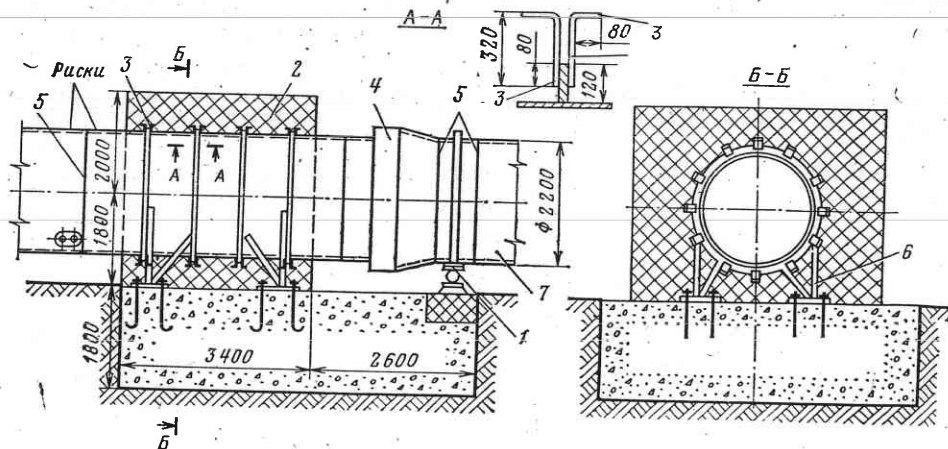


Рис. 5.1. Участок открытого трубопровода:

1 — промежуточная опора; 2 — анкерная опора обетонированная; 3 — анкерные планки; 4 — компенсатор; 5 — монтажный стык; 6 — монтажная опора; 7 — звено трубопровода

дой анкерной опоры по уклону трубопровода устанавливаются компенсаторы, позволяющие трубе удлиняться или укорачиваться при изменении температуры окружающего воздуха.

Заделанные трубопроводы представляют собой стальные напорные облицовки водоводов, проложенных в бетонном массиве сооружения или в горной породе. В последнем случае затрубное пространство между стальной оболочкой и скалой заполняется бетоном, чем достигается плотная заделка трубы в скальном массиве.

Засыпные трубопроводы прокладываются в траншее с последующей засыпкой или непосредственно в насыпи.

По конструктивному исполнению напорные водоводы разделяют на стальные (открытые, заделанные без армирования), сталежелезобетонные — такое название в гидротехнике получили трубопроводы, имеющие внутреннюю стальную оболочку и несущий железобетонный каркас. Сталежелезобетонные трубопроводы могут быть в монолитном исполнении (забетонированы в сооружении) или в виде сборного железобетона.

Основные показатели некоторых свободно лежащих и заделанных трубопроводов ГЭС и ГАЭС, построенных в СССР, приведены в табл. 5.1.

Стальная оболочка трубопровода может быть габаритной относительно размеров подвижного состава железной дороги и негабаритной.

Габаритные трубопроводы диаметром до 3 м поступают на стройку готовыми к монтажу звеньями, а негабаритные диаметром свыше 3 м — отдельными заводскими свальцованными деталями (царга-

ми), из которых затем собираются монтажные звенья прямых и фасонных участков трубопровода (компенсаторы, колена, тройники, развилки, конусные участки, заглушки). Отклонения действительных размеров изготовленных звеньев от проектных не должны превышать значений, указанных в табл. 5.2.

Негабаритные трубопроводы при значительном объеме сборочных и сварочных работ выполняются на приобъектной базе. По технологическим вариантам укрупнения негабаритных трубопроводов (см. § 5.2) практически все сварочные работы выполняют механизированными способами, уровень механизации сварочных работ при укрупнении достигает 90—100%.

Сварку монтажных стыков осуществляют штучными электродами вручную. Вид разделки кромки и последовательность сварки монтажных стыков определяется условиями выполнения работ, толщиной и маркой свариваемой стали. Так, монтажный кольцевой стык горизонтального открытого трубопровода имеет переменную V-образную разделку (рис. 5.2, а), закрытого трубопровода с малым затрубным пространством — внутреннюю V-образную разделку (рис. 5.2, б). Сварку кольцевого стыка ведут одновременно несколько сварщиков равномерно по всей длине стыка. Для обеспечения требуемого качества сварного соединения применяют так называемый «блочный» метод. Предельные значения длин блоков даны на рис. 12.1.

Способы монтажа трубопроводов для разных типов, а также для отдельных участков одного типа трубопровода различны. Помимо широкого использования кранов на монтажных работах практически во

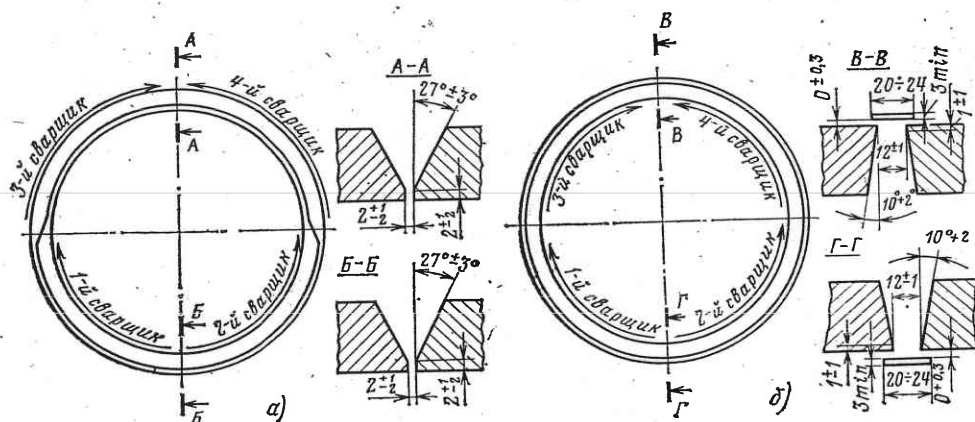


Рис. 5.2. Очередность сварки монтажного стыка:

а — в нормальных условиях; б — в условиях малого затрубного пространства

Таблица 5.1. Данные некоторых негабаритных трубопроводов (без учета разветвлений)

Сооружение	Расчетный диаметр, м	Номинальный внутренний диаметр, мм	Наибольшая толщина стенки, мм	Длина одной нитки, м	Количество ниток	Общая масса, т	Наибольшая масса звена, т
Свободно лежащие стальные трубопроводы							
Кубань-Калаусская ГЭС № 2	145	4,0/3,8	32	720 и 1540	4	12 000	32
Краснополянская ГЭС, деривация	91	3,6	18	1339	1	3600	12
Перепадная ГЭС № 1	95	6,0/5,7	30	222	3	2850	21
Стальные трубопроводы, заделанные в бетонном массиве							
Братская ГЭС	130	7,0	28	115	20	15 000	30
Усть-Илимская ГЭС	110	7,8	32	106	18	11 800	50
Токтогульская ГЭС	212	7,0/5,1	45	От 156 до 187	4	4100	39
Стальные трубопроводы, заделанные в горной породе							
Чарвакская ГЭС	188	9,0	45	300	2	5500	48*1
Нурекская ГЭС	380	6,0	53	От 480 до 620	9	28 700	50
Ингульская ГЭС	550	5,0/3,0	80	От 606 до 672	5	16 400	40
Жинвальская ГЭС	228	5,3/5,0	50	455	1	2100	25
Шамбская ГЭС	78	4,6	40	1264	1	3800	39
Сталежелезобетонные трубопроводы, прибетонированные к плотине							
Красноярская ГЭС	130	7,5	36	158	24	16 000	53
Чиркейская ГЭС	258	5,5	40	227	4	1700	24
Саяно-Шушенская ГЭС	278	7,5/6,5	40	241	10	11 400	54
Курпайская ГЭС	121	7,0	32	111	4	2000	25
Свободно лежащие сталежелезобетонные трубопроводы							
Загорская ГАЭС	150	7,5	10	680	6	8900/11 800**	8,5/18,5**
Кайшадорская ГАЭС	150	7,5	10	801	8	13 500/18 600**	8,5/18,5** (145***)

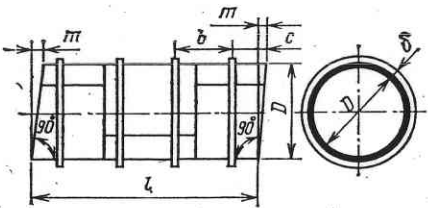
*1 Два звена массой 48 т соединили перед туннелем и укрупненное звено массой 96 т перемещали в туннеле по рельсовым путям.

** Масса арматуры.

**1 Масса звена с армокаркасом.

**2 Масса оббетонированного звена.

Таблица 5.2. Допускаемые отклонения звеньев от проектных размеров (СНиП-III-18-75)



Показатели	Допускаемое отклонение
1. Отклонение длины наружной окружности на концах обечайки	$\pm 0,3\delta$, но не более 10 мм
2. Смещение кромок в стыках	0,1δ, но не более 3 мм
3. Разность между ширинами листов, входящих в состав одной обечайки негабаритного трубопровода уравнильной башни	2 мм
4. Местные зазоры между внутренней кромкой кольца жесткости (или опорного) и шаблоном длиной 1500 мм	2 мм на длине не более 200 мм
5. Отклонение длины l:	$\pm (2 \text{ мм} + 0,001l)$ $\pm (2 \text{ мм} + 0,0005l)$
6. Отклонение расстояния: между кольцами жесткости b от кольца жесткости (или опорного) до края обечайки c	$\pm 30 \text{ мм}$ $\pm 15 \text{ мм}$
7. Зазор между боковой поверхностью кольца жесткости (или опорного) и стальной линейкой длиной 1 м	3 мм
8. Тангенс угла отклонения кольца жесткости (или опорного) от проектного положения	$\pm 0,005$
9. Косина торцов обечаек	3 мм

всех случаях используют такелажные подъемные устройства и приспособления.

Монтаж трубопровода состоит из следующих последовательных этапов: укрупнительной сборки звена; транспортировки звена к месту установки; установки звена на трассе трубопровода; выверки звена в проектное положение; подгонки стыков под сварку и заварки монтажных стыков, контроля монтажа (геометрических размеров) и качества сварных швов, составления формуляров и сдачи технической инспекции (генподрядчику). При сдаче трубопровода под обетонирование следует обращать особое внимание на надежность закрепления трубопровода в проектное положение, так как при бетонировании может произойти не только деформация оболочки, но и «всплывание» всего трубопровода.

Контроль качества монтажа трубопровода (геометрических размеров каждого звена и положения оси трубопровода относительно вынесенных на трассу геодезических знаков, определяющих высотные отметки и плановое расположение участков трубопровода) производят геодезиче-

ским, измерительным инструментом или с помощью лазерного визира.

Выверка оси трубопровода с помощью лазерного визира заключается в следующем. Луч лазера ориентируется по оси трубопровода на экран-метчик, установленный в сечении трубопровода, которое контролируется (свободный стык). Для выверки звена на его свободный стык закрепляется экран диаметром 300 мм, окрашенный краской с хорошей отражающей способностью и имеющий метрическую сетку.

От экрана лучами отходят четыре мерные с делениями стальные ленты, которые крепятся к оболочке звена с помощью струбцин. На экране имеется устройство натяжения лент и отсчета делений, которые позволяют определить радиус. Контроль положения стыка ведется по отражению лазерного луча на экране. Смещение отражения от центра указывает на смещение в пространстве данного сечения звена. Геометрические размеры смонтированных трубопроводов в соответствии со СНиП III-18-75 не должны превышать следующих значений:

1. Местная угловатость (западание или выпучивание) в продольных стыках при длине шаблона 600 мм 5 мм
2. Эллиптичность (наибольшая разность диаметров, которые измеряют не реже чем через 45°) 0,003 проектного диаметра
3. Тангенс угла перелома образующей в поперечном стыке на прямом участке 0,005
4. Отклонение оси трубопровода от проектного положения 0,005 диаметра, но не более 30 мм

5.2. ПРЕДМОНТАЖНОЕ УКРУПНЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ ТРУБОПРОВОДА

Укрупнение звеньев негабаритного трубопровода выполняют на приобъектной базе. Применяют две технологические схемы укрупнения: по первой схеме (для толщин более 36 мм) — все продольные стыки обечаек соединяют электрошлаковой сваркой, а кольцевые — автоматической электродуговой под слоем флюса; по второй все стыки — автоматической сваркой под слоем флюса. Последовательность технологических операций при укрупнении трубопровода по этим схемам приведена соответственно на рис. 5.3 и 5.4.

По первой технологической схеме (рис. 5.3) сборку обечаек выполняют в вертикальном положении на специальных стеллажах, стендах, а сварку продольных стыков осуществляют электрошлаковым способом. Электрошлаковую сварку обечаек из высокопрочных сталей во всех случаях выполняют с применением спрейерного охлаждения. Сварку обечаек из углеродистых (ВСтЗ) и низколегированных сталей (09Г2С) со спрейерным охлаждением проводят в тех случаях, когда необходимо обеспечить ударную вязкость металла шва и околосшовной зоны при температуре -40°C не ниже 400 кДж/м^2 .

Для формирования шва и его охлаждения применяют специальные формирующие устройства — ползуны, наибольшее распространение имеют монолитные ползуны со спрейерной конструкцией СКБ «Мосгидросталь». Сварку выполняют, как правило, автоматами А-820. Все оборудование сварочного поста располагают внутри обечайки на поворотной площадке. Процесс электрошлаковой сварки должен быть непрерывным. При вынужденной остановке сварки весь участок заваренного шва удаляют газовой резкой и заваривают вновь, не допуская остановки. После окончания

сварки всех продольных стыков обечайку освобождают от скоб и планок с помощью газовой резки. В местах установки входных скоб и выводных планок выполняют разделку кольцевых кромок в соответствии с проектом. Места среза зачищают абразивным кругом. Затем на обечайку устанавливают элементы жесткости (рис. 5.5), закрепление их на обечайке осуществляется с помощью прихваток длиной 80—100 мм с шагом 500 мм. После освобождения обечайки от закреплений на стенде (для сборки с равномерным зазором) ее подают на укрупнительную сборку.

Укрупнительную сборку выполняют с использованием специального распорного устройства, обеспечивающего ликвидацию деформации (превышения) кромок. Для этого сначала определяют значение деформации кромок Δ двух стыкуемых обечаек по формуле

$$\Delta = \frac{C_1 - C_2}{2\pi}, \quad (5.1)$$

где C_1 и C_2 — длины окружностей стыкуемых обечаек.

Фиксирование кольцевого стыка осуществляют с помощью прихваток по всему контуру (длина прихваток 100—150 мм, шаг между ними 500 мм, высота прихватки 2/3 сечения разделки). Прихватки устанавливают с наружной стороны обечайки.

При сборке обечаек из высокопрочных сталей во избежание появления трещин прихватки устанавливают с предварительным и последующим подогревом места установки прихваток до температуры 80—100 °С.

Внутренние раскрепления устанавливают после окончания сварки обечайки в том случае, если для сборки звена не применяют распорное устройство. В противном случае внутренние раскрепления устанавливают после сборки всего звена.

Кольцевые стыки оболочки трубопровода сваривают автоматической сваркой под слоем флюса в цеховых условиях. Сварку кольцевых стыков выполняют в следующей последовательности: сначала ведут сварку корневого шва изнутри трубопровода на флюсовой подушке. Направление автомата по стыку осуществляют с помощью направляющего ролика, перемещающегося по разделке кромок либо по усилению шва. Синхронизацию скорости перемещения автомата (средней скорости) и свариваемого звена осуществляют с помощью специального гравитационного выключателя, установленного непосредственно на автомате. После наложения первого валика очищают его от шлака и накладывают последующие валики до полного заполнения разделки кромок и доведения сечения шва до проектного.

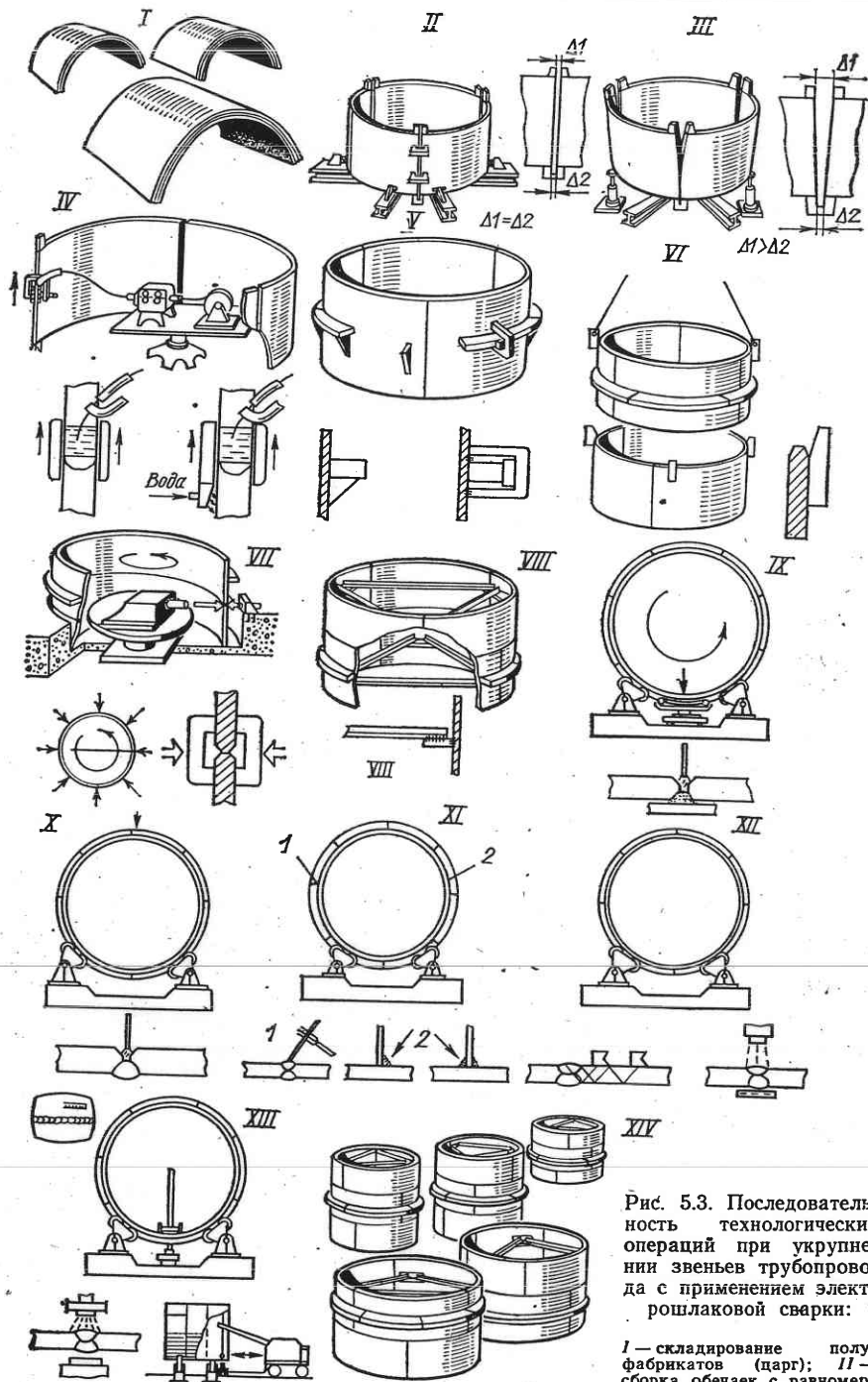


Рис. 5.3. Последовательность технологических операций при утолщении звеньев трубопровода с применением электродуговой сварки:

I — складирование полуфабрикатов (царг); II — сборка обечаек с равномерным зазором; III — то же с клиновидным зазором; IV — сварка продольных стыков; V — сборка ребер жесткости; VI — сборка звеньев с помощью скоб и клиньев; VII — то же с помощью распорного устройства; VIII — установка внутренних раскреплений; IX — сварка кольцевых швов изнутри; X — сварка кольцевых швов снаружи; XI — сварка ребер жесткости; XII — неразрушающий контроль качества сварных швов ультразвуковым и радиографическим методами; XIII — то же радиографическим методом; XIV — складирование готовых звеньев

с клиновидным зазором; IV — сварка продольных стыков; V — сборка ребер жесткости; VI — сборка звеньев с помощью скоб и клиньев; VII — то же с помощью распорного устройства; VIII — установка внутренних раскреплений; IX — сварка кольцевых швов изнутри; X — сварка кольцевых швов снаружи; XI — сварка ребер жесткости; XII — неразрушающий контроль качества сварных швов ультразвуковым и радиографическим методами; XIII — то же радиографическим методом; XIV — складирование готовых звеньев

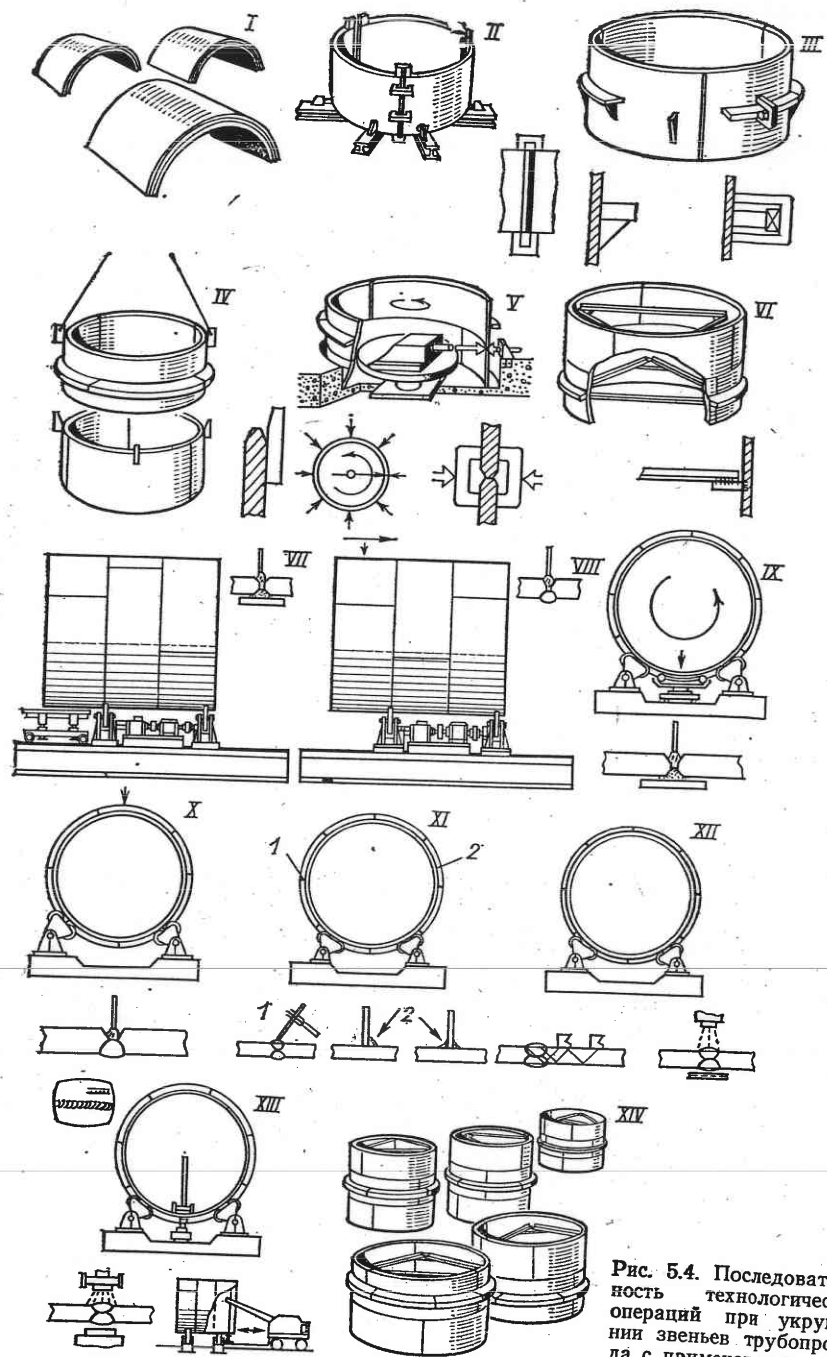


Рис. 5.4. Последовательность технологических операций при утолщении звеньев трубопровода с применением автоматической сварки:

I — складирование полуфабрикатов (царг); II — сборка обечаек; III — сборка ребер жесткости; IV — сборка звеньев с помощью скоб и клиньев; V — то же с помощью распорного устройства; VI — установка внутренних раскреплений; VII — сварка продольных швов изнутри; VIII — сварка продольных швов снаружи; IX — сварка ребер жесткости; X — сварка кольцевых швов изнутри; XI — сварка кольцевых швов снаружи; XII — неразрушающий контроль качества сварных швов ультразвуковым и радиографическим методами; XIII — то же радиографическим методом; XIV — складирование готовых звеньев

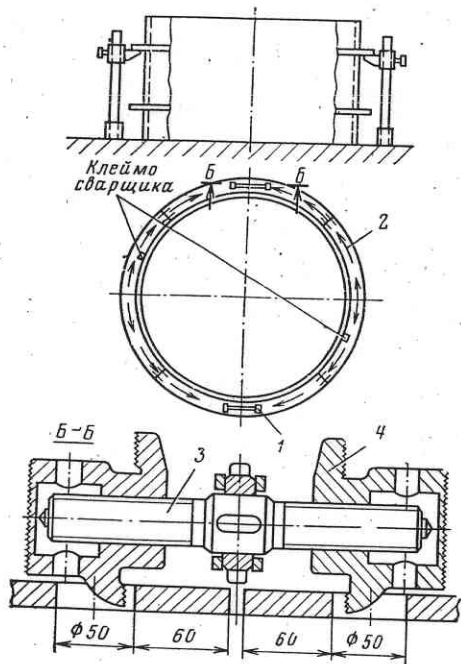


Рис. 5.5. Установка ребер жесткости:
1 — распорно-стяжные устройства; 2 — направленные стяжки; 3 — винт; 4 — упоры

Сварку кольцевого стыка с наружной стороны выполняют сварочным автоматом, установленным на оболочку в зените окружности свариваемого звена. Все работы ведут с консольной площадки, расположенной над звеном.

Сварку кольцевых стыков обечаек трубопровода из высокопрочных сталей ведут с предварительным и сопутствующим подогревом до температуры, которая определяется маркой и толщиной свариваемой стенки и режимом сварки. Подогрев конструкций осуществляют электрическими нагревателями, а температуру подогрева определяют с помощью термопар.

Автоматическую сварку под флюсом выполняют на режимах, приведенных в табл. 12.8—12.12. В качестве основного сварочного оборудования применяют, как правило, автоматы серии АДФ или ТС и источники питания сварочной дуги серий ВДМ, ВДУ, рассчитанные на номинальный сварочный ток 1000—1600 А.

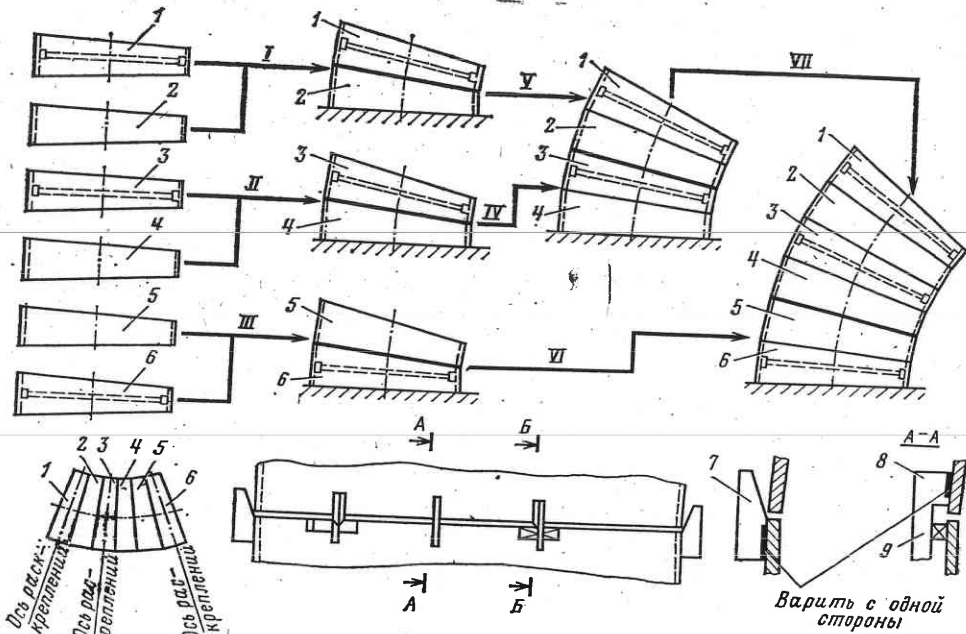


Рис. 5.6. Последовательность сборки коленных участков трубопровода:
1—6 — звенья колена; 7 — направляющие; 8 — кляммер; 9 — клин; 1—VII — последовательность сборки

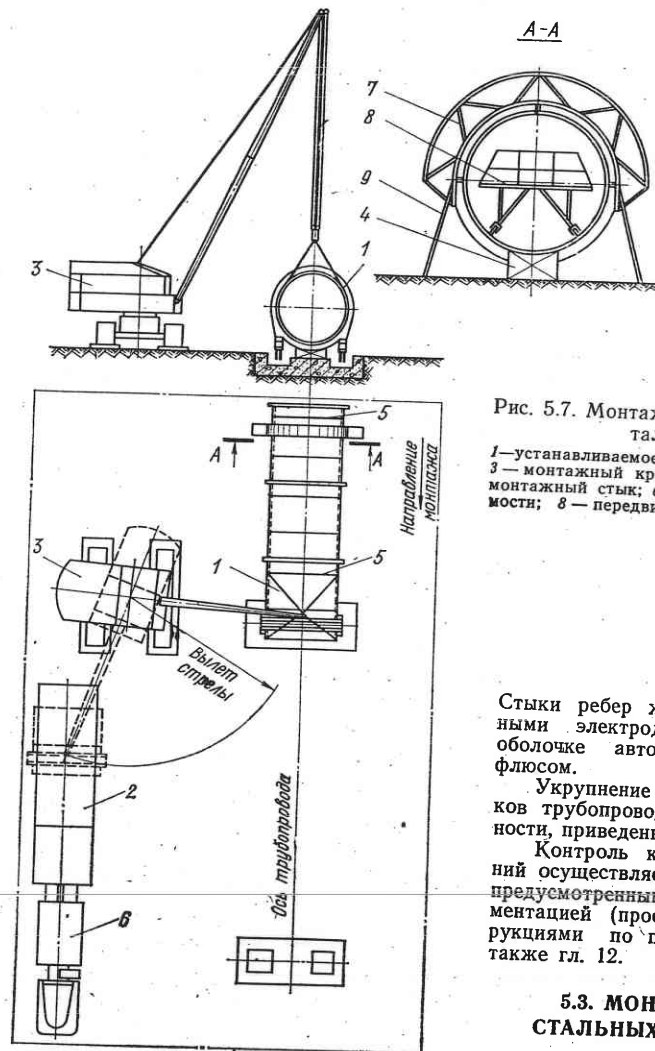


Рис. 5.7. Монтаж трубопровода на горизонтальном участке:
1 — устанавливаемое звено; 2 — прицеп-тягеловоз; 3 — монтажный кран; 4 — шпальная клетка; 5 — монтажный стык; 6 — тягач; 7 — переставные подмости; 8 — передвижные подмости; 9 — приставная лестница

Стыки ребер жесткости сваривают штучными электродами, а приваривают их к оболочке автоматической сваркой под флюсом.

Увеличение звеньев коленных участков трубопровода ведут в последовательности, приведенной на рис. 5.6.

Контроль качества сварных соединений осуществляется методами и в объемах, предусмотренными соответствующей документацией (проектом, указаниями и инструкциями по приемке и контролю), см. также гл. 12.

5.3. МОНТАЖ ОТКРЫТЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Увеличение звеньев по второй технологической схеме (см. рис. 5.4) отличается от первой только тем, что для сварки продольных стыков оболочки применяют автоматическую сварку под флюсом, выполняемую на тех же стендах. Сварку стыков осуществляют после окончательной сборки звена, при этом сначала сваривают продольные, а затем кольцевые стыки. Корневые проходы в обоих случаях сваривают на флюсовой подушке.

Ребра жесткости приваривают после окончания сварки всех стыков оболочки в следующей последовательности: сварка стыков ребер, приварка ребер к оболочке.

Открытые трубопроводы с небольшим уклоном монтируют с помощью самоходных стреловых и козловых кранов. При значительном уклоне и большой длине участка монтаж трубопровода производят с использованием бремсберга или такелажным способом. В условиях сильно ограниченной или полной недоступности участков трассы для подвозки звеньев и строительных материалов устанавливают подвесные дороги и кабель-краны. Открытые уравнивательные башни монтируют с помощью башенных кранов.

Монтаж открытого трубопровода начинают с установки и бетонирования анкерных звеньев и выполняют снизу вверх, замыкая каждый участок на компенсаторе.

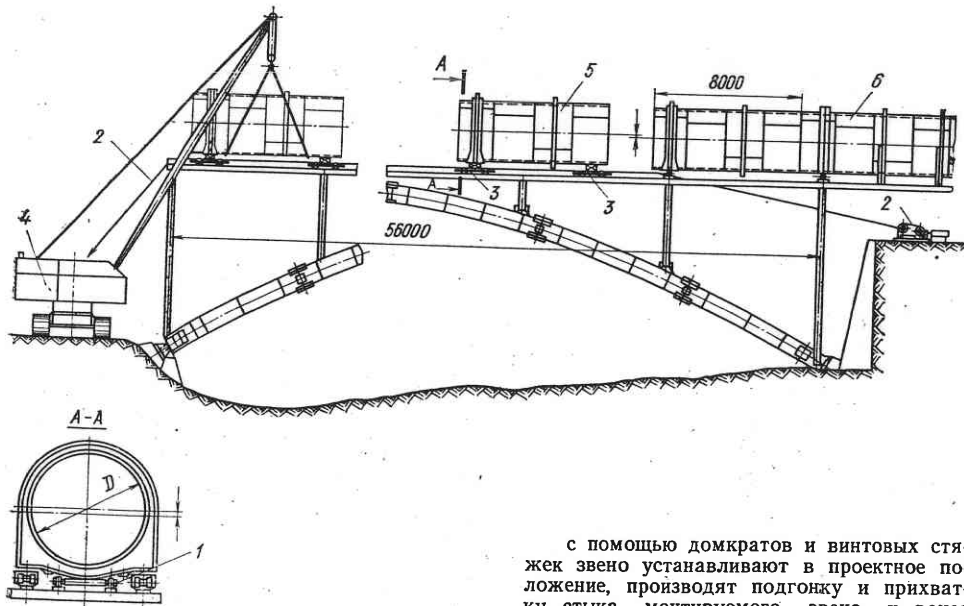


Рис. 5.8. Монтаж трубопровода на акведуке, не попадающем в зону действия крана:
1 — пути передвижения монтажных марок; 2 — механизм передвижения; 3 — тележка; 4 — монтажный кран; 5 — звено трубопровода; 6 — трубопровод.

Опорные плиты промежуточных опор могут быть заблаговременно установлены, забетонированы, что позволяет сразу ставить трубопровод в проектное положение. Для этого требуется очень точная разбивка положения промежуточных опор и выдержанные точно по проекту длины звеньев, или опорное звено должно быть выполнено по фактическому размеру по отношению к смонтированному участку трубопровода и промежуточной опоре. Однако обычно промежуточные опоры с анкерными болтами прикрепляют к опорным кольцам смонтированного на временных опорах участка трубопровода и после его выверки бетонуют опорные плиты с анкерами.

Монтаж трубопровода на горизонтальном участке с помощью крана (рис. 5.7). Последовательность монтажа трубопровода: укрупненное звено подают на прицепе-тяжеловозе в зону монтажа; краном звено устанавливают на промежуточную опору или на временные опоры (шпальные клетки);

с помощью домкратов и винтовых стяжек звено устанавливают в проектное положение, производят подгонку и прихватку стыка монтируемого звена к ранее установленной части трубопровода;

выполняют сварку кольцевого стыка, контроль и исправление дефектных участков сварного шва.

Монтаж трубопровода на акведуке, когда установка крана в зоне монтажа звеньев невозможна (рис. 5.8). Последовательность монтажа:

на акведуке устанавливают пути передвижения и механизм передвижения звеньев; на доступном участке трубопровода устанавливают кран;

звено краном устанавливают на тележку механизма;

с помощью механизма передвижения звено подается к ранее смонтированному трубопроводу и стыкуется с ним.

Монтаж одной нитки трубопровода на крутонаклонном участке (рис. 5.9). Последовательность монтажа:

на всю длину наклонного участка трубопровода устраивают пути для спуска звеньев трубопровода;

устанавливают электрическую лебедку и тормозной полиспаст;

устривают подъезд к верхней части наклонного участка и устанавливают кран;

звено устанавливают краном на пути и к нему крепят тормозной полиспаст;

звено по направляющим путям подают к месту установки;

с помощью домкратов звено выверяют по осям трубопровода, выполняют подгонку и прихватку стыка к ранее смонтированному трубопроводу или анкерному звену.

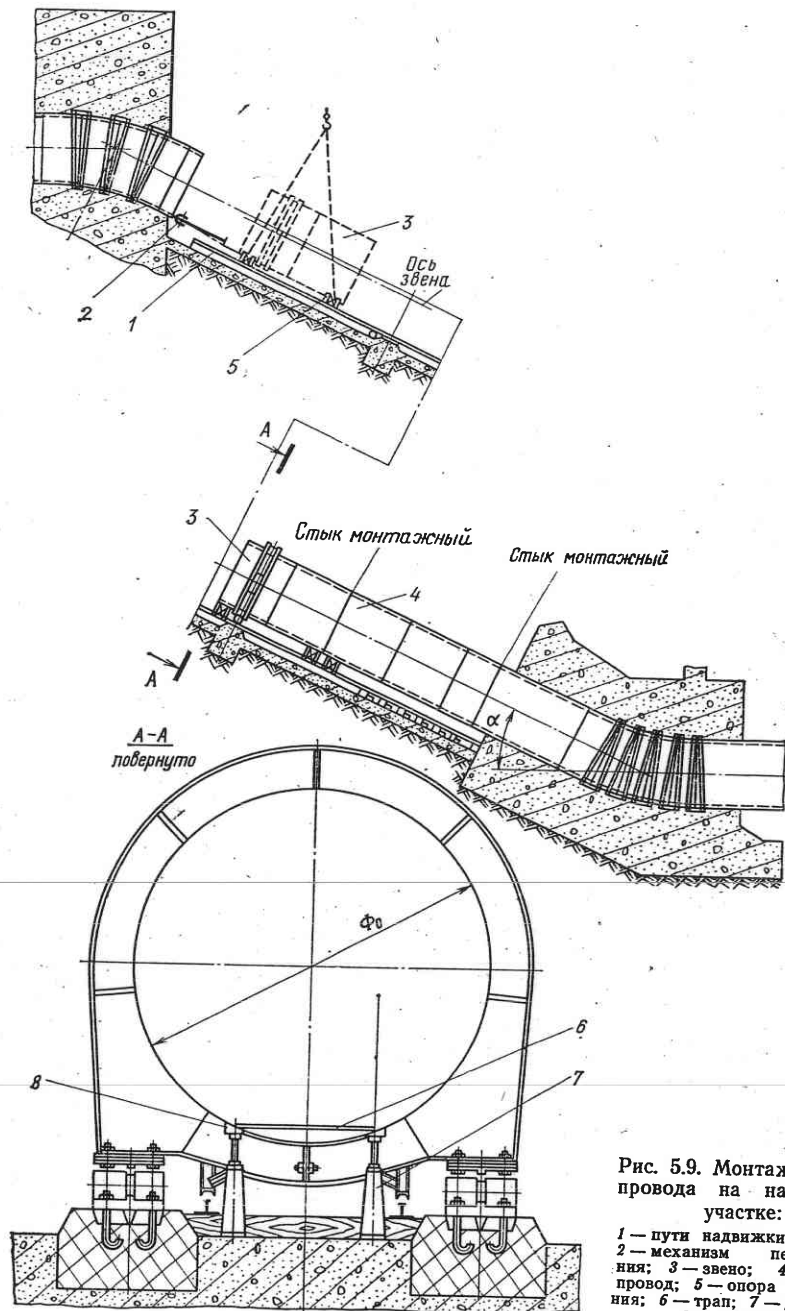


Рис. 5.9. Монтаж трубопровода на наклонном участке:

1 — пути передвижения звеньев; 2 — механизм передвижения; 3 — звено; 4 — трубопровод; 5 — опора скользящая; 6 — трап; 7 — домкрат; 8 — траверса

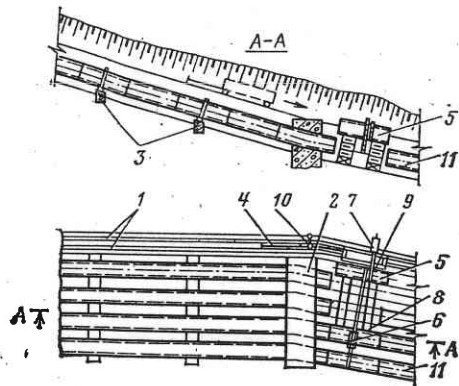


Рис. 5.10. Подача звена трубопровода по бремсбергу

1 — рельсовый путь бремсберга; 2 — анкерная опора; 3 — промежуточная опора; 4 — канат электрической лебедки; 5 — звено; 6 — рычажная лебедка; 7 — тормозная рычажная лебедка; 8 — шпальная выкладка; 9 — тележка бремсберга; 10 — отводной ролик; 11 — смонтированные участки трубопровода

Последующие звенья наклонного участка трубопровода монтируют аналогично. Звенья на монтаж должны поступать с установленными скользящими опорами и приспособлениями для зацепления тормозного полиспаста.

Монтаж нескольких ниток трубопровода. Его ведут с применением бремсберга и транспортно-монтажных средств для

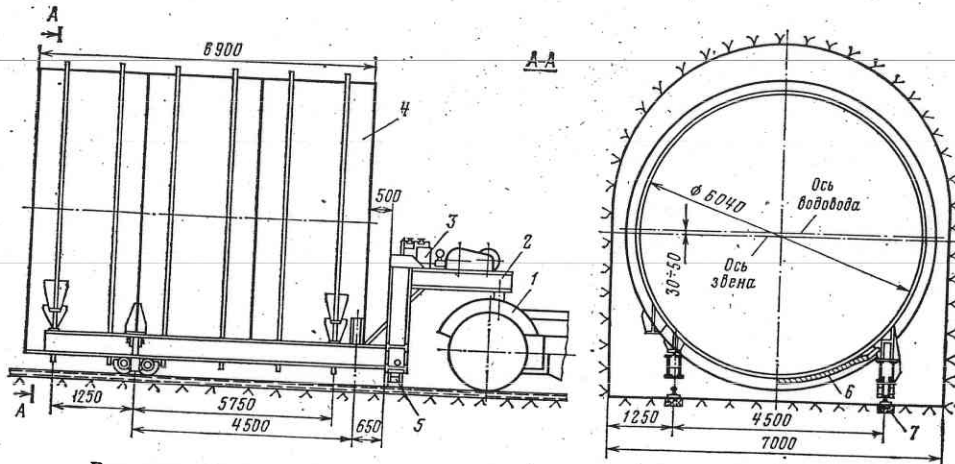


Рис. 5.11. Тележка для подачи звеньев в туннель
1 — тягач; 2 — тележка; 3 — маслонасосная установка; 4 — звено; 5 — откидная опора; 6 — тросовая стяжка; 7 — рельсы

поперечного перемещения монтажных звеньев (рис. 5.10). К монтажу каждой последующей нитки можно приступить после того, как более удаленная нитка от рельсового пути бремсберга будет опережать, в монтаже не менее чем на одно звено. Накатка звена в проектное положение производится по шпальным выкладкам.

5.4. МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ ВОДОВОДОВ В ТУННЕЛЯХ

При строительстве подземных гидротехнических сооружений для проходки скальных выломок по трассам водоводов устраиваются транспортные туннели, которые после проходки используют для подачи монтажных звеньев стальных облицовок. Размеры выломок по трассе обеспечивают нахождение в затрубном пространстве рабочих, а также прокладку трубопроводов (сжатого воздуха, воды, вентиляции), кабелей освещения, энергоснабжения механизмов для строительных и сварочных работ. Минимальные затрубные пространства (расстояние от облицовки до скалы) для вертикальных участков трубопровода составляют 0,6, для наклонных и горизонтальных участков в верхней части туннеля — 0,8—1,0, в боковой и нижней части туннеля — 0,6 м.

В местах разветвлений и над коленами водоводов устраивают специальные камеры или местные уширения.

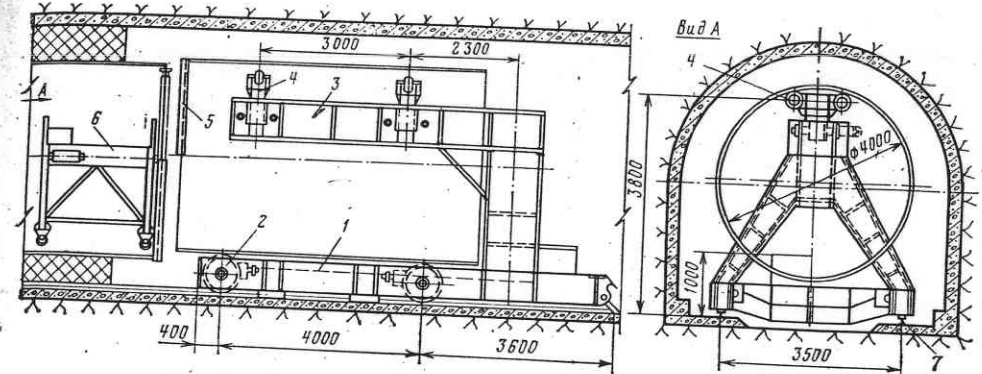


Рис. 5.12. Установка звеньев самоходным механизмом в туннеле
1 — рама; 2 — приводные колеса; 3 — г-образная рама; 4 — роликовые опоры; 5 — подкладное кольцо; 6 — распорное устройство; 7 — рельсовый путь

Монтаж трубопроводов на горизонтальных участках производят «с колес», т. е. монтируемое звено на специально оборудованном транспортно-монтажном устройстве (чаще всего используют самодельные шасси и трактор-тягач К-701) с приобъектной базы подается непосредственно к месту монтажа. Установка звена в проектное положение при монтаже с колес — довольно трудоемкая операция. Звено домкратами поднимается над прицепом, прицеп тягачом выводится из-под звена, звено фаркопами подтягивается к смонтированному участку, выверяется по осям водовода, после чего производится сварка монтажного кольцевого шва.

На горизонтальных участках большой протяженности звенья к месту монтажа подают по рельсовым путям на самоходных тележках (рис. 5.11), перемещаемых трактором-тягачом, или самоходными специальными механизмами (рис. 5.12), оборудованными гидравлическими домкратами и другими приспособлениями, с помощью

которых монтируемое звено устанавливают в проектное положение и «подгоняют» его к ранее смонтированной части трубопровода. Применение таких монтажных механизмов позволяет уменьшить размеры затрубного пространства.

На горизонтальных участках небольшой протяженности звенья подтягивают по рельсовым путям такелажным способом с помощью тяговой лебедки и полиспаста.

Рельсовые пути укладывают вдоль оси трубопровода с достаточной степенью точности в плане и по высоте, что позволяет принимать их за монтажную базу, от которой производят все необходимые замеры.

Оформление стыка монтируемого звена со звеном ранее смонтированного участка, сварочные работы, снятие временных распорок и другие работы производятся с помощью комплекса специальных устройств (рис. 5.13), позволяющих применить поточный метод монтажа и обесточивание трубопровода.

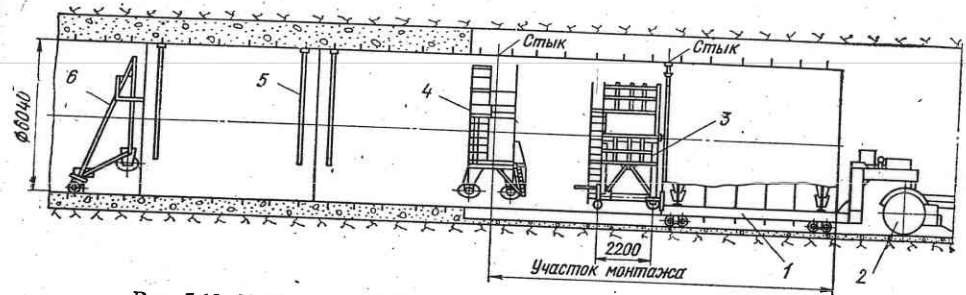


Рис. 5.13. Монтаж трубопровода в туннеле на горизонтальном участке:
1 — тележка для перевозки звеньев; 2 — тягач; 3 — распорное устройство; 4 — подмости для снятия распорок; 5 — инвентарная распорка; 6 — подмости для снятия инвентарных распорок

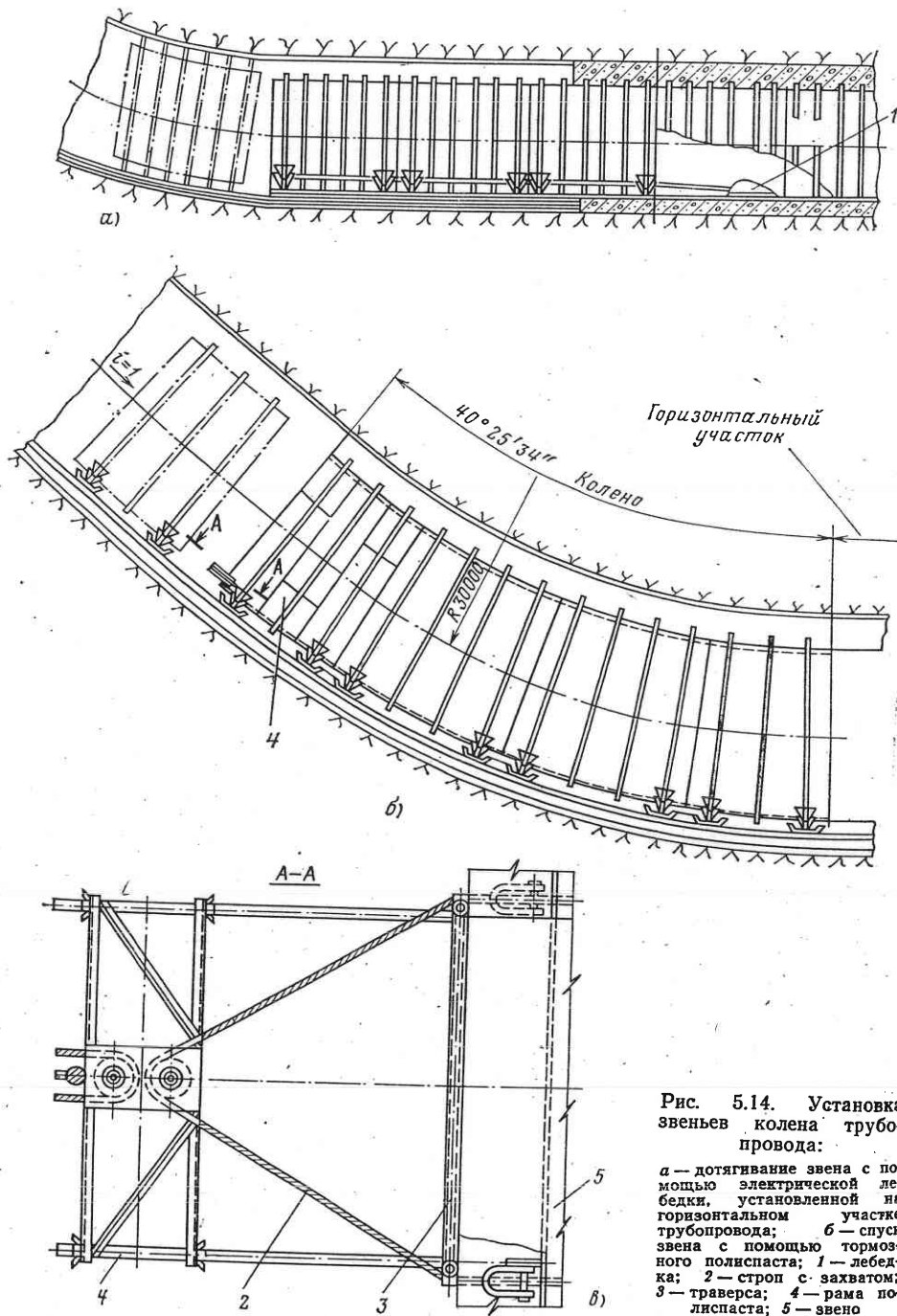


Рис. 5.14. Установка звеньев колена трубопровода:

а — подтягивание звена с помощью электрической лебедки, установленной на горизонтальном участке трубопровода; б — спуск звена с помощью тормозного полиспаста; 1 — лебедка; 2 — строп с захватом; 3 — траверса; 4 — рама полиспаста; 5 — звено

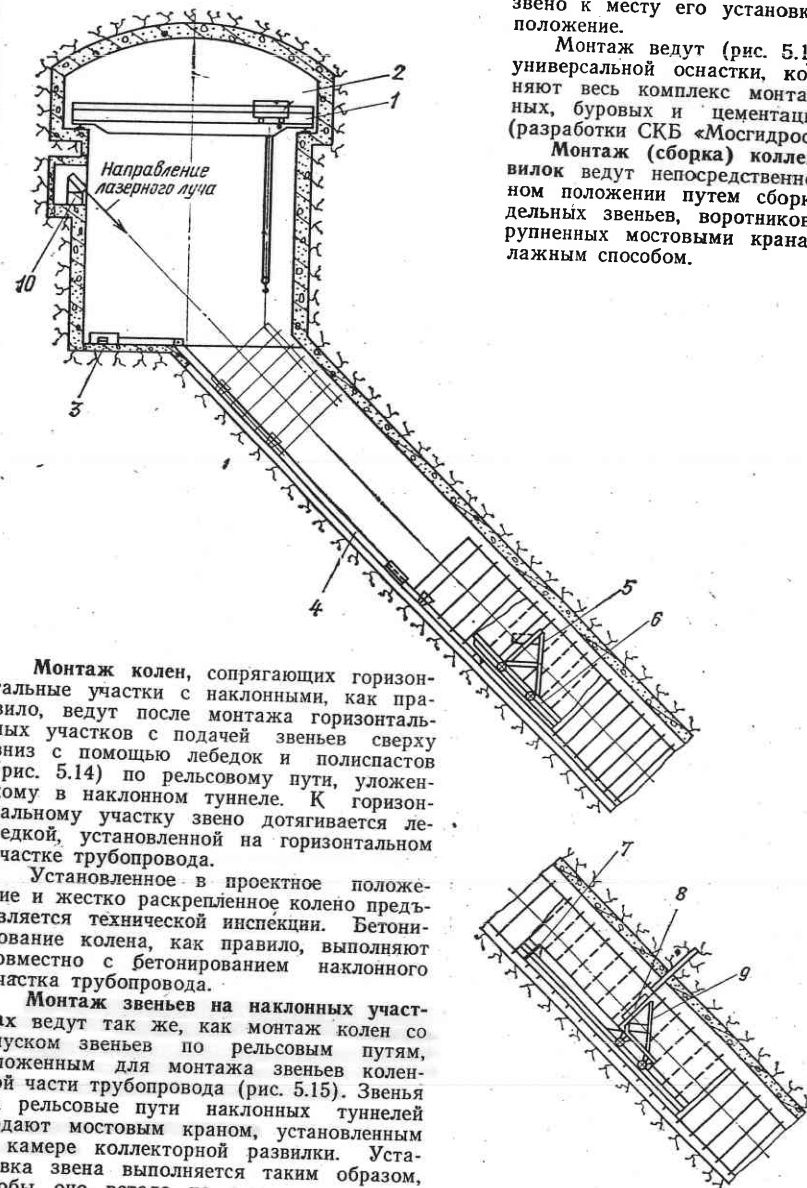


Рис. 5.15. Монтаж наклонного участка трубопровода;

1 — мостовой кран; 2 — камера коллектора; 3 — электрическая лебедка; 4 — тормозной полиспаст; 5 — самоходная монтажная тележка; 6 — трап; 7 — защитный барьер; 8 — буровое оборудование; 9 — самоходная бурцементационная тележка; 10 — оптический квантовый генератор

Монтаж колен, сопрягающих горизонтальные участки с наклонными, как правило, ведут после монтажа горизонтальных участков с подачей звеньев сверху вниз с помощью лебедок и полиспастов (рис. 5.14) по рельсовому пути, уложенному в наклонном туннеле. К горизонтальному участку звено подтягивается лебедкой, установленной на горизонтальном участке трубопровода.

Установленное в проектное положение и жестко раскрепленное колено представляется технической инспекции. Бетонирование колена, как правило, выполняют совместно с бетонированием наклонного участка трубопровода.

Монтаж звеньев на наклонных участках ведут так же, как монтаж колен со спуском звеньев по рельсовым путям, уложенным для монтажа звеньев коленной части трубопровода (рис. 5.15). Звенья на рельсовые пути наклонных туннелей подают мостовым краном, установленным в камере коллекторной развилки. Установка звена выполняется таким образом, чтобы оно встало на страховочные подхваты. После того как звено зацепит с тормозным полиспастом, его поднимают на 50—100 мм вверх и производят его расстроповку, выдвигают страховочные подхваты специальным канатом, пропущенным через отводные ролики и выведенным к пульту управления тормозного полиспаста, и только после этого подают

звено к месту его установки в проектное положение.

Монтаж ведут (рис. 5.15) с помощью универсальной оснастки, которой выполняют весь комплекс монтажных, сварочных, буровых и цементационных работ (разработки СКБ «Мосгидросталь»).

Монтаж (сборка) коллекторов и развилки ведут непосредственно в проектное положение путем сборки их из отдельных звеньев, воротников и царг, укрупненных мостовыми кранами или такелажным способом.

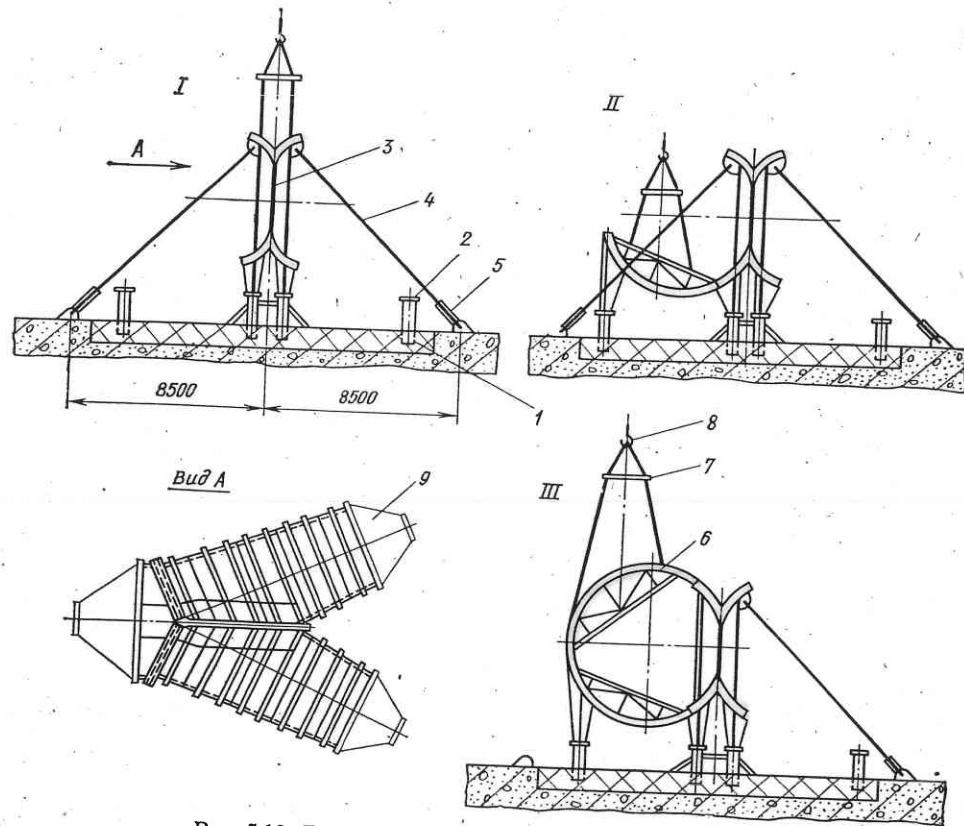


Рис. 5.16. Технологический процесс сборки развилки:

I, II, III — этапы сборки; 1 — закладные части для опирания столиков развилки; 2 — столики развилки; 3 — диафрагма развилки; 4 — канатная растяжка; 5 — фаркопф; 6 — оболочка развилки; 7 — траверсы; 8 — крюк монтажного крана; 9 — заглушки для испытания

Технологическая последовательность сборки развилки представлена на рис. 5.16. После окончания сборки и контроля качества сварных швов до присоединения к развилке смежных с ней звеньев трубопровода проводят ее гидравлические испытания (с установкой заглушек) по программе, разрабатываемой проектной организацией.

Монтаж вертикальных участков трубопроводов и облицовки шахт уравнильных резервуаров принципиально одинаков и производится с помощью специальных подъемно-транспортных механизмов, имеющих достаточную канатомкость для опускания (подъема) звеньев на большую глубину и две скорости: для опускания до 20 м/с и для монтажа 0,1 м/с.

На рис. 5.17 дана схема монтажа облицовки шахты уравнильного резервуара диаметром 21 м, состоящей из 75 ци-

линдрических и трех конических звеньев. Каждое звено высотой 2 м имеет два кольцевых ребра таврового сечения. Масса каждого звена составляет 48 т. Звенья соединяются между собой односторонним сварным швом с разделкой кромки, выполняемым изнутри облицовки. Общая масса облицовки 3808 т, масса наплавленного металла 62,7 т.

Сборку звеньев, как правило, выполняют серийным краном КС50-42Б на стенах, расположенных в зоне действия монтажного механизма (специального крана) грузоподъемностью 50 т с глубиной опускания крюка на 175 м ниже головки рельса, оснащенного специальными устройствами для выполнения всех монтажных и сварочных работ внутри шахты.

Строповка обечайек выполняется специальной траверсой грузоподъемностью 50 т за четыре проушины, вваренные в

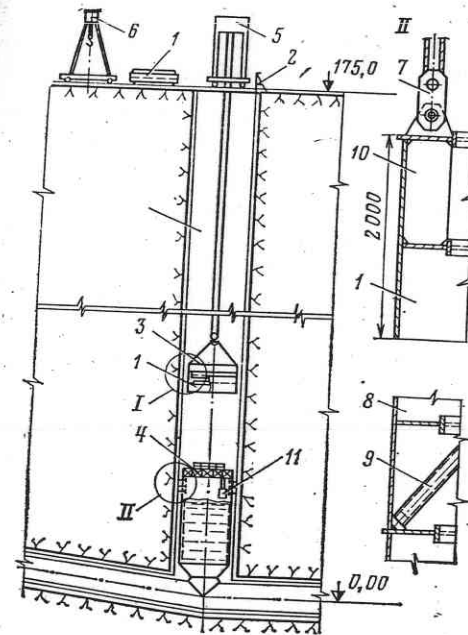


Рис. 5.17. Схема монтажа уравнильного резервуара:

1 — обечайка; 2 — направляющая для заводки звеньев в шахту резервуара; 3 — траверса; 4 — двухъярусные кольцевые подмости; 5 — специальный кран грузоподъемностью 75 т; 6 — козловой кран КС50-42Б грузоподъемностью 50 т; 7 — цепка траверсы; 8 — облицовка; 9 — полуавтоматический подхват кольцевых подместей; 10 — диафрагма; 11 — люлька

верхние ребра звеньев. Проушины являются также направляющими (ловителями) для установки одного звена на другое при монтаже.

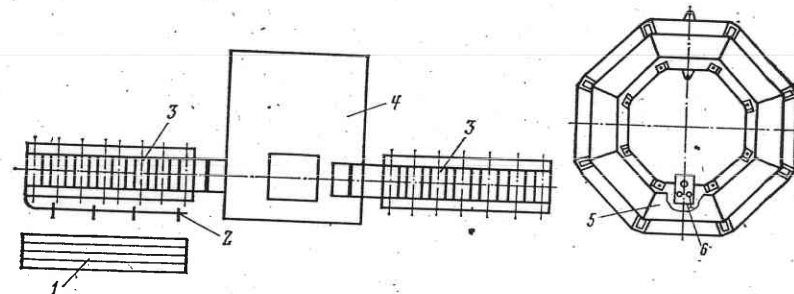


Рис. 5.18. Поточная линия для изготовления спиральных армокаркасов: 1 — загрузочное устройство; 2 — сбрасыватель; 3 — подающее устройство; 4 — цех стыковосварки; 5 — навивочное устройство; 6 — гибочно-протяжной механизм

Сборка и сварка стыков выполняется с двухъярусных кольцевых подместей. Установка подместей выполняется полуавтоматическими захватами. На подмостях размещено необходимое сварочное и сборочное оборудование, а также инструмент. С верхнего яруса выполняется подгонка стыков монтируемого звена, а с нижнего — сварка кольцевого стыка на ранее смонтированном звене. Перестановка подместей производится краном без нахождения людей в шахте резервуара.

Средняя производительность труда на сборке и монтаже составляет 0,36 т на 1 чел-день.

5.5. МОНТАЖ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Монтаж сталежелезобетонных трубопроводов производится двумя способами:

1) монтаж изготовленных на проектной базе звеньев облицовки и армокаркасов с последующим их обетонированием в проектном положении на сооружении;

2) монтаж изготовленных на проектной базе полностью готовых сборных сталежелезобетонных звеньев трубопровода с последующим омоноличиванием стыков между ними на трассе трубопровода.

Армокаркасы для трубопроводов, сооружаемых по первому способу, изготавливаются в виде двух спиралей, объединяемых соответствующими раскреплениями. Изготовление их производится на поточной линии (рис. 5.18) по безотходной технологии (разработка Красноярского монтажного участка «Гидромонтаж» совместно с СКБ «Мосгидросталь»). Последовательность изготовления спирали из арматуры диаметром 40—70 мм и

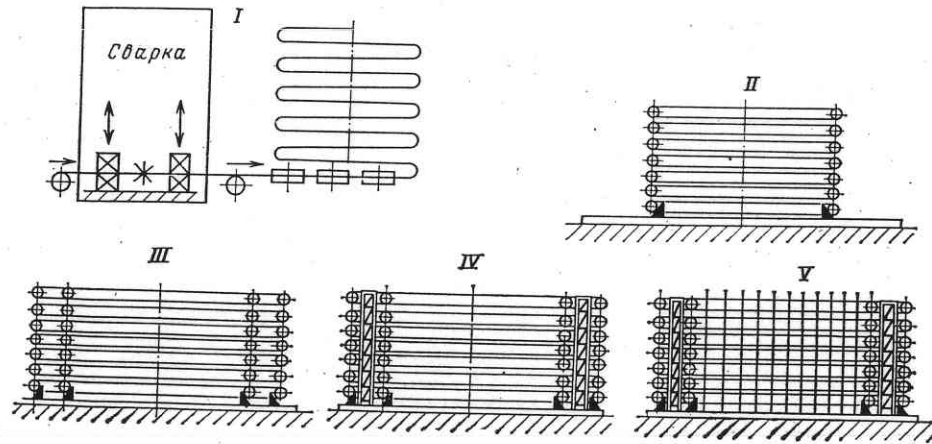


Рис. 5.19. Последовательность изготовления спирального армокаркаса:
 I — сварка арматуры в плети и навивка спирали; II — установка внутренней спирали; III — установка внешней спирали; IV — установка ферм раскрепления; V — установка распределительных стержней арматуры

сборки армокаркаса представлена на рис. 5.19.

Изготовление армокаркасов для бетонированных звеньев ведется на полигоне (рис. 5.20), оборудованном соответствующими стендами и приспособлениями. Отличительной особенностью является то, что навивка арматуры на промежуточный барабан и облицовка звеньев трубопровода (в рулонированном виде) изготавливается на заводе, а остальные операции выполняются в последовательности, представленной на рис. 5.21 (разработка СКБ «Мосгидросталь»).

Монтаж звеньев облицовок и армокаркасов трубопроводов по первому способу выполняют с помощью кранов (КБГС-450, КБГС-1000, КБГС-1200) грузоподъемностью 25—50 т, которые используют также для общестроительных работ. Использование на общестроительных и монтажных работах одних и тех же кранов увеличивает коэффициент использования кранов, но при этом требуется четкое распределение машинного времени.

Для монтажа крупных трубопроводов применяют монтажные краны СКР-2200 и СКР-3500 грузоподъемностью 75 и 100 т соответственно. Это дает возможность вести монтаж крупными звеньями и сократить сроки монтажных работ.

Арматура трубопровода укрупняется в армокаркасы в виде пространственных колец, которые надеваются на смонтированную облицовку прямых участков трубопровода или устанавливаются отдель-

ными частями (полукольцами) на коленных частях или анкерных опорах. Перед укладкой бетона облицовки закрепляют снаружи к арматуре, а внутри распорками.

На рис. 5.22 показан монтаж напорного трубопровода консольно-навесным способом без опирания монтируемого звена (или нескольких звеньев) на бетон. При этом способе монтажные работы идут с опережением бетонных работ и для монтажа трубопровода не требуется значительного количества опорных и поддерживающих оболочку трубопровода и армокаркас конструкций. В зоне бетонированной эстакады звенья устанавливают с помощью портално-стреловых кранов.

Звенья укладывают последовательно к ранее смонтированному и заделанному в бетоне участку трубопровода. Первые звенья (коленная часть) выставляют на монтажных опорах и закрепляют к выпускам арматуры, последующие звенья (на прямом участке) устанавливают без опирания на бетон.

Звенья трубопроводов и армокаркасы, не попадающие в зону действия кранов под бетонными эстакадами, устанавливаются в проектное положение с помощью лебедок и системы полиспастов (рис. 5.23).

Полиспасты крепятся к монтажной балке, которая закрепляется к пролетным строениям бетонной эстакады. Полиспасты приводят в действие двумя электрическими лебедками грузоподъемностью 5 т. Монтируемое звено подается на пло-

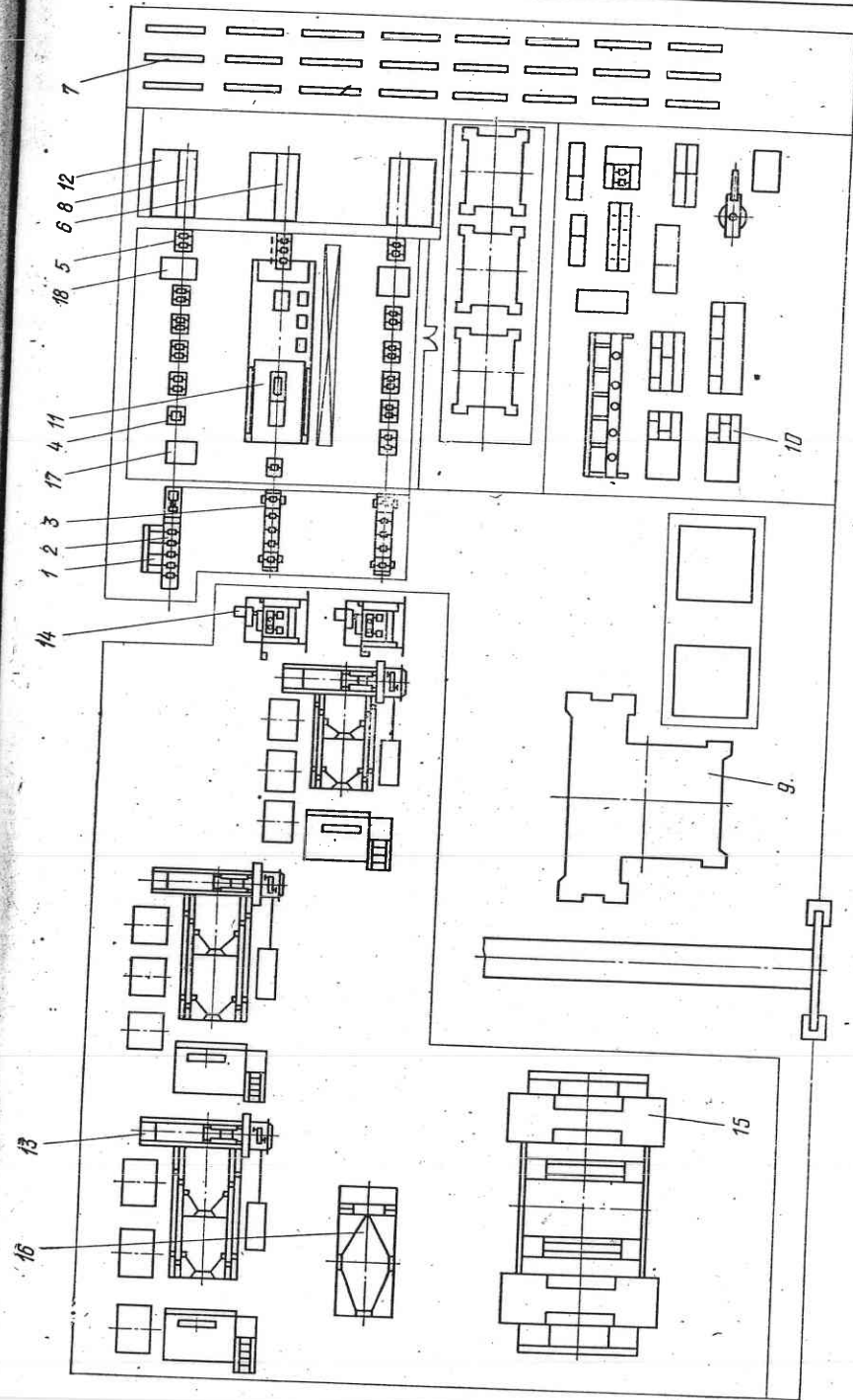


Рис. 5.20. Полигон для изготовления армокаркасов:
 1 — накопитель; 2 — роулинг со сбрасывателем; 3 — транспортный роулинг длиной 4650 мм; 4 — механизм подачи арматуры; 5 — транспортный роулинг длиной 1900 мм; 6 — приводной роулинг; 7 — стеллаж; 8 — роулинг со стоком; 9 — кондуктор для установки опорных сеток; 10 — линия изготовления элементов раскрепления и опорных сеток; 11 — установка для непрерывной стыковой сварки плети арматуры; 12 — установка для лущения прутков арматуры; 13 — установка механизированная для сборки и сварки армокаркасов; 14 — станок для гибки арматуры; 15 — эстакада для складирования и монтажа планшетов и барабанов; 16 — кантователь; 17 — комбинированные пресс-пожиги НБ222А; 18 — стыковочная машина МС2008

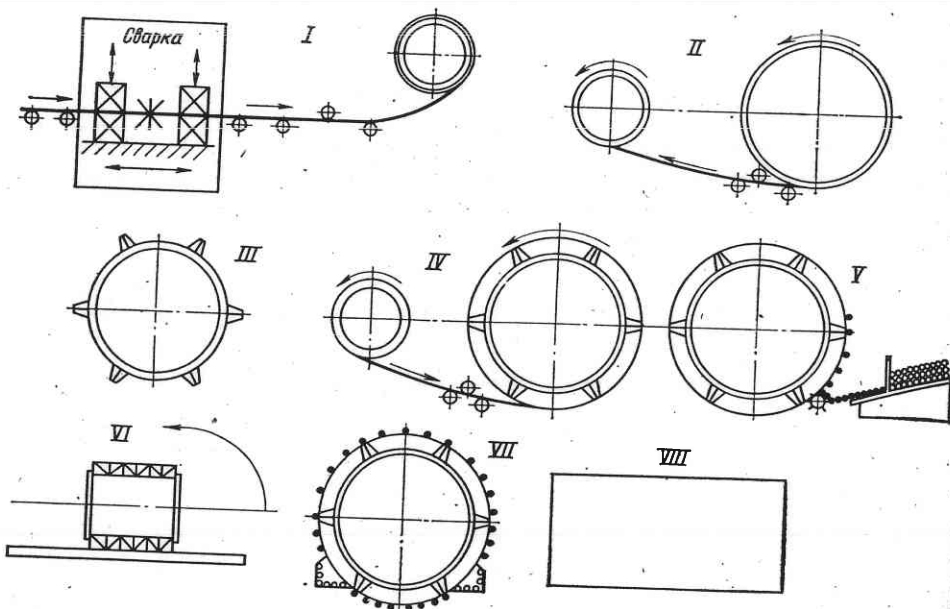


Рис. 5.21. Последовательность изготовления спирального армокаркаса сталежелезобетонного трубопровода

I — сварка арматуры в плетель и навивка ее на промежуточный барабан; II — навивка внутренней спирали армокаркаса на звено трубопровода; III — установка ферм (элементов раскрепления); IV — навивка внешней спирали армокаркаса; V — установка распределительной арматуры; VI — кантовка звена и снятие планшайб; VII — установка опорных сеток; VIII — обетонирование звена

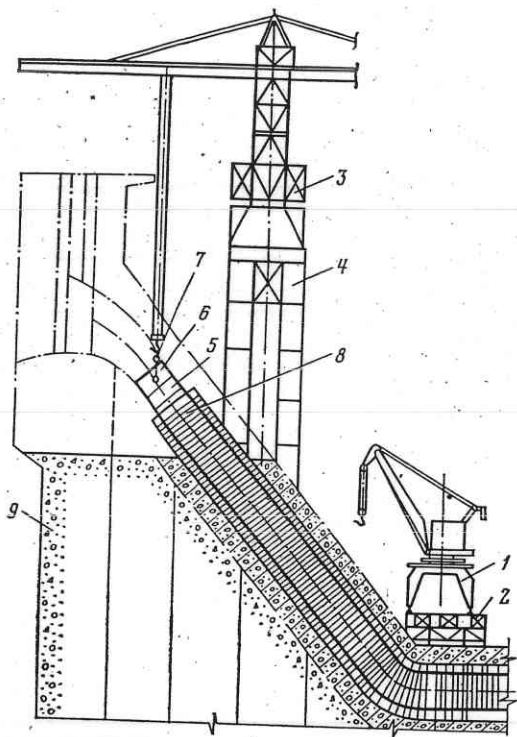


Рис. 5.22. Монтаж напорного трубопровода консольно-навесным способом:

1 — кран ПСК; 2 — малая бетоновозная эстакада; 3 — двухконсольный кран; 4 — большая бетоновозная эстакада; 5 — трубопровод; 6 — звено; 7 — траверса; 8 — монтируемый армокаркас; 9 — бетон плиты

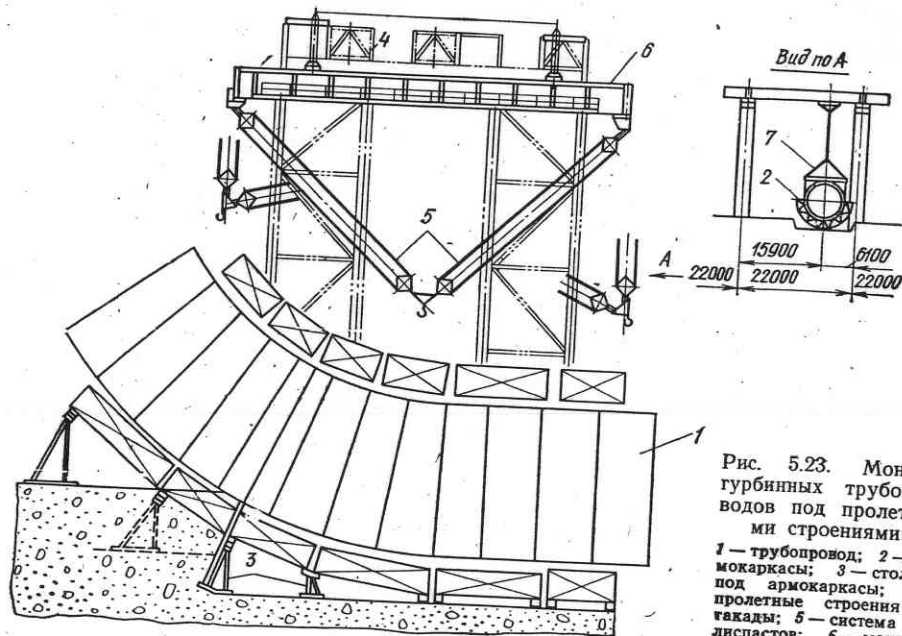


Рис. 5.23. Монтаж гурбинных трубопроводов под пролетными строениями:

1 — трубопровод; 2 — армокаркасы; 3 — столбики под армокаркасы; 4 — пролетные строения эстакады; 5 — система поперечных балок; 6 — монтажная балка; 7 — траверса

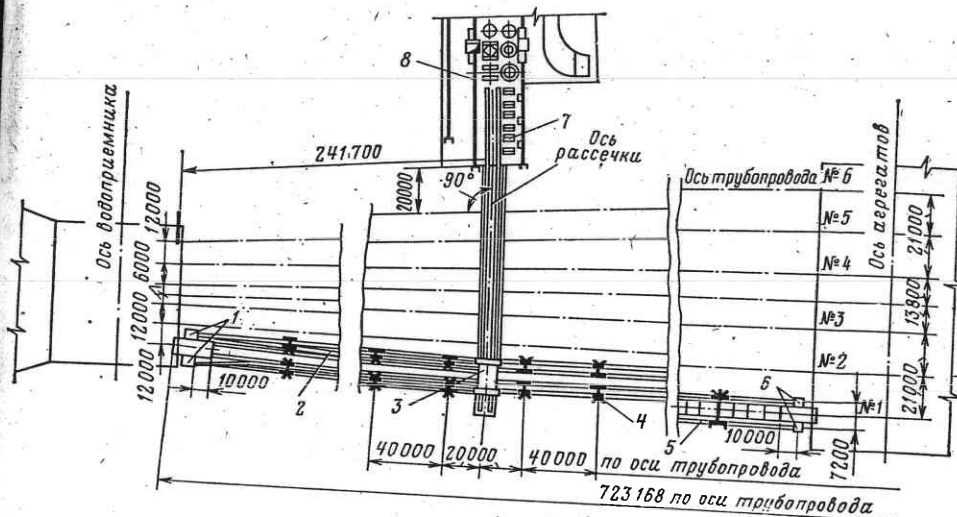


Рис. 5.24. Монтаж железобетонных трубопроводов:

1 — якорь 50 т с лебедками; 2 — рельсовый путь на райдбалках; 3 — тележка-установщик; 4 — поддерживающие ролики; 5 — кожух; 6 — якорь 25 т с лебедкой; 7 — стенд для укрупнительной сборки; 8 — участок предмонтажных работ

щадку в зону действия полиспаатов, где его перестраивают и, маневрируя полиспаатами, подают к месту установки в проектное положение.

При подаче звеньев с верховой эстакады и недостаточном вылете монтажных кранов их опускают лебедками по специально изготовленным направляющим путям аналогично монтажным работам на наклонных участках открытых трубопроводов или в туннеле.

Монтаж сборных сталежелезобетонных звеньев открытого трубопровода производится с помощью тележки-установщика (рис. 5.24), перемещаемой лебедками, оснащенной полиспаатами.

С целью ускорения монтажных работ на трассе трубопровода выполняется «рассечка» и монтаж ведется вверх и вниз от рассечки укрупненными звеньями. Укрупнение звеньев производят на стенде, расположенном вблизи трубопроводов.

Устройство стыков и контрольные измерения производят с катушек подмостей, перемещаемых лебедками внутри и снаружи трубопровода.

5.6. ПРЕДУСКОВЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Гидравлические испытания проводят для проверки прочности и плотности сварных соединений оболочки и уплотняющих устройств лазов, компенсаторов и т. п.

Согласно СНиП III-18-75 все свободное лежащее и засыпные напорные трубопроводы, в том числе их фасонные элементы, а также участки трубопроводов, проложенные в бетоне с упругими прокладками типа войлочно-битумных, подлежат обязательным гидравлическим испытаниям.

Заделанные в бетон трубопроводы могут не подвергаться испытаниям, если до бетонирования не ранее чем по истечении 5 дней после окончания сварочных работ был выполнен 100%-ный контроль сварных швов ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием. Необходимость испытания таких трубопроводов устанавливается проектом.

Проект и программу гидравлических испытаний трубопровода составляет проектная организация одновременно с разработкой конструкции (на стадиях проекта и рабочих чертежей).

Испытания проходят по одно- или многоступенчатым схемам (рис. 5.25). Выбор схемы испытаний свободное лежащих и засыпных трубопроводов определяется двумя условиями:

1) напор при испытании $N_{исп}$ в любом сечении трубопровода должен быть

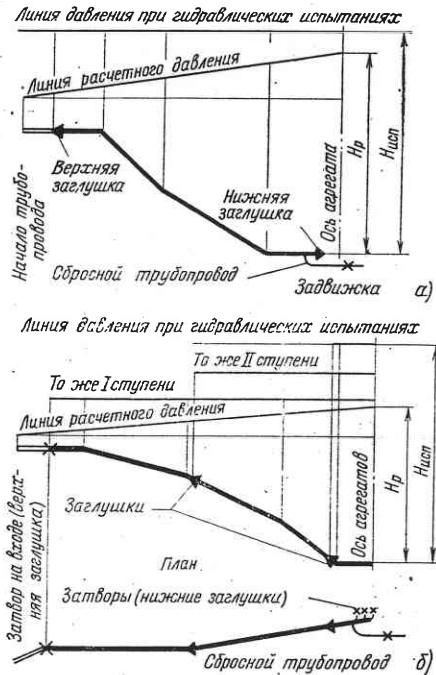


Рис. 5.25. Схема напоров при гидравлическом испытании трубопровода: а — одноступенчатая схема; б — многоступенчатая схема

не менее $1,15 N_p^{осн}$ ($N_p^{осн}$ — расчетный напор в данном сечении при основном сочетании нагрузок);

2) общие напряжения в оболочке при испытании не должны превышать расчетного сопротивления, принятого для особых сочетаний нагрузок с коэффициентом надежности $k_n = 1,0$.

Если оба условия удается выполнить без установки промежуточных заглушек, то принимают одноступенчатую схему. В противном случае устанавливают промежуточные заглушки и трубопровод испытывают по участкам.

При многоступенчатой схеме испытания ведут в такой последовательности, чтобы сначала весь трубопровод был испытан давлением I ступени, затем все участки, кроме первого, давлением II ступени и т. д. до последнего участка с самым высоким давлением. При такой схеме испытывают соседние участки соединяют обходными трубами, снабженными запорной арматурой. Противодавление воды, заполняющей вышележащую часть трубопровода, позволяет разгрузить про-

межучастную заглушку при опрессовке нижележащей части.

При назначении испытательного давления для заделанных трубопроводов следует принимать во внимание, что повышенные давления сверх расчетного приводит к перенапряжению окружающего массива, что нежелательно. Поэтому рекомендуется принимать в этих трубопроводах $N_{исп} = N_p^{осн}$. Поскольку в наклонных трубопроводах это условие выполнить нельзя, то следует стремиться к минимальному превышению $N_{исп}$ относительно N_p , исходя из условий прочности окружающего массива.

При наличии на трубопроводе шаровых или дисковых затворов желательно использовать их при испытаниях вместо заглушек.

Для обеспечения нормальных условий наполнения и опорожнения в верхних точках всех верхних заглушек должны предусматриваться устройства для выпуска и выпуска воздуха, а в нижней части трубопровода — сливная труба с задвижкой.

Схема подключения насоса к трубопроводу при опрессовке должна предусматривать возможность дросселирования для предотвращения повышения давления в трубопроводе сверх предусмотренного проектом испытаний (рис. 5.26).

Заглушки, применяемые при опрессовке, могут быть плоскими, коническими, сферическими и эллиптическими.

При больших диаметрах и высоких напорах применяют спаренные заглушки, а в полости между ними поддерживают давление, равное примерно половине испытательного, чтобы каждая из заглушек воспринимала только половину напора (рис. 5.27). Для поддержания нужного давления между заглушками необходимо установить заполненный водой стояк, выведенный на необходимую отметку.

Нагрузки гидравлического испытания для заглушек рассматриваются как основное сочетание нагрузок.

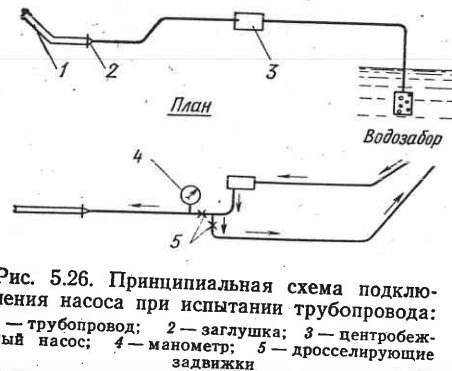


Рис. 5.26. Принципиальная схема подключения насоса при испытании трубопровода: 1 — трубопровод; 2 — заглушка; 3 — центробежный насос; 4 — манометр; 5 — дросселирующая задвижка

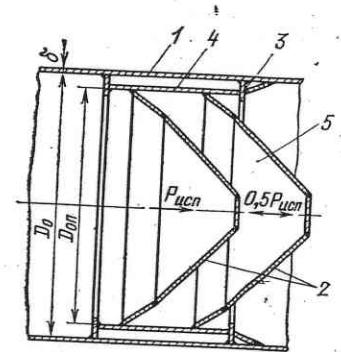


Рис. 5.27. Схема установки спаренных заглушек

Для опрессовки применяют только центробежные насосы во избежание скачков давления. Расчетная подача этого насоса определяется упругим объемом воды и ожидаемыми протечками через уплотнения и различные неплотности. Упругий объем получается вследствие сжимаемости воды (модуль объемной упругости $e = 2000$ МПа) и растяжения стенок трубопровода. Ориентировочный упругий объем открытого трубопровода

$$\Delta V = VH(R/\delta + 50) 10^{-7}; \quad (5.2)$$

заделанного трубопровода

$$\Delta V = V(1 + 0,005H) 10^{-3}, \quad (5.3)$$

где V — объем трубопровода, м³; H — разность между напором при испытании и гидростатическим напором при заполнении трубопровода, т. е. напор, создаваемый насосом, м; R/δ — отношение радиуса оболочки к толщине стенки (среднее для трубопровода).

Согласно СНиП III-18-75 скорость подъема давления при испытании не должна превышать 0,1 МПа/мин. Тогда подача опрессовочного насоса, м³,

$$Q = k_{\phi} \frac{600\Delta V}{H}, \quad (5.4)$$

где k_{ϕ} — коэффициент фильтрации.

Для заделанных трубопроводов с большим количеством отверстий для цементации рекомендуется принимать $k_{\phi} \geq 2$.

Размеры трубопроводов для заполнения и опрессовки назначают из условия, чтобы скорость воды не превышала 2 м/с. Тогда диаметр трубопровода, см, можно приближенно определить по формуле $D = \sqrt{Q}$, где Q — подача насоса, м³/ч.

Для впуска и выпуска воздуха при заполнении и опорожнении применяют вентили или задвижки с проходным сечением не менее 0,1 площади сечения трубопровода заполнения.

Давление измеряют образцовыми манометрами, их количество должно быть не менее двух. Манометры должны быть установлены непосредственно на испытуемом трубопроводе (ни в коем случае на трубопроводе для опрессовки!) и расположены в местах, удобных для наблюдения.

Испытания проводят при положительной температуре наружного воздуха, обеспечивающей отсутствие обледенения внутренней поверхности оболочки. Образование ледяной корки мешает выявить неплотности в сварных швах, если они имеются. Кроме того, при последующем потеплении или в результате обстуживания швов куски льда отрываются от стенки и в дальнейшем при динамических испытаниях они могут забить направляющий аппарат или сопла турбины.

Гидравлические испытания напорных трубопроводов должны проводиться с соблюдением правил техники безопасности. Максимальное испытательное давление каждой ступени выдерживается не менее 5 мин, после чего его рекомендуется несколько снизить в целях безопасности (на 5—10%) и в таком состоянии проводить осмотр трубопровода. Сброс давления и опорожнение производят только после окончания осмотра, но не ранее, чем через час с момента достижения максимального давления.

В проекте испытаний должны быть разработаны мероприятия по защите окружающих сооружений и отводу воды в случае разрыва трубопровода и устройства для аварийного опорожнения трубопровода. При проведении испытаний в

зонах возможного затопления должны быть установлены предупреждающие знаки, запрещающие доступ людей.

Для проведения испытаний создается комиссия, состоящая из представителей заказчика, генподрядчика, монтажной организации, генпроектировщика и организации, разработавшей проект трубопровода. Для членов комиссии организуются командный и наблюдательный пункты, между которыми должна быть обеспечена телефонная связь. Перед проведением испытаний комиссия должна визуально осмотреть внутреннюю и наружную поверхности трубопровода, убедиться в его полной готовности и дать разрешение на заполнение.

К постоянному наблюдению за трубопроводом приступают с начала заполнения. Показания манометров записывают в журнал испытаний на всех этапах испытания. При опрессовке рекомендуется ежеминутно записывать показания манометров для возможности построения графика испытаний. Если во время испытаний или опрессовки внутри трубопровода слышны удары или происходит резкое падение давления, то нагнетание должно быть прекращено и установлена причина этих явлений. Трубопровод считается выдержавшим гидравлическое испытание, если не обнаружено падения давления при максимальном напоре или течи в сварных соединениях и основном металле. При испытании заделанного трубопровода необходимо осмотреть внутреннюю поверхность трубопровода сразу после опорожнения для выявления протечек, направленных внутрь трубопровода.

Результаты испытаний оформляются актом комиссии, в котором дается заключение о соответствии проведенных испытаний программе и о состоянии трубопровода после выполнения испытаний.

место установки; сборки и выверки механизма; ревизии сборочных единиц механизма; наладки, опробования, испытания и сдачи механизма в эксплуатацию.

До монтажа механизма принимают фундаменты. При этом проверяют: отметку верха бетона в месте установки рамы; расположение гнезд и отверстий для анкерных болтов и для пропуска цепей или канатов; расположение и размеры шахт противовеса цепных механизмов. К акту приемки фундаментов прикладывают схему контрольных промеров, в которой указывается проектное и фактическое положение частей основания.

Монтаж (установку) механизмов производят строительномонтажными кранами или такелажным способом. Допуски на установку механизмов (рис. 6.1) приведены в табл. 6.1.

Толщина подливки под раму механизмов должна быть не менее 50 мм.

Монтажные прокладки под рамой механизма необходимо располагать в местах приложения нагрузок. После окончания регулировки подкладки сваривают между собой и приваривают к раме механизма.

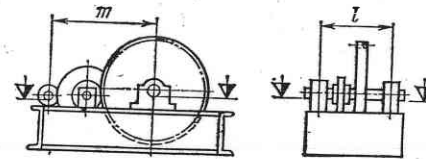


Рис. 6.1. Схема механизма

Таблица 6.1. Допуски на установку подъемных механизмов (обозначения см. на рис. 6.1)

Допуски, мм	Тип механизма				
	Канатный	Цепной	Цепочный	Ресный	С жесткими связями (штабганг)
По высоте	±100	±100	±100	—	По фактическому положению затвора с уклоном соединяющего элемента не более 0,0005
Негоризонтальность ¹ : в направлении, параллельном тяговому усилию	±0,003m	±0,003m	—	±0,003m	
в направлении, перпендикулярном тяговому усилию	±0,001l	±0,001l	—	±0,001l	±0,001l
Для плоских затворов					
Отклонение точки подвеса: в сторону верхнего или нижнего бьефа	±15	±15	—	—	—
в боковые стороны	±5	±5	—	—	—
Для затворов, вращающихся на горизонтальной оси					
Выход точки подвеса из вертикальной плоскости, перпендикулярной оси вращения	±5	±3	—	±2	—
Отклонение размеров от проектных в пределах этой плоскости	±10	±10	—	±5	—

¹ Горизонтальность механизмов должна выверяться по шейкам валов.

Глава 6

МОНТАЖ ПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

6.1. МОНТАЖ СТАЦИОНАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Основные сведения. Подъемные механизмы, предназначенные для маневрирования затворами, имеют, как правило, две точки подвеса на расстоянии 5—40 м (в зависимости от пролета затвора). Такие механизмы поставляют отдельными узлами и собирают в единый механизм непосредственно на сооружении.

Монтаж (сборка) механизмов на сооружении состоит из следующих основных операций: такелажных работ при подаче элементов механизма и деталей на

Таблица 6.2. Боковые зазоры открытых зубчатых передач, мм

Боковой зазор	Межцентровое расстояние, мм										
	До 50	51—80	81—120	121—200	201—320	321—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000
Наименьший	0,08	0,10	0,13	0,17	0,21	0,26	0,34	0,42	0,53	0,71	0,85
Наибольший	0,17	0,21	0,26	0,34	0,42	0,53	0,67	0,85	1,06	1,40	1,70

Таблица 6.3. Осевые разбег валов открытых передач

Расстояние между подшипниками, мм	Допуск, мм
100—400	0,05—0,3
401—600	0,3—0,45
601—800	0,45—0,6
801—1000	0,5—0,75
1001—1500	0,8—1,0
1501—2000	1,0—1,5

Примечание. Приведенные допуски относятся к прямым и косым зубам. При шевронном зацеплении вал колеса не должен иметь возможность самоустанавливаться относительно колеса за счет осевого разбега вала.

В червячных передачах валы также не должны иметь осевого разбега.

Таблица 6.4. Зазоры между внутренним диаметром вкладыша и валом

Диаметр вала, мм	Допуск, мм
Вкладыши из цветного металла:	
30—50	0,03—0,15
51—80	0,04—0,18
81—120	0,06—0,21
121—180	0,06—0,25
181—260	0,07—0,28
261—330	0,09—0,32
Вкладыши из ДСП-Бгт:	
40—50	0,03—0,27
51—80	0,04—0,32
81—110	0,05—0,37
111—140	0,06—0,40
141—240	0,07—0,46
241—260	0,07—0,49
261—300	0,09—0,52

Контакт вала и вкладыша при вращении вала: до 300 об/мин вала более 300 об/мин вала

Прилегание по окрашенной поверхности не менее 55 %
Прилегание по окрашенной поверхности не менее 65 %

Примечание. Покачивание вкладышей как в радиальном, так и в осевом направлениях, установка прокладок между корпусом и вкладышем не допускаются.

Таблица 6.5. Данные для регулировки тормозов

Показатель	Допуск, мм
Непараллельность осей поворота колодок или рычагов осей вращения тормозного диска	0,1 мм на 100 мм ширины тормозной колодки
Радиальный зазор в колодочных тормозах (по паспорту): для длинноходовых магнитов	1,0—1,5
для короткоходовых магнитов	0,4—1,0
Радиальный зазор в ленточных тормозах при растормаживании	1,0—1,5
Свободный ход рычажной системы тормоза	10 % общего хода замыкающего рычага в точке прикрепления электромагнита
Радиальное биение рабочей поверхности тормозного шкива и центрирующей поверхности, а также торцевое биение поверхности, соприкасающейся с фланцем полумуфты	0,05
Обязательный запас хода электромагнита при торможении	10—15 %
Заглубление головок заклепок под поверхность тормозных прокладок	Не менее 2
Прилегание поверхности тормозных прокладок к колодке	Плотно по всей поверхности

Таблица 6.6. Смещение осей валов, соединяемых эластичными муфтами

Частота вращения вала, об/мин	Допуск, мм
1500	0,08
750	0,10
500	0,15

Примечание. Смещение валов, соединяемых зубчатыми муфтами, не должно превышать 0°30'.

Таблица 6.7. Допуски на монтаж подкрановых путей

Показатели	Допуск, мм
Взаимное отклонение отметок головок двух подкрановых рельсов в одном поперечном сечении сооружения: на опоре в пролете	± 5 ± 10
Разность отметок подкрановых рельсов на соседних опорах при расстоянии l между ними	$\frac{l}{1500}$ %, но не свыше 5
Отклонение расстояния между осями подкрановых рельсов (ширина колеи) от проектного	± 5
Взаимное смещение торцов подкрановых рельсов в стыках (в плане или по высоте)	± 1
Кривизна рельсов в плане — стрела кривизны на каждые 10 м длины рельса	3,0
Смещение оси рельса относительно оси однострелчатой подкрановой балки	± 10

Крановые пути принимает комиссия, о чем составляет акт. К акту прикладывают исполнительную схему путей, на которой наносят фактическое расположение рельсов.

Монтаж кранов начинают с установки ходовых тележек на рельсы. Тележки закрепляют в вертикальном положении. Допуски на установку ходовых тележек приведены в табл. 6.8.

Таблица 6.8. Допуски на установку ходовых тележек

Показатели	Допуск, мм
Непараллельность осей колес в горизонтальной и вертикальной плоскостях	0,5 мм на каждый 1 м расстояния между осями ± 4
База тележки	
Ширина колеи (при положении колес с одинаковыми зазорами с обеих сторон между ступицами и стенками балки): при пролете до 20 м при пролете более 20 м	± 3 ± 5

указанных в табл. 6.3. Зазоры между вкладышами подшипников скольжения и валом должны соответствовать допускам, приведенным в табл. 6.4.

При монтаже и регулировке тормозных устройств должны быть соблюдены условия, приведенные в табл. 6.5, а смещение валов, соединяемых эластичными муфтами, не должно превышать значений, указанных в табл. 6.6.

Заливку анкерных болтов и подливку рам механизмов производят после проверки комиссией правильности их установки и выверки.

Ревизию механизмов и их узлов (редукторов, подшипников и т. д.) проводят в условиях, исключающих попадание пыли и влаги в детали механизма.

Перед навеской стальных канатов, цепей и штанг, приводящих затвор в движение, механизм должен быть обкатан электродвигателем на холостом ходу в течение не менее 60 мин в каждую сторону вращения, при этом необходимо наблюдать за работой редукторов, подшипников и тормозов.

После соединения затвора с эксплуатационным механизмом, затвор приподнимают, выравнивают длины цепей или фиксируют положение закреплений при жесткой связи. Затвор, находящийся в пазах, не должен перемещаться в горизонтальном направлении.

Перед испытанием смонтированного механизма проверяют качество монтажа и крепления механизма к бетону или другому основанию, наличие смазки механизма, настройку конечных путевых выключателей и тормозов.

Механизм испытывают расчетной и эксплуатационной нагрузками. В паспорте или в формуляре механизма записывают дату его установки, плано-предупредительного ремонта, отмечают характер ремонта, замену деталей, обнаруженные дефекты и сведения об их устранении.

6.2. МОНТАЖ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КРАНОВ

Подготовительные работы перед монтажом крана: устройство подкрановых путей; подача в зону монтажа сборочных единиц крана; укрупнение элементов крана в пределах грузоподъемности подъемных средств; ревизия механизмов крана. Монтаж механизмов кранов всех типов и назначений должен производиться в соответствии с требованиями § 6.1.

Крановые пути монтируют в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Зазоры на стыках крановых рельсов при температуре 0 °С и длине рельса 12,5 м должны быть 4 мм. Допуски на монтаж подкрановых путей приведены в табл. 6.7.

На закрепленные тележки устанавливают нижние ригели, а затем монтируют жесткие и шарнирные опоры. Установленные на нижние ригели опоры раскрепляют подкосами, опирающимися на шпальные клетки, скрепленные скобами, после этого устанавливают верхние пролетные строения и закрепляют их на временных болтах. Затем выверяют геометрическую схему портала и окончательно оформляют монтажные стыки.

Поскольку во время монтажа крана работы ведут в двух ярусах, площадку, расположенную на уровне верха пролетных строений портала, перекрывают сплошным настилом, уложенным по металлическим балкам или деревянным брускам. После монтажа крана настил разбирают. На портал крана устанавливают грузовую тележку в сборе или по частям в зависимости от ее массы, габаритов и наличия грузоподъемных механизмов, затем монтируют кузов.

После окончания монтажа производят заправку полостей, приводят в рабочее состояние все механизмы кранов и опробуют их сначала вхолостую и затем под нагрузкой. Если в паспорте крана нет указаний о продолжительности холостого опробования, то грузовую тележку испытывают вхолостую в течение одной рабочей смены, механизм передвижения крана — трех-четырежды проездом по всей длине крановых путей. При холостом испытании проверяют подход рабочих органов кранов к конечным положениям, регулируют работу тормозов, концевых выключателей и т. п.

Испытания пробной нагрузкой проводят согласно нормам Госгортехнадзора и техническим условиям.

6.3. МОНТАЖ ГИДРОПРИВОДОВ

Общие сведения. Гидропривод состоит из одного или нескольких гидроцилиндров, опорных конструкций, маслonaпорных установок, гидравлических панелей, маслопроводов и системы управления (рис. 6.2).

Гидроцилиндры (рис. 6.3) служат для преобразования энергии потока рабочей жидкости в энергию перемещения штока с присоединенным к нему затвором. Гидроцилиндры устанавливают на опорах, которые, в свою очередь, крепятся к закладным рамам (рис. 6.4, 6.5).

Маслонапорные установки (рис. 6.6) включают гидробаки с насосами и электродвигателями и служат для питания гидроцилиндров рабочей жидкостью при необходимых давлении и расходе, обеспечивая расчетные усилие и скорость движения штоков.

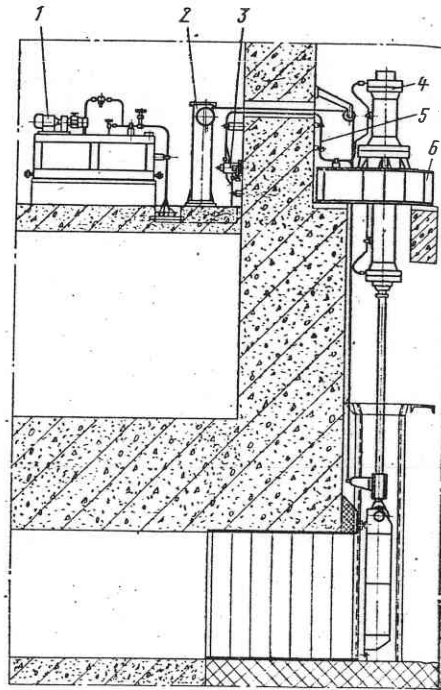


Рис. 6.2. Общий вид гидропривода:

1 — маслonaпорная установка; 2 — колонка управления; 3 — гидравлическая панель; 4 — гидроцилиндр; 5 — маслопроводы; 6 — опорная конструкция

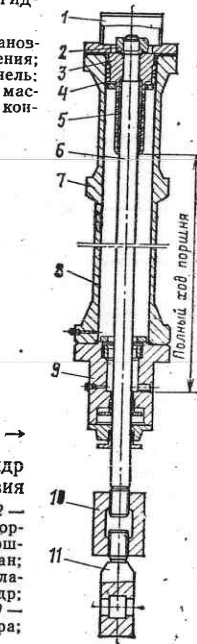
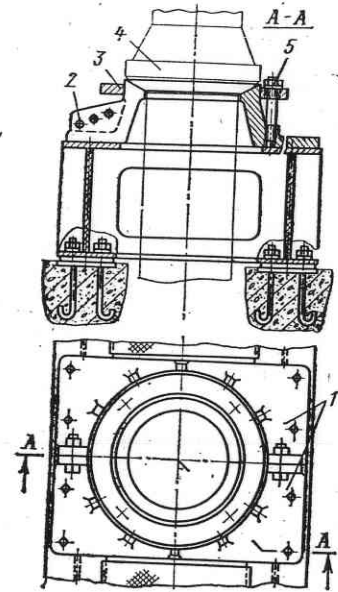


Рис. 6.3. Гидроцилиндр одностороннего действия

1 — верхняя головка; 2 — гайка поршня; 3 — поршень; 4 — уплотнение поршня; 5 — тормозной стакан; 6 — шток; 7 — опорный фланец цилиндра; 8 — цилиндр; 9 — нижняя головка; 10 — соединительная муфта; 11 — проушина

Рис. 6.4. Разъемная сферическая опора вертикального гидроцилиндра

1 — полуопоры; 2 — стяжные болты; 3 — стяжное кольцо; 4 — опорный фланец гидроцилиндра; 5 — шпильки



Гидравлические панели (рис. 6.7) включают комплекс гидроаппаратуры, который обеспечивает распределение и управление потоками рабочей жидкости в соответствии с гидравлической схемой; на гидравлических панелях располагаются также аппараты контроля и защиты системы от нарушения заданных параметров.

Маслопроводы обеспечивают гидравлическую связь между узлами гидропривода. На рис. 6.8 показаны соединительные части маслопроводов.

Система управления состоит из датчиков положения затвора, аппаратов управления, звеньев связи и обеспечивает выполнение функций гидропривода в заданной последовательности, начало и окончание операций, синхронное движение

штоков, а также защиту.

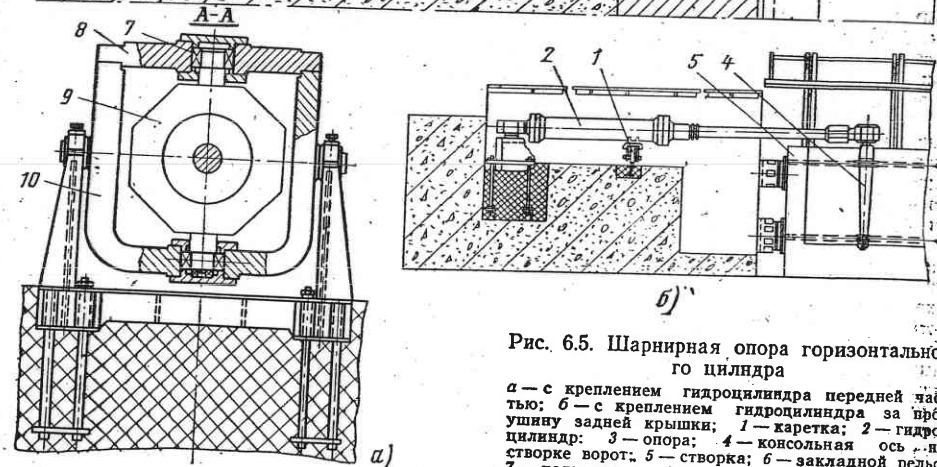
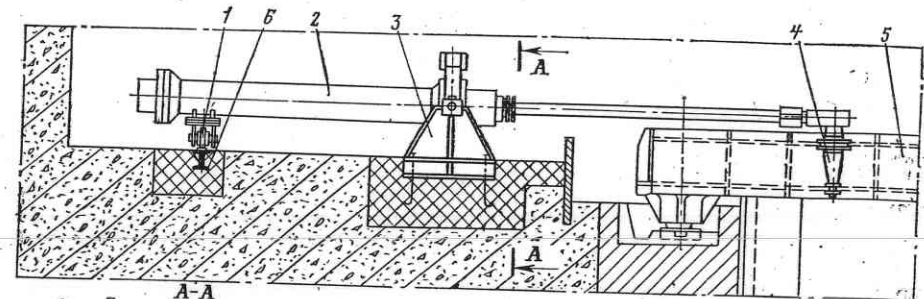


Рис. 6.5. Шарнирная опора горизонтального цилиндра

а — с креплением гидроцилиндра передней частью; б — с креплением гидроцилиндра за проушину задней крышки; 1 — каретка; 2 — гидроцилиндр; 3 — опора; 4 — консольная ось на створке ворот; 5 — створка; 6 — закладной редьс; 7 — подшипник; 8 — шарнирная опора; 9 — траверса гидроцилиндра; 10 — поворотная рама

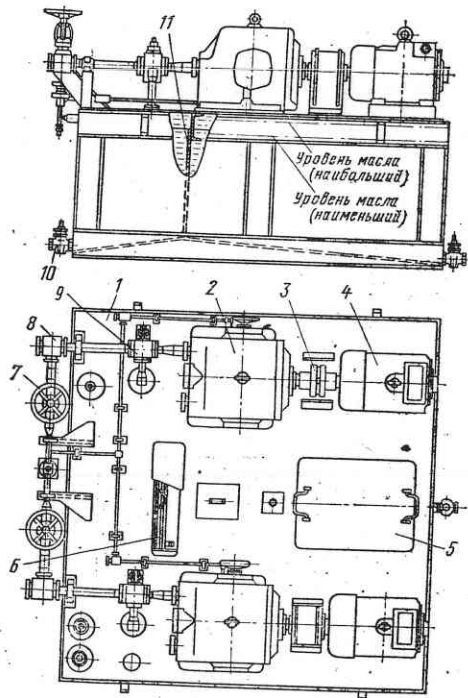


Рис. 6.6. Маслонапорная установка:
 1 — гидробак; 2 — насос; 3 — соединительная муфта; 4 — электродвигатель; 5 — крышка гидробака; 6 — фильтр гидробака (грубой очистки); 7 — запорный вентиль; 8 — обратный клапан; 9 — предохранительно-разгрузочный клапан; 10 — сливной край; 11 — перегородка.

Особое место в системе управления занимает система синхронизации движения штоков двух гидроцилиндров, поднимающих один затвор (ворота) за две точки подвеса или перемещающих створки шлюзных двусторчатых ворот.

Задачей синхронизации является ограничение рассогласований при движении штоков для предотвращения поломки или недопустимой деформации боковых упоров затворов или для обеспечения точности створения двусторчатых ворот.

На рис. 6.9 изображена принципиальная гидравлическая схема гидропривода опускных ворот с синхронизацией. Гидропривод поступает на монтаж следующими составными частями: гидроцилиндры, опоры гидроцилиндров, закладные опорные рамы, маслонапорные установки, гидравлические панели, маслопроводы, трубопроводная арматура, колонки управления, датчики положения затвора с линейками, детали и узлы соединения штока с затвором или воротами.

Все составные части (отправочные марки) должны иметь отправочную документацию в соответствии с техническими условиями.

Гидроцилиндры, как правило, поставляются на монтаж в собранном виде; в комплект поставки входят цилиндры с крышками, штоки с поршнями, комплект уплотнений и опорных колец поршней и штоков.

Маслонапорные установки, гидравлические панели и колонки управления поставляются в собранном виде.

Маслопроводы поставляются (в соответствии со спецификацией) в виде комплекта прямых и гнутых частей труб с фланцами.

Все трубы и соединительные части должны поставляться на монтаж с очищенными, протравленными и покрытыми консервационным составом внутренними поверхностями; концы труб должны быть заглушены пробками.

При подготовке к монтажу необходимо:

принять по акту фундаменты, помещения и строительные конструкции (со схемами замеров их фактического состояния);

проверить комплектность поставки; проверить соответствие поставленных на монтаж типоразмеров и исполнений гидроаппаратуры, насосов и трубопроводной арматуры заказным спецификациям и рабочей документацией;

произвести ревизию гидроцилиндров и гидроаппаратуры.

При ревизии узлов гидропривода производится:

внешний осмотр всех отправочных марок с целью обнаружения повреждений при транспортировке и погрузочно-разгрузочных работах;

разборка гидроцилиндров, гидроаппаратуры, трубопроводной арматуры, гидробаков и других узлов, поступающих в собранном виде, очистка внутренних и наружных поверхностей от грязи, стружки, консервационного покрытия, устранение выявленных дефектов с последующей сборкой;

проверка продувкой герметичности сборок гидроаппаратуры;

проверка от руки подвижности золотников в гидроаппаратах золотникового типа;

проверка герметичности гидробаков;

проверка состояния и очистки травленiem внутренней поверхности труб и соединительных частей.

Монтаж (установку) узлов гидропривода в проектное положение производят с использованием монтажных средств, предусмотренных ППР.

Закладные рамы и анкерные болты крепления гидроцилиндров и других узлов

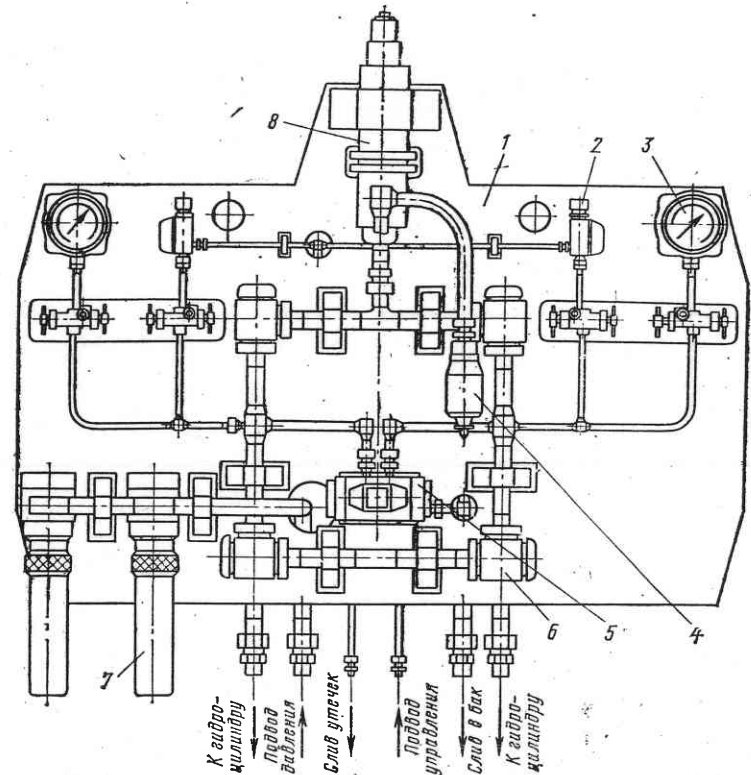


Рис. 6.7. Гидравлическая панель:

1 — каркас; 2 — реле давления; 3 — манометр; 4 — поддерживающий клапан; 5 — гидрораспределитель; 6 — обратный клапан; 7 — фильтр тонкой очистки; 8 — предохранительный клапан

гидропривода, установленных и выверенных в проектном положении, должны быть до бетонирования надежно разварены с арматурой сооружения из расчета восприятия ими расчетных нагрузок.

Монтаж маслопроводов производят после окончания монтажа гидроцилиндров и других узлов гидропривода, закрепления их в проектном положении и приемки по акту.

Монтаж маслопроводов состоит из следующих операций:

предварительной сборки маслопровода в соответствии со схемой соединений и рабочими чертежами, пригонки монтажных марок маслопровода по месту с использованием монтажных припусков и подготовки кромок под сварку;

сварки труб с соединительными частями и трубопроводной арматурой;

очистки внутренней поверхности маслопровода в местах гибки и сварки от

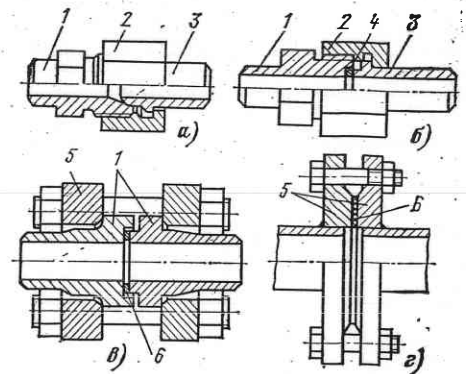


Рис. 6.8. Соединения маслопроводов:

а — шаровое; б — горцевое; в — фланцевое высокого давления; г — фланцевое низкого давления; 1 — штуцер; 2 — накидная гайка; 3 — напильник; 4 — уплотнительная прокладка; 5 — фланец; 6 — уплотнительная прокладка

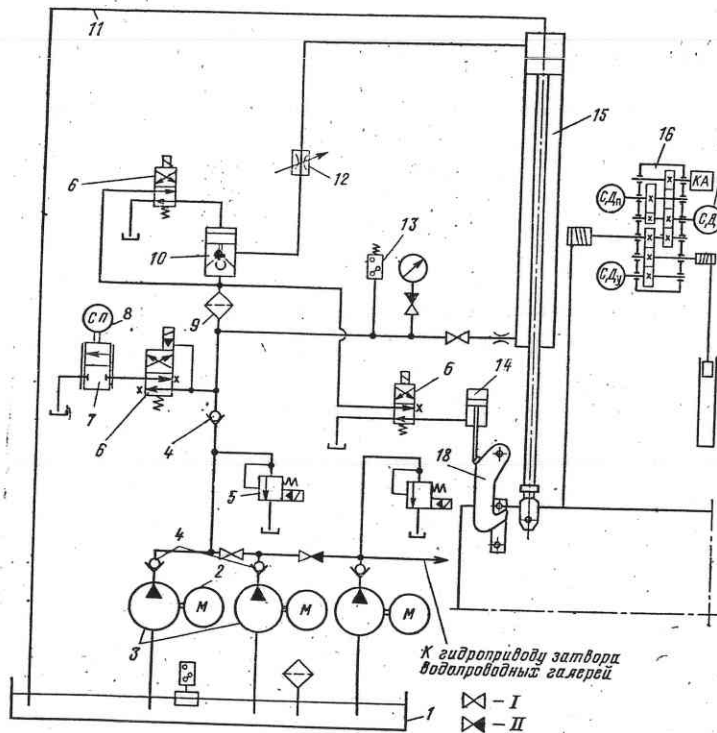


Рис. 6.9. Принципиальная гидравлическая схема гидрорывовода опускных ворот с синхронизацией:

1 — вентиль нормально открыт; 11 — вентиль нормально закрыт; 1 — гидробак; 2 — электродвигатели насосов; 3 — насосы; 4 — обратные клапаны; 5 — предохранительный клапан; 6 — гидрораспределитель; 7 — корректор расхода; 8 — сельсин-приемник системы синхронизации; 9 — фильтр тонкой очистки; 10 — управляемый обратный клапан; 11 — маслопровод; 12 — предохранительные дроссели; 13 — реле давления; 14 — гидроцилиндр подхватов; 15 — гидроцилиндр; 16 — редуктор системы управления; 17 — сельсин-датчик системы синхронизации; 18 — предохранительные подхваты

К гидрорывоводу затворов водопроводной галереи

⊗ — I
⊗ — II

окалины и окатышей с помощью ершей и травления;

окончательной сборки маслопроводов в установкой уплотнительных элементов и затяжкой резьбовых соединений.

Травление труб маслопровода производят 20%-ным раствором ортофосфорной кислоты, растворяющим ржавчину, затем 2%-ным раствором этой же кислоты, образующим бензовлагоустойчивую пленку, с последующей продувкой сжатым воздухом и сушкой.

Протравленными считаются трубы, внутренняя поверхность которых имеет сплошной светлосерый (стальной) цвет.

Заполнение системы рабочей жидкостью производят после окончания всех механо- и электромонтажных работ (о чем составляется акт).

Порядок заполнения системы конкретного гидрорывовода, а также марка рабочей жидкости указываются в инструкции по монтажу.

После окончания монтажа и заполнения маслопроводов производится опрессовка системы.

Опрессовка состоит в заполнении отдельных участков системы рабочей жидкостью под испытательным давлением и

наблюдением в течение 10 мин за появлением протечек в местах соединений и уплотнений, а также за показаниями манометра, присоединенного к испытываемой полости системы. Необходимое для этой операции давление создается либо насосными аппаратами масляного гидрорывовода, либо специальной насосной установкой соответствующих параметров, которая должна быть предусмотрена в заказных спецификациях проекта.

Порядок и условия опрессовки указываются в инструкции по монтажу.

Браковочными признаками при опрессовке считаются: наличие протечек рабочей жидкости и падение давления в испытываемой полости за время опрессовки.

После устранения неполадок составляется акт с указанием полостей, подвергшихся опрессовке, опрессовочных давлений и времени выдержки под давлением. После опрессовки систему промывают путем циркуляции рабочей или промывочной жидкости со сливом ее в отстойник гидробака.

После окончания промывки рабочую или промывочную жидкость удаляют, меняют фильтры и заполняют систему све-

жей рабочей жидкостью. Порядок промывки, а также слива и заполнения системы указывается в инструкции по монтажу.

Настройку контрольно-регулирующей аппаратуры и насосов производят при следующих условиях, если:

опрессовка и промывка системы выполнены и работы активированы; штоки гидроцилиндров не соединены с затворами или воротами; затворы или ворота находятся в положениях, не препятствующих движению штоков гидроцилиндров;

к электродвигателям насосов масляного станка и к электроаппаратам управления подачей насосов подведено электропитание и имеется возможность управления ими с местных постов.

Настройке подлежат: реле давления; предохранительные клапаны; электроконтактные манометры; реле уровня рабочей жидкости в гидробаке; реле контроля температуры рабочей жидкости в гидробаке; регулируемые насосы; система синхронизации.

Параметры настройки, а также способы и порядок производства работ указываются в инструкции по монтажу и эксплуатации гидрорывовода.

При применении в гидрорывоводе регулируемых насосов их настройка ведется на заданную подачу. Такая настройка производится путем измерения скорости перемещения штока при работе одного насоса и сравнения измеренного значения со скоростью, указанной в инструкции по монтажу гидрорывовода.

Настройка системы синхронизации состоит из следующих операций:

установка системы в нулевое положение, соответствующее бесперековому состоянию ворот (относительный сдвиг роторов силовых сельсинов-приемников равен нулю). В этом положении золотники корректоров устанавливаются в среднее положение, отмеченное риской;

проверка согласованности перемещений роторов сельсинов-датчиков и приемников; систему ставят под напряжение, ротор одного из сельсинов-датчиков закрепляют, а ротор другого вручную поворачивают на заданный угол, чем имитируется переков; одновременно ротор соответствующего сельсина-приемника должен повернуться на угол рассогласования и переместить корректирующий золотник на расчетное значение.

На настройку гидроаппаратуры, насосов и системы синхронизации составляется акт с указанием фактических настроечных значений для каждого аппарата и сведений об их работоспособности.

Опробование гидрорывовода вхолостую может производиться, если:

промывка системы и настройка гидроаппаратуры и насосов закончены и работы активированы;

ко всем элементам электрооборудования подведено электропитание по постоянной схеме;

затворы и ворота установлены в проектные положения (насухо); штоки гидроцилиндров соединены с затворами или воротами.

Опробование гидрорывовода вхолостую состоит в трехкратном маневрировании затвором или воротами насухо по проектной схеме в соответствии с инструкцией по монтажу гидрорывовода. При этом должно быть установлено, что:

движение затворов или ворот происходит с проектными скоростями;

затворы или ворота движутся плавно, без рывков и непредусмотренных остановок;

время выполнения операций соответствует значениям, указанным в инструкции по эксплуатации;

давление в системе не превышает значений, указанных в инструкции по эксплуатации;

система синхронизации обеспечивает ограничение перекова в заданных пределах;

во всех положениях затвор или ворота надежно удерживаются запирающим устройством (просадки не превышают значений, допустимых инструкцией);

система управления обеспечивает проектную последовательность операций, а также необходимые блокировки и сигнализацию;

система автоматического управления обеспечивает все предусмотренные проектом конечные положения затвора или ворот.

После опробования гидрорывовода вхолостую производится окончательная выверка проектного положения узлов гидрорывовода и составляется акт.

Опробование гидрорывовода под нагрузкой может производиться, если:

опробование гидрорывовода вхолостую выполнено и работы активированы;

бетон достиг расчетной прочности;

состояние гидрорывовода соответствует состоянию при опробовании вхолостую;

затвор или ворота поставлены под проектный напор.

Опробование гидрорывовода под нагрузкой состоит в трехкратном маневрировании затвором или воротами по проектной схеме. При этом должно быть установлено, что:

гидрорывовод выполняет все операции, предусмотренные проектом;

все операции производятся в проектное время;

действуют все предусмотренные проектом блокировки и сигнализация;

просадка затвора или ворот в положении удерживания не превышает допустимого значения;

система синхронизации обеспечивает ограничение перекоса в заданных пределах;

протечки рабочей жидкости в уплотнениях подвижных соединений не превышают допустимых значений;

протечки рабочей жидкости в неподвижных соединениях отсутствуют;

давление в системе не превышает проектного значения.

На опробование гидропривода под нагрузкой составляется акт, на основании которого гидропривод принимается в эксплуатацию.

Фактические трудозатраты на монтаж гидропривода общей массой около 100 т по данным Гидромонтажа и Энергостройтруда составляют: на монтажной базе 16 чел-дней; на месте монтажа 450 чел-дней; выработка на 1 чел-день 0,36 т.

Исполнители должны иметь профессии слесаря-монтажника и сварщика соответствующей квалификации, опыт монтажа и наладки подобных систем и пройти специальную подготовку перед началом работ.

6.4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПОСЛЕ МОНТАЖА И СДАЧА ИХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Монтаж подъемного механизма завершается доведением его до рабочего состояния наладкой, обкаткой, опробованием и предъявлением его к освидетельствованию. До освидетельствования все работы по монтажу механизмов и электрооборудования должны быть полностью закончены, монтажные леса, раскрепления и инструмент убраны, механизмы и рабочие площадки очищены от строительного мусора, грязи и пролитого масла. Крановый путь должен быть выверен и закреплен на всем его протяжении.

Обкатку механизмов производят вхолостую в течение 2 ч в разных направлениях. При обкатке проверяют нагрев подшипников, правильность зацепления зубчатых колес, шумовые ритмы в редукторах, крепление узлов механизма, наличие смазки на поверхностях трения и т. д. Все замеченные недостатки устраняют.

Вновь смонтированные грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные приспособления должны быть подвергнуты до пуска в работу полному техническому освидетельствованию, включающему осмотр, статические и динамические испытания.

При техническом освидетельствовании грузоподъемной машины должны быть проверены:

состояние металлоконструкций грузоподъемной машины и ее соединений (от-

Рис. 6.10. Гидродинамометр для испытания кранов

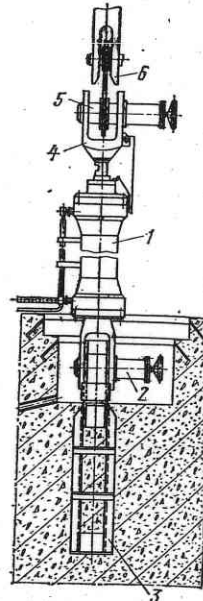
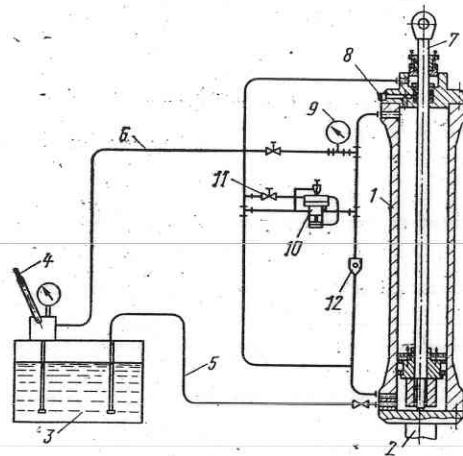


Рис. 6.11. Гидравлическая схема гидроцилиндра:

1 — гидроцилиндр; 2 — нижняя проушина к анкерной тяге; 3 — бак; 4 — ручной насос; 5 — сливной трубопровод; 6 — напорный трубопровод; 7 — проушина; 8 — воздушный клапан; 9 — манометр; 10 — предохранительный и регулирующий клапан; 11 — вентиль разгрузки; 12 — обратный клапан



сутствие трещин, деформаций и других дефектов), а также кабины, лестниц, площадок и ограждений;

состояние крюка, деталей его подвески;

состояние канатов блоков, осей и деталей их крепления;

состояние кранового пути и его заземления, а также проверены освещение, сигнализация и регламентированные Правилами габариты.

Эксплуатационные краны гидротехнических сооружений изготавливают по ин-

дивидуальным проектам единичными экземплярами, поэтому первичное испытание этих кранов проводят статической нагрузкой с превышением на 40% и динамической — с превышением на 25% номинальной грузоподъемной силы механизма, подобно испытаниям опытного образца серийного крана (разд. 3, п. 48 Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов).

Для статических испытаний кранов небольшой грузоподъемности используют испытательные грузы (в виде железобетонных блоков), грузовые площадки, стропы, штанги и траверсы для их захвата. Кран считается выдержавшим статические испытания, если груз, поднятый на 100—200 мм, удерживается в течение 10 мин.

Правилами Госгортехнадзора испытания специальных кранов гидросооружений значительной грузоподъемности разрешается проводить при помощи гидродинамометров. В этом случае на испытательной площадке должны быть заделаны в бетон анкерные тяги.

Испытание кранов гидродинамометрами производят по инструкции, приведенной в проекте крана.

Гидродинамометр (рис. 6.10) представляет собой гидроцилиндр 1 с насосной установкой. Он предназначен для создания необходимой удерживающей силы при испытании подъемного механизма. В период испытания гидродинамометр своей частью 2 закрепляется шарнирно к анкерной тяге 3, заделанной в бетонную кладку сооружения. Проушина 4 штока гидроцилиндра осью 5 шарнирно присоединяется к грузовой подвеске 6 механизма непосредственно или через переходное звено, траверсу.

На рис. 6.11 показана гидравлическая схема гидродинамометра. При статическом испытании подъемного механизма подача масла производится ручным насосом. Предохранительный клапан должен быть настроен на давление статического испытания при опущенном штоке цилиндра. Затем включают механизм подъема и шток поднимается на 0,3 м. Давление в системе должно быть равно расчетному для статического испытания с допуском отклонением $\pm 5\%$.

При статическом испытании крана его грузовая тележка должна находиться в таком положении, которое отвечает наибольшему прогибу моста крана и наибольшему изгибающему моменту под колесом тележки (рис. 6.12). Если кран имеет консоли, то статическому испытанию подвергают также и консоли с выездом на них грузовых тележек в крайние положения, отвечающие наибольшему прогибу консолей.

На рис. 6.13 изображена схема испытания козлового крана двумя гидродинамометрами 1, работающими от одной ги-

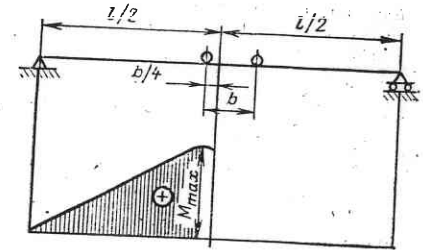


Рис. 6.12. Схема положения грузовой тележки на мосту крана

дросистемы. Гидродинамометры присоединены к грузовым подвескам 3 крана через траверсу 2.

При динамическом испытании шток гидродинамометра следует возвратить в крайнее нижнее положение, а затем включить механизм подъема и поднять шток на такую высоту, которая соответствовала бы полному обороту грузового барабана. При этом проверяют действие механизма и его тормоза; проверяют и регулируют работу приборов безопасности, конечных выключателей, ограничителей грузоподъемности. Испытание крана и тележки в движении производят максимальным поднимаемым грузом, например затвором.

Полному освидетельствованию подлежат все механизмы вспомогательных подъемов кранов, грейферные механизмы, размещенные на самостоятельных тележ-

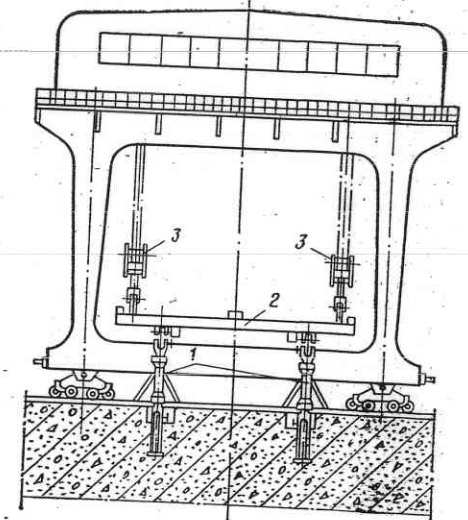


Рис. 6.13. Схема испытания козлового крана гидродинамометрами

ках или на грузовых тележках кранов, консольные краны-укосины и стрелы с механизмами подъема и поворота, размещенные на кранах и предназначенные для очистки грейфером предрешеточного пространства, а также механизмы, имеющие ремонтное назначение, например электрогрейферы, однобалочные мостовые краны, расположенные в штрах кранов, и т. п.

Освидетельствование стационарных механизмов проводят путем многократного подъема и опускания затвора всухую. При этом проверяют, чтобы грузовые подвески механизмов при движении не отклонялись от вертикали и не происходил перекос затвора, поднимаемого механизмом за две точки подвеса. Освидетельствованию подлежат механические и электрические устройства механизма, а именно: металлоконструкция и ее сварные соединения, канаты или цепи и крепления их, тормоза, концевые выключатели, детали подвески, блоки, оси и крепление их, электрооборудование, приборы безопасности и блокировки, ограничители грузоподъемности, аппараты управления, освещение, заземление и сигнализация.

Техническому освидетельствованию подлежат также решеткоочистные машины наземного и подвешного типов. Освидетельствование их заключается в осмотре и наладке механизмов, электрической части, командоаппаратов и концевых выключателей с проверкой опускания, поворота и подъема ковша и передвижения самой машины. Испытание машины производят грузом весом 9—10 кН, подвешенным к сорочистному ковшу, с настройкой фрикциона (дискового тормоза) на удержание груза.

При техническом освидетельствовании грейферов и ковшей решеткоочистных машин проверяют прочность отдельных узлов и деталей, кинематику поворота челюстей, захват и выброс сора.

Гидравлические грейферы проходят осмотр и испытание давлением, превышающим в 1,5 раза рабочее давление масла в гидросистеме, при этом проверяют герметичность гидросистемы, герметичность защитного колпака насосной установки путем подачи под колпак воздуха под давлением, превышающим в 1,5 раза наибольшее давление воды при опускании грейфера в нижнее рабочее положение при очистке.

При освидетельствовании гидроприводов и масляных насосов проверяют: работу масляных насосов (основной и резервной) при нормальном давлении в режиме 1:1 в течение 3 ч, а также воз-

можность пуска насосов под нагрузкой при разных давлениях в системе вплоть до номинального; действие масляного фильтра, установленного перед перепускным клапаном, а также действие перепускных клапанов (с измерением перепада давления); работу реле пониженного давления, сигнализацию; значение давления, при котором начинают работать предохранительные клапаны (клапаны должны открываться при давлении в котле, на 0,15—0,2 МПа больше, чем верхний предел рабочего давления, и пропускать весь объем масла, подаваемого насосом, не повышая давления более чем на 0,3—0,4 МПа верхнего предела рабочего давления); утечки масла из системы при закрытых вентилях, гидроклапанах в течение 8 ч (давление при этом поддерживается, например, весом затвора); значения давлений, при которых должен подаваться импульс на включение резервного насоса; правильность показаний приборов уровня масла в сливном баке и котле, а также действие сигнализации при недопустимых отклонениях уровня масла; работу маслопровода в течение 5 мин пробным гидравлическим давлением; работу гидроклапана главного золотника и действие сигнализации при крайних его положениях; правильность показаний указателя среднего положения главного золотника; ход главного распределительного золотника при его перемещении на открытие и закрытие; работу ограничителя открытия (вручную, дистанционно) и действие конечных выключателей; действие ручного регулирования механизма переклещивания «ручное-автомат», гидроблокировки, а также сигнализации в положениях «ручное-автомат»; фактические зависимости открытий затворов с показаниями сельсинов-приемников; давление масла в сервомоторах при закрытии и открытии затворов.

Испытание следует считать законченным, если не было утечек масла, а давление в системе держалось устойчиво при остановленном насосе.

Подъемные механизмы на гидросооружениях, предназначенные для обслуживания затворов и решеток, как правило, имеют малый коэффициент использования, поэтому полному техническому освидетельствованию они должны подвергаться 1 раз в 3 года, а используемые только на ремонтных работах краны и механизмы — 1 раз в 5 лет. Исключение составляют эксплуатационные механизмы судоходных шлюзов, техническое освидетельствование которых производится ежегодно.

Глава 7

МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ СУДОХОДНЫХ ШЛЮЗОВ

7.1. МОНТАЖ ДВУСТВОРЧАТЫХ ВОРОТ

Металлоконструкция ворот проходит общую сборку на заводе-изготовителе, результаты сборки оформляют чертежом-схемой, которую прикладывают к сертификату на изготовленную конструкцию. Створки двустворчатых ригельных ворот разбирают на транспортные монтажные марки.

Ворота собирают, как правило, с помощью башенного или стрелового крана грузоподъемностью 50—75 т в вертикальном положении в шкафной части головы шлюза так, чтобы створки были расположены под углом 9—10° к оси шлюза. Монтаж ворот начинают с установки в проектное положение пятового устройства.

Сборку створки ригельных ворот начинают с установки нижней монтажной марки и выверки ее в плане и по высоте. Чтобы створный и веревальный столбы были строго параллельны, на них посередине створки навешивают отвесы и проверяют расстояние между отвесами и створкой. Изгибы плоскости полотно створки во время сборки выправляют распорками и стяжками, которые крепят к закладным частям в шкафной части шлюза.

Сборка двустворчатых ворот (рис. 7.1) состоит из следующих операций: устройство и выверка монтажных клеток;

сборка створок ворот из отдельных секций с помощью крана, с креплением их винтовыми стяжками к стене устоя по ярусам (по мере сборки) и распорками к закладным частям в шкафной части шлюза или увязкой стальными канатами;

установка и прихватка на диафрагмах стыковых планок между секциями;

выверка створки с устранением винта и окончателное крепление монтажными болтами или электроприхватками;

установка со стороны обшивки полос между отдельными секциями с подтяжкой их к стыкуемым плоскостям и электроприхватка их к обшивке;

сдача под сварку створки с производством необходимых измерений и занесением их в формуляр.

Диагональные связи устанавливают после выверки ворот и сварки мест под диагональными связями. Затем сваривают монтажные стыки. Створки ворот должны быть собраны так, чтобы отклонения от проектных размеров не превышали допусков, приведенных в табл. 7.1.

Последовательность сварки монтажных швов створки ворот приведена на рис. 7.2.

Сначала выполняют сварку стенок диафрагм и ригелей в последовательности снизу вверх и от середины к краям (технологические узлы I—XX, швы 1). Затем в этих же узлах в той же последовательности сваривают полки диафрагм и ригелей (швы 2), стыки облицовки (швы 3) и приваривают диафрагму к обшивке и полке ригеля (швы 4). После этого приваривают центральную часть створки к крайним, к левой, затем к правой (узлы соответственно XXI—XXVI и XXVII—XXXII). Последовательность сварки внутри каждого узла заключается в том, что вначале сваривают стенки ригелей с вертикальной стойкой крайней марки (швы 1), затем приваривают косынки к ребрам жесткости (швы 2) и ребра жесткости и косынки к вертикальным стойкам (швы 3). После этого приваривают облицовку к вертикальной стойке (швы 4), сваривают полку

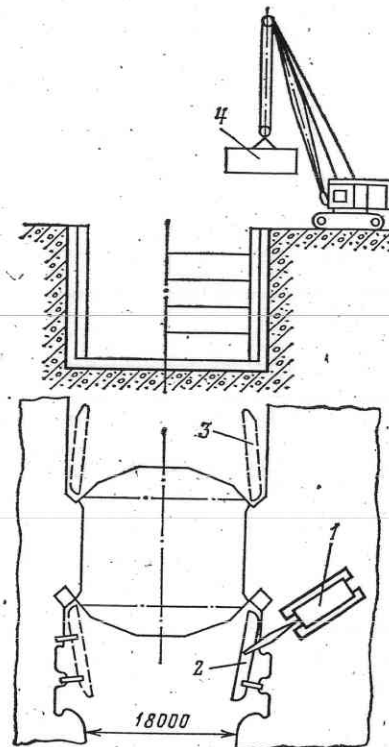
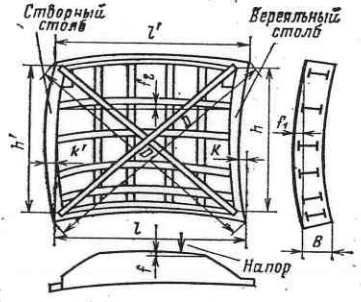


Рис. 7.1. Монтаж двустворчатых ворот: 1 — гусеничный кран; 2 — основные ворота; 3 — ремонтные ворота; 4 — секция основных ворот

Таблица 7.1. Допускаемые отклонения при монтаже створок двустворчатых ворот (по СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемое отклонение
1. Отклонение толщины B , длины l и высоты h	$-(2 \text{ мм} + 0,001X)$, где за X принимается соответственно или B , или l , или h
2. Разность длин диагоналей	$0,001D$, но не более 10 мм
3. Стрела кривизны k веревяльного столба и k_1 створного столба (в любой плоскости)	$0,001$ высоты столба, но не более 10 мм
4. Стрела кривизны f обшивки и ригелей в горизонтальной плоскости (только в сторону напора)	$0,0006l$
5. Стрела кривизны f_1 обшивки в вертикальной плоскости по середине створки (только в сторону напора)	$0,001h$
6. Стрела кривизны f_2 ригелей в вертикальной плоскости	$0,001l$, но не более 10 мм



1. Отклонение толщины B , длины l и высоты h

2. Разность длин диагоналей

3. Стрела кривизны k веревяльного столба и k_1 створного столба (в любой плоскости)

4. Стрела кривизны f обшивки и ригелей в горизонтальной плоскости (только в сторону напора)

5. Стрела кривизны f_1 обшивки в вертикальной плоскости по середине створки (только в сторону напора)

6. Стрела кривизны f_2 ригелей в вертикальной плоскости

страхуют от внезапного спуска металлическими полукольцами или гайками, накрученными на поршнях.

После установки створки на пятю монтируют вторую верхнюю опору вращения — гальсбант. После закрепления осей гальсбантов проверяют вертикальность веревяльного столба. Для этого рядом с вкладышами опорных подушек навешивают один или два отвеса и столб приводят в вертикальное положение при помощи винтовых муфт на тягах гальсбанта, поддерживая домкратом створный конец.

После навески створок выверяют ось вращения, регулируя длину тяг гальсбанта. Створка должна вращаться на вертикальной оси. Отклонение оси вращения створки ворот от вертикали должно быть не более 0,0002 высоты веревяльного столба. Чем точнее выполнена выверка, тем меньше нагрузка на механизм поворота створок и тем лучше условия работы опорных частей и меньше их износ.

Для проверки наклона осей вращения створок нивелируют верх их створных столбов при различных углах поворота створок. Ось вертикальна, если точка, взятая на створном столбе, при вращении створки перемещается в одной горизонтальной плоскости.

При выверке оси вращения для определения изменения длины тяг гальсбантов в верхней части створного столба закрепляют рейку с миллиметровыми делениями n , вращая створку на угол, равный 2α , делают отсчеты по нивелиру в трех положениях створки: h_1, h_2, h_3 .

Изменение длины тяг гальсбантов определяют по формулам (рис. 7.3): для гальсбанта 1

$$R_1 = \left(h_1 - h_3 - \frac{h_1 - h_2}{2 \cos \alpha} \right) \times \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \frac{H}{B};$$

для гальсбанта 2

$$R_2 = \left(h_1 - h_3 - \frac{h_2 - h_1}{2 \cos \alpha} \right) \times \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \frac{H}{B},$$

где h_1, h_2, h_3 — отсчеты на рейке, укрепленной на створном столбе в трех положениях створки, мм; α — половина угла между осями тяг гальсбантов; H — высота створки (от оси гальсбанта до центра шаровой поверхности пяты), мм; B — расстояние от оси вращения до рейки, закрепленной на створном столбе, мм.

При положительных значениях R тягу нужно удлинить, при отрицательных — укоротить. Длину тяг гальсбантов регули-

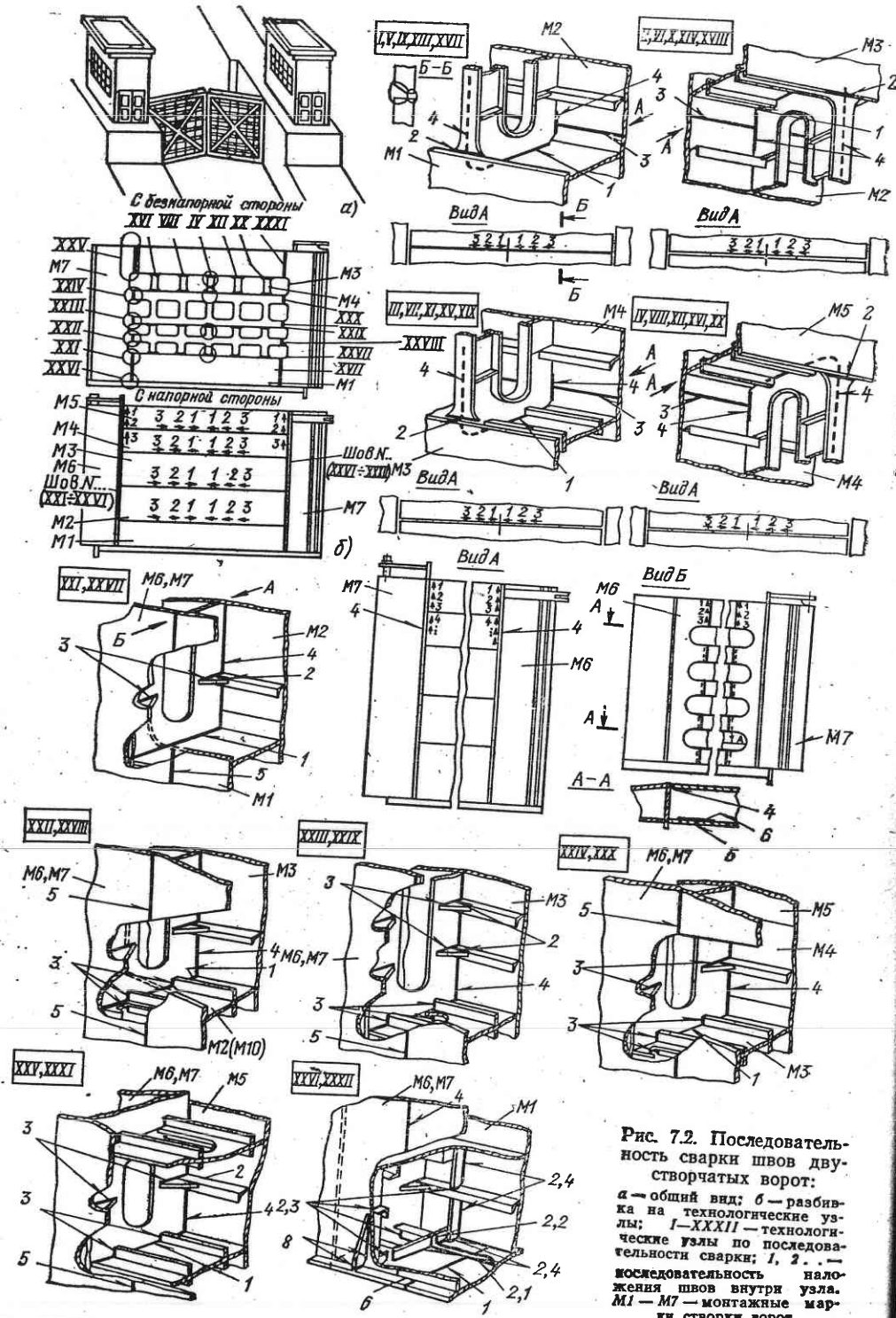


Рис. 7.2. Последовательность сварки швов двустворчатых ворот:
 а — общий вид; б — разбивка на технологические узлы; в — XXXII — технологические узлы по последовательности сварки; 1, 2 — последовательность наложения швов внутри узла. М1 — М7 — монтажные марки створки ворот

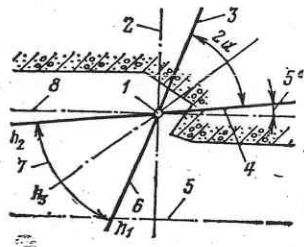


Рис. 7.3. Схема к расчету изменения длины гальсбантов при выверке оси вращения створки ворот:

1 — ось вращения створки; 2 — ось центра пяты; 3 — ось тяги гальсбанта № 1; 4 — ось тяги гальсбанта № 2; 5 — ось шлюза; 6 — ось створки в закрытом положении; 7 — движение створки при выверке вертикальности оси вращения; 8 — ось створки в открытом положении; h_1, h_2, h_3 — положения створки, в которых производится измерения; α — половина угла между осями тяг гальсбантов

Таблица 7.2. Допускаемые отклонения при монтаже ворот (СНиП III-18-75)

Показатели	Допускаемое отклонение
1. Отклонение от проектной отметки верха шаровой поверхности пяты	± 3 мм
2. Смещение центра пяты в направлении, параллельном оси шлюза, или поперек ее	± 4 мм
3. Закладные части гальсбантов: отклонения от вертикали внутренней рабочей поверхности проушины	0,1 мм на 100 мм
смещение вертикальной оси проушин: в направлении тяги	± 3 мм
в перпендикулярном направлении	± 5 мм
4. Отклонение надпятника на нижнем ригеле (в плане)	5 мм
5. Провес створки ворот (разность отметок веревального и створного концов нижнего ригеля)	15 мм
6. Смещение осей каждой пары соприкасающихся подушек створных столбов, а также упорной и закладной подушек на вереве	10 мм
7. Местный зазор между вкладышами упорной и закладной подушек	0,3 мм на участке
8. Смещение середины створных столбов плотно закрытых ворот в сторону верхнего бьефа (в плане) у ригельных ворот:	0,1 длины вкладыша
с металлическими упорными подушками на створных столбах с деревянными створными столбами	2 мм
9. Зазор между верхними опорными подушками стоечных ворот при закрытых створках и прижатых брусках уплотнений к закладным частям короля	От 20 до 35 мм
10. Расстояние от механического упора до закладной части при плотном соприкосновении створных столбов	От 3 до 5 мм
11. Отклонение вершины одного угла в плоскости створки ворот от плоскости, проходящей через вершины трех ее других углов (при высоте створки h)	От 3 до 6 мм
12. Отклонение оси вращения створки ворот от вертикали	4 мм $\pm 0,00025h$
	0,0002 высоты веревального столба

руют, когда они разгружены, т. е. когда ось створки совмещена с осью второй тяги.

После окончания выверки положение стяжных муфт фиксируют кернами, чтобы их положение можно было проверить как во время монтажа, так и в дальнейшем при эксплуатации. После окончания выверки оси вращения проводят контрольное нивелирование верхней части створного столба и строят график его створного положения (в зависимости от угла поворота створки).

Закладные опорные подушки, закрепленные на закладной колонне, выверяют по парным с ними упорным подушкам на веревальном столбе при закрытом положении ворот. После выверки подушек выверяют и закрепляют вкладыши в подушках, прижимая вкладыши к подушкам установочными винтами. Аналогично устанавливают вкладыши створных подушек. Составляют формуляр установки вкладышей, в котором указывают размеры зазоров между вкладышами и подушками по всем четырем углам каждого вкладыша и после этого производят заливку их баббитом.

Чтобы баббит лучше заполнял щель, подушки и вкладыши перед заливкой нагревают до 240—250 °С. Подушки и вкладыши нельзя разогревать открытым ацетиленокислородным пламенем, так как местный перегрев вызывает коробление вкладышей.

Для получения хорошего качества заливаемого баббита необходимо выдерживать температурный интервал в начале и в конце заливки. Температура расплавленного баббита перед заливкой должна быть выше верхней критической температуры плавления, но не более чем на 30—50 °С. Баббит удобно плавить в электрических печах со съемным тиглем. Для уменьшения окисления расплавленного баббита в тигле его поверхность засыпают высушенным древесным углем (слоем до 30 мм).

Температуру расплавленного баббита и нагреваемых подушек контролируют с помощью термометрических термометров. Один из них устанавливают в тигле, второй — в зазоре между подушкой и вкладышем.

При заливке баббитом соблюдают следующие правила: проверяют подмости и люльки — они должны быть якорными и устойчивыми; удостоверяются, что в щелях между вкладышем и корпусом подушки нет влаги. Необходимо обеспечить хороший прогрев опор, чтобы не разбрызгивался баббит. Нельзя поднимать расплавленный металл над головами работающих или заливать металл, когда люди находятся внизу.

После заливки вкладышей на створках монтируют уплотнения, затем к закрепленным на створках уплотнениям прикрепляют закладные части, которые служат плоскостями уплотнений. Штрабы и закладные части для примыкания уплотнений бетонировать. После выдержки бетона монтажные крепления, соединяющие закладные части с уплотнениями, срезают.

Смонтированные ворота должны быть смонтированы с допусками, не превышающими значений, приведенных в табл. 7.2.

7.2. МОНТАЖ ОТКАТНЫХ ВОРОТ

Односторчатые откатные ворота собирают, как правило, в камере шлюза. В нише ворота собирают редко, в основном из-за небольших габаритов ниш, а иногда из-за расположения над нишами помещений для механизмов.

Ворота монтируют так, чтобы не преграждать вход и въезд в камеру по дну. Сначала собирают лишь часть ворот, например $\frac{2}{3}$ со стороны ниши, оставляя проезд в противоположном устье. Затем ворота вкатывают в нишу на длину, которая необходима для проезда, и заканчивают сборку. При такой сборке нижний ригель устанавливают на временные салазки, которые могут скользить по нижним

путям. Верхний ригель консольной частью опирают на верхнюю холодную эксплуатационную тележку, которая перемещается по верхним путям.

После сборки ворот на всю высоту в пределах $\frac{2}{3}$ пролета их отодвигают в сторону ниши и заканчивают сборку последней части откатных ворот. Перед началом сборки этой части на пути устанавливают нижнюю тележку, на которую затем опирают конец ригеля. После укладки и выверки нижнего ригеля подгоняют и сваривают его стыки, затем продолжают сборку вверх по ярусам.

Проезд в камеру закрывают только на время, необходимое для подгонки уплотнения и опорного бруса (или металлических опорных подушек, опирающихся на закладные подушки).

Односторчатые ворота тяжелого типа, передающие давление воды не на устои, а на флотбет, имеют более сложное по расположению (наклонные) закладные рельсы. Такие ворота монтируют, как правило, с помощью гусеничных кранов, установленных на флотбете. Монтаж начинают с установки на рельсы опорных балансирных тележек. Затем монтируют несущие поперечные фермы, балочную клетку с обшивкой и крестовые связи, соединяющие несущие и поперечные фермы. В последнюю очередь устанавливают верхний ригель створки. Ворота сваривают после выверки геометрии створки.

7.3. МОНТАЖ СЕГМЕНТНЫХ ПОЛНОПОВОРОТНЫХ ВОРОТ

До монтажа ворот должны быть смонтированы опорные шарниры и закладные части под уплотнения. Монтаж ворот начинают со сборки опорных дисков. Диски собирают из отдельных марок на подготовленной площадке. Каждый собранный диск устанавливают краном на консольную опору и затем сдвигают в крайнее положение к опорам, чтобы удобнее было монтировать сегмент. Опорные диски прикрепляют от поворота временными упорами, которые опираются на бетон через металлический лист, смазанный солидолом. Затем монтируют сегмент (рис. 7.4), опорные диски подтягивают к торцам сегмента и стыкуют с ним. Для этого используют фаркопы и болты на крышке опоры, причем временные упоры опорных дисков скользят по листам, смазанным солидолом. На один из дисков затвора устанавливают с двух сторон откидные подхваты, которые удерживают затвор при ремонтных работах, временные упоры срезают и в опорные диски заливают бетонный балласт. После монтажа механизмов подъема подгоняют уплотнения, устанавливают отбойную раму и сдают смонтированный затвор комиссии.

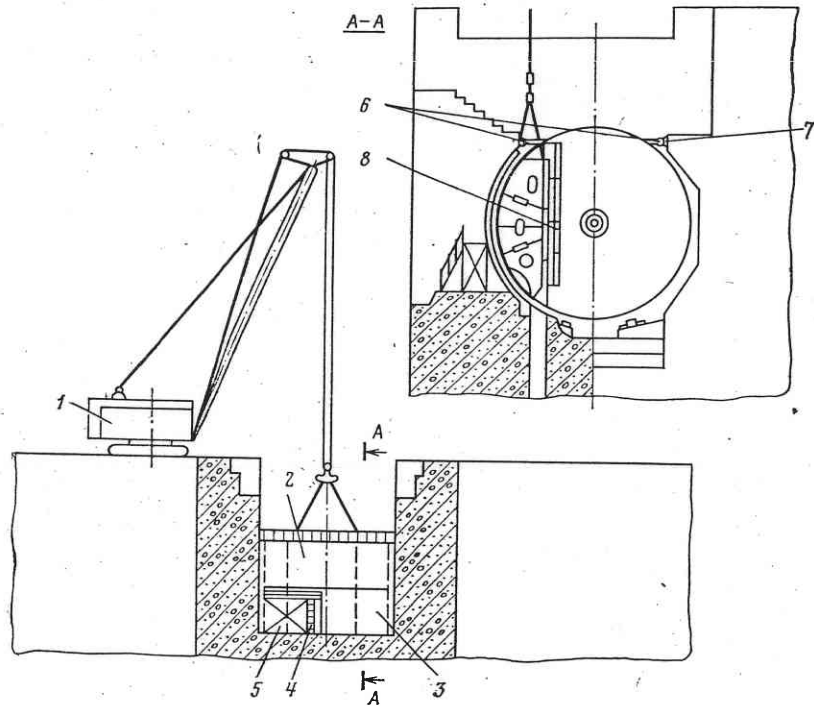


Рис. 7.4. Монтаж сегментных полноповоротных ворот:
1 — гусеничный кран; 2 — верхняя марка; 3 — нижняя марка; 4 — приставная лестница; 5 — переставные подмости; 6 — временные опоры; 7 — лист, смазанный солидолом; 8 — навесная лестница

Глава 8

МОНТАЖ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МЕХАНИЗМОВ

8.1. МОНТАЖ БЕТОНОВОЗНОЙ ЭСТАКАДЫ

На строительстве гидротехнических сооружений применяют три способа монтажа бетоновозных эстакад: пионерный — от берегов сооружения, с нижних отметок сооружения и смешанный. Как правило, эстакады монтируют с помощью кранов, которые заняты на укладке бетона и производстве строительного-монтажных работ. Однако в зависимости от конструкции эстакады, ее пролетов и массы монтажных элементов для монтажа балок пролетных строений применяют такелажные схемы, специальные монтажные краны и механизмы.

Наиболее широкое распространение получил монтаж эстакад пионерным способом. Пионерным способом с помощью специальных монтажных кранов СМК-80/30 монтировали бетоновозные эстакады Братской и Усть-Илимской ГЭС.

Главная бетоновозная эстакада Братской ГЭС представляла собой металлический мост на башенных пилонах, на которые в два яруса были установлены пролетные строения. На верхнем ярусе эстакады находились железнодорожные пути нормальной колеи, крановые пути двухконсольных бетоноукладочных кранов с колес 15,7 м и портално-стреловых кранов с колес 11,5 м и деревянный настил для автотранспорта. В нижнем ярусе с низовой

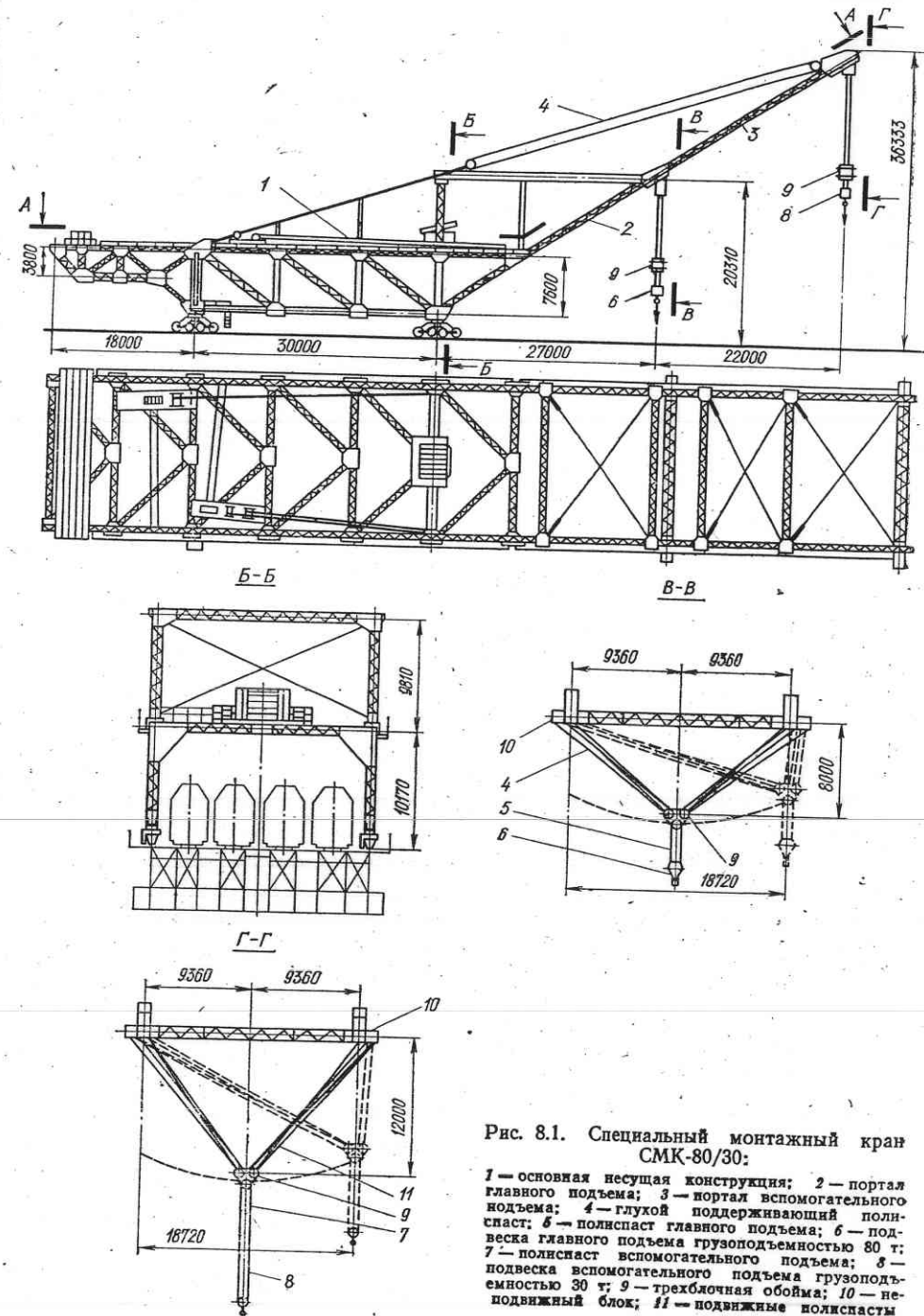
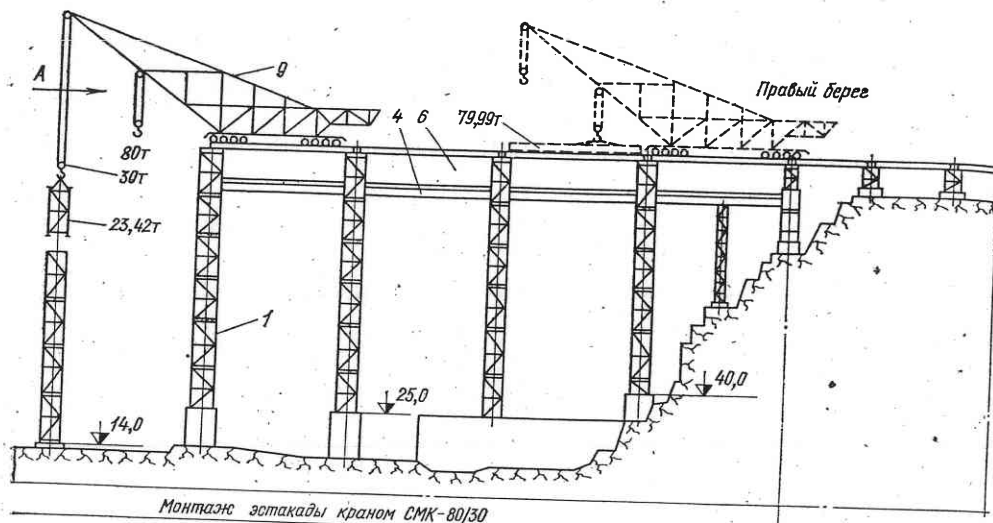


Рис. 8.1. Специальный монтажный кран СМК-80/30:

1 — основная несущая конструкция; 2 — портал главного подъема; 3 — портал вспомогательного подъема; 4 — глухой поддерживающий полиспаст; 5 — полиспаст главного подъема; 6 — подвеска главного подъема грузоподъемностью 80 т; 7 — полиспаст вспомогательного подъема; 8 — подвеска вспомогательного подъема грузоподъемностью 30 т; 9 — трехлопчатая обойма; 10 — неподвижный блок; 11 — подвижные полиспасты



Вид А

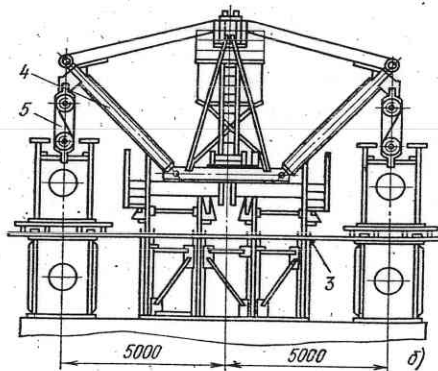
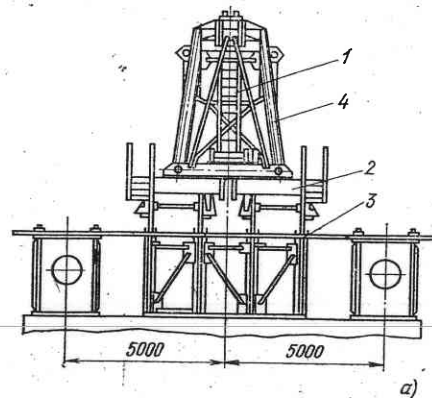
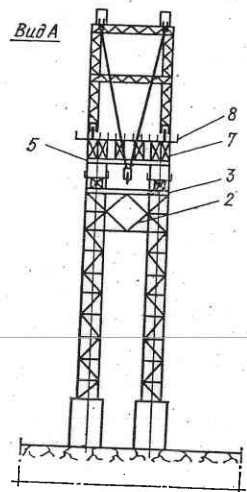


Рис. 8.2. Монтаж главной бетоновозной эстакады Братской ГЭС:

1 — пилон; 2 — верхняя распорка; 3 — нижний ригель; 4 — нижнее пролетное строение; 5 — верхний ригель; 6 — верхнее пролетное строение; 7 — подкрановые балки; 8 — настил; 9 — кран СМК-80/30

Рис. 8.3. Монтажный механизм грузоподъемностью 2×2×35 т:

а — в рабочем положении; б — в нерабочем положении; 1 — портал; 2 — железнодорожные платформы; 3 — инвентарные пути; 4 — стрелы; 5 — полиспасты

стороны располагался железнодорожный путь, а с верховой — односторонний автопроезд. Ширина эстакады 18,7 м, наибольшая высота в русловой части 87,4 м. Пролетные строения выполнены в виде двутавровых разрезных балок сплошного сечения. Монтаж эстакады был начат с правого берега самоходным стреловым краном К-252 грузоподъемностью 25 т. Затем на колее 18,72 м был смонтирован специальный монтажный кран СМК-80/30 грузоподъемностью 80 т на вылете 27 м и 30 т на вылете 49 м (рис. 8.1). Масса крана 5,71 т. Поворотная стрела в кране заменена выносной конструкцией в виде наклонного портала, обеспечивающего необходимый вылет двум грузовым подвескам крана. Грузы в поперечном направлении (относительно оси передвижения крана) перемещаются изменением длины боковых полиспастов в пределах ширины наклонного портала, в продольном направлении — перемещением крана по подкрановым путям.

Металлоконструкции главной бетоновозной эстакады общей массой 27 500 т укрупнялись на приобъектной базе. Стыки монтажных элементов клепаные. В месяц максимально укрупнялось до 1500 т конструкций. К месту установки укрупненные элементы эстакады длиной до 44 м и массой 60 т транспортировали на специально оборудованных сцепках из трех платформ. Монтировали эстакаду в такой последовательности (рис. 8.2): кран СМК-80/30 устанавливал пилоны на всю высоту, затем верхнюю распорку пилонов, нижний ригель, пролетное строение нижнего яруса, верхний ригель, пролетное строение верхнего яруса и, наконец, панели деревянного настила. За один месяц монтировалось до 2000 т металлоконструкций.

Пионерным способом с двух берегов с помощью башенных кранов БК-1000 грузоподъемностью 50 т на вылете стрелы 20 м монтировалась верховая бетоновозная эстакада Зейской ГЭС. Эстакада длиной 597,5 м конструктивно была разделена на 21 пролет с шагом 24,30 и 31,5 м; ширина проезжей части 16,2 м, наибольшая высота опор в русловой части составляла 77,5 м. Пролетное строение состояло из автодорожных сварных двутавровых балок, попарнообъединенных связями, и подкрановых сварных балок коробчатого сечения. Стыки всех элементов конструкций эстакады выполнены на высокопрочных болтах. Общая масса металлоконструкций эстакады составляла 8703 т. Укрупнение балок пролетных строений производилось на приобъектной базе. К месту установки балки доставлялись автотранспортом. Помимо башенного крана БК-1000 грузоподъемностью 50 т на монтаже эстакады применяли специальный монтажный механизм грузоподъемностью

2×70 т, который устанавливал одновременно две подкрановые балки массой 120 т.

Механизм представляет собой подъемное устройство, установленное на двух железнодорожных платформах, передвигающихся с помощью тягового полиспаста по инвентарным путям, установленным на автодорожные балки до устройства деревянного настила в монтируемом пролете (рис. 8.3). Четыре грузовые трубчатые стрелы механизма попарно, с каждой стороны вдоль путей, объединены распорками и канатными тягами, прикрепленными к portalу на постоянном вылете 5 м. Одновременность подъема и опускания двух балок достигается синхронной работой двух пар полиспастов, объединенных одним канатом на две подъемные электрические лебедки.

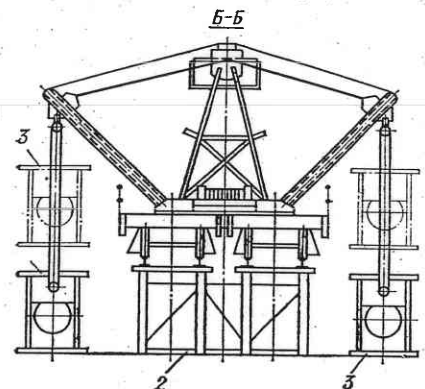
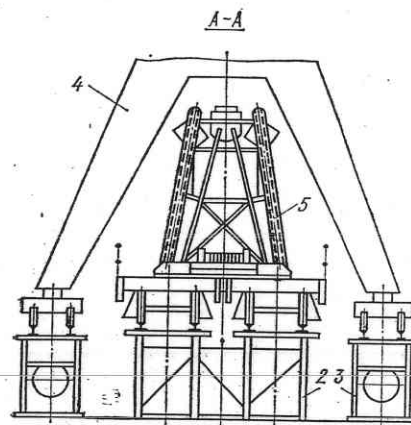
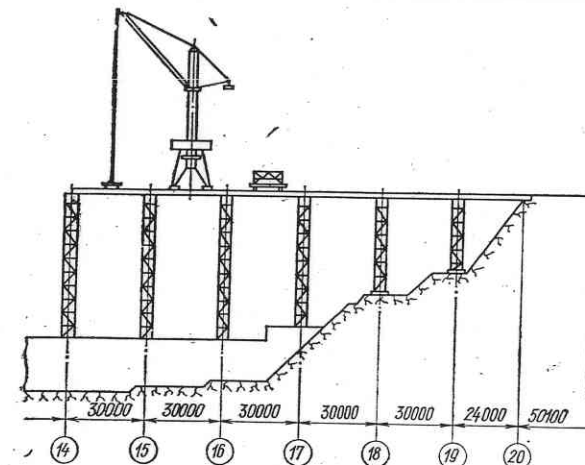
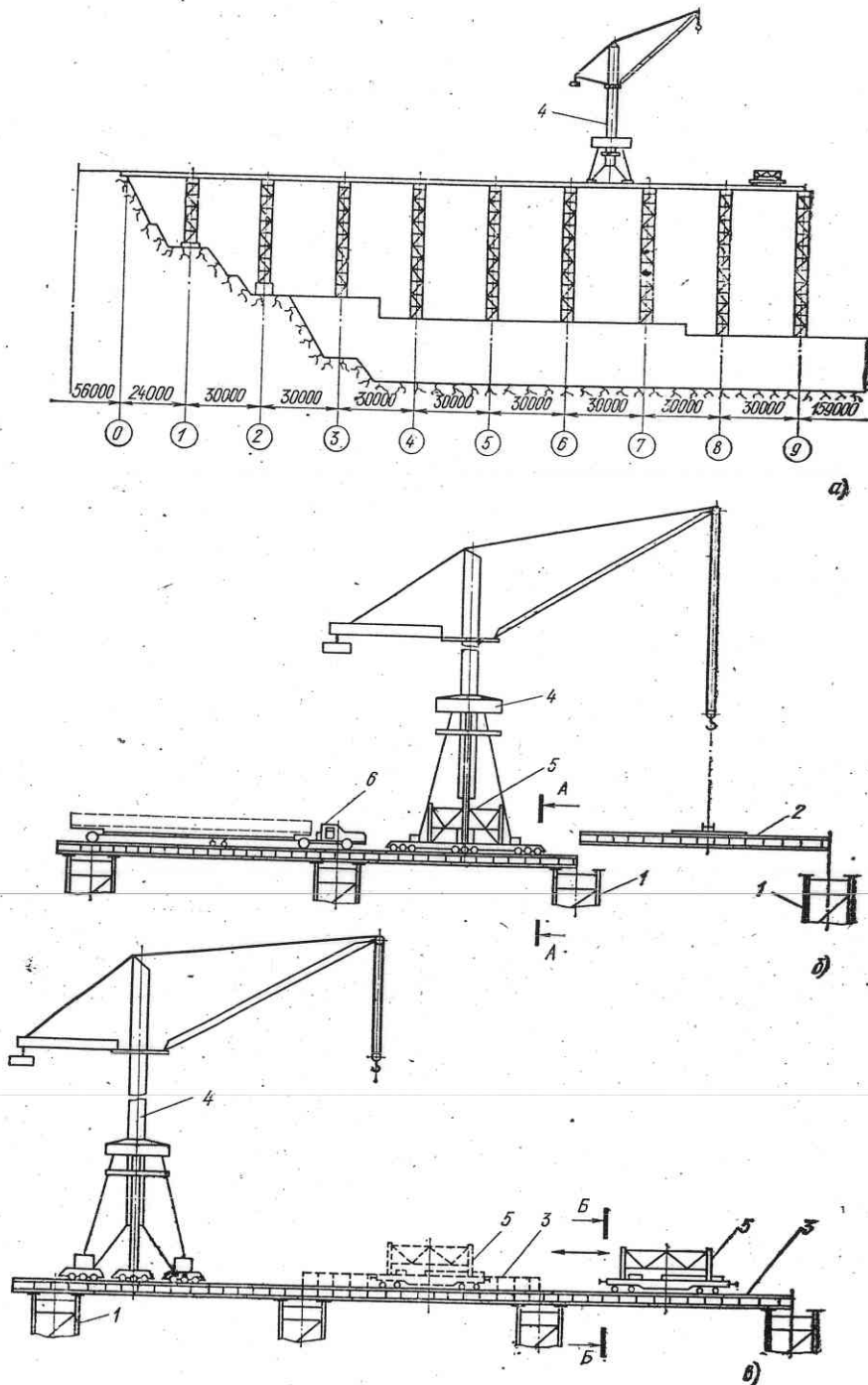
Монтаж эстакады выполняется следующим образом (рис. 8.4). Краном БК-1000 монтируется опора и автодорожные пролетные строения, на которые укладываются секции инвентарных путей монтажного механизма. Кран отъезжает от монтируемого пролета и раскладывает в первом пролете подкрановые балки для строповки их механизмом. Механизм со стрелами в нерабочем положении проезжает под порталом крана, поднимает две подкрановые балки, переезжает в монтируемый пролет и устанавливает балки на место. Инвентарные пути с автодорожных балок снимаются и в пролетном строении устраивается деревянный настил для автотранспорта.

Монтаж эстакад с использованием специального монтажного механизма более экономичный, а благодаря тому, что строительные и бетоноукладочные краны могут находиться в смежном пролете, это обеспечивает более широкий фронт строительства сооружения.

8.2. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ БАШЕННЫХ КРАНОВ КБГС-450 И КБГС-1000 ПО ВЕРТИКАЛИ БЕЗ РАЗБОРКИ

Перемещение бетоноукладочных кранов КБГС-450 и КБГС-1000 по вертикали без полной их разборки производится в следующей последовательности (рис. 8.5):

- башня крана с поворотным оголовком опускается на специальную опору, раскрепляется четырьмя расчалками полиспастами и электрическими лебедками и обстраивается специальным механизмом подъема портала;
- портал крана поднимается вдоль башни на требуемую высоту и устанавливается на подкрановые балки;
- башня крана с поворотным оголовком выдвигается и закрепляется в портале. Полиспасты расчалок башни распускаются синхронно с подъемом башни.



Для опускания и подъема башни с поворотным оголовком используется механизм подъема башни, поставляемый заводами-изготовителями в комплекте крана. Механизм подъема крана КБГС-450 состоит из четырех парнообъединенных полиспастов грузоподъемностью по 50 т каждый.

Верхние блоки полиспастов подвешены к portalу, а нижние закреплены к специальным балкам, устанавливаемым последовательно секциям башни при ее подъеме или опускании. Блоки полиспастов механизма запасованы через отводные ролики одним концом на две электрические лебедки грузоподъемностью по 7,5 т. Механизм подъема портала аналогичен механизму подъема башни, но в полиспастных блоках используется меньшее число роликов на грузоподъемность, равную массе поднимаемого портала. Верхние полиспастные блоки механизма подъема портала закрепляются к специальным балкам, установленным на башне крана ниже поворотного оголовка, а нижние полиспастные блоки закрепляются к проушинам, сваренным в портал. Механизмы подъема башни и портала крана КБГС-1000 также представляют собой уравновешенные полиспастные системы.

Полная высота башни крана КБГС-450 обеспечивает его перемещение по вертикали без разборки на 19 м, а высота башни крана КБГС-1000 — на 16,5 м (рис. 8.6).

Для перемещения крана КБГС-450 на высоту до 43 м башня крана увеличивается на три дополнительные секции, а для перемещения крана КБГС-1000 на высоту до 24 м башня крана устанавливается на специальную металлическую подставку высотой 7,5 м.

При строительстве высоких сооружений бетоноукладочные краны часто устанавливают в специальные ниши (рис. 8.7). В этом случае краны перемещаются с использованием заводского портала крана с шагом 21 м по высоте, если позволяют

Рис. 8.4. Монтаж верхней бетоновозной эстакады Зейской ГЭС;

а — схема эстакады; б — монтаж автодорожных балок; в — монтаж подкрановых балок; 1 — опора; 2 — автодорожная балка; 3 — подкрановая балка; 4 — кран БК-1000; 5 — монтажный механизм; 6 — автомобильный тягач с прицепом

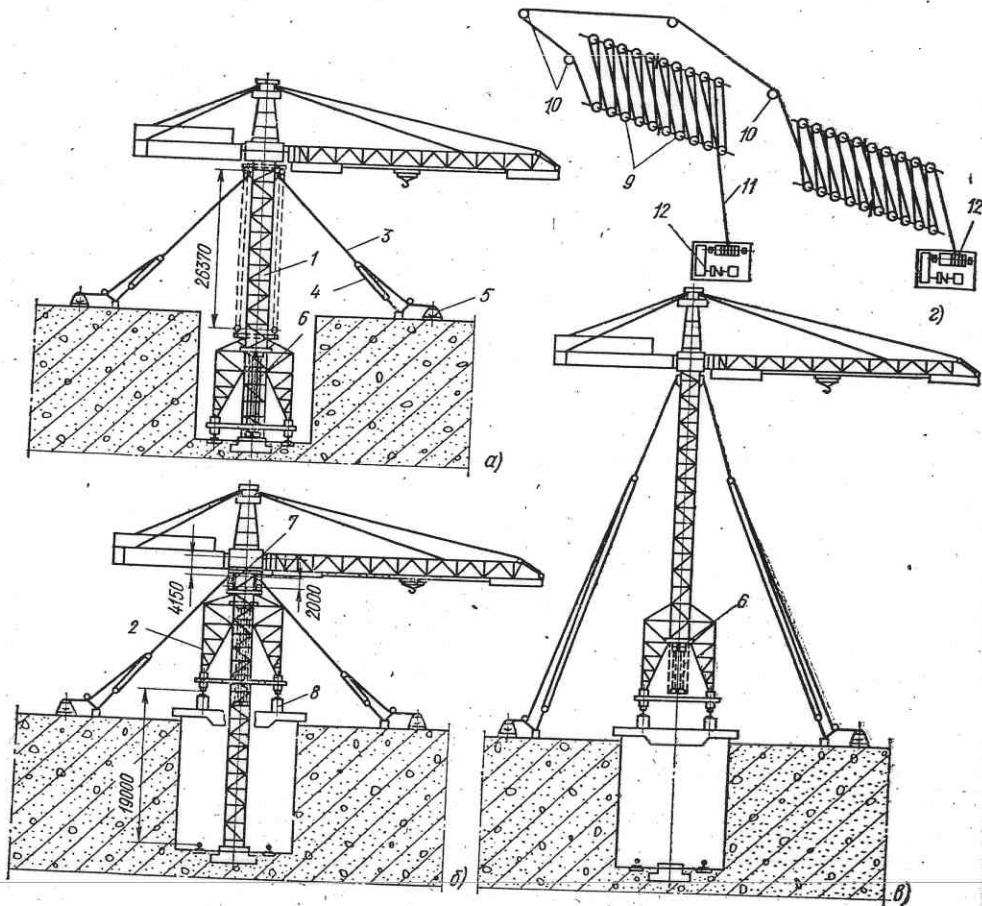


Рис. 8.5. Перемещение кранов КБГС-450 и КБГС-1000 по вертикали:
 а — опускание башни на опору; б — подъем портала; в — выдвижение и закрепление башни в портале;
 г — схема механизма подъема башни крана КБГС-450; 1 — башня с поворотным оголовком; 2 — портал; 3 — расчалки; 4 — подпалы; 5 — электрические лебедки; 6 — механизм выдвижения башни; 7 — механизм подъема портала; 8 — подкрановые балки; 9 — полиспаст грузоподъемностью 50 т; 10 — отводной ролик; 11 — канат; 12 — электрические лебедки грузоподъемностью 7,5 т

габариты пазухи, или специального портала с шагом 19,5 м по высоте, если габариты пазухи меньше заводского портала (рис. 8.7,б). В обоих случаях башня крана при подъеме и опускании опирается на специальную поворотную балку, подвешенную к нижней секции башни, а портал — на откидные консоли, заделанные в бетон стенок пазухи (в случае заводского портала) или прикрепленные к специальному portalу. Поворотные балки опираются на металлические консоли, выпущенные из стенок пазух, или на закладные металлические опоры в штрабах стенок.

Рис. 8.7. Перемещение кранов КБГС-450 в пазухах сооружений:

а — перемещение крана с использованием заводского портала; б — перемещение крана с использованием специального портала; 1 — поворотная балка; 2 — консоли под балку; 3 — откидные консоли под заводской портал; 4 — специальный портал; 5 — штрабы под поворотную балку; 6 — закладные части под откидные консоли; 7 — закладные части под поворотную балку

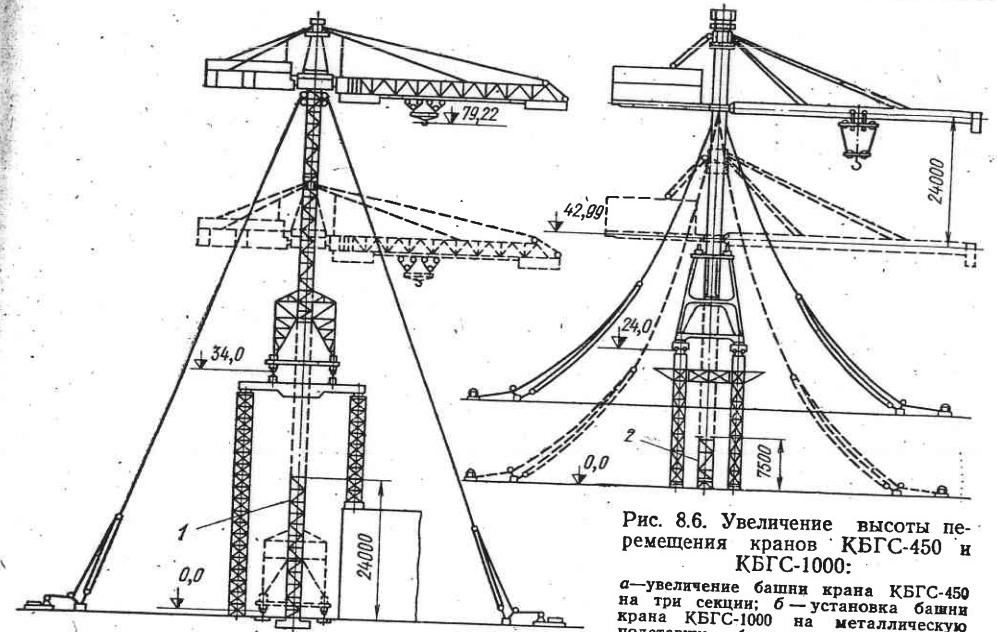
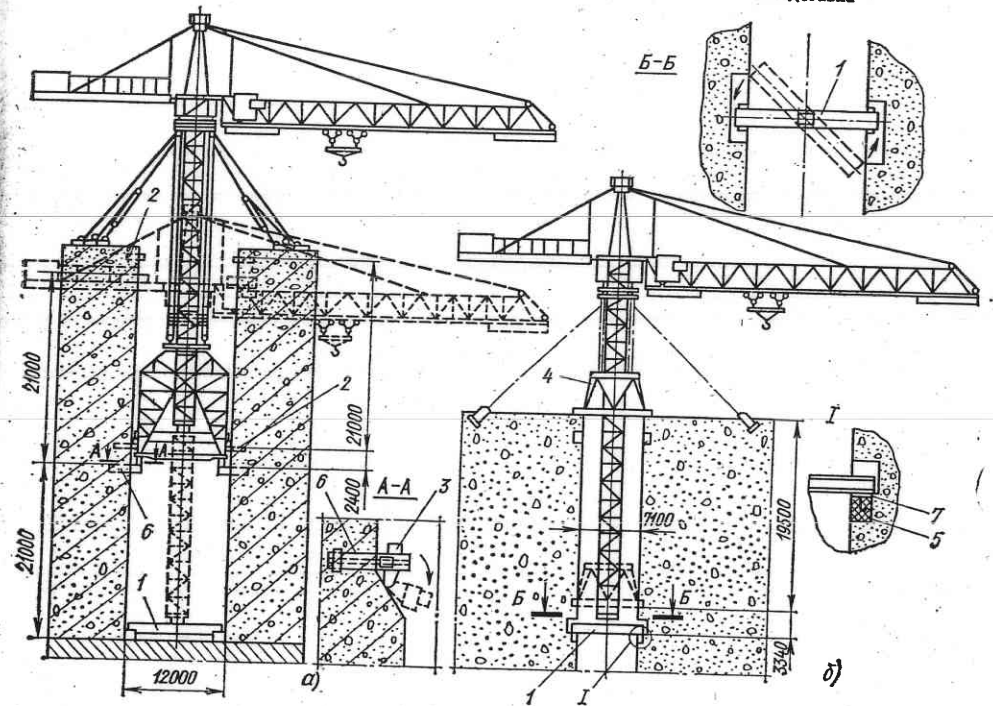


Рис. 8.6. Увеличение высоты перемещения кранов КБГС-450 и КБГС-1000:

а — увеличение башни крана КБГС-450 на три секции; б — установка башни крана КБГС-1000 на металлическую подставку; 1 — секции башни; 2 — подставка



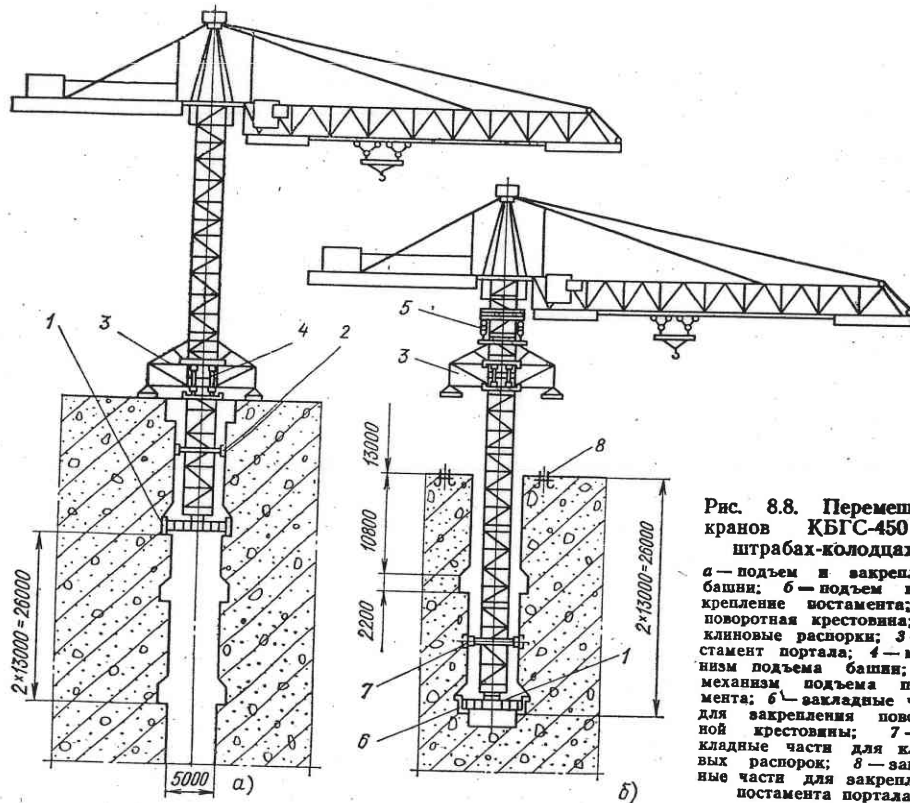


Рис. 8.8. Перемещение кранов KBGC-450 в штрабах-колодцах:

а — подъем и закрепление башни; б — подъем и закрепление постаментов; 1 — поворотная крестовина; 2 — клиновые распорки; 3 — постамент портала; 4 — механизм подъема башни; 5 — механизм подъема постаментов; 6 — закладные части для закрепления поворотной крестовины; 7 — закладные части для клиновых распорок; 8 — закладные части для закрепления постаментов портала

Если размеры ниши, оставляемой в теле сооружения, не позволяют разместить в ней портал крана, то башня крана опирается на специальную поворотную крестовину, прикрепленную к нижней секции, и раскрепляется клиновыми распорками к закладным металлическим частям, устанавливаемым в стенах штрабы-колодца.

Поворотная крестовина опирается на металлические закладные части, установленные в нишах стен штрабы-колодца. От заводского портала используется только постамент, который подвешивается в крайнее верхнее положение на механизме подъема портала. Порядок перемещения крана по вертикали с шагом 13 м следующий (рис. 8.8):

постамент опускается на бетон и закрепляется к закладным частям;

башня освобождается от раскрепления клиньями, поворотная крестовина — от закрепления к закладным частям и башня с развернутой крестовиной поднимается на высоту 13 м. Заводской механизм подъема

башни заменяется специальным механизмом;

крестовина разворачивается в нише, закрепляется к закладным частям и башня расклинивается;

постамент освобождается от закрепления к закладным частям, поднимается в крайнее верхнее положение и закрепляется.

Монтажное оборудование и оснастка для перемещения кранов приведены в табл. 8.1.

8.3. УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫСОТЫ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ КРАНОВ

Увеличение высоты подъема башенных кранов KBGC-450 без изменения грузовой характеристик может быть временно осуществлено за счет увеличения высоты портала или башни. Широкое распространение получило увеличение высоты подъема за счет увеличения высоты башни. В пределах несущей способности крана высо-

Таблица 8.1. Монтажное оборудование и оснастка для перемещения кранов KBGC-450 и KBGC-1000 по вертикали

Схема перемещения	Оборудование и оснастка
I. На полную высоту башни (рис. 8.5). Высота подъема 19 м	Кран KBGC-450 1. Расчалки с полиспадами, электрическими лебедками и якорями — 4 компл. 2. Механизм подъема портала 3. Механизм подъема башни — заводская подставка 4. Подкрановые балки — 2 шт. 1. Пункты 1—4 по схеме I
II. На увеличенную высоту до 43 м (рис. 8.6)	Кран KBGC-450 1. Пункты 1—4 по схеме I 2. Дополнительные секции башни — 3 шт.
III. В паузах сооружений с использованием заводского портала (рис. 8.7, а). Шаг подъема 21 м	Кран KBGC-450 1. Пункты 1—3 по схеме I 2. Откидные консоли под портал — 4 шт. 3. Закладные части под откидные консоли — количество по числу перемещений 4. Поворотная балка — 1 шт. 5. Консоли под поворотную балку — количество по числу перемещений
III. В паузах сооружений с использованием специального портала (рис. 8.7, б). Шаг подъема 19,5 м	Кран KBGC-450 1. Пункты 1—3 по схеме I 2. Специальный портал с откидными консолями — 1 шт. 3. Закладные части для закрепления портала — количество по числу перемещений 4. Поворотная балка — 1 шт. 5. Закладные части под поворотную балку — количество по числу перемещений
IV. В штрабах-колодцах (рис. 8.8). Шаг подъема 13 м	Кран KBGC-450 1. Механизм подъема постаментов портала 2. Механизм подъема башни 3. Поворотная крестовина — 1 шт. 4. Закладные части для закрепления поворотной крестовины — количество по числу перемещений 5. Клиновые распорки — 2 компл. 6. Закладные части для клиновых распорок — количество по числу перемещений 7. Закладные части для закрепления постаментов портала — количество по числу перемещений
I. На полную высоту башни (рис. 8.5). Высота подъема 16,5 м	Кран KBGC-1000 1. Расчалки с полиспадами, электрическими лебедками и якорями — 4 компл. 2. Механизм подъема портала 3. Механизм подъема башни — заводская подставка 4. Подкрановые балки — 2 шт. 1. Пункты 1—4 по схеме I
II. На увеличенную высоту до 24 м (рис. 8.6, б)	Кран KBGC-1000 2. Специальная подставка — 1 шт.

та башни может быть увеличена на три дополнительные секции, при этом высота подъема крана увеличивается на 24 м. Для обеспечения собственной и грузовой устойчивости кран крепится к строящемуся сооружению жесткой металлической связью (рис. 8.9). Кран монтируется обычным способом: на высоте 35,52 м устанавливается жесткая связь, которая одним концом прикрепляется к закладным частям, установленным в сооружение, другим — в обхват башни крана. В местах обхвата устанавливаются упоры, обеспечивающие необходимые зазоры для подъема

и опускания башни и плотное прилегание связи к башне при работе крана.

Высота подъема стреловых кранов увеличивается путем удлинения стрелы за счет специальных вставок. При этом, как правило, для сокращения собственной и грузовой устойчивости крана производится снижение грузоподъемности крана.

Увеличение расчетной (паспортной) грузоподъемности стрелового крана может быть выполнено путем расчленивания его стрелы полиспадами. При этом стреловой полиспада должен быть выведен из работы и вся нагрузка по удержанию и переме-

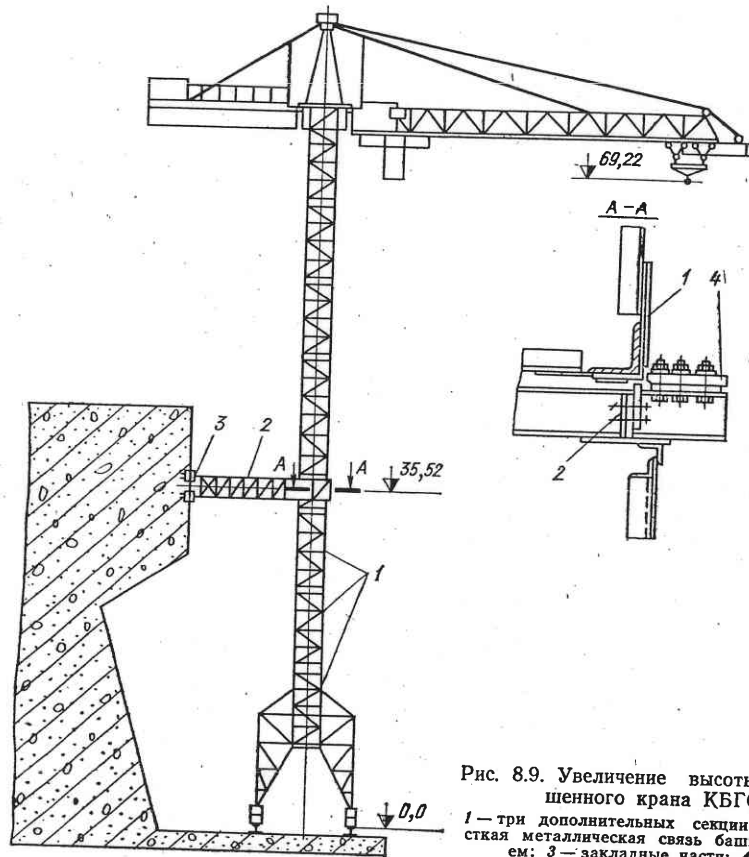
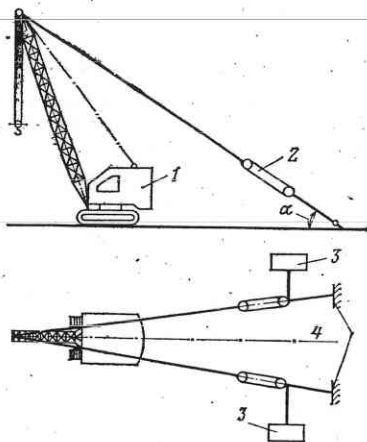


Рис. 8.9. Увеличение высоты подъема башенного крана КБГС-450:

1 — три дополнительных секции башни; 2 — жесткая металлическая связь башни с сооружением; 3 — закладные части; 4 — упоры



щению стрелы передается на полиспастную систему (рис. 8.10).

Усилие, передаваемое на стрелу, может изменяться путем изменения угла наклона полиспастов и вылета стрелы.

Благодаря изменению характера закрепления стрелоподдерживающей системы, а также полному использованию несущей способности металлоконструкций на промежуточных вылетах грузоподъемность крана с расчаленной стрелой может быть увеличена по сравнению с грузоподъемностью базового крана. Грузоподъемность кранов с расчаленной стрелой рассчитывают для каждого случая.

Рис. 8.10. Кран с временно расчаленной стрелой (без поворотной платформы):

1 — монтажный кран; 2 — полиспаст; 3 — лебедка; 4 — якоря

Поворот платформы крана при данной схеме не допускается.

Госгортехнадзором СССР разрешено применять стреловые краны с временно расчаленными стрелами при условии использования их в соответствии с ПИР, оставленным специализированной организацией и согласованным с Госгортехнадзором в установленном порядке. В этом проекте должны содержаться также указания по обеспечению безопасного производства работ.

8.4. ПОДЪЕМ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГРУЗОВ ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ, УВЕЛИЧИВАЮЩИМ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ БАШЕННОГО КРАНА

Использование Г-образного приспособления с башенным краном позволяет поднимать конструкции и оборудование, масса которых превышает паспортную грузоподъемность крана в 2—3 раза. Масса такого приспособления составляет 9—10% массы крана.

Этот способ применяют при подъеме и перемещении в пределах зоны между краном и опорной стойкой, когда грузоподъемность и высота имеющихся на площадке кранов и такелажных грузоподъемных устройств недостаточны.

В состав подготовительных работ, кроме указанных в общих требованиях, вхо-

дят изготовление Г-образного приспособления, а также сборка и подъем этого приспособления в проектное положение и его демонтаж.

Подъемное приспособление (рис. 8.11) состоит из ригеля опорной стойки, грузовых полиспастов и траверсы.

Ригель изготавливается из стальных секций прямоугольного сечения. Опорная стойка может быть выполнена в виде мачты, опирающейся шаровой опорой на подпятник башмака, или в виде А-образного шевра, устанавливаемого на рельсовый путь.

Г-образное приспособление, полностью собранное на площадке, устанавливается в проектное положение самим башенным краном. Для этого ригель, прикрепленный к опорной стойке приспособления, стропится в двух точках за средние секции к крюку крана и поднимается из горизонтального положения в проектное. Один конец ригеля опирается на опорные подвески на башне крана, а другой шарнирно соединен со стойкой при помощи оси, в результате чего вертикальная нагрузка от ригеля на ногу передается центрально.

На концах ригеля расположены опоры, к которым стропами крепятся два грузовых полиспаста. К грузовым полиспастам с помощью траверсы подвешивается поднимаемый груз. Сбегающие нитки полиспастов направляются через отводные ролики, расположенные на ригеле и на верхней части стойки приспособления, на установленные внизу грузовые лебедки.

Этим же приспособлением с башенным краном возможно осуществлять монтаж тяжелых конструкций и оборудования. Для этого кран с приспособлением устанавливается так, чтобы продольная ось совпадала с центром фундамента монтируемого оборудования и место строповки располагалось в одной вертикальной плоскости с продольной осью ригеля. Застропленный через траверсу груз поднимают, перемещают вдоль ригеля и устанавливают в проектное положение с помощью грузовых полиспастов.

Горизонтальные составляющие усилий, возникающие от натяжения полиспастов, воспринимаются ригелем и не передаются на башню крана и стойку приспособления. При монтаже конструкций и оборудования кран закрепляется противоугонными устройствами.

Г-образное приспособление перемещается на новую стойку самим башенным краном.

Подъем грузов одновременно двумя кранами следует производить с помощью балансирных устройств, обеспечивающих распределение нагрузок на каждый кран в соответствии с их грузоподъемностью. При отсутствии балансирных траверс необходимо следить за равномерностью

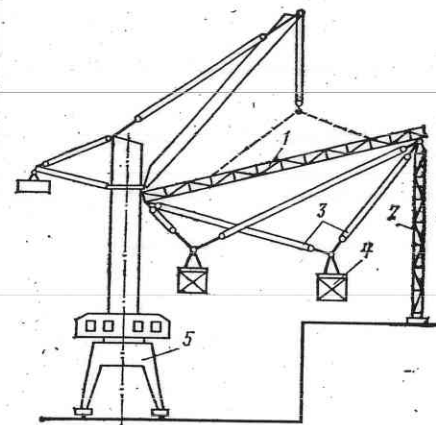


Рис. 8.11. Подъем и перемещение груза Г-образным приспособлением с башенным краном:

1 — ригель; 2 — опорная стойка; 3 — грузовые полиспасты; 4 — траверса; 5 — кран БК-1000

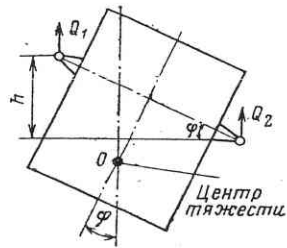


Рис. 8.12. Расчетная схема подъема груза двумя кранами

кодема груза кранами и расположением его оси строго по вертикали.

Для обеспечения безопасности ведения работ спаренными кранами при подъеме необходимо:

чтобы центр тяжести груза был ниже мест строповки;

исходя из запаса грузоподъемности крана, заранее определить предельно допустимый угол отклонения оси опоры от вертикали и разность отметок мест строповки при неравномерной работе кранов (рис. 8.12);

определить дополнительную пригрузку кранов от этого перекоса.

Глава 9

МОНТАЖНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

9.1. СПЕЦИАЛЬНЫЕ БАШЕННЫЕ КРАНЫ

Специальные башенные краны, применяемые в гидротехническом строительстве (КБГС), отличаются от общестроительных

башенных кранов высокой грузоподъемностью, большей зоной обслуживания, способностью перемещать грузы до 50 т с высокими и малыми посадочными скоростями.

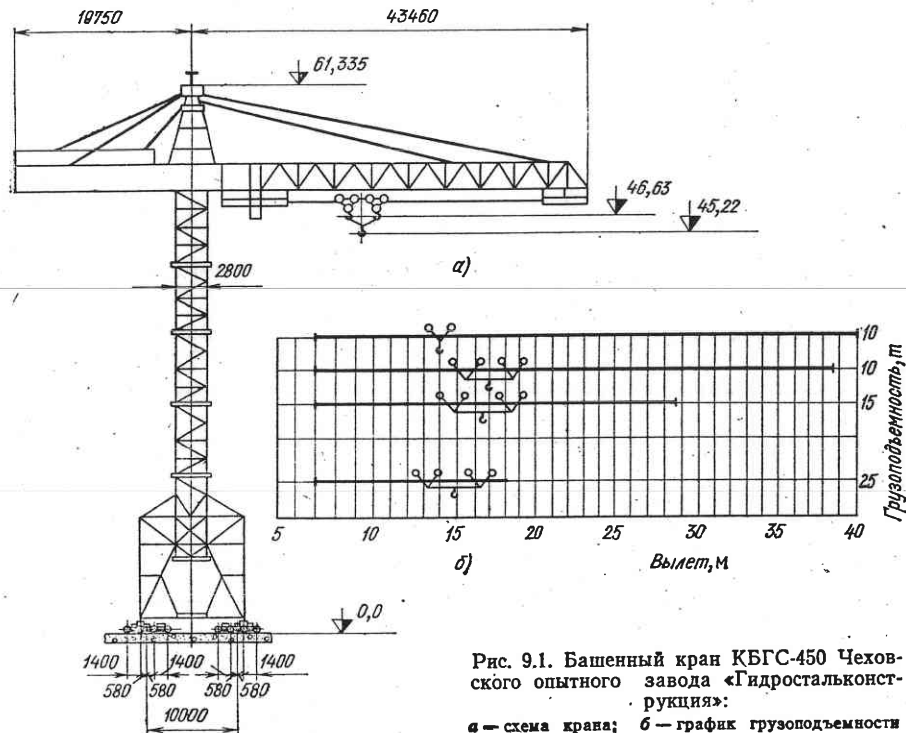


Рис. 9.1. Башенный кран КБГС-450 Чеховского опытного завода «Гидростальконструкция»: а — схема крана; б — график грузоподъемности

Таблица 9.1. Технические данные крана КБГС-450

Показатели	Значения	Показатели	Значения
При работе спаренными тележками		Вылет стрелы минимальный, м	8,4
Грузоподъемность максимальная на вылете до 18 м, т	25	Отметка крюка выше уровня рельса, м	46,63
Грузоподъемность на вылете 38,6 м, т	10	Отметка крюка ниже уровня рельса, м	42
Вылет стрелы максимальный, м	38,6	Скорости подъема или опускания, м/мин	25; 60
Вылет стрелы минимальный, м	7,0	Скорости посадочные, м/мин	2,5
Высота подъема выше головки рельса, м	45,22	Скорость поворота стрелы, об/мин	0,4
Скорости подъема или опускания, м/мин	12,5; 30	Скорость передвижения грузовых тележек, м/мин	30,0
Скорости посадочные, м/мин	1,25	Скорость передвижения крана, м/мин	9,0
При работе одной тележкой		Суммарная мощность одновременно работающих электродвигателей, кВт	147
Грузоподъемность, т	10	Масса крана, т	270
Вылет стрелы максимальный, м	40		

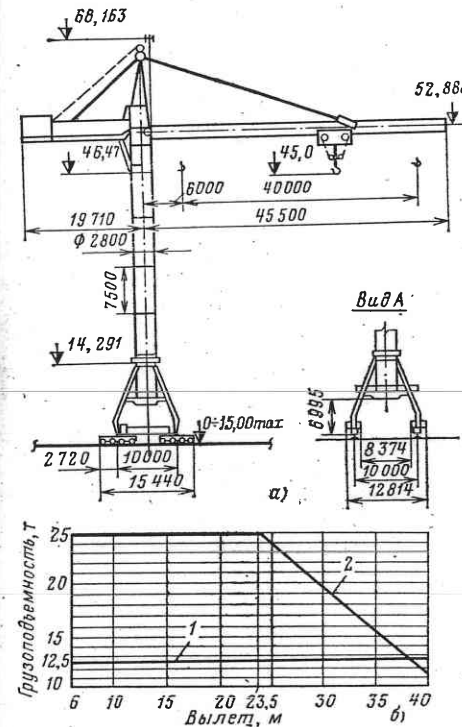


Таблица 9.2. Технические данные крана КБГС-500XL

Показатели	Значения
Грузоподъемность на вылете до 40 м, т	12,5
Грузоподъемность на вылете до 23,5 м, т	25
Скорость подъема груза, м/мин:	
до 12,5 т при двукратном полиспасте	60
до 25 т при четырехкратном полиспасте	30
Скорость посадочная груза, м/мин:	
при двукратном полиспасте	4
при четырехкратном полиспасте	2
Скорость передвижения грузовой тележки, м/мин	От 10,2 до 51
Скорость поворота стрелы, об/мин	От 0,06 до 1,0
Скорость передвижения крана, м/мин	11
Высота подъема груза от уровня рельса, м	45
Полная высота подъема, м:	
при двукратном полиспасте	90
при четырехкратном полиспасте	45
Масса крана, т	308,2

Рис. 9.2. Башенный кран КБГС-500XL Чеховского опытного завода «Гидростальконструкция»:

а — схема крана; б — график грузоподъемности; 1 — при двукратном полиспасте; 2 — при четырехкратном полиспасте

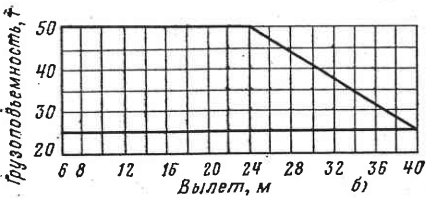
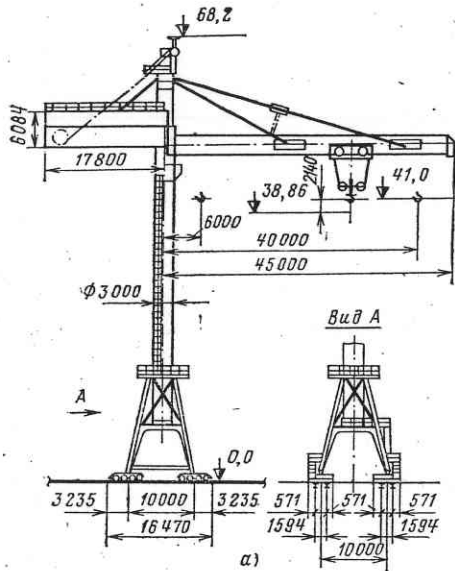


Рис. 9.3. Башенный кран КБГС-1000м Зуевского энергомеханического завода: а — схема крана; б — график грузоподъемности

Таблица 9.3. Технические данные крана КБГС-1000М

Показатели	Значения
Грузоподъемность на вылете до 40 м, т	25
Грузоподъемность на вылете до 24 м, т	50
Скорости подъема или опускания груза, м/мин	
до 25 т при двукратном полиспасте	100
до 10 т при двукратном полиспасте	160
до 50 т при четырехкратном полиспасте	50
до 20 т при четырехкратном полиспасте	80
Скорости посадочные, м/мин:	
при двукратном полиспасте	6
при четырехкратном полиспасте	3
Скорость передвижения грузовой тележки, м/мин	55,5
Скорость передвижения крана, м/мин	10,5
Скорость поворота стрелы, об/мин	0,54
Высота подъема груза от уровня рельса, м:	
при двукратном полиспасте	142
при четырехкратном полиспасте	71
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	950
Масса крана, т:	
без механизма самоподъема	505
с механизмом самоподъема	566

Продолжение табл. 9.4

Показатели	СКР-22003М	СКР-2600ЭМ	СКР-3500ЭМ	БК-1000А	БК-1425	КБ-674
Частота поворота стрелы, об/мин	0,2	0,2	0,2—0,08	0,2	0,6	0,08—0,48
Скорость передвижения крана, м/мин	11,9	11,9	11,9	12,2	12,2	12,8
Установленная мощность электродвигателей, кВт	198	198	—	193	200,5	114,2
Ширина колеи или основания, м	13,5	13,5	15	10,0	10,0	7,5
Наибольший грузовой момент, кН·м	—	—	27 500	10 000	14 250	—
Нагрузка на тележку, кН	2400	2600	3600	1680	2430	—
Масса крана, т	353	392	672	295	406	210

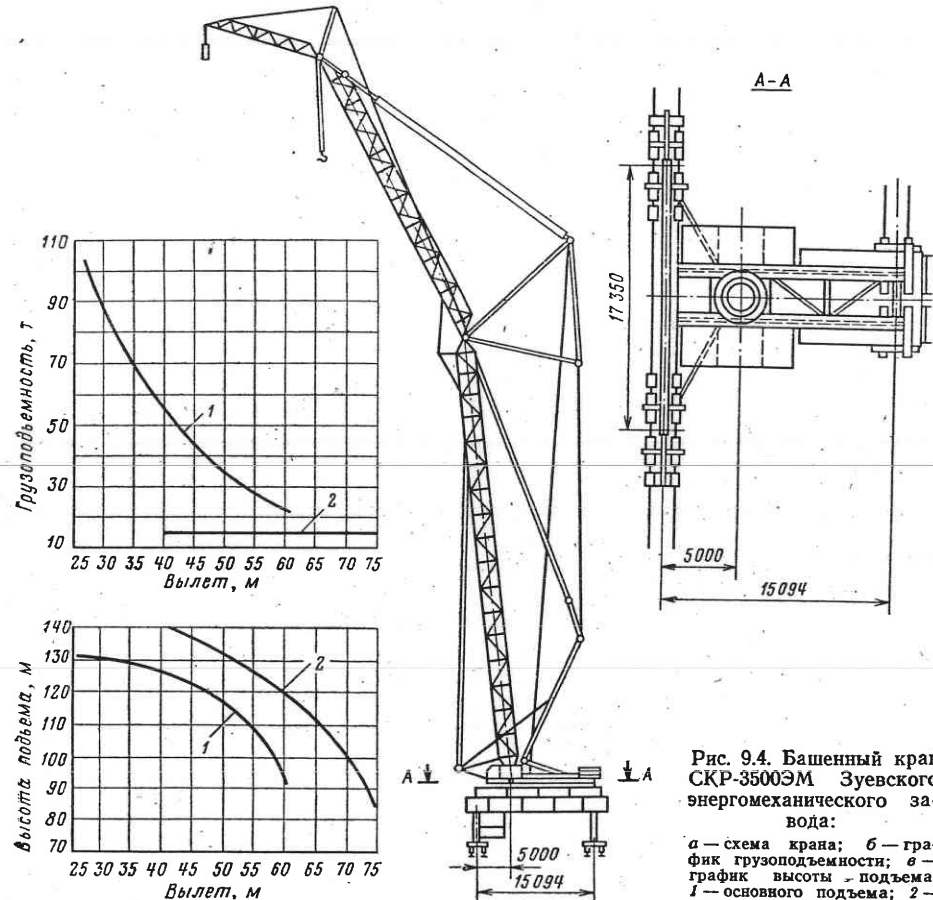


Рис. 9.4. Башенный кран СКР-3500ЭМ Зуевского энергомеханического завода: а — схема крана; б — график грузоподъемности; в — график высоты подъема; 1 — основного подъема; 2 — вспомогательного подъема

Таблица 9.4. Технические данные башенных кранов

Показатели	СКР-22003М	СКР-2600ЭМ	СКР-3500ЭМ	БК-1000А	БК-1425	КБ-674
Грузоподъемность, т:						
при наименьшем вылете стрелы	75	75	100	50	75	25
при наибольшем вылете стрелы	22	20	20	18	25	10
Вылет стрелы, м:						
наименьший	20	—	25	12,5	19	4
наибольший	44	—	65	45	45	35
Высота подъема крюка, м:						
при наименьшем вылете стрелы	88	—	140	87	91	46
при наибольшем вылете стрелы	74	—	85	47	52	30
Скорость подъема груза, м/мин	5,3—0,4	5,3—0,4	4,4—0,33	1,3—6	0,8—16	25,8—52

Краны КБГС по конструктивным признакам делят на две основные группы: краны с поворотным оголовком башни КБГС-450 (рис. 9.1, табл. 9.1) и краны с поворотной башней: КБГС-500ХЛ (рис. 9.2, табл. 9.2), КБГС-1000М (рис. 9.3 и табл. 9.3) и КБГС-1200.

Башенные стреловые краны на рельсовом ходу СКР-2200ЭМ, СКР-2600ЭМ, СКР-3500ЭМ, КБ-674 применяют при монтаже строительных конструкций промышленных зданий, гидроэлектростанций, а также тепловых и атомных электростанций, возводимых из крупноблочных элементов (рис. 9.4, табл. 9.4).

9.2. СТРЕЛОВЫЕ КРАНЫ

Гусеничные краны (рис. 9.5, 9.6, табл. 9.5) используют для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Собственный механизированный ход и возможность свободных перемещений обеспечивают их готовность к строительно-монтажным работам в короткий срок после прибытия на строительно-монтажную площадку.

Пневмоколесные (рис. 9.7, табл. 9.6) и автомобильные краны (рис. 9.8, 9.9, табл. 9.7) имеют широкое распространение при строительстве и монтаже оборудования. Скорость передвижения этих кранов значительно выше, чем гусеничных, что обеспечивает быструю переброску с объекта на объект.

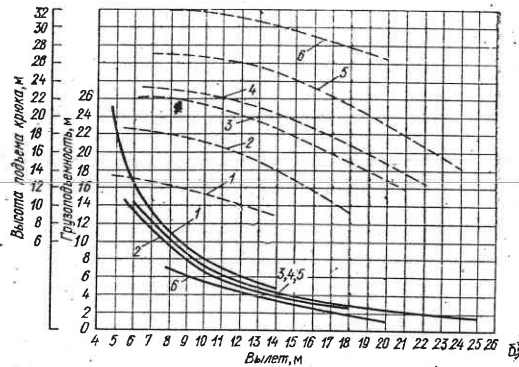
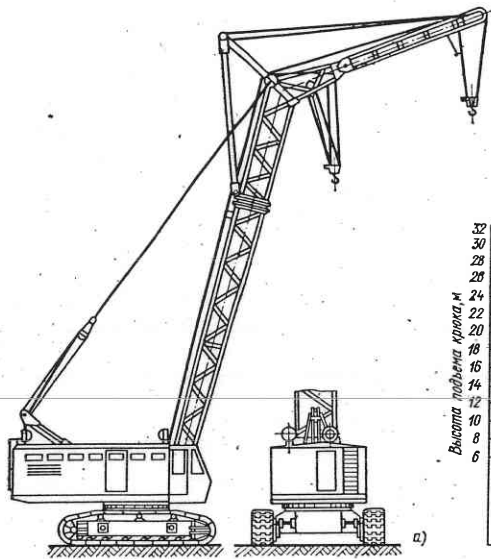


Рис. 9.5. Гусеничный кран ДЭК-251:

а — схема крана; б — график грузоподъемности; 1 — при стреле 14 м; 2 — при стреле 19 м; 3 — при стреле 22,75 м; 4 — при стреле 24 м; 5 — при стреле 27,75 м; 6 — при стреле 32,75 м

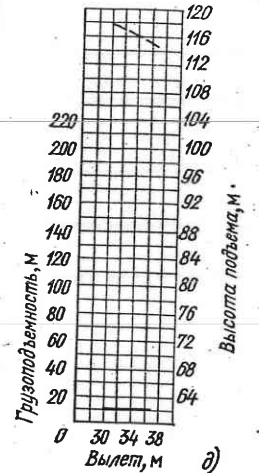
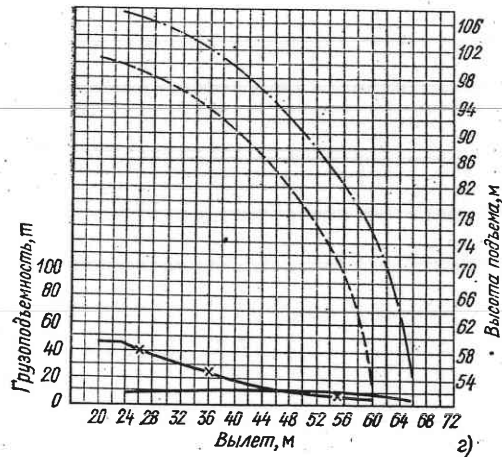
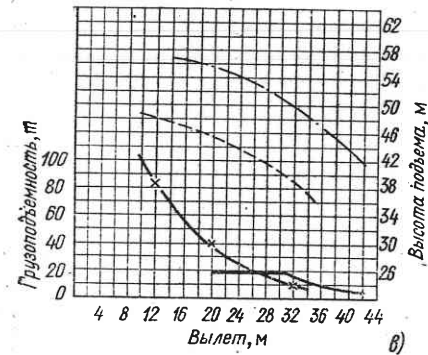
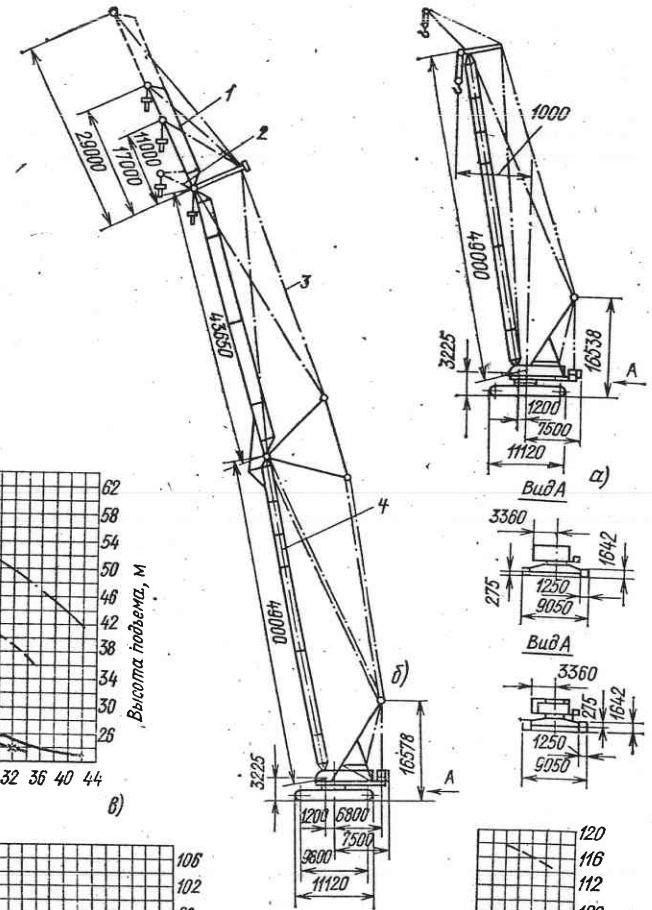


Рис. 9.6. Гусеничный кран СКГ-1000ЭМ

а — схема крана; б — башенно-стреловое исполнение крана; в — график грузоподъемности при стреле 49 м и установочном клюве 10 м; г — то же при стреле 49 м, маневровом клюве 43,65 м и установочном клюве 17 м; д — то же при стреле 49 м и маневровом клюве 29 м; 1 — установочный клюв; 2 — клюв 6 м; 3 — маневровый клюв; 4 — стрела; — — — грузоподъемность основного крюка; — — — то же вспомогательного крюка; — — — высота подъема основного крюка; — — — то же вспомогательного крюка

Таблица 9.5. Технические данные гусеничных кранов

Марка крана	Длина стрелы, м	Грузоподъемность, т, при вылете стрелы		Вылет стрелы, м		Высота подъема крана, м, при вылете стрелы		Скорость подъема груза, м/мин	Частота вращения платформы крана, об/мин	Мощность двигателя, л. с.	Ширина гусеничного хода, м	Общая масса, т	Удельное давление на грунт, МПа
		наименьшая	наибольшая	наименьшая	наибольшая	наименьшая	наибольшая						
МКГ-100	51 (с клювом 16) 51 (с клювом 30)	40	27	8,4	18,1	65	54	0,5	0,5	185	7	131,5	0,12
СКГ-100ЭМ	49 (с клювом 43,65) 44 (с клювом 38,65)	100	10	16	49	91,4	56	4,44	0,22	—	9	344	0,115
ДЭК-50	15 30 40 30 (с клювом 24)	50	14,8	6	14	13,3	8,2	0,8	0,3	150	5	89,1	0,12
ДЭК-251	14 19 22,75 24 27,75 32,75	25	4,3	4,75	14	13,5	7	—	0,3—1	108	4,4	36,2	0,08

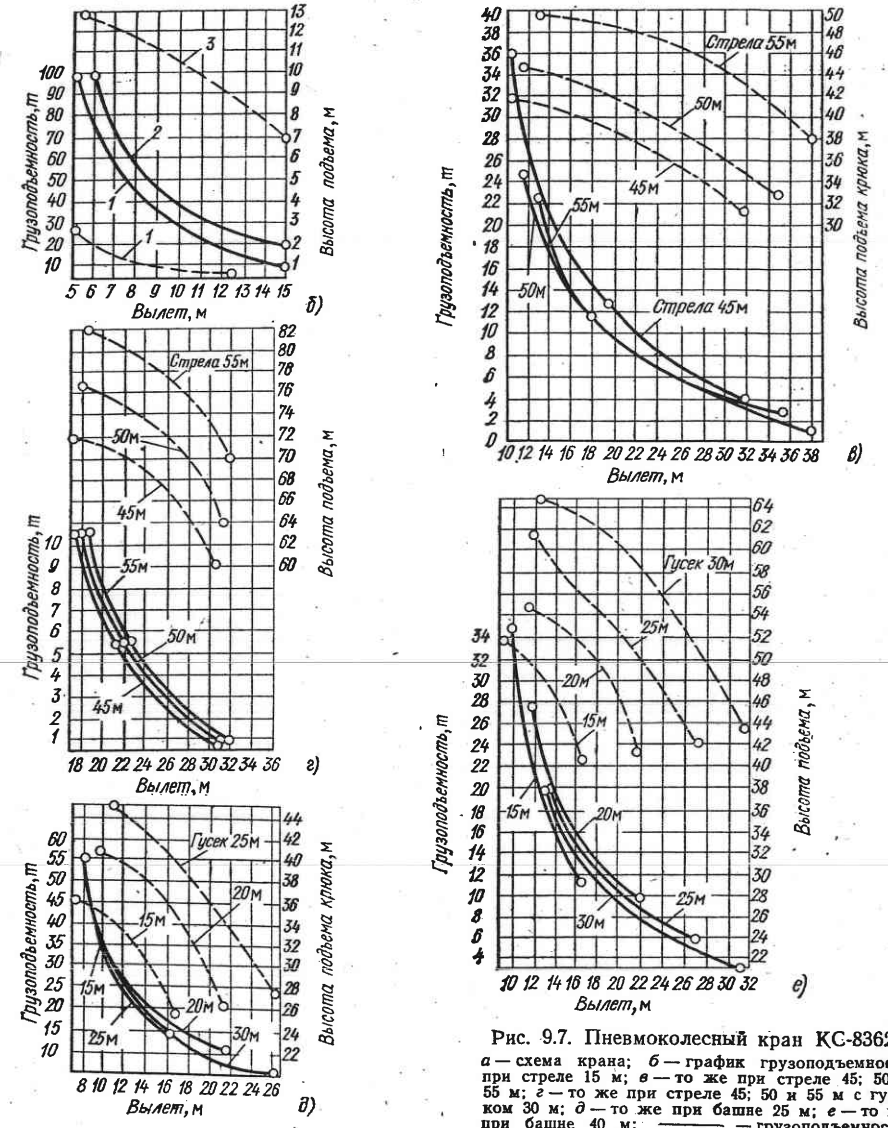
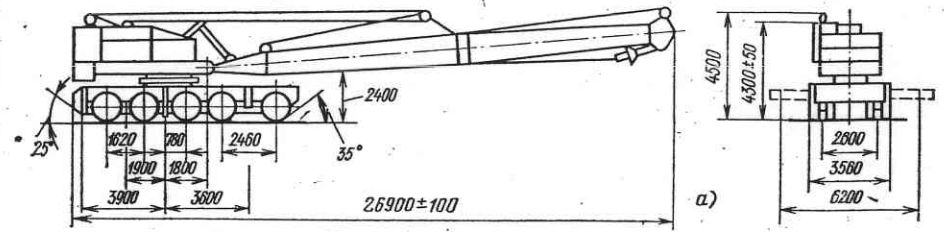


Рис. 9.7. Пневмоколесный кран КС-8362:
 а — схема крана; б — график грузоподъемности при стреле 15 м; в — то же при стреле 45; 50 и 55 м; г — то же при стреле 45; 50 и 55 м с гуськом 30 м; д — то же при стреле 25 м; е — то же при башне 40 м; — — — грузоподъемность; — — — высота подъема крюка; 1 — с противовесом 14 т; 2 — с противовесом 30 т; 3 — с гуськом

Таблица 9.6. Технические данные пневмоколесных кранов

Показатели	КС-4362		КС-5363, КС-5363ХЛ					КС-5362				
	12,5	18	22	15	20	25	30					
Длина стрелы, м	16—3,5	8—2	3,8	10—2	6,5—1,4	25—3,5	16,2—2,1	11,5—0,8	8—0,5	100—9	100—6	43—3
Грузоподъемность, т: на выносных опорах без выносных опор	5,3—1	14—2	14—2	8—1,2	5,5—0,3	3,5—1	26—4,7	40—5	—	—	—	—
Вылет стрелы, м: наименьший наибольший	3,8	5,8	5,8	5,5	6,5	7,5	6,2	5,2	9	9	10	27,1
Высота подъема крюка, м: при наименьшем вылете стрелы при наибольшем вылете стрелы	12,1	16,9	21,8	14	18,8	22,2	27,8	13	18,1	13	18,1	37
Скорость подъема груза, м/мин	3,5—7,4	4,6—9	3,5—12	6—0,3	0,1—1,2	18	33	3	0,05—0,45	14	14	14
Частота вращения платформы крана, об/мин	0,4—1,1	15	23	0,1—1,2	18	33	3	0,05—0,45	14	14	14	14
Скорость передвижения, км/ч	0,4—1,1	15	23	0,1—1,2	18	33	3	0,05—0,45	14	14	14	14
Общая масса, т	0,4—1,1	15	23	0,1—1,2	18	33	3	0,05—0,45	14	14	14	14

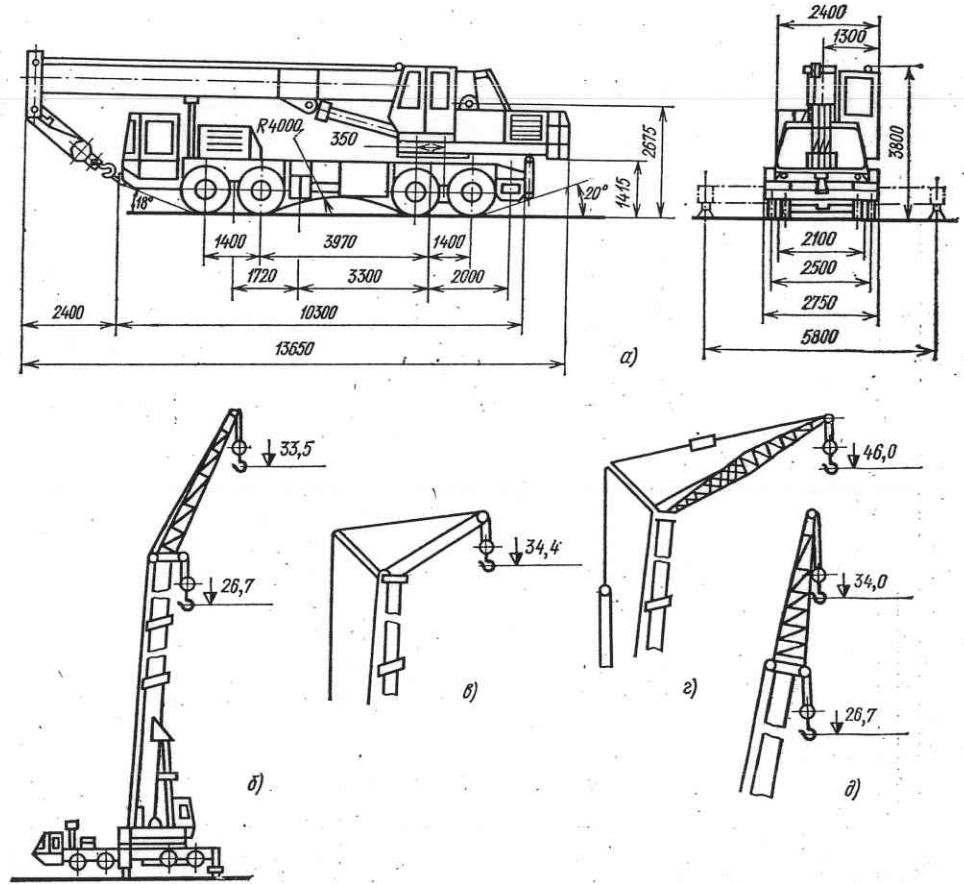


Рис. 9.8. Кран на специальном шасси автомобильного типа КС-6471:
а — общая схема; б — со стрелой 27 м и неуправляемым гуськом 8,5 м; в — со стрелой-башней 15—27 м и гуськом 8,5 м; г — со стрелой-башней 15—27 м и гуськом 15 и 20 м; д — со стрелой 35,5 м (с удлинителем)

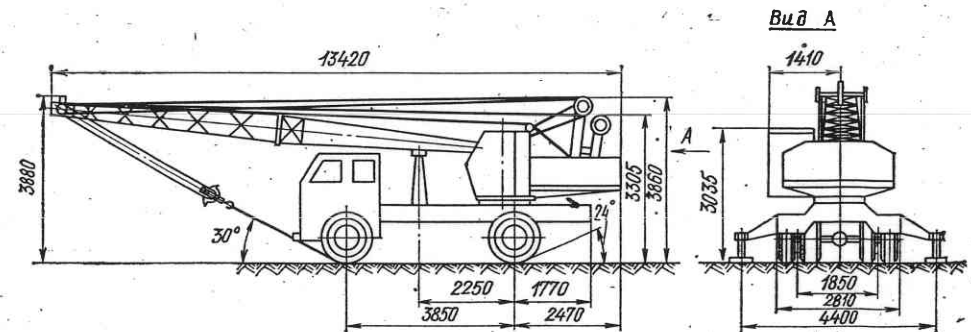


Рис. 9.9. Автомобильный кран СМК-10

Таблица 9.7. Технические данные автомобильных кранов и кранов на специальном шасси автомобильного типа

Марка крана	Длина стрелы, м	Грузоподъемность, т, при вылете стрелы		Вылет стрелы, м		Высота подъема крюка, м, при вылете стрелы		Скорость подъема груза, м/мин	Частота вращения, об/мин	Скорость передвижения, км/ч	Мощность двигателя, л. с.	Масса, т
		наименьшим	наибольшим	наименьшим	наибольшим	наименьшим	наибольшим					
МКА-16	10	16,0	4	4,1	10	10,5	6	2,7—12,7	0,49—2,34	50	180	23,5
	15	11,5	2	5	15	15,2	8					
	18	9,0	1,6	5,5	16	18,3	12					
	23	5,5	1,0	7,5	20	23	14,5					
К-162	10	15	3,2	4,1	10	9,1	4,5	3—8	0,5—1,5	35	240	23,8
	22	5,5	0,7	7	0,5	19,5	—	4—12,5	0,5—1,5	35	—	—
(КА 561)	10	10	2,2	4	10	9,5	4,5	3,5—15				
К-104	18	6	0,8	5	16	16,4	10					
СМК-10	Гусек 32 м	2	7,2	7,2	10	18,5	—	3,5—10	1—1,5	—	180	14,6
	10	10	2	4	9,5	10,5	6					
СМК-7	16	5	0,6	4	16	16,5	5,5					
	8,5	7,5	2,5	4	8,5	9,5	4,3	2,5—10	0,6—1,7	35	110	13,9
КС-5471	14,5	5	1	4,5	14	15,5	6,9					
	10,7	25	8,2	3,2	9	10	4,0	0,3—6	0,3—1,5	50—60	—	40,0
КС-6471	25	7,2	0,6	4,5	22,0	24,5	10,0	9	0,1—1,5	50	—	43,0
	11	40	10	3,5	9	10,6	5,2					
	15	28	5,6	3,5	12	14,8	8					
	20	18,6	2	4,5	18	20	6,8					
	27	10	0,8	6	22	26,7	14,8					

9.3. КОЗЛОВЫЕ КРАНЫ, ЛЕБЕДКИ, ТАЛИ

Козловые краны (рис. 9.10, табл. 9.8) применяют в основном для укрупнительной сборки технологического оборудования на приобъектных базах, а также для обслуживания складов. Часто применяют козловые краны КСК-30-42В, КС-50-42В; КС30-32, которые благодаря наличию консолей могут обслуживать более широкие производственные площадки.

Краны этих серий имеют от 4 до 12 типов сборок и в зависимости от требований потребителя могут быть изготовлены с различными пролетами, с одной или двумя консолями или без них. Кроме того, в этих кранах используются в механизмах

подъема многоскоростные двухдвигательные лебедки.

Электрические монтажные лебедки (рис. 9.11, табл. 9.9) применяют для подъема и перемещения единичных грузов на монтажных работах вне зоны действия кранов.

Лебедки с ручным приводом грузоподъемностью от 0,5 до 5 т (рис. 9.12, 9.13, табл. 9.10) применяют в качестве вспомогательных механизмов для оттяжки грузов, поворота монтажных стрел, подтаскивания длинномерных блоков и пр.

Электрические тали (тельферы) (рис. 9.14, табл. 9.11) предназначены для вертикального подъема, опускания и горизонтального перемещения подвешенного на крюке груза.

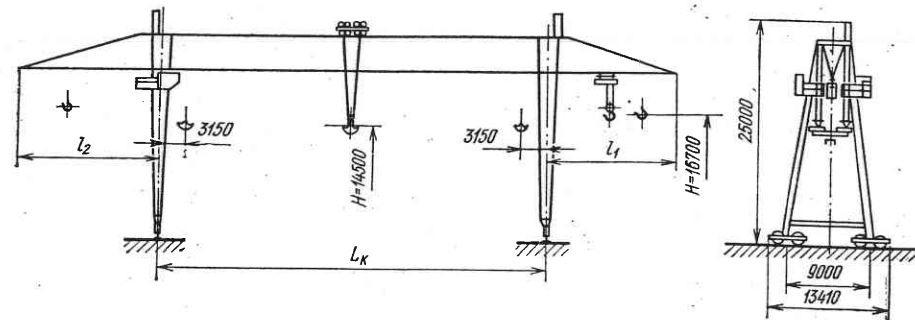


Рис. 9.10. Козловой кран КС50-42В

Таблица 9.8. Технические данные козловых кранов

Показатели	КСК30-42В	КС50-42В	КС30-32
Грузоподъемность, т, главного подъема:			
в пролете	30	50	30
на консоли	30 ($l_1=12$ м), 20 ($l_2=16$ м)	—	30 ($l_1=12$ м), 20 ($l_2=16$ м)
вспомогательного подъема:			
в пролете	—	10	—
на консоли	—	10	5
Пролет крана L_K , м	42, 32, 24	42, 32, 26	32
Вылет консоли, м:			
левая l_1	12	10	9,4
правая l_2	16	10	13,5
Длина хода грузовой тележки, м:			
главного подъема	70	35,7	27,5
вспомогательного подъема	—	62	48
Высота подъема, м:			
главного подъема	18; 14	14,5	14,5
вспомогательного подъема	—	16,7	15,9
Скорость главного подъема, м/мин:			
основная	4,85	7,8	6,3
посадочная	—	1,6	1,45
Скорость вспомогательного подъема, м/мин	—	8	8

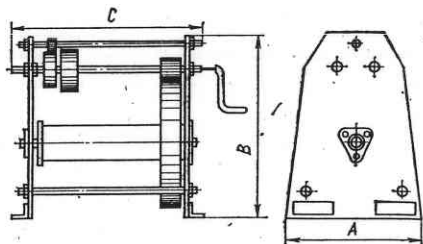
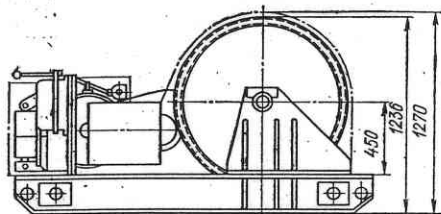


Рис. 9.12. Лебедка с ручным приводом

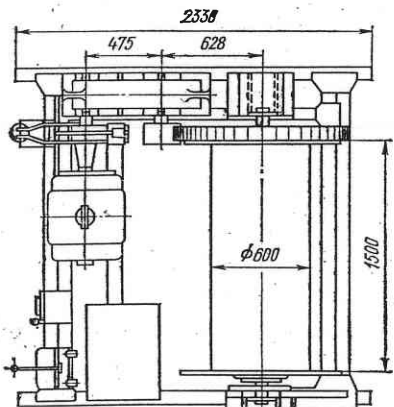


Рис. 9.11. Электрическая монтажная лебедка

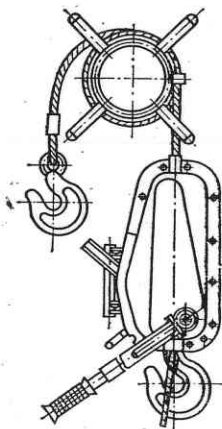


Рис. 9.13. Рычажная ручная лебедка

Таблица 9.9. Технические данные монтажных лебедок

Марка лебедки	Тяговое усилие, кН	Скорость намотки каната, м/мин	Диаметр барабана, мм	Длина барабана, мм	Диаметр стального каната, мм	Канатоемкость, м	Габариты, м			Электродвигатель		Масса лебедки, т
							Длина	Ширина	Высота	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	
Электрические лебедки												
ЦКБ ГСМ	125	7,6	750	—	33	800	2,9	3,3	1,8	20	890	5,5
ИЗ-587	75	7	500	—	28,5	350	2,2	1,6	1,3	10	1320	2,2
Л-7502	75	3,1—4	—	—	26	130	1,6	1,5	1,4	5	943	2
ЛС-5-30-900	50	1,1; 1,5; 2,9; 3; 4,1, 4	426	—	22	900	2,9	1,9	1,2	22	720	2,4
МЭЛ-5-23	50	14,1—20,6	—	—	24	259	1,7	1,554	1,221	16	—	1,74
МЭЛ-1,5-219	15	—	—	—	12,5	212	1,12	1,116	0,653	5	—	0,772
УЛ-5М	50	7,04	—	—	21	120	1,274	1,005	1,005	3	—	1,37
УЛ-3М	30	11,1	—	—	16,5	120	1,274	1,005	1,005	3	—	0,89
Канатная	2×50	4,8	700	—	24	2×24	2,5	1,7	1,54	7,5	680	3,6
Лебедки с ручным приводом												
Т-102	50	—	270	640	19,5	220	1,2	1,1	1,1	—	—	1,75
Т-69	30	—	250	350	15	150	1,1	1,2	0,9	—	—	0,57

Таблица 9.10. Технические данные рычажных ручных лебедок

Показатели	Тяговое усилие лебедок, Н			Показатели	Тяговое усилие лебедок, з		
	30 000	15 000	7500		30 000	15 000	7500
Диаметр каната, мм	16,5	12	7	Длина рабочего каната, м	15	20	20
Подача каната за 1 ход рычага, мм	26; 36	30	35	Габариты корпуса лебедки, мм:			
Скорость подачи каната, м/мин	0,9—2,5	3	3,5	длина	720	630	500
Усилие на конце рычага, Н	400—600	400	250	ширина	136	155	140
				высота	320	320	285
				Масса лебедки с канатом, кг	55,3	35	17

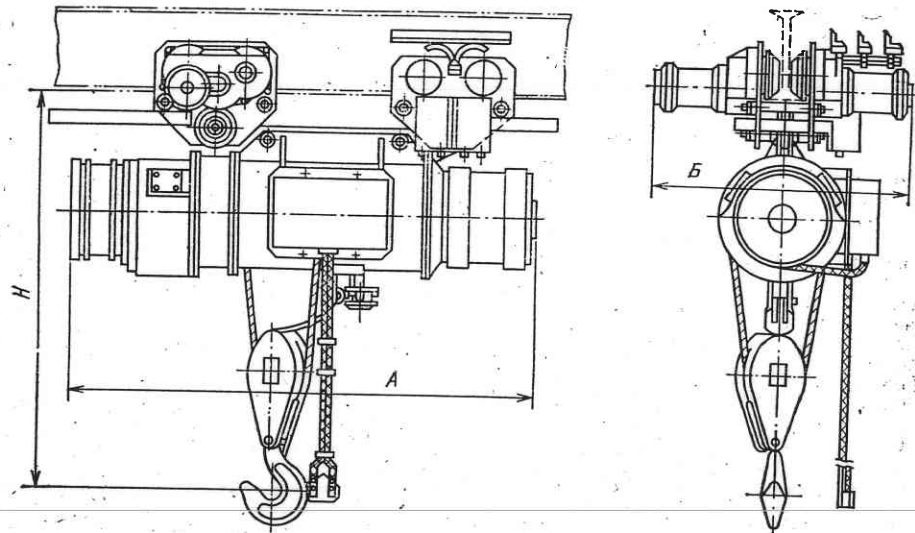


Рис. 9.14. Электрическая таль (тельфер)

Таблица 9.11. Технические данные электрических талей

Марка тали	Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	№ двутавровой балки	Тип электродвигателя ¹	Диаметр каната, мм	Общая масса, кг
ТЭ05-311	—	6	14—24	АОС-31-4 АОЛ-12-4	5,2	95
ТЭ06-321	0,5	12				110
ТЭ05-331	—	18				125
ТЭ1-521	1	12	24М; М30; 36М	АО-41-4 АОЛ-12-4	8	—
ТЭ1-531		18				—
ТЭ2-521	2	12		АОС-42-4 АОЛ-21-4	11	—
ТЭ2-531		18				—

¹ В числителе — электродвигатель механизма подъема, в знаменателе — механизма передвижения.

9.4. ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Тракторы, автотягачи и автоприцепы (табл. 9.12—9.14) используются при транспортировке тяжеловесного и длинномерного оборудования и монтажных блоков в зону монтажа со складов и укрупнительно-сборочных участков.

В энергетическом строительстве широко применяют несерийные транспортные устройства для перевозки негабаритных, тяжеловесных марок. Так, например, для перевозки марок трубопровода и армокаркасов предназначены седельные полуприцепы грузоподъемностью 40 и 50 т (рис. 9.15, 9.16) и транспортно-монтажное устройство

грузоподъемностью 50 т (рис. 9.17); крупногабаритных марок каркасов металлоконструкции и армокаркасов — транспортное устройство грузоподъемностью 60 т (рис. 9.18); затворов — грузовая тележка грузоподъемностью 90 т (рис. 9.19); тяжеловесов — стальные тележки грузоподъемностью 80 т (рис. 9.20). Транспортные устройства должны быть оборудованы стоповыми, габаритными и навигационными сигналами. Они рассчитаны для проезда только по внутристроительным дорогам, для проезда по городским и междугородным дорогам с твердым покрытием требуется разрешение и согласование с местными органами ГАИ.

Таблица 9.12 Технические данные тракторов

Показатели	Колесные		Гусеничные		
	К-700А	К-701	Т-180	Т-130	Т-100М
Габариты, м:					
длина	7,40	7,40	5,420	4,373	4,255
ширина	2,85	2,85	2,740	2,475	2,460
высота	3,38	3,53	2,825	3,073	3,040
Колея, м	2,115	2,115	2,040	1,880	1,880
База, м	3,20	3,20	2,319	2,480	2,370
Масса, т	11,6	12,4	14,84	12,72	11,1
Скорость движения, км/ч	5,3	19,4	11,96	8,79	10,18
Тяговое усилие на крюке, кН	60	60	150	100	60
Марка дизеля	ЯМЗ-238НБ	ЯМЗ-240Б	Д-180	Д-130	Д-108
Номинальная мощность, кВт	147	220	129	103	103
Расход топлива, г/ч	140	129	129	129	129

Таблица 9.13. Технические данные седельных тягачей

Показатели	МАЗ-515В	КрАЗ-255В	КрАЗ-258	КамАЗ-5410
Полная масса буксируемого прицепа с грузом, кг	31 700	26 000	30 000	26 300
Масса в снаряженном состоянии без нагрузки, кг	8700	10 600	9680	6890
Наибольшая скорость по шоссе, км/ч	80	62	68	85
Габариты, мм:				
длина	7040	7685	7375	6140
ширина	2500	2750	2630	2480
высота	2680	2940	2670	2630
Колея колес, мм:				
передних	1970	2160	1950	2010
задних	1860	2160	1920	1850
База, мм	3500+1400	4600+1400	4080+1400	2840+1320
Дорожный просвет, мм	270	360	290	285
Число осей	3	3	3	3
Марка дизеля	ЯМЗ-238Н	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238	ЯМЗ-7401
Номинальная мощность, кВт	220,6	176,5	176,5	132

Таблица 9.14. Автомобильные прицепы и тяжеловозы

Показатели	Двухосный прицеп, ТМЗ-803	Тяжеловозы				
		4ПТ-50	ЧМЗАП-553А	ЧМЗАП-520В	ЧМЗАП-521А	ЧМЗАП-5530
Грузоподъемность, т	15	60	25	40	60	120
Габариты погрузочной части, мм:						
длина	30000	6000	6560	4880	5500	9000
ширина	2260	3200	3000	3200	3500	3238
высота	1245	—	—	—	—	—
Габариты, мм:						
длина с дышлом	3810	14 960	10 740	9330	11 350	21 730
ширина	2618	3500	3000	3200	3300	3250
высота	2900	3250	2010	1740	1700	3400
Дорожный просвет, мм	460	360/100	240	260	260	3500
База, мм	—	9780	—	4750	5400	14 500
Погрузочная высота, мм	1620	810/326	1200	1140	1120	500
Число осей	2	—	2	3	4	6
Колея колес, мм:						
передних	1920	2300	1860	2360	790	2215
задних	1920	2300	1860	2410	2470	2215
Число колес	8	16	8	24	32	24
Масса, т	343	24,0	7,50	10,52	14,0	46,5
Основной тяговый автомобиль-трактор	МАЗ-509	Тракторы	КрАЗ-255В	Гусеничные или колесные тракторы		

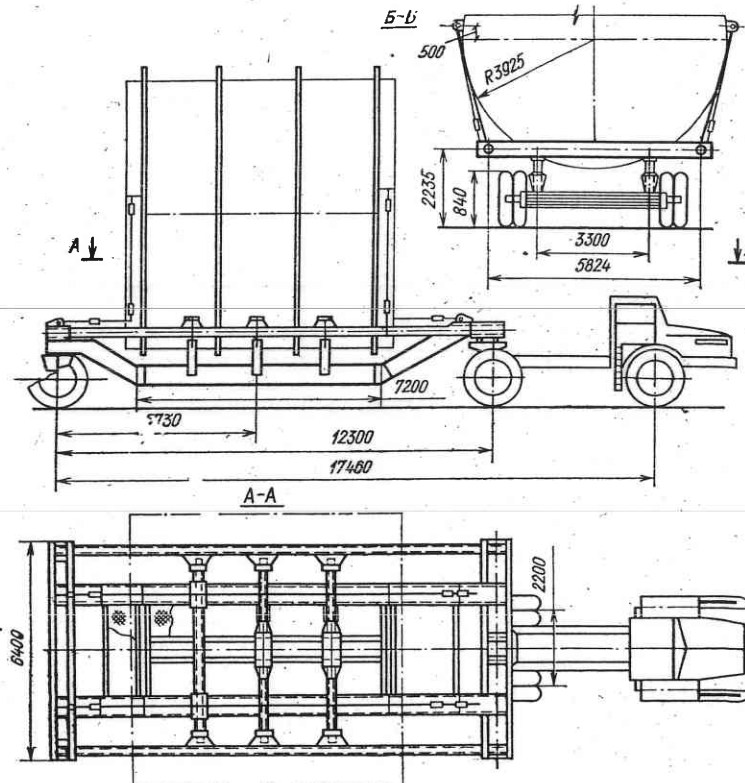


Рис. 9.15. Седельный полуприцеп грузоподъемностью 40 т

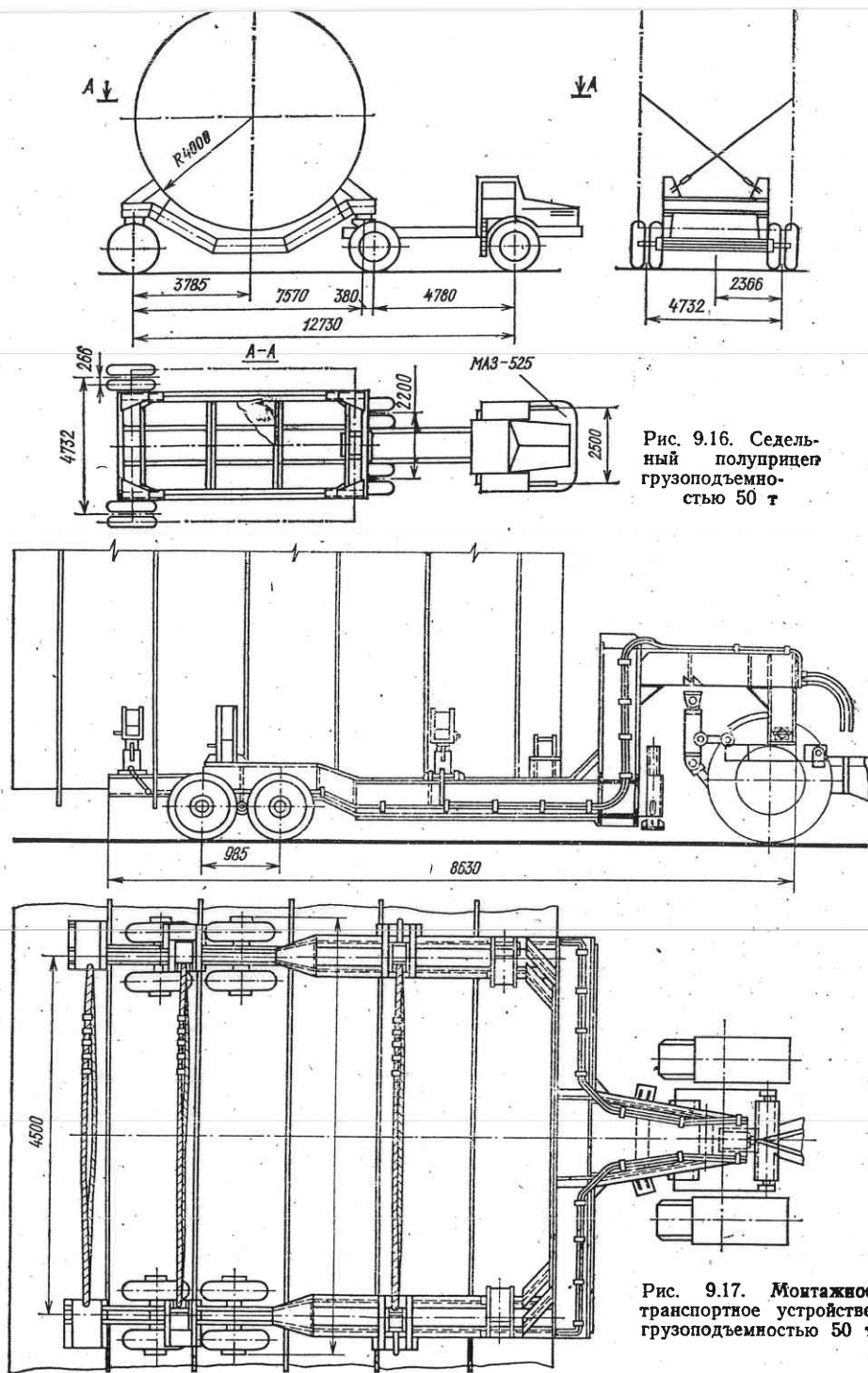


Рис. 9.16. Седельный полуприцеп грузоподъемностью 50 т

Рис. 9.17. Монтажное транспортное устройство грузоподъемностью 50 т

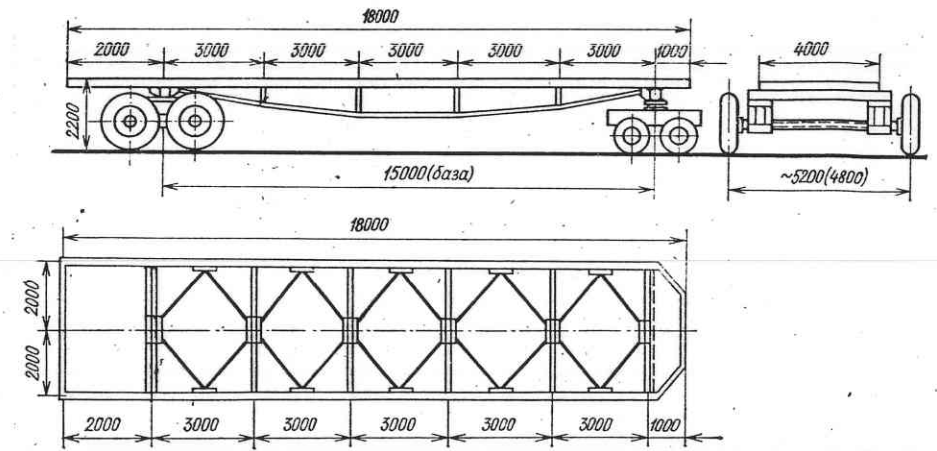


Рис. 9.18. Транспортное устройство грузоподъемностью 60 т

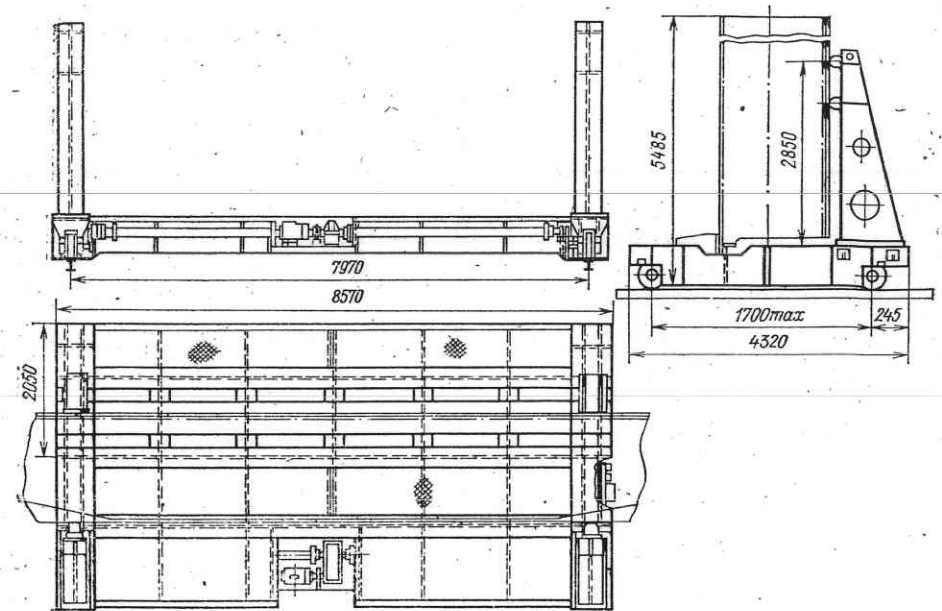


Рис. 9.19. Грузовая тележка грузоподъемностью 90 т

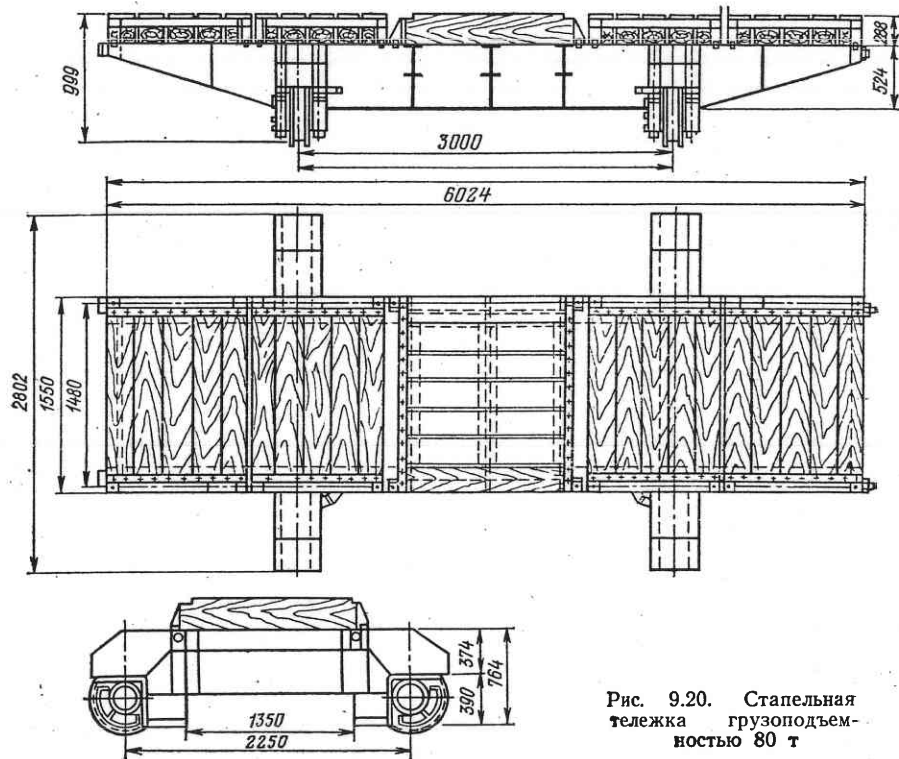


Рис. 9.20. Стапельная тележка грузоподъемностью 80 т

Глава 10

МОНТАЖНО-СЛЕСАРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

10.1. МОНТАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Потребность в инструменте, как правило, определяют по следующей формуле с учетом номенклатуры и количества изделий, объемов и сроков выполнения работ по каждому изделию или виду работ, подробного технологического процесса изготовления и монтажа и т. д.:

$$N_i = \frac{V}{ТПk}, \quad (10.1)$$

где V — объем работ, выполненный данным инструментом за 1 год, м, м², шт. (принимается по объему работ); T — годовой фонд рабочего времени, мин; P — произ-

водительность при работе с инструментом (табл. 10.1); k — коэффициент использования инструмента (табл. 10.1).

Общее число инструмента принимается с учетом страхового и резервного фондов. Страховой фонд инструмента составляет 15% расчетного, резервный фонд: 20% для сборки резьбовых соединений и для резки материалов; 5% для зачистки и доводки поверхностей; 3% для обработки поверхностей.

Технические данные монтажного инструмента приведены в табл. 10.2—10.8.

Технические данные электроинструмента приведены в табл. 10.9—10.18.

Технические данные пневматических машин представлены в табл. 10.19—10.24.

Таблица 10.1. Показатели производительности механизированного инструмента

Вид работ	Рекомендуемый инструмент	Производительность инструмента, м/мин	Средний коэффициент использования инструмента
Механическая резка труб	Труборез	0,2	0,1
	Шлифмашина	0,25	0,1
Образование фаски на трубах	Фаскорез	0,5	0,1
	Шлифмашина	0,08	0,1
Механическая резка металлопроката	Шлифмашина	0,15	0,05
	Кромкорез	1,5	0,5
	Шлифмашина	0,08	0,05
Зачистка металла	Гайковерт	0,04 м ² /мин	0,15
	Пучковой молоток	1 шт./мин	0,05
Затяжка гаек	Пучковой молоток	1,5	0,2
Обивка шлака	Пневмозубило	0,7	0,05
Удаление grата	Шлифмашина	0,11	0,1
Зачистка корня сварного шва		1	0,1
Очистка фасок от ржавчины			

Таблица 10.2. Монтажные ключи с регулируемым и фиксируемым моментом

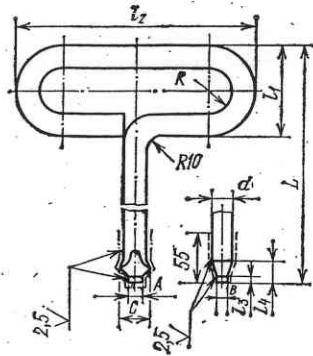
Тип ключа	Диаметр резьбовых соединений	Крутящий момент, Н·м		Габариты, мм	Масса, кг
		на входном валу доу-скемной	на выходном валу		
		максимальный	минимальный		
Мультипликатор:					
КМ-70	M27—M36	54	700	300×88×130	2,3
КМ-130	M32—M42	137	1300	500×104×130	3,8
КМ-250	M56—M100	55	2500	403×178×258	9
Динамометрический:					
КРМ-60	M18—M24	—	600	940×102×66	10,8
КДП-75	M18	—	750	1065×135×115	7
КРМ-120	M18—M24	—	1200	1580×102×66	15,2
КДП-130	M24	—	1300	1300×130×50	6
КДС-130	M24	—	1300	1800×100×80	12
Шестеренчатый	M24	—	1500	130×155×800	12
Гарировочный ручной КТР-3	M18—M24	—	1300	1850×128×75	12,5
Ручной	M18—M24	—	1300	50×60×100	10,9
Предельный трещеточный КПТР-2	M10—M18	—	180	502×38×85	3,06

Примечание. Ключи-мультипликаторы можно использовать в сочетании с гайковертами, трещеточными, обычными и динамометрическими ключами.

Таблица 10.3. Монтажные ключи

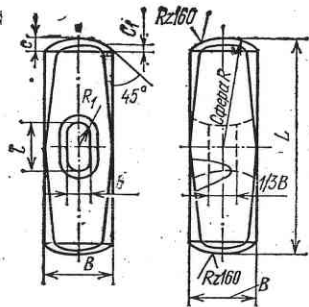
Тип ключа	Размер зева номинальный, мм	Длина номинальная, мм	Масса, кг	Тип ключа	Размер зева номинальный, мм	Длина номинальная, мм	Масса, кг
	19	320	0,4	19×19	230	0,25	
	22	350	0,5	22×22	260	0,30	
	27	450	0,9	24×24	290	0,30	
	30	450	1,1	27×27	320	0,50	
	32	500	1,3	30×30	360	0,80	
Гаечный глухой двусторонний изогнутый КД	32	500	1,3	22×17	200	0,2	
	36	500	1,8	27×22	220	0,3	
				32×27	265	0,55	

Таблица 10.4. Слесарно-монтажные отвертки (ГОСТ 10754-80)



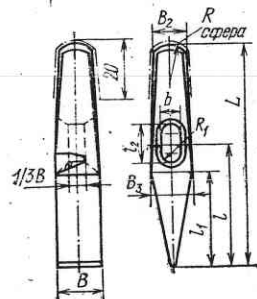
Размеры, мм											Масса, кг
A	B	C	d	L	R	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄		
18	2,3	27	16	200	20	72	200	6,0	23	0,84	
18	2,3	27	16	350	20	72	200	6,0	23	1,1	
23	2,8	34	16	250	20	72	200	7,5	37,5	0,94	
23	2,8	34	16	400	20	72	200	7,5	37,5	1,2	
27	3,4	40	17	300	20	74	200	9,0	51	1,1	
27	3,4	40	17	450	20	74	200	9,0	51	1,4	

Таблица 10.5. Кузнечные тупоносые кувалды (ГОСТ 11401-75)



Размеры, мм								Масса, кг
B	L	l	b	R	R ₁	c	c ₁	
50	128	36	21	150	10,5	8	2,0	2,0
58	142	40	24	160	12,0	9	2,5	3,5
62	152			175		10	3,0	4,0
68	166	45	26	185	13,0	11	3,5	5,0
72	176			195		12	4,0	6,0
80	186	50	30	210	15,0	14	6,0	0
85	190			220		16	4,0	10,0

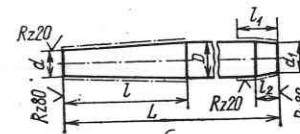
Таблица 10.6. Кузнечные зубила (ГОСТ 11418-75)



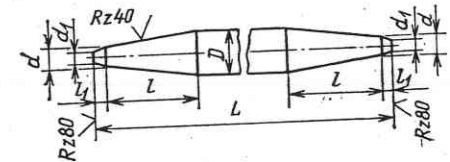
Размеры, мм										Масса, кг
B	B ₂	B ₃	b	L	l	h ₁	h ₂	R	R ₁	
32	25	32	32	160	90	70	32	36	9,0	1,0
36	32	36		180	110	80		40		1,35
40	36	40		190	120	90		36		1,8
45	40	45	36	180	120	90	36	45	10,5	2,8
32	25	48		180	105	80		36		1,0
36	32	32		180	105	80		32		9,0
40	36	36	36	190	120	90	36	40	10,5	1,8
45	40	40		210	130	105		45		2,8
50	40	48		240	140	110		50		3,6

Таблица 10.7. Конусные оправки

Диаметр отверстия	Размеры, мм									Масса, кг		
	D	Предельное отклонение	L	Предельное отклонение	d	d ₁	l	h ₁	h ₂			
13	16	-0,2	160	±2	10	12	90	20	10	0,22		
17	19				11	14				0,32		
20	22				12	16				100	0,41	
21	25				13	17				105	0,50	
23	25				14	18				110	0,60	
25	28		15		19	115	0,92					
26	28		16		20	120	0,80					
29	31		18		22	130	0,94					
											15	



К табл. 10.7



К табл. 10.8

Таблица 10.8. Сборочные пробки

Диаметр отверстия	Размеры, мм							Масса, кг			
	D	Предельное отклонение	L	Предельное отклонение	d	d ₁	l		h		
13	16	-0,5	120	±5	8	5	35	5	0,16		
17	19		140		11	8			0,26		
			170						0,33		
			190						0,53		
20	22		240		12	9			0,63		
21			155						13	10	0,37
			175								0,44
23	25		195		15	10			0,68		
			225						15	10	0,79
			240								0,85
25	28	190	16	11	0,81						
		210			16	11	0,91				
		240					1,1				
26	31	250	17	12	1,2						
28,5		210			19,5	14,5	1,1				
		230					1,3				
29	31	270	20	15	1,5						
		300			1,7						

Таблица 10.9. Электрические ручные шлифовальные машинки

Марка	Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин	Частота тока, Гц	Напряжение, В	Полезная мощность, кВт	Частота вращения ротора, об/мин	Габариты, мм	Масса, кг
ИЭ-2007	40	19 000	50	220	0,6	19 000	440×90×90	3,3
ИЭ-2004	150	3800	200	36	0,8	11 600	585×166×158	5,5
ИЭ-2102А	225	6500	200	36	1,6	11 600	464×272×177	8,2
ИЭ-2103А (угловая)	175	8500	200	36	1,6	11 600	464×247×177	8,2
PRAa40П	30	19 000	50	220	0,16	—	—	3,15
III-178	178	8500	50	220	0,75	—	540×260×150	5,5
III-230	230	6600	50	220	1,4	—	540×280×150	5,7
WSBA-1400	230	6600	50	220	1,9	—	565×200×350	6,5

Примечание. ИЭ-2004 выпускают с гибким валом.

Таблица 10.10. Электрические ручные гайковёрты

Показатели	ИЭ-3107	ИЭ-3111	ИЭ-3115	ИЭ-3112
Наибольший диаметр заворачиваемой резьбы, мм	20	22	27	48
Наибольший момент затяжки, Н·м	250	250	700	2100
Частота вращения шпинделя, об/мин	950	950	—	—
Частота ударов в 1 мин	—	—	120	24
Электродвигатель:	Асинхронные с короткозамкнутым ротором			
тип	Трехфазный	Однофазный	Трехфазный	Трехфазный
род тока	200	50	50	50
частота тока, Гц	200	50	220	220
напряжение, В	36	220	220	220
мощность, Вт	250	250	350	120
Габариты (длина × ширина × высота), мм	475×76×132	508×91×146	—	447×153×410
Масса, кг	5,5	5,5	5	12,4

Примечание. Электрические гайковёрты ИЭ-3111 и ИЭ-3115 имеют двойную изоляцию.

Таблица 10.11. Электрические ручные сверлильные машины

Показатели	ИЭ-1017А	ИЭ-1023 (с двойной изоляцией)	ИЭ-1029	ИЭ-1301	ИЭ-1302
Наибольший диаметр сверла, мм	23	23	25	23	23
Частота вращения шпинделя, об/мин	460	250	3800	450	450
Электродвигатель:	АП-32 КНД-32 АП-33-А КН КН				
тип	Трехфазный	Однофазный	Трехфазный	Однофазный	Однофазный
род переменного тока	200	50	200	50	50
частота тока, Гц	36	200	36	250	220
напряжение, В	600	400	800	600	600
мощность, Вт	330×380×92	500×90×565	780×145×400	—	360×485×165
Габариты (длина × ширина × высота), мм	4,1	6,5	6,9	10,0	9,75
Масса, кг					

Таблица 10.12. Электрические ручные молотки

Показатели	ИЭ-4212	ИЭ-4204Б	ИЭ-4211	ИЭ-4209 (лом)
Энергия удара бойка, Н·м	10	25	25	40
Частота ударов в 1 мин	1100	1100	1100	1000
Электродвигатель:	Асинхронный с короткозамкнутым ротором			
тип	Переменный трехфазный			
род тока	50	50	50	200
частота тока, Гц	220	220	220	220
напряжение, В	250	600	600	1200
мощность, Вт	685×110×215	740×120×240	795×200×250	740×390×230
Габариты (длина × ширина × высота), мм	12,5	19	22	22
Масса (без кабеля и рабочего инструмента), кг				

Примечание. Электрические молотки ИЭ-4237 и ИЭ-4210 имеют двойную изоляцию.

Таблица 10.13. Электрические заточные станки

Показатели	ИЭ-9703	ИЭ-9704 (И-155А)	С-457
Диаметр абразивного круга, мм	100	100	100
Габариты (длина × ширина × высота), мм	700×445×305	768×440×265	715×365×277
Масса, кг	16	16	21

Таблица 10.14. Ручной электрический кромкорез ИЭ-6501

Показатели	Значения
Толщина обрабатываемого листа, мм	4—25
Наибольший размер образуемой фаски, мм	12
Угол скоса, град	20; 30; 50
Число двойных ходов пуансонов в 1 мин	410
Электродвигатель:	АП-43-А
тип	АП-43-А
частота тока, Гц	200
напряжение, В	36
мощность, Вт	1600
частота вращения, об/мин	11 600
Габариты (длина × ширина × высота), мм	540 × 109 × 303
Масса, кг	16,5
Назначение	Для образования фасок под сварку на деталях из стали

Таблица 10.15. Преобразователи частоты тока

Показатели	И-88	ИЭ-9401А	ИЭ-9402
Напряжение, В:			
первичное	220/380	220/380	220/380
вторичное	36	36	220
Частота тока, Гц:			
первичная	50	50	50
вторичная	200	200	200
Мощность, Вт:			
первичная	1800	5500	5400
вторичная	1500	4000	3750
Габариты (длина × ширина × высота), мм	550×300×330	608×285×340	600×375×310
Режим работы	Продолжительный, ПВ=100%		
Масса, кг	40	62	72
Назначение	Для питания электродвигателей повышенной частоты тока, встроенных в электрифицированные ручные машины		

Таблица 10.16. Понижающие трансформаторы

Показатели	ИВ-9	ИВ-10	Показатели	ИВ-9	ИВ-10
Род тока	Переменный трехфазный		Схема соединения обмотки стороны: высшей низшей	Треугольник Звезда	
Частота тока, Гц	50				
Мощность, кВт	1,5		Габариты (длина × ширина × высота), мм	376 × 234 × 370 × 240	
Напряжение, В, стороны: высшей низшей	380/220/36				
Ток, А, стороны: высшей низшей	2,28—3,95/24	0,76—1,2/8	Масса, кг	37/24	
Назначение	Для преобразования переменного тока напряжением 380—220 В в 36, 127 или 210 В				

Таблица 10.17. Защитно-отключающие устройства

Показатели	ИЭ-9812	ИЭ-9801	ИЭ-9805	ИЭ-9806
Мощность нагрузки двигателя, кВт	4	2,2/50	10	2,2/200
Частота тока, Гц	Переменный трехфазный			
Род тока	380/220			
Напряжение сети, В	0,01			
Чувствительность защиты при замыкании фазы на землю или корпус, А	0,013			
Принцип действия	Отключение Световая			
Сигнализация	0,05			
Время отключения, с	0,05			
Габариты (длина × ширина × высота), мм	254×154×112	320×190×140	260×210×150	215×194×135
Масса (без шнура), кг	3,5	5,5	8	3,6
Назначение	Для защиты рабочего от поражения электрическим током при пробое на корпусе электроинструмента, а также для дистанционного управления			

Таблица 10.18. Переносные сверлильные станки с электромагнитным основанием

Показатели	СПС-32	СПС-50
Наибольший диаметр сверления, мм	32	50
Наибольшая глубина сверления, мм	80	
Частота вращения шпинделя под нагрузкой, об/мин	250	200
Двигатель	Пневматический, ротационный	
Мощность двигателя, кВт	1,47	2,0
Рабочее давление воздуха в сети, МПа	0,6	
Расход воздуха, м³/мин	2,2	2,8
Диаметр воздухопроводного рукава (внутренний), мм	16	19
Габариты (длина × ширина × высота), мм	300×180×435	300×180×480
Расстояние от оси шпинделя до наружной стенки корпуса (подход сверла), мм	50	
Напряжение постоянного тока, питающего электромагнит, В	60	
Масса станка, кг	28	35

Таблица 10.19. Пневматические ручные сверлильные машины

Показатели	ИП-1012	ИП-1016	СПС-50, МС-50	РМС-60М	ИП-1103 (угловая)
Наибольший диаметр сверления в стали, мм	23	32	50	60	32
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, об/мин	1200	500	170	65	550
Мощность, кВт	1,0	1,84	2,0	2,6	1,84
Расход воздуха, м³/мин	1,7	2,5	2,8	3,5	1,9
Минимальное давление воздуха в сети, МПа	0,5				
Габариты (длина × ширина × высота), мм	672×75×182	700×130×460	500×160×265	515×667×175	395×96×215
Масса (без патрона), кг	8	11,9	12	22	7,5

Таблица 10.20. Пневматические ручные гайковерты

Марка	Диаметр, мм	Наибольший крутящий момент, Н·м	Частота вращения шпинделя, об/мин	Мощность, кВт	Расход сжатого воздуха, м³/мин	Диаметр шланга в свету, мм	Габариты, мм	Масса, кг
ИП-3107	14	63	8000	0,44	0,7	12	200×56×178	1,9
ИП-3204	16	125	8000	0,8	0,8	12	350×70×117	4
ИП-3103	20	200	6000	0,74	0,9	13	214×80×185	2,5
ИП-3101	24	200	6000	0,74	1,1	13	210×76×174	2,3
ИП-3106	42	800—1500	—	—	0,9	18	340×100×250	9
ИП-3205	42	800—1500	—	1,84	1	18	365×110×195	9,5

Примечание. Рабочее давление воздуха в пневматических ручных гайковертах 0,5 МПа.

Таблица 10.21. Пневматические ручные шлифовальные машины

Марка	Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин		Мощность, кВт	Расход сжатого воздуха, м³/мин	Диаметр шланга в свету, мм	Габариты, мм	Масса, кг
		на холостом ходу	под нагрузкой					
ИП-2009А	60	12 700	9000	0,44	0,9	12	476×73×70	2
ИП-2014	150	5100	—	1,29	1,8	—	565×164×127	5,5
ИП-2102	175	8500	—	1,47	2,2	—	362×260×175	4,6
ИП-2103	225	6500	—	1,84	2,5	—	365×300×200	7
ИП-2203	125	4580	3400	1,32	1,6	18	360×150×200	4
ИП-2201	150	5100	4500	1,25	1,5	—	568×178×142	6
ИП-2002	100	7600	6000	0,74	1,2	—	510×115×93	3,5
П-21	175	8500	6300	1,32	1,8	18	475×158×144	5
П-21М	230	8500	6300	1,32	1,8	18	475×158×144	5
SA-75	75	7600	—	—	0,85	—	Длина 375	1,75
SA-100	100	5600	—	—	1,1	13	Длина 430	2,7
ВРУ-180	180	8400	—	1,84	1,95	—	515×190×140	5,9

Примечание. Рабочее давление воздуха в пневматических ручных шлифовальных машинах 0,5 МПа.

Таблица 10.22. Пневматические резбонарезные машины

Показатели	ИП-3403		Показатели	ИП-3403	
	ПРМ-14	ИП-3403		ПРМ-14	ИП-3403
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы для стали, мм	12	14	Рабочее давление воздуха в сети, МПа	0,5	
Наибольший крутящий момент, Н·м	25	47	Расход воздуха при наибольшей мощности, м³/мин	0,8	1,1
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, об/мин:	80 180	150 300	Габариты (длина × ширина × высота), мм	270 ×	280 ×
				×67 ×	×61 ×
прямом			×198	×170	
обратном			Масса, кг	3,5	2,3

Таблица 10.23. Пневматические ручные молотки

Марка	Энергия удара, Н·м	Число ударов, мин	Габариты, мм	Масса, кг
ИП-4004	12,5	1900	308×240×80	6,9
ИП-4005	21,0	1500	361×240×80	8
ИП-4006	27,0	1100	411×240×80	8,7
ИП-4007	30,0	950	461×240×80	9,6

Примечание. В пневматических ручных молотках рабочее давление воздуха 0,5 МПа; расход сжатого воздуха 1 м³/мин; диаметр шланга в свету 16 мм.

Таблица 10.24. Пневматические отбойные молотки

Показатели	ИП-4604			
	МО-6М	МО-10П	ИП-4602	ИП-4604
Энергия удара, Н·м	38	45	80	90
Частота ударов в 1 мин	1500	1200	900	780
Расход сжатого воздуха, м³/мин	1,5	1,25	1,6	1,8
Диаметр воздухопроводного рукава (внутренний), мм	16	16	19	19
Длина (без рабочего наконечника), мм	532	570	670	700
Масса (без рабочего наконечника), кг	6,5	10	16,7	18

10.2. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

В строительно-монтажных работах для измерения горизонтальных и вертикальных углов, проверки прямолинейности и вертикальности конструкций, производства створных измерений применяют теодолиты, нивелиры, рулетки и другие средства измерения.

Теодолиты по ГОСТ 10529-79 отечественной промышленностью выпускаются шести типов: Т1, Т2, Т5, Т15, Т30 и Т60. В зависимости от их точности применяют: теодолиты высокоточные Т2 и точные Т5 — при монтаже высоких сооружений и сооружений большой протяженности (закладные части сегментных затворов, шлюзных ворот, плоских затворов, трубопроводы высоких плотин и пр.); теодолиты технической точности Т15 и Т30 — при монтаже поверхностных затворов, облицовок водоводов и др.

Кроме отечественных теодолитов в Советском Союзе применяют теодолиты: Theo-010A, Theo-020A, Theo-120, выпускаемые фирмой «Карл Цейсс Йена» (ГДР), и ТЕ-В1, ТЕ-В3, ТЕ-С1, ТЕ-Д1, ТЕ-Е6, выпускаемые Венгерским оптическим заводом. Технические данные некоторых теодолитов приведены в табл. 10.25.

Взаимное расположение частей теодолита должно удовлетворять геометрическим условиям, которые устанавливаются выполнением поверки прибора. Основные поверки теодолитов приведены в табл. 10.26.

Нивелиры по ГОСТ 10528-76* изготавливают трех типов:

Н-05 — высокоточный; Н-3 — точный; Н-10 — технический.

Нивелиры типов Н-3 и Н-10 могут выпускаться с лимбами для измерения горизонтальных углов (Л).

По способу установки визирной оси в горизонтальное положение современные нивелиры подразделяют на три группы: глухие с уровнем и элевационным винтом, авторедукционные с наклонным лучом визирования.

В современных нивелирах с уровнями имеются оптические блоки, передающие изображение концов пузырька уровня в поле зрения трубы. Краткие технические данные нивелиров приведены в табл. 10.27.

Основное требование, которое предъявляется к нивелирам, — горизонтальность оси визирования в момент снятия отсчета по рейке. Для нивелиров с цилиндрическим уровнем это требование сводится к обеспечению параллельности визирной оси трубы и оси цилиндрического уровня.

Для соблюдения основного требования и обеспечения стабильности работы глухих нивелиров выполняют следующие поверки:

1. Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения прибора. Эта поверка выполняется так же, как и у теодолитов.

2. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента. Подъемными винтами выводят пузырек круглого уровня на середину и поворачивают верхнюю часть нивелира на 180°. Если пузырек останется в середине, то условие выполнено. В противном случае при помощи исправительных винтов его смещают к середине на половину значения отклонения. Исправление достигается в два-три приема.

3. Визирная ось зрительной трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня. Это условие является главным для нивелира. Поверку выполняют двойным нивелированием, для чего в землю забивают два нивелирных костыля или обрезки арматуры с расстоянием

Таблица 10.25. Технические данные теодолитов

Марка теодолита	Зрительная труба		Цена деления шкалы микрометра	Цена деления уровня (на 2 мм дуги в 1 с)			Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла одним приемом не более	Масса, кг
	Увеличение	Наименьшее расстояние визирования, м		алидады горизонтального круга	алидады вертикального круга	наклонного		
Т2	25	2	1"	15"	15"	10"	2"	До 5
Т5	25	1,5	1"	30"	15"	—	5"	До 4,5
Т15	25	1,2	1"	45"	—	—	15"	До 3,5
Т30	18	1,2	10'	60"	—	—	30"	До 2,5
Theo-010A	30	1,5	1"	20"	—	10"	2"	4,5
Theo-020A	25	1,5	1"	30"	—	—	4"	4,2
ТЕ-В1	30	2	1"	20"	20"	—	2"	5,5

Таблица 10.26. Основные поверките доделитов

Геометрическое условие	Последовательность выполнения проверки	Условия исправности	Устранение неисправности
1. Ось цилиндрического уровня алиадады горизонтального круга должна быть перпендикулярна основной оси инструмента	1. Ставят ось уровня по направлению двух (любых) подъемных винтов и, вращая их в разные стороны, выводят пузырек уровня в нуль-пункт. 2. Поворачивают алиададу на 90° и, вращая третий подъемный винт, вновь выводят пузырек уровня в нуль-пункт. 3. Поворачивают алиададу на 180°	Пузырек уровня будет находиться в нуль-пункте	Исправительными винтами переменяют пузырек уровня к нуль-пункту на половину дуги отклонения и подъемными винтами праводят в нуль-пункт. Проверку повторяют по-следовательно несколько раз до выполнения условия
2. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы	1. Приводят основную ось инструмента в отвесное положение 2. Наводят трубу на удаленный четко видимый предмет 3. Берут отсчет по горизонтальному кругу алиадады наводат на ту же точку 4. Переводят трубу через зенит и вращением алиадады наводат на ту же точку 5. Берут отсчет по горизонтальному кругу a_2	Отсчеты a_1 и a_2 равны или отличаются не более чем на двойную точность данного инструмента	Из отсчета a_1 и a_2 находят среднее по формуле $a = \frac{a_1 + a_2}{2}$ Вращением наводящего винга алиадады и винга оптического микрометра устанавливают отсчет a . Исправительными винтами сетки нитей переменяют ее до совмещения с изображением предмета в поле зрения трубы
3. Ось вращения трубы должна быть перпендикулярна основной оси инструмента	1. Приводят основную ось инструмента в отвесное положение 2. Наводят трубу на высоко расположенную точку (на стене, колонне и т. п.) 3. Проектируют эту точку на уровень, близкий к горизонку инструмента, и отмечают ее 4. Переводят трубу через зенит и снова наводат на ту же точку 5. Проектируют точку на тот же уровень	Проекции точки совпадают	
4. Вертикальная нить сетки должна быть отвесна	1. Приводят основную ось инструмента в отвесное положение 2. На расстоянии 5—10 м от теодолита вешают отвес 3. Наводят вертикальную нить сетки на отвес	Вертикальная нить сетки совпадает с нитью отвеса	Освободив закрепительные винты сетки, поворачивают ее до совпадения вертикальной нити сетки с нитью отвеса

Таблица 10.27. Технические данные нивелиров

Тип нивелира	Зрительная труба		Цена деления уровня на 2 мм дуги		Средняя квадратическая погрешность на 1 км двойного хода, мм, не более	Масса нивелира, кг, не более
	Увеличение	Наименьшее расстояние визира, м	круглого	цилиндрического		
H-05	40*	5	5±1'	10±1''	0,5	6
H-3	30*	2	10±2'	15±1,5''	3	3
H-10	20*	2	10±2'	45±5''	10	2

между ними около 80 м. У одной из закрепленных точек устанавливают нивелир с таким расчетом, чтобы окуляр был расположен над забитым колышком. На другой точке устанавливают нивелирную рейку. Измеряют высоту инструмента i_1 и берут отсчет по рейке a_1 . После этого меняют местами рейку и нивелир, определяют высоту инструмента i_2 и берут отсчет по рейке a_2 . Если инструмент неискривлен, то погрешность определяется по формуле

$$x = \frac{(a_1 + a_2) - (i_1 + i_2)}{2} \quad (10.2)$$

Для технических и точных нивелиров эта ошибка не должна превышать ± 4 мм. Если $x > \pm 4$ мм, то с помощью элевационного винта горизонтальную нить сетки устанавливают на отсчет по рейке, равной $a_2 - x$. Сместившийся при этом пузырек уровня устанавливают на середину исправительными винтами цилиндрического уровня. Существуют и другие методы выполнения этой поверки.

4. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента. Для этого на рейку, установленную на расстоянии 20—30 м, наводят зрительную трубу. Плавнo поворачивают трубу в горизонтальной плоскости. Если отсчет по горизонтальной нити не изменяется, то условие выполнено. В противном случае ослабляют винты, скрепляющие окулярный патрубок, и его поворотом устанавливают горизонтальную нить на средний отсчет.

Для нивелирования с самоустанавливающейся визирной осью основное требование заключается в том, что при наклонах вертикальной оси вращения нивелира, не превышающих расчетные, линия визирования должна быть горизонтальной.

Прежде чем приступить к работе с нивелиром, необходимо выполнять такие проверки и исследования:

оси установочных цилиндрических уровней должны быть перпендикулярны, а круглых уровней — параллельны вертикальной оси вращения нивелира;

линия визирования должна быть горизонтальной при наклонах оси вращения нивелира в пределах рабочих углов компенсатора;

горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента.

На базе нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования разработаны приборы вертикального проектирования: PZL — прецизионный зенит-лот, выпускаемый фирмой «Карл Цейсс Йена» (ГДР), и ОЦП, разработанный в Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Эти приборы нашли широкое применение в массовом высотном строительстве.

Нивелирные рейки по ГОСТ 11158-76 выпускаются трех типов, соответствующих трем типам нивелиров:

- РН-05 — односторонняя штриховая (длиной 1,2 и 3,0 м);
- РН-3 — двусторонняя шашечная (длиной 1,5; 3,0 и 4,0 м);
- РН-10 — двусторонняя шашечная (длиной 4,0 м).

Рейки длиной 1,2 и 1,5 м изготавливаются цельными, длиной 3,0 — цельными и складными (С), длиной 4,0 м — только складными (С).

Стальные рулетки длиной 1—50 м применяют, как правило, при выполнении строительного-монтажных работ для производства линейных измерений.

Рулетки измерительные выпускают в соответствии с ГОСТ 7502-80 в открытом (О) или закрытом (З) корпусе, плоскими (П) или выпуклыми (желобчатыми) (В). Вытяжные концы ленты рулетки изготовляют с кольцом (К), с грузом (Г) или с держателем для закрепления на предмете, подлежащем измерению (Д). Лента выполняется из нержавеющей стали (Н) или из углеродистой стали с антикоррозионным покрытием (У).

Шкала рулеток наносится с точностью 2-го или 3-го класса. Начало шкалы может быть удалено от торца измерительной ленты (А) или совпадать с торцом ленты (Б).

Допускаемое отклонение действительной длины отрезка шкалы рулетки, превышающего 1 м, составляет, мм:

для второго класса точности $\pm[0,30 + 0,15(L-1)]$;

для третьего класса точности $\pm[0,40 + 0,20(L-1)]$,

где L — число полных и неполных метров в отрезке.

Для рулеток 3-го класса длиной 5 м допускаемое отклонение шкалы установлено ± 2 мм. Рулетки длиной от 10 м и более до их применения должны быть прокомпарированы в метрологической лаборатории и иметь паспорт. При выполнении измерений, не требующих высокой точности, можно ограничиться сравнением длины используемой рулетки с компарированной, являющейся эталоном.

Глава 11

МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ОСНАСТКА

11.1. ТАКЕЛАЖНАЯ ОСНАСТКА

Канатные грузовые стропы, предназначенные для подъема грузов, и такелажная оснастка приведены в табл. 11.1—11.11 и на рис. 11.1—11.3

Блоки для грузовых подвесок изготавливают с подшипниками скольжения (табл. 11.12) и подшипниками качения:

первые применяют для блочных подвесок, которые по условиям эксплуатации опускаются в воду, в остальных случаях применяют блоки с подшипниками качения (табл. 11.13).

Блочные подвески изготавливают двух типов: с блоками на подшипниках скольжения (табл. 11.14 и рис. 11.4—11.6) и с блоками на подшипниках качения (табл. 11.15 и рис. 11.7—11.9).

Таблица 11.1 Двухветвевые стропы

Тип стропа ¹	L, мм	Разрывное усилие каната, Н	Диаметр каната d _к , мм	Коуш (ГОСТ 2224-72)	Треугольное звено, мм			
					b	t ₁	d	r
2СК-2,0	1400—16 200	96 000	15,5	45	119	110	20	28
2СК-2,5		120 000	17	56	—	120	22	30
2СК-3,2		150 000	17,9	56; 63	130	130	25	35
2СК-4,0	1500—20 300	192 000	21,5	63; 75	161	150	28	40
2СК-5,0		240 000	23	75; 85	182	170	32	45
2СК-6,3		300 000	25	85	204	190	36	50
2СК-8,0	2000—20 400	378 000	29	85; 95	225	210	40	55
2СК-10,0		480 000	33	95; 105	247	230	44	60
2СК-12,5		600 000	35	105	279	260	50	70

¹ Цифры 2,0—12,5 в типе стропа обозначают допускаемые нагрузки в тонно-силах.

Таблица 11.2. Способы заделки концов каната для стропов

Схема	Тип стропа ¹	Размеры, мм		
		L	l	l ₁
	УСК1-2,5	3000—25 000	320	420
	УСК1-2,8		400	500
	УСК1-3,6			
	УСК1-5	700	850	
	УСК1-6,3			
УСК1-10	4000—30 000	500	850	

Продолжение табл. 11.2

Схема	Тип стропа ¹	Размеры, мм		
		L	l	l ₁
	УСК2-5 УСК2-10 УСК2-12,5 УСК2-20	2000—30 000	—	700 1000 1100 1200

¹ Цифры 2,5—20 в типе стропа обозначают допускаемые нагрузки в тонно-силах.

Таблица 11.3. Коуши (ГОСТ 2224-72)

Диаметр каната, мм	Размеры, мм							Масса, кг
	D	B	L	L ₁	R	S	S ₁	
5,7—7,0	25	12	41	62	4	2	5	0,035
7,0—8,6	30	14	50	74	5	2	6	0,058
8,6—10,2	34	18	56	84	6	3	7	0,110
10,2—12,5	40	20	65	100	7	3	9	0,150
12,5—15,5	45	24	74	115	9	3	11	0,200
15,5—18,5	56	28	92	144	10	4	13	0,400
18,5—22,0	63	32	104	160	12	4	16	0,550
22,0—25,5	75	38	125	190	14	5	19	0,970
25,5—30,0	85	42	142	225	16	5	21	1,320
30,0—34,5	95	50	158	255	19	6	24	1,850
34,5—39,5	105	56	175	280	22	6	27	2,300
39,5—44,5	120	64	202	325	24	8	30	4,000
44,5—49,5	130	70	217	350	27	8	33	4,700
49,5—54,5	140	80	234	385	30	10	36	7,150

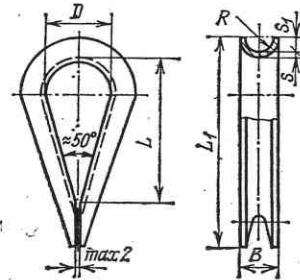
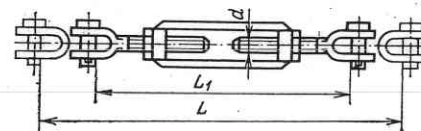
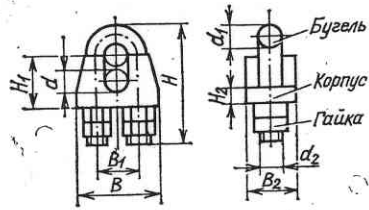


Таблица 11.4. Винтовые стяжки



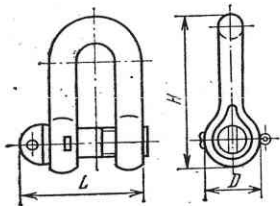
Показатели	Диаметр резьбы d								
	M20	M22	M24	M27	M36	M42	M48	M52	M56
L, мм	603	629	719	757	900	1027	1133	1159	1247
L ₁ , мм	418	444	507	545	652	762	843	869	939
Ход L—L ₁ , мм	185	185	212	212	248	266	290	290	308
Допускаемая нагрузка, кН	20	25	32	40	63	100	125	160	200
Масса, кг	3,6	4,2	6,0	7,1	12,8	14,0	33,4	42,9	55,3

Таблица 11.5. Зажимы для стальных канатов



Диаметр каната d	Размеры, мм								Масса, кг
	B	B_1	B_2	d_1	d_2	H	H_1	H_2	
8,3—11,0	40	22	22	10	M10	59	25	8	0,21
11,5—13,0	50	25	25			65	30	10	0,28
14,0—15,0	60	30	30	12	M12	80	35	12	0,70
16,0—17,5	70	36	40	16	M16	100	45	15	0,87
18,0—22,0		40				110	55	20	1,2
22,5—25,5	90	50	55	20	M20	130	60	25	2,1
27,0—31,5	90	54	65	24	M24	145	75	30	3,0
32,0—33,5	110	62	80			170	85	30	4,0
35,5—39,0		66		180	90	5,2			
41,0—49,0	140	80	90	30	M30	220	110	35	9,1
49,0—52,0	150	94	100			235	120	35	11,0

Таблица 11.6. Такелажная скоба



Грузоподъемность, т	Размеры, мм				Масса, кг
	D	не более		шпилька	
		L	H		
2,5	50	104	127	4,0×60	1,4
6,3	80	166	211	6,3×90	5,8
8,0	90	185	230	8,0×100	8,0
10,0	100	203	265	10,0×125	11,3
16,0	120	233	315	10,0×140	18
20,0	130	268	355	13,0×160	27
25,0	140	289	395	13,0×160	37
32,0	160	325	435	13,0×180	50

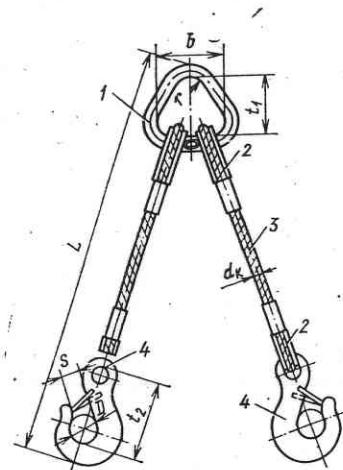


Рис. 11.1. Двухветвевой строп:
1 — треугольное звено; 2 — коуш; 3 — канат; 4 — чалочный крюк

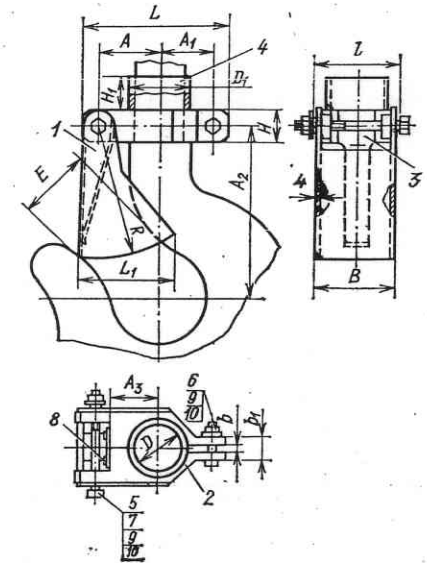


Рис. 11.3. Замок для одностороннего крюка
1 — упор; 2 — обойма; 3 — пружина; 4 — распорная втулка; 5 — кольцо; 6, 7 — болт; 8 — винт; 9 — гайка; 10 — шайба

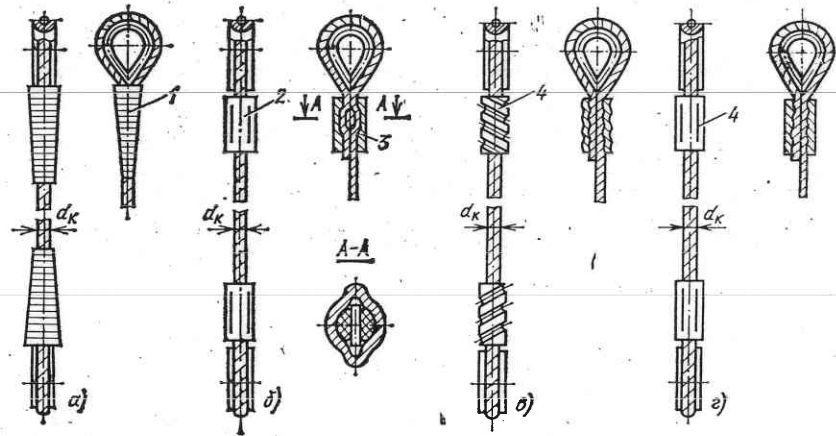
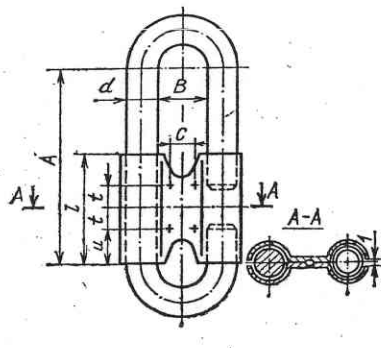


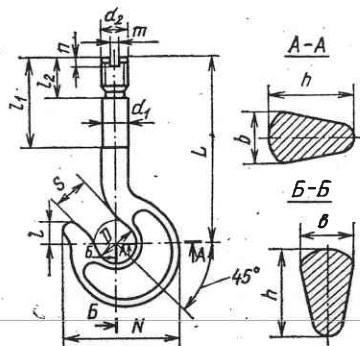
Рис. 11.2. Способы заделки концов канатов
а — заплетка с последующей обмоткой проволокой; б — гильзообразное соединение; в — втулочное соединение, выполненное обмоткой роликами; г — втулочное соединение, выполненное протискиванием через волок; 1 — проволока; 2 — гильза; 3 — вкладыш; 4 — втулка

Таблица 11.7. Карабины



Грузоподъемность, т	Размеры, мм							Масса, кг
	d	B	A	l	u	t	c	
0,25	16	24	100	55	17		12	0,6
0,4	20	30	110	60	20		15	1,03
0,63	25	36	125	70			18	1,81
1,0	30	40	140	80			25	2,93
1,6	40	50	170	100	25		30	6,33

Таблица 11.8. Однорогие крюки (ГОСТ 6627-74)



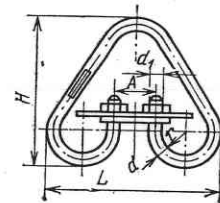
Грузоподъемность, т	Размеры, мм													Масса, кг
	D	S	L	N	b	h	d ₁	d ₂	l	l ₁	l ₂	m	n	
5	75	55	345	210	48	75	45	M42	38	200	55	15	8	10,2
10	110	85	490	300	65	100	60	M56	55	295	75	25	8	27,6
16	130	100	627	345	80	130	75	70×10*	62	387	95	30	8	55,5
25	170	130	700	460	102	164	100	90×12*	80	415	115	35	8	105,0
32	190	145	745	520	115	184	110	100×12*	95	435	130	35	8	132,0
50	240	180	897	680	150	240	140	120×16*	120	532	150	40	8	263,0

* Резьба трапецидальная.
 Примечания: 1. Крюки должны изготавливаться из стали марки 20 в соответствии с техническими требованиями, приведенными в ГОСТ 2105-75.
 2. Грузоподъемность крюков указана при применении их в машинах и механизмах с легким и средним режимом работ.

Таблица 11.9. Замки для крюков

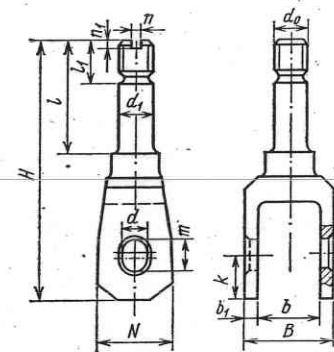
Грузоподъемность, т	Размеры, мм																	Масса, кг
	D	D ₁	L	L ₁	l	H	H ₁	B	b	b ₁	A	A ₁	A ₂	A ₃	E	R		
5	45	56	120	85	72	20	50	68	6	18	50	45	155	38	55	125	1,5	
10	60	70	165	115	87	30	60	83	6	22	70	60	210	50	85	170	3,0	
16	75	85	220	155	107	50	62	103	8	32	100	80	265	65	100	210	5,7	
25	100	112	260	170	132	50	70	128	8	38	115	90	310	85	130	250	8,5	
32	110	125	290	200	149	60	70	145	10	50	125	110	340	95	145	270	12,2	
50	140	155	345	250	185	60	95	181	10	50	150	130	395	115	180	310	16,5	

Таблица 11.10. Разъемные подвески

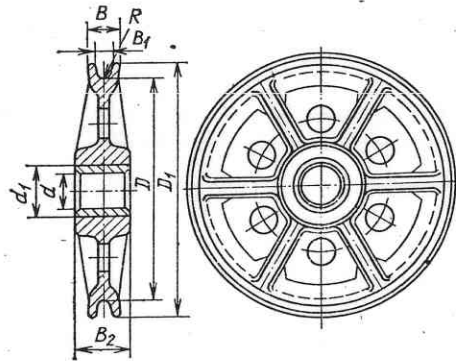


№ подвески	Грузоподъемность, т	Размеры, мм						Масса, кг
		d	A	H	L	r	d ₁	
10	1,0	24	56	225	248	30	M20	3,82
16	1,6	28	64	255	284	34	M24	5,02
25	2,5	32	75	316	349	42	M24	6,26
40	4,0	42	86	380	428	54	M30	15,73
63	6,3	50	105	440	495	60	M36	26,52
100	10	60	130	525	590	70	M42	43,55

Таблица 11.11. Грузовые проушины

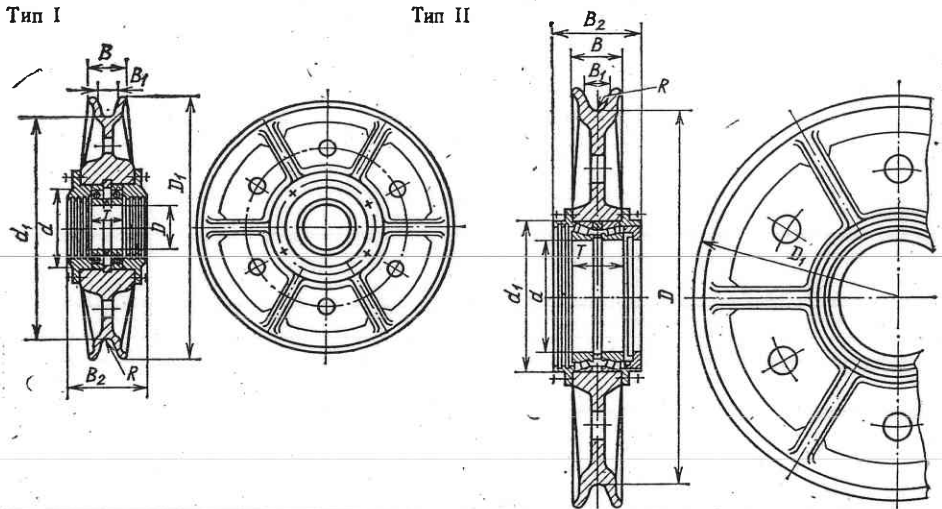


Грузоподъемность, т	Размеры, мм														Масса, кг
	H	B	N	b	b ₁	l	l ₁	d ₀	d	d ₁	m	k	n	n ₁	
5	410	126	120	86	20	135	55	M42	45	47	62	75	15	3	11
10	555	166	180	116	25	205	75	M56	60	72	87	105	25	8	29,5
16	645	216	180	156	30	275	95	Трап 70×10	75	72	87	105	30	8	50
25	780	250	260	150	50	295	115	Трап 90×12	100	102	117	150	35	8	70
32	835	350	260	250	50	315	130	Трап 100×12	110	102	117	150	35	8	145
50	1035	350	360	250	50	377	150	Трап 120×16	140	102	117	200	40	8	232



Диаметр каната, мм	Размеры, мм								Масса, кг
	D	D ₁	d	d ₁	B	B ₁	B ₂	R	
14,0—18,0	400	456	70	85	50	34	90	10,0	33
18,0—23,0	500	572	80	100	65	45	100	12,5	62
23,0—28,5	600	690	100	120	80	55	110	15,5	88
28,5—35,0	800	910	200	225	95	67	150	18,5	330
35,0—43,5	800	940	200	225	120	85	150	23,0	372
43,5—45,5	1000	1140	260	290	125	95	200	24,0	500
45,5—52,0	1000	1140	260	290	125	95	200	28,0	539

Таблица 11.13. Блоки с подшипниками качения



Диаметр каната, мм	Размеры, мм										Масса, кг
	D	D ₁	d	d ₁	B	B ₁	B ₂	T	R		
Тип I											
11,0—14,0	400	444	60	130	40	28	109	69	8	48,2	
14,0—18,0		456	90	160	50	34	107	67	10	42,0	
18,0—23,0	500	572	180	180	65	45	115	75	12,5	78,3	
23,0—28,5	600	690	100	215	80	55	141	101	15,5	134,5	

Продолжение табл. 11.13

Диаметр каната, мм	Размеры, мм									Масса, кг
	D	D ₁	d	d ₁	B	B ₁	B ₂	T	R	
Тип II										
28,5—35,0	800	910	220	300	95	67	146	110	18,5	329
35,0—43,5	800	940	220	300	120	85	146	110	23,0	371
43,5—45,5	1000	1140	260	360	125	95	172	134	24,0	434
45,5—52,0	1000	1140	260	360	125	95	172	134	28,0	459

Таблица 11.14. Блочные подвески на подшипниках скольжения

Схема подвески по рисунку	Количество блоков Грузоподъемность, т	Диаметр каната, мм	Размеры, мм																Масса, кг
			D	d	A	B	B ₁	B ₂	b	b ₂	H	H ₁	H ₂	h	N	S			
11.4	1	5	14,0—18,0	400	75	545	185	—	—	48	68	980	365	250	113	210	55	90	
11.5	2	10	14,0—18,0	400	110	545	278	94	—	65	83	1165	420	340	155	300	85	185	
		16	23,0—28,5		130	545	278	94	—	80	103	1592	420	427	195	345	100	425	
		25	23,0—28,5		170	775	340	114	—	102	128	1700	605	480	250	460	130	475	
11.6	4	16	14,0—18,0	400	130	545	610	134	131	80	103	1362	490	427	195	345	100	410	
		25	14,0—18,0		170	545	610	134	131	102	128	1470	490	480	250	460	130	438	
		32	18,0—23,0		190	655	630	124	141	115	145	1654	550	520	279	520	145	652	
		50	23,0—28,5		240	775	766	204	162	150	181	2010	660	625	360	680	180	1090	

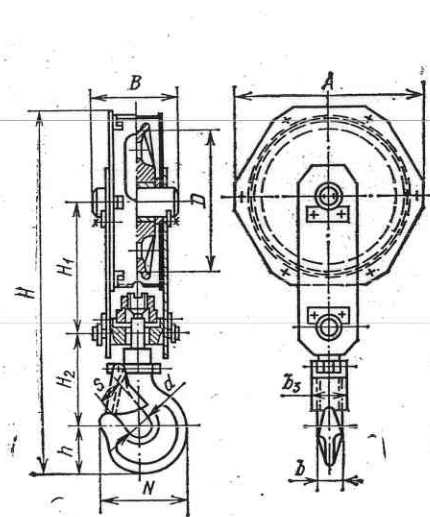


Рис. 11.4. Одноблочная подвеска

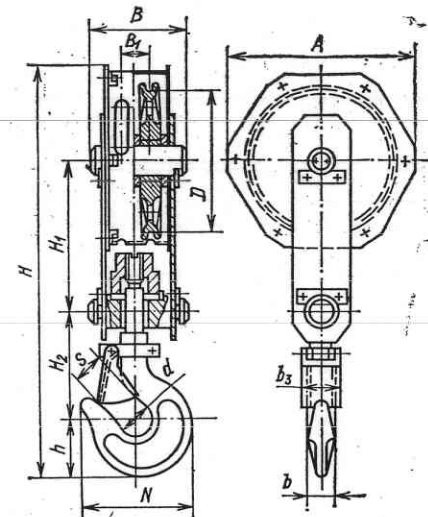


Рис. 11.5. Двухблочная подвеска

Таблица 11.15. Блочные подвески на подшипниках качения

Схема подвески по рисунку	Количество блоков Грузоподъемность, т	Диаметр каната, мм	Размеры, мм														Масса, кг	
			D	d	A	B	B ₁	B ₂	b	b ₂	H	H ₁	H ₂	h	N	S		
11.7	1	5	14,0—18,0	400	75	530	215	—	—	48	68	950	345	250	113	210	55	104
11.8	2	10	14,0—18,0	400	110	530	344	113	—	65	83	1140	400	340	155	300	85	209
		16	23,0—28,5	600	130	770	430	147	—	80	103	1560	575	425	195	345	100	534
		25	23,0—28,5	800	170	770	430	147	—	102	128	1690	595	480	250	460	130	590
11.9	4	16	14,0—18,0	400	130	530	608	113	148	80	103	1320	455	425	195	345	100	415
		25	14,0—18,0		170	530	608	113	148	102	128	1450	475	480	250	460	130	477
		32	18,0—23,0	500	190	650	640	121	156	115	145	1635	535	520	279	520	145	708
		50	23,0—28,5	600	240	770	766	147	193	150	181	1980	640	625	360	680	180	1205

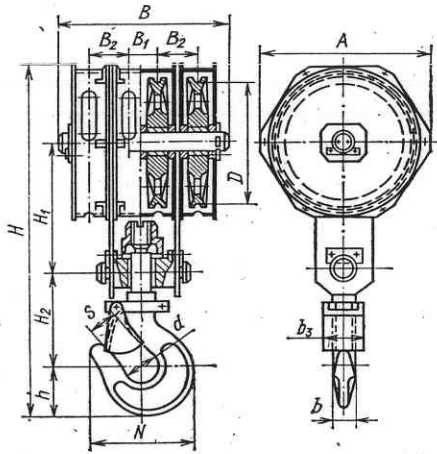


Рис. 11.6. Четырехблочная подвеска

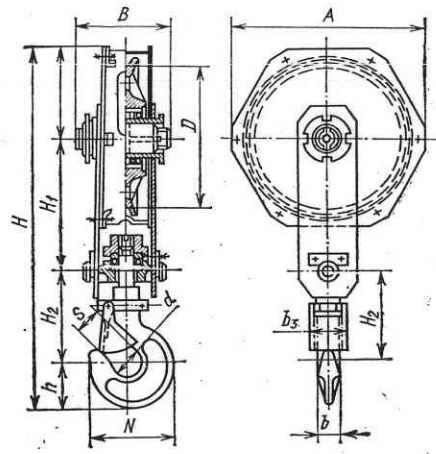


Рис. 11.7. Одноблочная подвеска

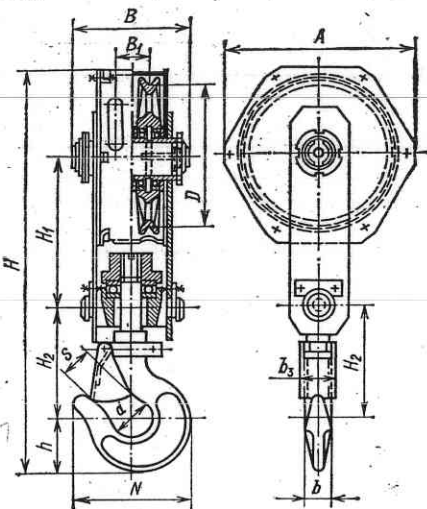


Рис. 11.8. Двухблочная подвеска

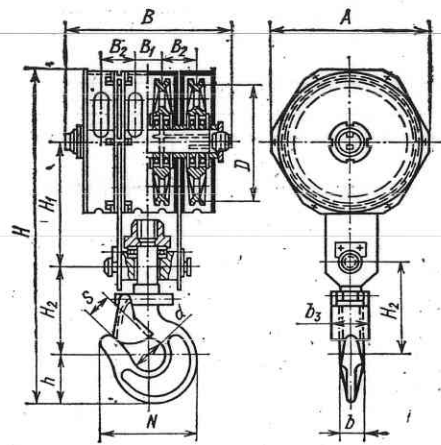


Рис. 11.9. Четырехблочная подвеска

11.2. ГРУЗОВЫЕ ШТАНГИ И ЦЕПИ

Штанги и цепи применяют для подъема затворов. Штанги (табл. 11.16 и рис. 11.10) состоят из звеньев, соединен-

ных друг с другом с помощью осей и серег. Цепи изготавливают двух типов: круглозвенные (табл. 11.17) и пластинчатые (табл. 11.18).

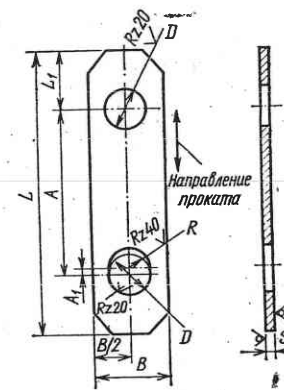


Рис. 11.10. Звено штанги

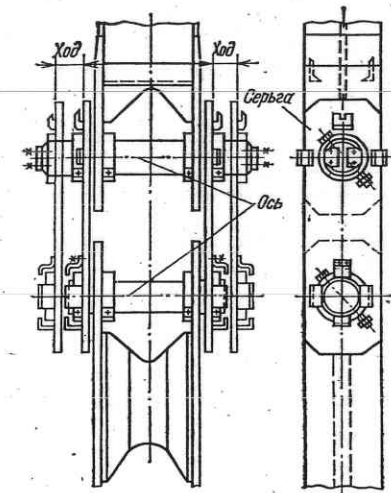
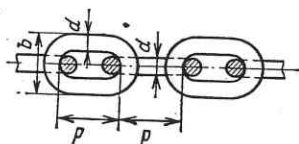


Таблица 11.16. Серьги штанг

Тяговое усилие одной серьги, кН	Размеры, мм									Масса, кг
	D	B	L	L ₁	A	A ₁	R	S	t	
25	50	120	360	80	200	5	27	8	0,1	2,3
50	71	140	480	90	300	5	38	8	0,1	3,5
80	71	140	480	90	300	5	38	12	0,1	5,4
125	102	200	650	125	400	10	52	12	0,1	10,0
250	102	200	650	125	400	10	52	25	0,2	22,0
400	142	280	900	175	550	10	75	30	0,2	50,0
500	163	320	1000	200	600	20	85	36	0,2	73,0
625	173	340	1050	215	620	20	90	40	0,2	93,0
800	204	400	1220	250	720	20	105	42	0,2	135,0
900	214	420	1250	265	720	20	110	45	0,2	152,0
1000	234	460	1380	290	800	20	120	45	0,2	183,0
1250	255	500	1490	320	850	20	130	50	0,2	243,0
1600	275	540	1580	340	900	20	140	60	0,2	332,0
1800	305	600	1700	375	950	20	160	60	0,2	394,0

Таблица 11.17. Круглозвенные цепи (ГОСТ 2319-81)



Калибр цепи d	Размеры, мм			Нагрузка, кН, не менее		Масса 1 м цепи, кг (приблизительно)
	Шаг цепи p	Ширина цепи b	пробная	разрушающая		
6	18,5	20	7	14	0,75	
7	22	23	9	18	1,0	
8	24	26	13	26	1,35	
9	27	32	16	32	1,8	
9,5	27	31	17	34	1,9	
10	28	34	20	40	2,25	
11	31	36	23	46	2,7	
13	36	44	33	66	3,8	
16	45	53	51	102	5,8	

11.3. ЯКОРЯ, ДОМКРАТЫ, СБОРОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА, СРЕДСТВА ПОДМАЩИВАНИЯ

Якоря для закрепления полиспастов, тяг и расчалок применяют двух типов: с заложением в грунт (рис. 11.11, табл. 11.19) и передвижные бетонные якоря (рис. 11.12, табл. 11.20).

Домкраты, применяемые для монтажных работ, приведены в табл. 11.21 и 11.22, а для выверки смонтированных конструкций — в табл. 11.23.

Таблица 11.18. Грузовые пластинчатые цепи (по ГОСТ 191-82)

Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Шаг цепи, мм	Число пластин в одном звене не менее	Масса 1 м цепи, кг, не более
100	45	4	5,3
160	50	4	9,1
200	55	4	14,6
250	60	4	17,5
400	70	6	25,8
500	80	6	31,5
800	90	6	46,8
1000	100	6	69,4
1250	110	8	80,0
1600	120	8	99,9

Сборочные устройства выполняют двух типов: передвижные и стационарные. Передвижные сборочные устройства применяют для подгонки стыков монтируемых элементов (например, звеньев водоводов), придания им требуемой геометрической формы и удержания этой формы в процессе обетонирования. Эти устройства оснащаются рабочими площадками, на которых размещаются оснастка и инструмент, а также подмостями, с которых производятся сборочные, сварочные и другие работы.

Для стыковки звеньев массой 30—50 т применяют сборочное устройство с механизированным приводом рабочего органа (рис. 11.13); для стыковки звеньев массой до 25 т — сборочные устройства с ручным приводом (рис. 11.14).

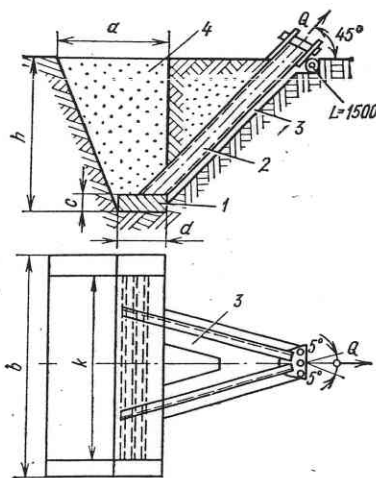


Рис. 11.11. Бетонный якорь: 1 — бетон; 2 — тяга; 3 — канавки для тяги; 4 — утрамбованный грунт

Таблица 11.19. Якоря, закладываемые в грунт

Усилие, кН	Размеры, м					Объем земляных работ, м³	Объем бетона марки 100, м³	Масса тяги, кг	
	a	b	c	d	h				
200	2,0	4,5	0,5	1,0	2,5	4,0	18,6	2,0	397
300	2,2	4,5	0,5	1,0	3,0	4,0	24,1	2,0	429
400	2,5	5,5	0,6	1,2	3,2	5,0	35,3	3,6	703
500	2,5	5,5	0,6	1,2	3,5	5,0	38,0	3,6	726
1000	4,6	6,0	1,4	1,4	3,5	4,5	80,0	8,8	1020
1300	4,6	7,5	1,4	1,4	3,5	6,5	102,0	12,7	1234

Технические данные передвижных сборочных устройств конструкции СКБ «Мосгидросталь» приведены в табл. 11.24.

Стационарные сборочные устройства (рис. 11.15—11.17) применяют для сборки обечаек из отдельных элементов (парг), а также для сборки звеньев турбинных водоводов из отдельных обечаек (табл. 11.25). Их основное назначение заключается в подгонке продольных и кольцевых стыков и придании оболочке правильной геометрической формы. Применение этих устройств позволяет значительно ускорить процесс сборки звеньев, улучшить качество сборки стыка (равномерность зазора и

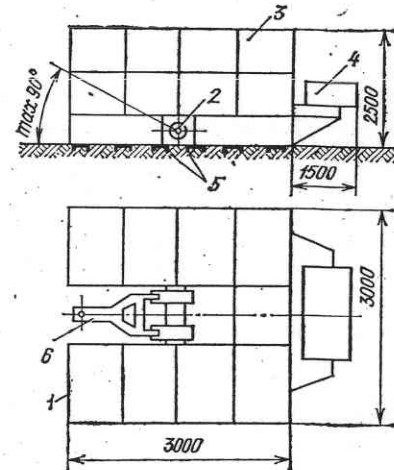


Рис. 11.12. Наземный якорь с упорными стенками

1 — сварная рама; 2 — ось; 3 — железобетонные блоки; 4 — лебедка; 5 — упорные стенки; 6 — тяга

Таблица 11.20. Максимальное сдвигающее усилие, кН, наземных якорей с упорными стенками и гладким основанием в зависимости от вида грунта

Вид грунта	Масса якоря, т				
	10	20	30	40	50
Песок пылеватый:	34	34	34	34	40
	314	314	314	314	320
разнозернистый	60	90	90	100	117
	500	690	690	700	717
Суглинок:	105	109	109	109	109
	40	44	44	44	44
средний влажностью 9%	102	140	140	140	140
	600	760	760	760	760
тяжелый влажностью 12—14%	105	210	315	315	315
	900	1000	1415	1415	1415
Глина пылеватая	100	154	154	154	154
	1000	1435	1435	1435	1435
Супесь влажностью 14%	105	210	272	272	272
	1500	1600	2040	2040	2040

Примечание. В числителе — сдвигающее усилие для якорей с гладким основанием, в знаменателе — для якорей с полностью заглубленными упорными стенками.

депланации кромок по всей длине стыка), а также отказаться от приварки временных сборочных скоб, накладок и т. д., что особенно важно при изготовлении конструкций из высокопрочной стали.

Таблица 11.21. Монтажные гидравлические домкраты

Показатели	МДГ-25	МДГА-50	МДГ-80	МДГ-100	ДГО-200	Г-100-2	Г-200-2
Грузоподъемность, т	25	50	80	100	200	100	200
Высота подъема, мм	75	100	100	155	155	155	155
Рабочая жидкость	Масло веретенное 3			Масло индустриальное 12			
Давление жидкости, МПа	40	40	40	40	40	40	40
Диаметр поршня, мм	90	125	40	40	40	40	40
Высота домкрата, мм	200	279	210	180	250	180	250
Масса домкрата (без масла), кг	9,8	19,6	100	368	195	325	370
				78,8	9,8	55	110

Таблица 11.22. Механические домкраты

Показатели	Ресничные				Винтовые			
	ДР-3	ДР-5	ДР-7	ВДС-10	ВО-3	ВО-5	ВТ-10	ВТ-15
Грузоподъемность, т	3	5	7	10	3	5	10	15
Высота подъема, мм	300	300	350	300	130	300	330	350
Максимальное усилие на рукоятке, Н	270	300	300	300	250	250	250	250
Габариты (длина × ширина × высота), мм	280 × 200 × 645	230 × 220 × 725	442 × 400 × 850	250 × 150 × 890	∅ 130 × 300	∅ 150 × 510	∅ 180 × 585	∅ 226 × 610
Масса, кг	25	22	47	30	—	—	—	—

Таблица 11.23. Установочные домкраты

Показатели	Клиновые			Винтовые	
	3	5	10	ДМ-3	ДМ-5
Грузоподъемность, т	3	5	10	3	5
Высота подъема, мм	12	15	16	17	40
Минимальная высота в сборе, мм	56	60	60	59	94
Габариты (длина × ширина × высота), мм	135 × 80 × 60	235 × 80 × 80	335 × 80 × 60	56 × 65 × 60	90 × 100 × 95
Масса, кг	3,7	5,3	7,2	1,11	3,54

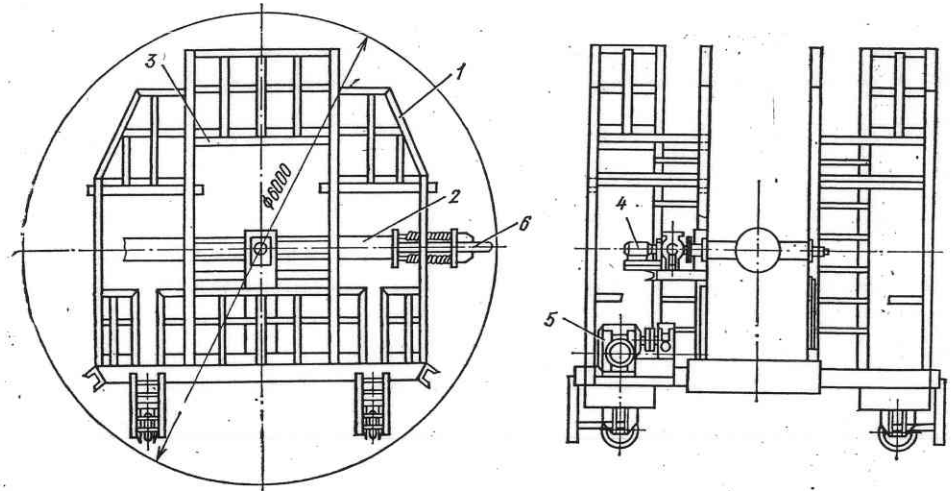


Рис. 11.13. Передвижное распорное устройство с механизированным приводом:
1 — площадка обслуживания; 2 — стрела; 3 — площадка для машинно-насосной станции; 4 — механизм вращения стрелы; 5 — механизм передвижения; 6 — гидродомкрат

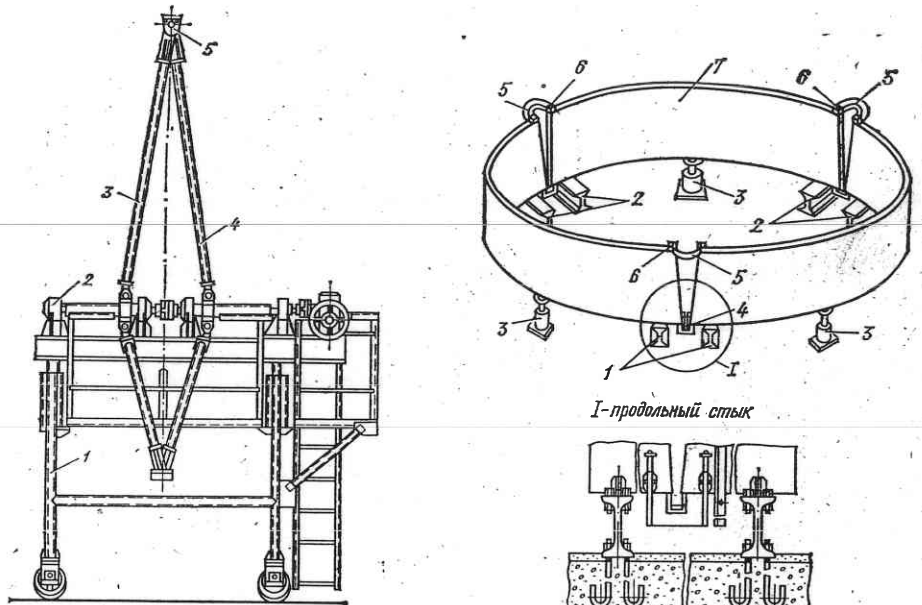


Рис. 11.14. Передвижное распорное устройство с ручным приводом:
1 — рама; 2 — механизм распора; 3 — кронштейн; 4 — стойка; 5 — упорные башмаки

Рис. 11.15. Стенд для сборки обечайки:
1, 2 — неподвижные опоры; 3 — подвижные опоры; 4 — струбцина — входной карман; 5 — П-образная деформирующая скоба; 6 — выходные планки; 7 — обечайка

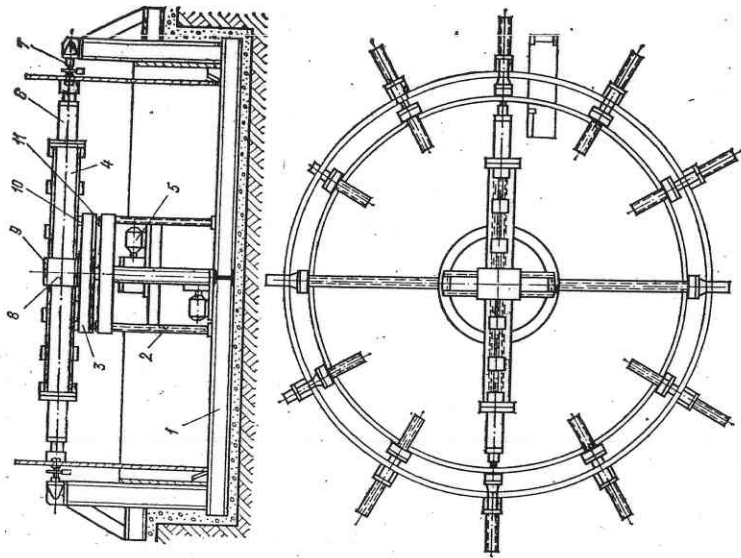


Рис. 11.17. Распорное устройство (симметричное) для сборки обечаек в звено:
1 — основание; 2 — стон; 3 — платформа; 4 — стрела; 5 — привод вращения; 6 — гидродомкрат 100 т; 7 — ВДС-10; 8 — стойка; 9 — накладная; 10 — опора; 11 — втулка с шариком

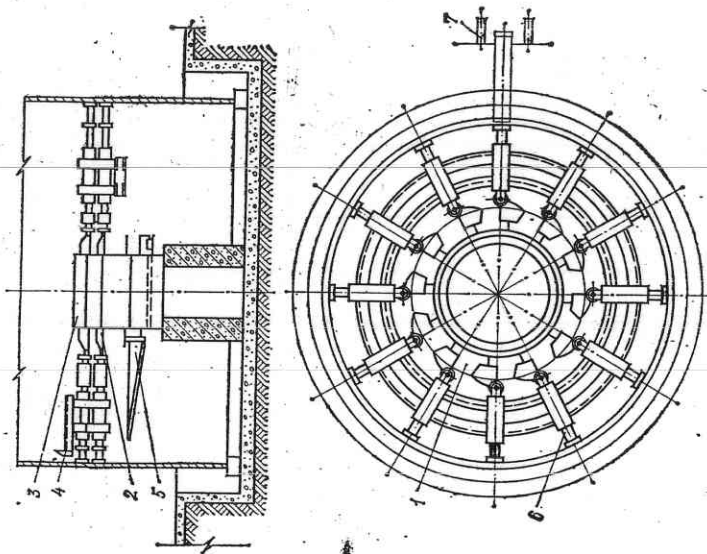


Рис. 11.16. Кулачковый механизированный стэнд для сборки звеньев:
1, 2 — кулачковый диск; 3 — стойка; 4 — фиксатор; 5 — поворотная опора; 6 — жимки в сборе; 7 — гидросистема

Таблица 11.24. Передвижные сборочные устройства

Показатели	Привод	
	механический	ручной
Количество распорных лучей	2	2; 3 (6)
Расчетное усилие распора, кН	1000	300
Ход башмака распорного устройства, мм	155	160
Усилие на рукоятке маховика, Н	—	150
Частота вращения распорных лучей, об/мин	0,8	
Скорость передвижения, м/мин	5,0	
Режим работы	Легкий	
Управление	Местное	
Токосвод	Гибкий шланг	
Габариты (длина × ширина × высота), м	5,4 × 3,5 × 3,0 × 2,26 × 4,8	× 2,5
Масса, т	6,0	3,5

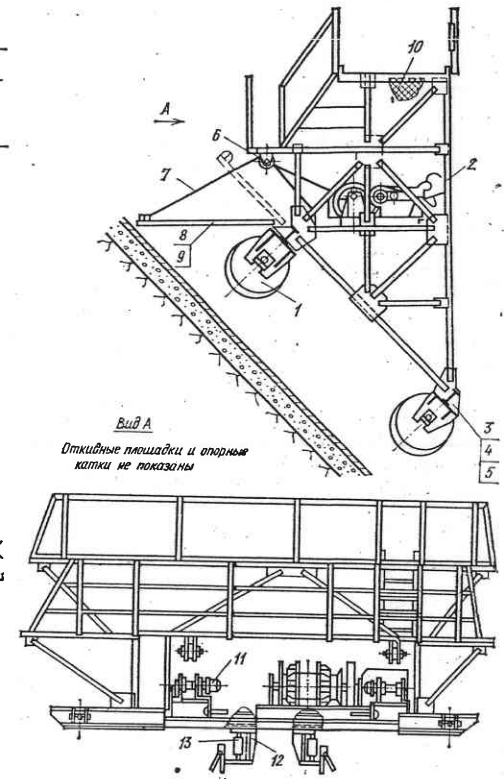


Рис. 11.18. Монтажная самоходная тележка

1 — катковая опора; 2 — металлоконструкция тележки; 3 — болт; 4 — гайка; 5 — шайба; 6 — блок в сборе; 7 — канат; 8 — марка № 2; 9 — марка № 3; 10 — сетка; 11 — ручная планетарная лебедка 0,25 т; 12 — кронштейн; 13 — направляющий ролик

Таблица 11.25. Механизированные стэнды (устройства) для сборки звеньев турбинных водоводов

Показатели	Кулачковый стэнд (рис. 11.16)	Распорное устройство (рис. 11.17)
	Диаметр звена, м	6,0
Высота (длина) звена, м	6,9	6,0
Высота (длина) обечайки, м	2,3	2,0
Количество обечаек в звене, шт.	3	3
Толщина стенки звена, мм	20—40	20—40
Количество распорных лучей устройств, шт.	12	2
Усилие на распорном луче	25	100
Ход поршня, мм	320	600
Частота вращения распорного луча, об/мин	—	0,8
Габариты (диаметр × высота), м	∅ 9,2 × 3,5	∅ 10,5 × 3,1
Масса, т	14,4	12,5

Подъемные подмости, площадки, люльки применяют для выполнения сборочно-сварочных работ на высоте при монтаже конструкций, а также для работ по антикоррозионной защите конструкций и их обслуживанию (табл. 11.26, 11.27). При этом для сборочно-сварочных работ применяют, как правило, подъемные подмости или площадки с электромеханическими и реже с гидравлическими приводами. Для работ по антикоррозионной защите конструкций и их обслуживанию чаще всего применяют люльки.

Для выполнения ремонтных и других работ на наклонных плоскостях, в частности для работ внутри наклонного трубопровода, применяют специальные тележки (рис. 11.18, табл. 11.28).

Таблица 11.26. Подъемные площадки

Показатели	9411.02.00	ПСП-4	ПСУ-4/2	ПСУ-2/1,6
Высота подъема над полом, мм:				
наименьшая	1200	1600	960	800
наибольшая	4000	4000	4000	2290
Вылет балкона от оси ко- лошны, мм:				
наименьший	Нерегулируе- мый	—	0	0
наибольший	То же	—	2000	1660
Грузоподъемность, кг	500	300	200	250
Размеры балкона в плане, мм	3500×1200	1000×1750	2000×1000	1800×900
Колея площадки, мм	2000	1400	1524	1400
База площадки, мм	—	1900	2200	1450
Скорость, м/мин:				
подъема и опускания балкона	2,85	2	3	2
перемещения площадки	6,7	6	10	6
Мощность привода, кВт: подъема и опускания балкона	2,8	1,5	3	1,5
перемещения площадки	1,7	0,8	1,1	—
Масса площадки, кг	4040	2800	2500	2100
Габариты (длина × шири- на × высота), мм	2210×3500× ×4990	2500×2000× ×5000	2800×2500× ×2700	1930×1540× ×1860

Таблица 11.27. Люльки

Показатели	ЛОС-100-120	ЛЭ-100-300
Грузоподъемность, кг	120	300
Максимальная высота подъема, м		100
Скорость подъема, м/мин		5,5
Лебедка:		
тип	ЛЭФ-500	ЛЭФ-5
количество	1	2
тяговое усилие лебедки, Н		5000
общее передаточное число редуктора		148,4
Запас прочности тормоза лебедки:		
электромагнитно-колодочного		2
грузопорно-дискового		1,37
Электродвигатель:		
тип	АОЛС-12-4	
мощность, кВт	0,8	
Рабочий канат ¹	9,1-ГЛ-В-Л-О-Н-1764 (ГОСТ 2688-80)	9,1-ГЛ-В-Л-О-Н-1764 (ГОСТ 2688-80)
Предохранительный канат	9,1-ГЛ-В-Л-О-Н-1764 (ГОСТ 2688-80)	—
Габариты (длина × ширина × высота), мм	1340×1175×2520	4435×935×1765
Масса (без каната и консоли), кг	165	385

¹ Расшифровка обозначений канатов дана в § 14.3.

Таблица 11.28. Специальная тележка

Показатели	Значения	Показатели	Значения
База, мм	3000	Тип лебедки	ЛМ-3,2
Колея, мм	4018	Способ управления	Дистанционный
Диаметр каната, мм	23	Привод	Канатный
Нормативная нагрузка на площадку тележки, МПа	1000	Масса, кг	5000

Глава 12

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ, ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ,
РЕЗКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА12.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ, СВАРКИ
И КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
КОНСТРУКЦИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Технологическая схема создания металлоконструкций и оборудования включает три основных этапа: изготовление в заводских условиях отдельных элементов, узлов, блоков (или секций) конструкций или оборудования и доставка их на объект; укрупнение перечисленных элементов на приобъектной базе гидроэлектростанций; монтаж укрупненных блоков или всей конструкции и оборудования в проектное положение с последующей сваркой, выверкой и сдачей в эксплуатацию.

Этап заводского изготовления включает полный комплекс технологических операций — от подготовки материала до выпуска готовых элементов. При этом расчленение конструкций, оборудования на отдельные элементы, узлы и т. д. осуществляют с учетом двух основных условий: повышение заводской готовности всей конструкции или оборудования и транспортабельность изготовленных элементов по железной дороге.

Технологический цикл заводского изготовления элементов, конструкций гидротехнических сооружений аналогичен циклу изготовления строительных конструкций. Сборку конструкций осуществляют с использованием стеллажей, стендов, кондукторов, а сварку — с использованием механизированных способов (автоматической сварки под флюсом и полуавтоматической в среде углекислого газа).

Укрупнение конструкций и оборудования на приобъектной базе гидроэлектростанций и их монтаж в проектное положение осуществляют с учетом возможностей грузоподъемных и транспортных

средств и механизмов, предусмотренных проектами организации и производства работ. Для сборки элементов в монтажный блок, а также для монтажа этих блоков используют чаще всего вестандартизированное оборудование и оснастку (специальные стенды, распорные устройства и т. д.). Основной объем сварки на этом этапе выполняют с использованием механизированных и автоматизированных способов (полуавтоматической сварки порошковой проволокой, автоматической сварки под флюсом, электрошлаковой сварки), а на этапе окончательного монтажа — ручной дуговой сварки.

Укрупненные технологические процессы сборки и сварки типовых конструкций и оборудования гидротехнических сооружений приведены в соответствующих главах настоящего справочника.

Материалы, применяемые для изготовления конструкций и оборудования, должны соответствовать требованиям ГОСТ на поставку.

Сварочные материалы должны соответствовать технологическим рекомендациям по сварке конкретных конструкций. Все применяемые сварочные материалы должны иметь паспорта, бирки, сертификаты и храниться рассортированными по маркам и партиям в сухом помещении в условиях, исключающих нарушение целостности упаковки. Сварочные материалы перед сваркой должны быть подвергнуты обработке: электроды, флюс, порошковая проволока должны быть прокалены (режим прокалки дан в табл. 12.1), а сварочная проволока сплошного сечения очищена от загрязнений, масла, ржавчины и т. д. После прокалки электроды необходимо хранить в сушильном шкафу при температуре не менее 100 °С, а флюс — в герметичной таре. На рабочее место сварщика флюс и электроды должны подаваться в количестве, необходимом

Таблица 12.1. Режимы проковки сварочных материалов

Сварочные материалы	Марка	Режим проковки		Область применения
		Температура, °С	Время, мин	
Электроды	УОНИ-13/45; УОНИ-13/55	470—490	180	Для сварки углеродистых и низколегированных сталей
	УОНИ-13/55У; УОНИ-13/85У	300—350	60	
	УОНИ-13/65У	400	60	
	УОНИ-13/85	370	60	
	ОЗС-2	250—300	60	
	АНО-3; АНО-4	190—200	40	
	МР-3	170—200	90	
	ОЗС-4	100—120	60	
	ОЗС-6	150—180	60	
	АНП-2	420—450	120	
48Н-1	470—490	180		
ЭА395/9	140—160	120		
Флюс	АН-17М	380—450	120	Для автоматической сварки высокопрочных сталей ¹
	АН-47	300—400	60	
	138КФ-1	490—510	240	
	АН-348	300—400	60	То же для углеродистых и низколегированных сталей
Порошковая проволока	АН-8; АН-22	450	120	Для электрошлаковой сварки углеродистых и низколегированных сталей
	ПП-АН3; ИП-АН7, СП-2	250 300	120 120	Для автоматической сварки с принудительным формированием шва и полуавтоматической сварки

¹ Марка 138КФ-1, кроме того, для сталей 138И3.

для выполнения работ в течение одной смены, а при повышенной относительной влажности воздуха (80—90%) не более чем на полсмены. На рабочем месте электроды и флюс необходимо хранить в условиях, исключающих увлажнение (герметичные ящики, пеналы). При получении новой партии сварочных материалов необходимо выполнять входной контроль их качества (технологические пробы, механические свойства и т. д.). Результаты входного контроля должны фиксироваться в соответствующей документации. При сварке высокопрочных сталей обязательным условием контроля сварочных материалов является периодическая проверка (при получении новой партии сварочных материалов, изменении режима проковки, влажности и температуры окружающей среды) диффузионного водорода в металле шва с использованием «карандашной» пробы.

Оборудование и аппаратуру для сварки и контроля необходимо применять в соответствии с рекомендациями технологического процесса. Оно должно быть в полной исправности и снабжено средствами измерения, необходимыми для контроля параметров технологического процесса (сварки и контроля). Правильность показаний приборов следует проверять в сроки, указанные в графиках проверки сварочного оборудования и аппаратуры для контроля.

Квалификация исполнителей при укрупнении и монтаже конструкций и оборудования зависит от вида работ, способа сварки и контроля и т. д. Например, к ручной дуговой сварке ответственных конструкций и оборудования (турбинные трубопроводы, затворы) допускаются дипломированные электросварщики не ниже 5-го разряда, имеющие удостоверения, выданные им в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков», к механиз-

рованной сварке и сварке на автоматах — сварщики не ниже 4-го разряда.

Контроль сварных швов ответственных конструкций осуществляют контролеры и дефектоскописты не ниже 4-го разряда. Заключение по результатам физических методов контроля готовит и выдает дефектоскопист 6-го разряда.

К руководству сварочными работами и работами по контролю допускаются инженерно-технические работники, изучившие нормативно-техническую документацию по сварке определенных видов конструкций и прошедшие аттестацию.

Сборка конструкций и оборудования под сварку выполняется в последовательности, указанной в технологической документации. Детали и элементы под сварку должны поступать обработанными в соответствии с требованиями чертежей. Обрезку кромок листов и профильного проката следует производить механической или газовой резкой. На торцах листов, обработанных газовой резкой, не должно быть грат, брызг, шлака и наплывов металла. Кроме того они должны удовлетворять следующим требованиям: неперпендикулярность кромок реза к плоскости листа не более 1 мм; высота неровностей реза (шероховатость) до 0,3 мм; отдельные места с высотой реза, превышающие 0,3 мм, а также выхваты допускаются исправлять плавной зачисткой шлифмашинкой.

Кромки после газовой резки подлежат обязательной последующей зачистке наждачным кругом до чистого металла. На всех деталях места наложения швов и прилегающие к ним поверхности шириной не менее 20 мм непосредственно перед сваркой должны быть зачищены до металлического блеска наждачным кругом или металлической щеткой.

Зазоры в собранных под сварку соединениях должны быть в пределах требований технологической документации. Деформация (превышение) кромок в стыках не должна превышать 10% толщины свариваемого металла, но не более 3 мм для сталей низкой и средней прочности и не более 2 мм для сталей высокой прочности. При получении местных зазоров, выходящих за пределы установленных норм, стыкуемые кромки надлежит наплавлять электродами той же марки, которая рекомендована для сварки сталей данной марки с последующей механической обработкой наплавленной кромок до заданной геометрической формы.

Фиксацию стыков и элементов в собранном виде следует производить при помощи прихваток, выполняемых электродами диаметром 3—4 мм. Длина прихватки должна быть 60—80 мм, расстояние между ними не более 500 мм. Постановка

прихваток в местах пересечения швов не допускается. Прихватки должны быть очищены от шлака.

К качеству прихваток предъявляются те же требования, что и к основным швам — они не должны иметь трещин и пор. Некачественные прихватки следует удалить воздушно-дуговой строжкой и выполнить новые.

Перед сваркой качество сборки должно быть проверено лицом, ответственным за производство сварочных работ: проверяется зазор в соединениях, контролируется превышение кромок, качество прихваток, их расположение. Обнаруженные в стыках и на свариваемых кромках разного рода загрязнения (масло, ржавчина, абразивная пыль, грязь и пр.) перед сваркой следует удалить металлической щеткой, газовым пламенем и ветошью.

Собранная конструкция должна быть предъявлена службе контроля и сдана под сварку с отметкой в соответствующем документе, например в сварочном журнале. Формы учетной и промежуточной сдаточной документации по сборке, сварке и контролю проводятся в соответствующих технологических инструкциях.

Конструкции, принятые под сварку, но не сваренные после этого в течение 24 ч, подлежат повторной проверке.

Сборка конструкций на высокопрочных болтах осуществляется с использованием болтов по ГОСТ 22353-77, исполнение I. Перед применением болты, гайки, шайбы очищают от заводской консервирующей смазки, грязи, ржавчины, а затем покрывают тонким слоем смазки. Очистку производят путем кипячения их в воде в течение 5—10 мин с последующим погружением в горячем состоянии в смесь, состоящую из 85% неэтилированного бензина и 15% машинного масла (типа автотол). Очищенные болты, гайки и шайбы хранят в закрытых ящиках не более 20 дней.

Нормированный крутящий момент определяют с помощью динамометрического контрольного прибора ДКП-30М.

Отверстия под высокопрочные болты выполняют в соответствии с требованиями проекта. Заусенцы вокруг отверстий должны быть полностью удалены с помощью абразивного камня. Перепад поверхностей стыкуемых элементов и деталей не должен превышать 0,5 мм. Перепад определяют до установки перекрывающих деталей соединения линейкой или специальным шупом в зоне первого от стыка ряда отверстий.

При установке высокопрочных болтов необходимо следить за тем, чтобы резьба болтов не попадала в плоскость среза и находилась от нее на расстоянии не менее 5 мм.

Для обеспечения проектного коэффициента трения все соприкасающиеся поверхности, создающие сдвигустойчивое соединение в пределах узла, перед сборкой подлежат обработке. Способ обработки (см. табл. 15.17) выбирают в соответствии с указаниями проекта.

Сборка металлоконструкций на высокопрочных болтах ведется в последующей последовательности:

совмещение отверстий и фиксация в проектном положении элементов и деталей соединений с помощью монтажных пробок;

установка в свободные от пробок отверстия высокопрочных болтов;

плотная стяжка пакета; затяжка поставленных высокопрочных болтов на усилие, предусмотренное проектом;

извлечение пробок и установка в освободившиеся отверстия высокопрочных болтов и натяжение их до проектного усилия;

проверка плотности стяжки пакета; герметизация соединения.

Количество пробок по условиям совмещения отверстий составляет не менее 10% количества отверстий, но не менее 2 шт. Количество болтов по условиям стягивания пакета соответственно не менее 10% количества отверстий, но не менее 2 шт. Освобождение монтажных пробок допускается после установки во все свободные отверстия высокопрочных болтов и натяжение их на проектное усилие. Освобождение пробок выполняют поочередно с установкой заменяющих их высокопрочных болтов.

Окончательное натяжение высокопрочных болтов на проектное усилие производят после выверки геометрических размеров собранных конструкций.

Натяжение болтов с помощью гайковертов рекомендуется производить до 60—90% проектного усилия с последующей дотяжкой динамометрическими ключами до расчетного значения крутящего момента (табл. 12.2).

Таблица 12.2: Требуемый крутящий момент для натяжения болтов (временное сопротивление 1100 МПа)

Диаметр болтов, мм	Усилие натяжения болтов, кН	Крутящий момент, Н·м, в зависимости от коэффициента закручивания						
		0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
22	217	658	700	750	800	846	890	934
24	252	840	902	970	1031	1091	1160	1220

Таблица 12.3. Минимально допустимая температура стали, °С

Толщина стали, мм	Сталь углеродистая		Сталь низколегированная		
			до класса С52/40 включительно	до класса С60/45 включительно	
	Тип сварных конструкций				
	1	2	1	2	1 и 2
До 16 (включительно)	-30	-30	-20	-20	-15
Свыше 16 до 30	-30	-20	-10	0	0*
Свыше 30 до 40	-10	-10	0	+5	—
Свыше 40	0*	0*	+5	+10	—

* Для толщин стали до 25 мм, свыше 25 мм — обязательный подогрев независимо от температуры окружающей среды.

Примечание. 1 — решетчатые, 2 — листовые объемные и сплошностенчатые типы сварных конструкций.

После окончания затяжки всех болтов до проектного усилия готовое соединение не позднее чем через трое суток предъявляют к сдаче. На принятые после сборки сдвигустойчивым соединением ставят клеймо, а затем результаты контроля заносят в журнал постановки болтов и предъявляют соединения представителю заказчика.

Сварку конструкций и оборудования выполняют способами и на режимах, указанными в технологической документации. Выбор и назначение способа сварки зависят от вида соединения, его положения в пространстве, условий выполнения сварки и т. д. Режим сварки должен обеспечивать заданные геометрические размеры шва и требуемые механические свойства. Коэффициент формы провара (отношение глубины провара к ширине шва) не должен превышать 1,3 для углового и 1,5 для стыкового шва. Основные показатели механических свойств металла шва и околошовной зоны приведены в табл. 12.15.

Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме, отклонения основных параметров режима сварки должны быть в пределах: сила тока ±5%, напряжение дуги ±5%.

Ручную и полуавтоматическую сварку конструкций необходимо выполнять с подогревом зоны сварки шириной 100 мм с каждой стороны соединения до температуры 120—160 °С в тех случаях, если температура свариваемой стали ниже указанных в табл. 12.3.

Для уменьшения скорости охлаждения применяют различные приемы техники

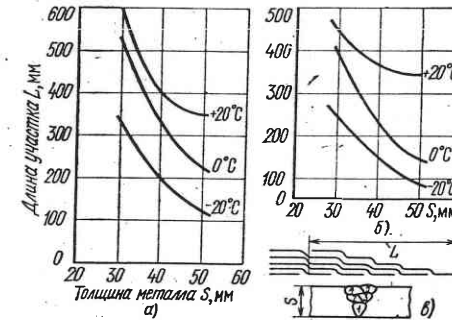


Рис. 12.1. Предельные длины блоков при ручной сварке стыковых соединений из низколегированной стали повышенной прочности:

а — нижнее и вертикальное положение; б — горизонтальное и потолочное положение; в — схема укладки слоев

сварки (каскадом, горкой и т. д.), которые позволяют снизить температуру подогрева, а в ряде случаев отказаться от подогрева благодаря так называемому эффекту «автоподогрева».

На рис. 12.1 приведены предельные длины блоков при ручной сварке сталей повышенной прочности (14Х2ГМР, МС-9) без подогрева.

Сварку шва проектного размера при температуре стали ниже -5 °С необходимо осуществлять без перерывов (за исключением перерывов на смену электрода или электродной проволоки). При вынужденном прекращении сварки процесс необходимо возобновить после предварительного подогрева до температуры, указанной в технологическом процессе на сварку конкретной конструкции.

Выполнение каждого валика многослойных швов осуществляют после очистки предыдущего. Участки шва с порами, трещинами и другими дефектами удаляются до наложения следующего валика. При двусторонней сварке соединений с полным проваром перед выполнением шва с обратной стороны необходимо производить очистку корня шва до чистого бездефектного металла.

Монтажную сварку соединений выполняют, как правило, ручной дуговой сваркой плавящимися электродами. Рекомендации по выбору диаметра электрода в зависимости от вида соединений и его положения в пространстве приведены в табл. 12.4, 12.5. Режимы полуавтоматической сварки наиболее распространенными порошковыми проволоками даны в табл. 12.6.

Автоматическую сварку конструкций выполняют без подогрева до температуры стали:

не ниже 30 °С (углеродистая сталь толщиной до 30 мм);

не ниже 20 °С (углеродистая сталь толщиной свыше 30 мм и низколегированная — толщиной до 30 мм);

не ниже 10 °С (низколегированная сталь толщиной свыше 30 мм).

При более низких температурах автоматическую сварку без подогрева можно осуществлять только на форсированных режимах, обеспечивающих уменьшение скорости охлаждения.

Режимы автоматической сварки под слоем флюса угловых и стыковых многослойных швов малоуглеродистых и низколегированных сталей низкой и средней прочности приведены в табл. 12.7—12.9.

Режимы автоматической сварки низколегированных высокопрочных сталей даны в табл. 12.10—12.12.

Электрошлаковую сварку необходимо выполнять на режимах, приведенных в табл. 12.13.

Процесс автоматической и полуавтоматической сварки необходимо вести без остановки от начала до конца шва. При вынужденной остановке процесс необходимо возобновлять после очистки концевого участка шва длиной 50 мм и кратера от шлака. Этот участок и кратер должны быть полностью перекрыты новым швом.

Конец и начало шва должны выводиться за пределы свариваемых деталей на входные и выходные планки, которые в последующем удаляются кислородной резкой, а места, где они были ранее установлены, зачищаются.

Удаление дефектных участков швов осуществляют воздушно-дуговой строжкой с последующей зачисткой этих мест абразивным кругом до металлического блеска. Заварку дефектных участков швов выполняют, как правило, ручной дуговой сваркой с учетом рекомендаций табл. 12.4.

Применку сварных соединений осуществляют по результатам входного (предварительного) и оперативного (пооперационного) контроля основных параметров применяемых материалов, оборудования и аппаратуры, технологии сборки и сварки, а также по результатам окончательного контроля. поэтапная организация контроля качества сварных конструкций описана в гл. 2. Ниже приведены сведения по окончательному контролю качества сварных соединений.

В зависимости от категории сварных соединений контроль их качества осуществляют методами и в объемах, указанных в табл. 12.14.

Таблица 12.4. Рекомендации по выбору диаметра электрода и сварочного тока при сварке стыковых соединений электродами УОНИ

Положение шва в пространстве	Вид подготовки кромок	Толщина металла, мм	1-й проход		2-й и последующие проходы		Подварка	
			Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А
Нижнее	Без скоса	2 2,5—3,5	2 3	55—60 90—120	— —	— —	2 3	55—60 90—120
		4—5	3 4	100—130 160—200	— —	— —	3 4	100—130 160—200
	V-образная	5—5,5	4	160—200	—	—	3 4	100—130 160—200
		6 и более	4	160—200	4 5	160—200 200—250	3 5	160—200 200—250
		16 и более	4	160—200	5 6	200—250 240—300	4 5	160—200 200—250
	X-образная	12 и более	4	160—200	4 5 6	160—200 100—250 240—300	—	—
Вертикальное	Без скоса	2 2,5—3,5	2 3	50—55 80—110	— —	— —	2 3	50—55 80—110
		4—6	3	90—120	—	—	3	90—120
	V-образная	7—10	3 4	90—120 120—160	4	120—160	3	90—120
		11 и более	3 4	90—120 120—160	4 5	120—160 160—200	3 4	90—120 120—160
Горизонтальное и потолочное	X-образная	12—18	3 4	90—120 120—160	4	120—160	—	—
		19 и более	3 4	90—120 120—160	4 5	120—160 160—200	—	—
	Без скоса	2 2,5—3,5	2 3	50—55 80—100	— —	— —	2 3	50—55 80—100
		V-образная	4—8	3	80—110	3 4	80—110 120—150	3
X-образная	9 и более		3 4	80—110 120—150	4	120—160	3 4	90—120 120—150
	12—18	3 4	80—110 120—150	4	120—160	—	—	
19 и более	4	120—160	4	120—160	—	—		

Таблица 12.5. Рекомендации по выбору диаметра электрода и сварочного тока при сварке швов тавровых и угловых соединений

Положение шва в пространстве	Вид подготовки кромок	Катет шва	1-й проход		2-й и последующие проходы		Подварка		
			Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	
Нижнее	Без скоса	2 3	2 3	55—65 100—120	— —	— —	— —	— —	
		4	3 4	100—120 160—200	—	—	—	—	
		5—6	4 5	160—200 200—250	—	—	—	—	
		7 и более	4 5	160—200 200—250	5	200—250	—	—	
		С односторонним скосом	—	4	160—200	4 5	160—200 200—250	4	160—200
	Вертикальное	Без скоса	2 3—4	2 3	50—60 90—110	—	—	—	—
5—8	3 4		90—110 120—160	—	—	—	—		
9—12	3 4		90—110 120—160	4 4	120—160 120—160	—	—		
С односторонним скосом	—		3 4	90—110 120—160	4	120—160	3	90—110	
Потолочное	Без скоса	2 3—4 5—6 7 и более	2 3 4 4	45—55 80—100 110—150 110—150	— — — 4	— — — 110—150	— — — —	— — — —	
		С односторонним скосом	—	3 4	80—110 110—150	4	110—150	3 4	80—110 110—150

Таблица 12.6. Оптимальные диапазоны сварочных токов и напряжений дуги при сварке порошковыми проволоками (в нижнем положении)

Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	Стыковой шов			Угловой шов «в лодочку»		
		Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи, м/ч	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи, м/ч
ПЦП-1ДСК	1,8	200—350	25—30	—	200—300	26—31	—
ПП-2ДСК	2,3	400—450	25—31	382	340—380	29—32	382
ПП-АНЗ	3,2	450—525	26—32	265	450—560	27—31	265

Таблица 12.7. Режимы автоматической сварки под флюсом угловых швов наклонным электродом

Катет шва, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Ток, А	Напряжения дуги, В	Скорость сварки, м/ч
3	2	200—220	25—28	60
4	2	120—200	26—28	28—30
	3	350—370	28—30	53—55
5	2	260—280	28—30	28—30
	3	450—480		54—58
	4	450—500		58—60
7	2	370—400	30—32 32—34	28—30
	3	500—530		44—46
	4	650—700		48—50

Категорию сварных соединений устанавливают в зависимости от их напряженного состояния и конструктивного исполнения. Все сварные соединения разделяют на I, II и III категории. К I кате-

Таблица 12.8. Число проходов при автоматической сварке угловых швов

Положение при сварке	Число проходов при катете k_1 шва, мм					
	3—8	9—10	12	14	16	18
В лодочку	1	1	1	1	1	2
Не в лодочку	1	2	2	3	3	Болез 3

гории относят расчетные особо ответственные растянутые швы, разрушение которых может угрожать здоровью или жизни людей или влечет за собой разрушение всей конструкции, например стыковые швы поясных листов и поперечных стыков стенок балок с расчетными растягивающими напряжениями $\sigma > 0,85[\sigma]$; стыковые швы поясных листов и поперечных стыков стенок ригелей двусторчатых ворот, включая соединения ригелей со створным и веревальным столбами; стыковые монтажные швы, соединяющие отправочные марки; стыковые швы тяговых органов привода (штанг, переходных звеньев, захватных балок и т. п.); стыковые швы элементов, свариваемых в жесткий контур, и др.

Таблица 12.9. Режимы автоматической сварки под флюсом многослойных стыковых швов

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Слой	Диаметр электродной проволоки, мм	Ток, А	Напряжение дуги, В	Примечание	
Более 16	У-образная	Первый	4	750—800	30—35	Первые два слоя сваривают на флюсовой подушке	
		Второй и последующие	5	800—900	35—40		
			4		30—35		
Более 20	Х-образная	Первый	4	750—800	30—35	Вылет электрода 40—50 мм	
			5		35—40		
		Второй и последующие	4	800—900	30—35		Число слоев в зависимости от толщины металла до полного заполнения разделки, но не менее двух слоев с каждой стороны
			5				

Примечание. Скорость сварки 20—22 м/ч.

Таблица 12.10. Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом стыковых Х-образных соединений из стали 14Х2ГМР

Толщина металла, мм	Температура предварительного подогрева, °С	Допустимая погонная энергия, Дж/м	Общее количество проходов ¹	Проход	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч
20	20	340—420	2/2	Корневой Заполнение	600—650 700—750	38—40 40—42	18—20 31—33
	150	210—270	3/3	Корневой и заполнение	600—650	38—40	29—31
30	20	500—630	3/3	Корневой Заполнение	700—750 750—800	40—42 40—42	19—21 19—21
	100	400—500	5/5	Корневой и заполнение	750—800	40—42	25—27
	150	340—420	6/6	Корневой и заполнение	750—850	40—42	28—30
40	20	710—840	4/4	Корневой и заполнение	800—850	40—42	13—15
	100	550—670	5/5	Корневой Заполнение	700—750 750—800	40—42 40—42	13—15 19—21
	150	420—550	6/6	Корневой и заполнение	700—750	40—42	19—21

¹ В числителе и знаменателе—количество проходов соответственно с одной и другой стороны соединения.

Таблица 12.11. Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом стыковых Х-образных соединений из стали МС-9

Толщина металла, мм	Температура предварительного подогрева, °С	Допустимая погонная энергия, Дж/м	Общее количество проходов	Проход	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч
20	20	290—420	2/2	Корневой и заполнение	600—650	38—40	21—23
	100	230—340	3/3		650—750	40—42	30—32
30	20	420—630	4/4	Корневой и заполнение	650—700	40—42	15—17
	20	420—630	3/3		800—850	40—42	16—18
	100	340—500	5/5		650—700	40—42	21—23
	150	340—420	6/6		750—800	40—42	28—30
40	100	550—670	5/5	Корневой Заполнение	700—750 750—800	40—42 40—42	13—15 19—21
	150	420—550	6/6	Корневой и заполнение	700—750	40—42	19—21

Таблица 12.12. Рекомендуемые режимы автоматической сварки под флюсом стыковых Х-образных соединений из стали 16Г2АФ

Толщина металла, мм	Температура предварительного подогрева, °С	Допустимая погонная энергия, Дж/м	Общее количество проходов	Проход	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость, м/ч
20	20	340—400	2/2	Корневой Заполнение	600—650 750—800	38—40 40—42	18—20 31—33
	150	210—250	3/3	Корневой и заполнение	600—650	38—40	30—32
30	20	480—590	4/4	Корневой и заполнение	650—700	40—42	15—17
	100	400—480	5/5 4/4	Корневой Заполнение	750—800 850—900	40—42 40—42	25—27 25—27
	150	310—400	5/5	Корневой Заполнение	750—800 900—950	40—42 40—42	31—33 30—31
40	100	480—670	4/4	Корневой Заполнение	700—750 1000—1050	40—42 40—42	16—18 21—22
	150	380—480	6/6	Корневой Заполнение	750—800 800—850	40—42 40—42	25—27 22—24

Таблица 12.13. Режимы электрошлаковой сварки сталей

Толщина металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила тока, А	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряжение на шлаковой ванне, В	Скорость сварки, м/ч
30	3	500—750	250—430	40—44	2—4,2
36		550—800	250—540	40—46	1,8—3,4
40		600—800	300—540	44—46	1,8—3,4
50		700—850	300—720	45—50	1,5—3,4
32	4	950—1000	306	45—46	4—4,5
36		950—1000	306	46—47	3,1—3,6
40		950—1000	306	46—48	2,3—3,2
50		950—1000	306	46—48	2—2,5

Примечание: Для обеспечения ударной вязкости металла сварного соединения 400 кДж/м² при температуре —40 °С применяют сопутствующее (в процессе сварки) водное охлаждение с помощью сирера, установленного на расстоянии 165 мм от верхнего края шлаковой ванны.

Ко II категории относят все расчетные стыковые швы, не вошедшие в I и II категории.

К III категории относят слабо нагруженные неотчетливые швы, например стыковые и угловые швы соединений с

разделкой кромок с расчетными нормальными напряжениями $\sigma \geq 0,7[\sigma]$; все конструктивные соединительные стыковые швы.

Нормативные требования к качеству сварных соединений приведены в табл. 12.15.

Таблица 12.14. Методы и объемы контроля качества швов сварных соединений

Метод контроля	Тип конструкции или категория сварных соединений	Объем контроля
1. Систематическая проверка выполнения заданного технологического процесса сборки и сварки	Все типы конструкций и категорий сварных соединений	Контроль всех параметров, предусмотренных технологическим процессом
2. Наружный осмотр всех швов с проверкой размеров	То же	100% длины всех швов
3. Выборочный контроль швов ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием проникающими излучениями	Сварные соединения III категории	Участки сварных соединений, в которых на основании наружного осмотра предполагается наличие внутренних дефектов
4. Выборочный контроль швов ультразвуковой дефектоскопией	Армоконструкции, расчетные сварные соединения армостержней, выполненных ванной и ванно-шовной сваркой	15% всей партии заваренных стыков
5. Испытание швов на плотность опрыскиванием керосином или мыльной эмульсией (при избыточном давлении или вакууме)	Листовые конструкции при толщине металла до 16 мм включительно, швы которых должны быть герметичными	100% длины всех швов
6. Контроль ультразвуковой дефектоскопией ¹ или просвечиванием проникающим излучением	Сварные соединения I и II категорий, а также III категории с учетом п. 3	Сварные соединения I категории — 100% длины всех соединений; II категории — 50%
7. Механические испытания контрольных образцов ²	Сварные соединения I и II категорий	Объем ³
8. Механические испытания контрольных образцов ⁴	Армоконструкции, расчетные сварные соединения армостержней, выполненных ванной и ванно-шовной сваркой	Первичный объем контроля — 3% всей партии заваренных стыков

¹ При контроле сварных соединений I и II категорий ультразвуком достоверность заключения о качестве должна подтверждаться выборочным просвечиванием проникающими излучениями всех участков швов с признаками дефектов. Способы и нормы физического контроля соединений из специальных сталей (высокопрочных, нержавеющей, жаропрочных) и соединений литья с прокатом устанавливаются проектом.

² Размеры пластин, а также форма и размеры образцов и способ вырезки образцов из заготовок должны соответствовать ГОСТ 6996-66. Пластины должны завариваться каждым сварщиком в начальный период сварки изделия или партии одинаковых изделий. При этом сварка должна выполняться в том же пространственном положении, что и свариваемый шов конструкции, на тех же режимах и с применением того же оборудования и материалов.

³ На статическое растяжение стыкового сварного соединения — 2 образца, металла шва стыкового, углового и таврового соединения — по 3 образца.

⁴ На ударный изгиб металла шва стыкового соединения и околошовной зоны по линии сплавления — по 3 образца.

На статический изгиб стыкового соединения — 2 образца.

На твердость по алмазной пирамиде всех соединений из низколегированной стали классов до С60/45 включительно — не менее чем в четырех точках как металла шва, так и околошовной зоны — на одном образце.

⁵ Испытания и приемка стыков должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 10922-75.

Таблица 12.15. Нормативные требования к качеству сварных соединений

№ п/п	Контролируемый параметр или вид дефекта	Условия эксплуатации конструкций	Категория сварного соединения	Требования к контролируемому параметру или допускаемое значение дефекта
По внешнему виду				
1	Поверхность шва	Для всех конструкций	Все категории сварных соединений	Гладкая, равномерно-чешуйчатая (без наплывов, прожогов, сужений, перерывов и несваренных кратеров). Переход от шва к основному металлу должен быть плавным. Должна быть плотной без видимых дефектов в виде трещин, свищей и т. д., выходящих за пределы, указанные в пп. 3, 6, 7, 8, 9
2	Подрезы основного металла	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно Для прочих конструкций	То же То же	Вдоль усилия и местные подрезы (до 25% длины шва) поперек усилия: глубиной не более 0,5 мм при толщине стали от 4 до 10 мм и не более 1 мм при толщине стали до 20 мм и 1 мм при толщине стали более 20 мм Глубиной не более 0,5 мм при толщине стали от 4 до 10 мм и не более 1 мм при толщине стали свыше 10 мм

По результатам физических (неразрушающих) методов контроля

3	Трещины	Для всех конструкций	Все категории сварных соединений	Не допускаются
4	Непровары ¹ по сечению швов в соединениях, доступных сварке с двух сторон, где проектом предусмотрено полное проплавление (в том числе стыковые угловые и тавровые соединения)	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно Для прочих конструкций	То же I II и III	То же Глубиной до 5% толщины металла, но не больше 2 мм при длине непроваров не более 50 мм, расстоянии между ними не менее 250 мм и общей длине участков непровара не более 200 мм на I м шва

Продолжение табл. 12.15

№ п/п	Контролируемый параметр или вид дефекта	Условия эксплуатации конструкций	Категория сварного соединения	Требования к контролируемому параметру или допускаемое значение дефекта
5	Непровары ¹ в корне шва в соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно Для прочих конструкций	Все категории сварных соединений I II и III	Не допускаются То же Глубиной до 15% толщины металла, но не свыше 3 мм
6	Отдельные шлаковые включения или поры	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно: в стыковых и угловых швах сварных соединений конструкций, воспринимающих динамические нагрузки, а также в швах статически растянутых элементов в стыковых и угловых швах статически нагруженных сжатых элементов	Все категории сварных соединений То же I II и III	Диаметром не более 1 мм для стали толщиной до 25 мм и не более 4% толщины для стали толщиной более 25 мм, в количестве не более четырех дефектов на участке шва длиной 400 мм. Расстояние между дефектами должно быть не менее 50 мм Диаметром не более 2 мм в количестве не более шести дефектов на участке шва длиной 400 мм или не более одной группы этих же дефектов на этой же длине. Расстояние между дефектами должно быть не менее 10 мм Диаметром не более 3 мм и глубиной не более 10% толщины металла, если они расположены один от другого на расстоянии не менее 100 мм и от концов шва на расстоянии не менее 200 мм Диаметром не более 10% толщины свариваемого металла, но не свыше 3 мм

Продолжение табл. 12.15

№ п/п.	Контролируемый параметр или вид дефекта	Условия эксплуатации конструкций	Категория сварного соединения	Требования к контролируемому параметру или допускаемое значение дефекта
7	Шлаковые включения или поры, расположенные цепочкой вдоль шва (по группе В ГОСТ 7512-75)	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно Для прочих конструкций	Все категории сварных соединений I II и III	Не допускаются Не допускаются Суммарная длина дефекта не должна превышать 200 мм на 1 м шва Не допускаются
8	Скопления газовых шлаковых включений (по группе В ГОСТ 7512-75)	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно Для прочих конструкций	Все категории сварных соединений I II и III	Не допускаются То же В отдельных участках шва в количестве не более 5 шт. на 1 см^2 площади шва при диаметре одного дефекта не более 1,5 мм
9	Непровары, скопления шлаковых включений и пор, расположенных отдельно или цепочкой	Для конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже -40°C и до -65°C включительно Для прочих конструкций	Все категории сварных конструкций I II и III	Не допускаются Не допускается Не должно превышать в рассматриваемом сечении при двусторонней сварке 10% толщины свариваемого металла, но не более 2 мм, при односторонней сварке без подкладок 15%, но не более 3 мм

Продолжение табл. 12.15

№ п/п.	Контролируемый параметр или вид дефекта	Условия эксплуатации конструкций	Категория сварного соединения	Требования к контролируемому параметру или допускаемое значение дефекта
По результатам механических испытаний²				
10	Временное сопротивление сварного соединения при растяжении	Для всех конструкций	I и II	Не менее нижнего предела временного сопротивления основного металла
11	Ударная вязкость на образцах с надрезом по оси шва и в околовольной зоне на расстоянии 2 мм от границы сплавления (образцы для определения ударной вязкости вырезаются со стороны подварочного шва)	То же	То же	При температуре испытания: 20°C — не менее 800 кДж/м^2 ($8\text{ кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2$) $\times\text{ м/см}^2$ — 40°C — не менее 300 кДж/м^2 ($3\text{ кгс}\cdot\text{м}/\text{см}^2$)
12	Угол изгиба ³ сварного соединения вокруг оправки с радиусом, равным толщине металла	То же	То же	Для углеродистой стали — не менее 120° Для низколегированной стали — не менее 100°
13	Твердость металла шва и околовольной зоны, измеренная алмазной пирамидой	То же	То же	Не более 350 единиц
14	Относительное удлинение	То же	То же	Не менее 16%

¹ В конструкциях из стали класса С60/45 не допускают дефекты швов, указанных в пп. 4 и 5.² Для углеродистых и низколегированных сталей классов до С50/45.³ Угол изгиба определяется на образцах с поперечным расположением шва. Образцы для испытания на изгиб при толщине металла более 40 мм сострагиваются со стороны основного шва до толщины 40 мм. При испытании на изгиб сварочный шов должен находиться в расстрогой зоне.

Примечание. Шлаковые включения или поры, образующие сплошную линию вдоль шва, не допускаются.

12.2. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ И РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

Источники питания сварочной дуги имеют различные вольт-амперные характеристики (зависимость напряжения от тока нагрузки). При этом различают источники питания с крутопадающей характеристикой, применяемые для ручной дуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродом, с пологопадающей характеристикой — для автоматической сварки под флюсом и с жесткой или возрастающей характеристикой — для сварки в среде углекислого газа.

Источники питания постоянного тока применяют для выполнения всех сварочных работ без ограничений при изготов-

лении и монтаже конструкций и оборудования гидротехнических сооружений, а переменного — для сварки, как правило, ответственных металлоконструкций из малоуглеродистых сталей.

Сварочные трансформаторы применяют в качестве источников питания переменного тока (рис. 12.2, табл. 12.16).

Источники питания постоянного тока, применяемые в гидротехнике, разделяются на две основные группы: сварочные выпрямительные установки (сварочные выпрямители) и вращающиеся электромашинные преобразователи и агрегаты.

В качестве источников питания постоянного тока наиболее часто применяют сварочные выпрямители. Они состоят из следующих основных узлов: понижающего

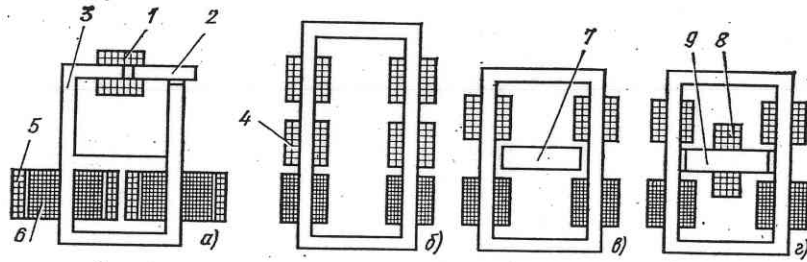


Рис. 12.2. Основные конструктивные схемы сварочных трансформаторов: а — тип СТН и ТСД; б — тип ТС и ТД; в — тип СТП; г — тип ТДФ; 1 — обмотка дросселя; 2 — подвижный сердечник дросселя; 3 — магнитопровод дросселя и трансформаторов; 4 — подвижная вторичная обмотка трансформатора; 5, 6 — первичная и вторичная обмотки; 7 — подвижный магнитный шунт; 8 — обмотки управления; 9 — неподвижный магнитный шунт

Таблица 12.16. Технические данные сварочных трансформаторов

Тип трансформатора	Напряжение, В			Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Режим работы ПВ, %	Номинальная потребляемая мощность, кВт·А	КПД, %	Коэффициент мощности	Габариты, мм	Масса, кг
	сети	номинальное	холостого хода								
Трансформаторы для ручной дуговой сварки											
СТН-500	220, 380	30,0	60	500	150—700	65	38,5	85	0,54	796×410×840	270
ТД-102		26,4	68	160	55—175	20	11,4	72	—	290×435×535	38
ТД-306		30	62	250	90—300	30	19,4	72	—	370×630×585	71
ТД-300		32	61—79	315	0—365	60	19,4	86	0,51	640×490×715	137
ТД-304		35	61—79	300	60—350	50	19,4	87	0,6	640×490×885	157
ТД-500		40	60—79	500	100—560	60	32	87	0,53	720×580×850	210
ТС-500		30	60	500	40—650	60	32	85	0,52	845×600×1100	250
СТШ-200		30	63	300	110—405	60	20,5	88	0,53	545×720×750	158
СТШ-500		60	60	500	145—650	60	33	90	0,53	670×666×753	220
Трансформаторы для механизированных способов сварки											
ТДФ-1001	220, 380	44	80	1000	400—1200	100	82	87	—	830×1200×1200	740
ТДФ-1601	380	60	110	1600	600—1800	100	182	88	—	830×1200×1200	1000
ТСД-1000	220, 380	42, 65	80, 78	1000	400—1200	60	78	87	0,62	1050×818×1215	510

Таблица 12.17. Технические данные однофазных сварочных выпрямителей

Тип выпрямителя	Напряжение, В			Пределы регулирования	Режим работы ПВ, %	Твердая мощность, кВт·А	КПД, %	Напряженность на окружающей среде, С	Габариты, мм	Масса, кг
	сети	номинальное	холостого хода							
Выпрямители с падающими внешними характеристиками										
ВД-306	220, 380	32,6	70	315	45—315	5	60	—40	765×735×772	170
ВД-502		40	80	500	50—500	10	60	—40	550×805×1062	370
Выпрямители с жесткими внешними характеристиками										
ВДГ-302	220, 380	38	55	315	50—315	10	60	—10	748×1045×953	275
ВДГ-601		66	90	630	100—700	10	60	—10	900×1250×1195	570
ВСЖ-303	380	30	44	315	50—315	5	60	—	1020×670×1555	220
Выпрямители универсальные										
ВДУ-305	220, 380	—	70	315	Жесткие 50—315 Падающие 20—315	10	60	—40	634×975×760	240
ВДУ-504		—	80	500	Жесткие 100—500 Падающие 70—500	10	60	—40	1100×800×940	380
ВДУ-1201	380	—	100	300—1250	—	—	83	—30	1400×850×1250	850
ВДУ-1601	380	—	100	500—1600 Падающие 30—66	—	—	84	—30	1150×900×1850	950

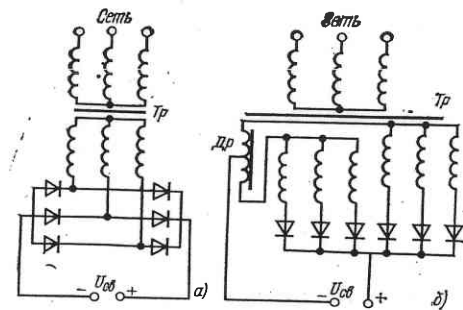


Рис. 12.3. Принципиальные схемы сварочных выпрямителей:
а — трехфазная мостовая; б — шестифазная с уравнивающим дросселем

трансформатора, выпрямительного блока, пускорегулирующей и защитной аппаратуры. Выпрямительный блок представляет собой набор кремниевых или селеновых вентилей, собранных по трехфазной мостовой или шестифазной схеме выпрямления (рис. 12.3).

Технические данные однопостовых сварочных выпрямителей приведены в табл. 12.17.

Выпрямители типа ВД предназначены для ручной дуговой (ВД-306), а также ручной дуговой и механизированной сварки под флюсом (ВД-502). Регулирование режима в этих выпрямителях смешанное. Ступенчатое регулирование осуществляется за счет переключения фаз первичных и вторичных обмоток трансформатора со звезды (диапазон малых токов) на треугольник (диапазон больших токов). Плавное регулирование внутри каждого диапазона обеспечивается за счет изменения расстояния между первичными и вторич-

ными обмотками трансформатора (ВД-306) и дросселем насыщения (ВД-502). Выпрямители типа ВД передвижные и снабжены принудительным воздушным охлаждением.

Выпрямители типов ВДГ и ВСЖ предназначены для механизированной сварки в среде углекислого газа. Регулирование режима выпрямителя смешанное: ступенчатое — переключением числа витков вторичных обмоток трансформатора и плавное — изменением токов подмагничивания дросселя насыщения.

Универсальные выпрямители типа ВДУ обеспечивают плавное дистанционное регулирование тока и напряжения и стабилизацию режима при изменениях напряжения сети. Они состоят из силового трехфазного трансформатора и выпрямительного блока, собранного из тиристоров по шестифазной схеме с уравнивающим реактором. Режим работы выпрямителей регулируется изменением угла открытия тиристоров выпрямительного блока. Для получения внешних характеристик падающей формы используется обратная связь по току, а для получения характеристик жесткой формы — обратная связь по выходному выпрямленному напряжению. Работой выпрямителя управляет блок фазового управления БФУ.

Выпрямители ВДУ-305, ВДУ-504 и ВДУ-504-1 передвижные, они предназначены для однопостовой механизированной сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами. Выпрямители ВДУ-1201 и ВДУ-1601 стационарные, они предназначены для сварки в среде углекислого газа и под флюсом, сварки открытой дугой и порошковой проволокой на автоматах с зависимой и независимой скоростью подачи электродной проволоки.

Многопостовые выпрямительные установки служат для снабжения энергией одновременно нескольких сварочных по-

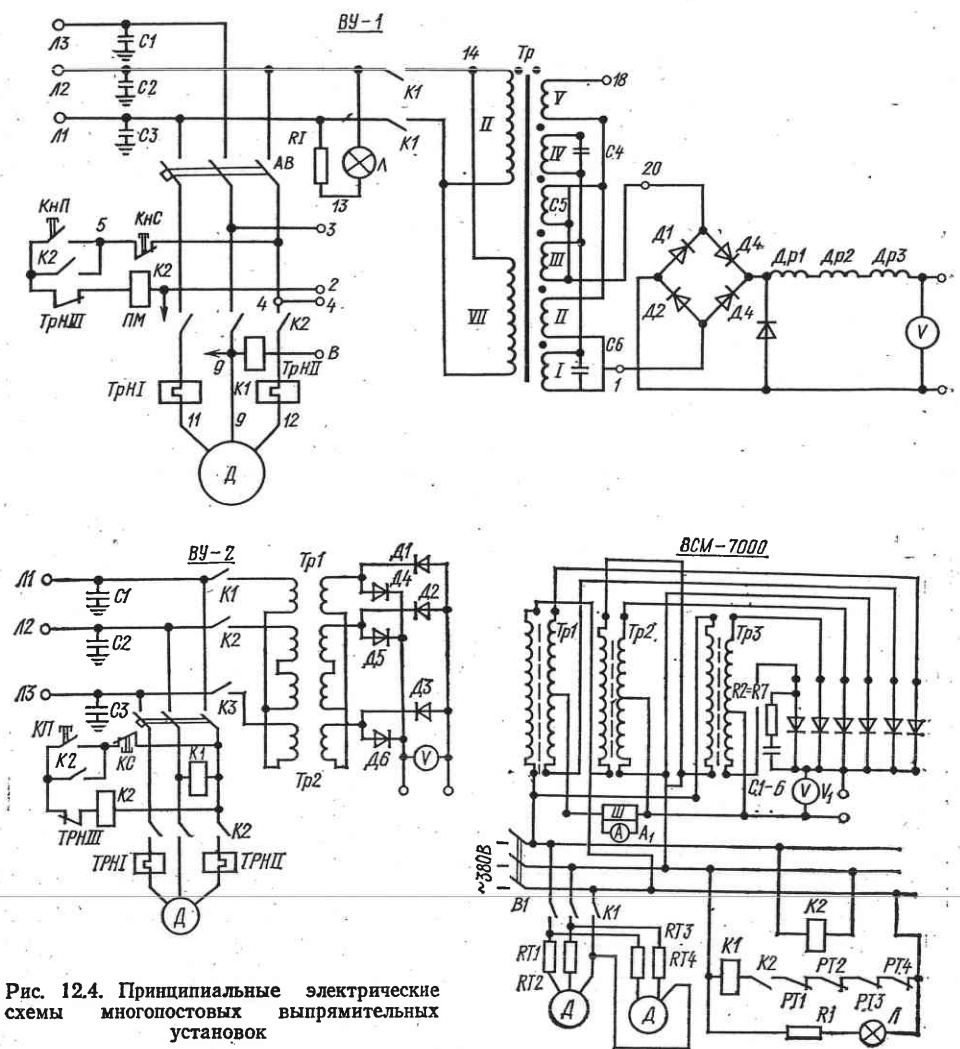


Рис. 12.4. Принципиальные электрические схемы многопостовых выпрямительных установок

стов (табл. 12.18). Один источник обеспечивает энергией одновременно 6—9 постов. Для определения количества постов от данного источника используют коэффициент одновременности включения сварочных постов, который принимают равным 0,5—0,6 для ручной дуговой и механизированной сварки под флюсом и 0,7—0,9 для сварки в среде защитного газа.

Выпрямительные установки типа ВДМ предназначены для ручной дуговой сварки плавящимся электродом. Сварочные посты подключаются к шинному проводу выпря-

мителя параллельно через балластные резисторы типа РБ.

Выпрямительные установки типа ВДГМ предназначены для механизированной сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа. Электрическая схема силовой цепи этих установок, а также система фазового управления тиристорами силового блока выпрямления такие же, как и у выпрямителя ВДУ-1601. Регулирование сварочного тока осуществляется с помощью специальных балластных резисторов типа РБГ, входящих в комплект поставки источника питания (табл. 12.19).

Таблица 12.18. Технические данные многопостовых выпрямительных сварочных установок

Тип установки	Напряжение, В			Номинальный сварочный ток для ПВ=100%, А	Номинальный ток одного поста, А	Число сварочных постов	Продолжительность цикла сварки, мин	Первичная мощность, кВт·А	КПД, %	Напряж. температура окружающей среды, °С	Тип балластного резистора	Габариты, мм	Масса, кг
	сети	номинальное	холостого хода										
ВДМ-1001	380	63	70	1000	315	7	5	74	90	-10	РБ-301	1100×700×900	420
ВДМ-1601		60	70	1600	315	9	5	120	90	-10	РБ-301	1050×850×1650	770
ВДМ-3001		60	70	3000	315	18	10	230	90	-10	РБ-301	2175×835×1650	1750
ВДГМ-1001		26	24—28	1030	200	9	10	—	—	-10	РБГ-201	1035×820×1630	520
ВМГ-5000		30, 35, 40, 50	30, 35, 40, 50, 60	5000	300	30	10	317	94	-10	РБГ-502	1850×1150×1830	3200

Таблица 12.19. Технические данные балластных резисторов

Тип резистора	Номинальный ток, при ПВ=60% А	Пределы регулирования тока, А	Габариты, мм	Масса, кг
РБ-201	200	10—200	550×355×635	30
РБ-300	300	12—315	550×370×700	38
РБ-301	300	12—315	580×410×635	35
РБ-501	500	10—500	580×465×635	40
РБГ-201	250	120—250	—	—
РБГ-301	300	до 315	600×410×390	32
РБГ-401	400	200—400	—	—
РБГ-502	500	до 500	580×465×648	40
РБГ-601	630	400—630	—	—

Таблица 12.20. Технические данные выпрямительных установок

Показатели	ВУ		
	ВУ-1	ВУ-2	ВСУМ-7000
Номинальный сварочный ток, А	1000	1300	7000
Номинальное выпрямленное напряжение при номинальном первичном напряжении и номинальном выпрямленном токе, В	60	70	90
Количество постов	4	9	—
Номинальный ток поста, А	250	250	200
Режим работы ПВ, %	60	60	100
КПД, %	90	89	92
Потребляемая мощность, кВт.А	89	90	545
Номинальное напряжение сети, В	380	380	300
Габариты, мм:			
длина	1700	2400	3000
ширина	1200	2400	1600
высота	830	830	2200
Масса, кг	1200	1500	3200

Примечание. Установки серий ВУ-1 и ВУ-2 разработаны СКБ «Мосгидросталь» треста «Гидромонтаж», ВСУМ-7000 — трестом «Спецатомэнергоустановка».

Наряду с серийно выпускаемыми многопостовыми источниками питания применяют выпрямительные установки типа ВУ, разработанные в тресте «Гидромонтаж» на основе сварочных трансформаторов ТДФ-1000 (рис. 12.4 и табл. 12.20).

В состав установок ВУ-1 и ВУ-2 входят соответственно один и два трансфор-

матора ТДФ-1000. Выпрямление тока осуществляется с помощью неуправляемых вентилей типа В-500, регулирование сварочного тока — с помощью балластных резисторов, включенных в сварочную цепь. Установки ВУ применяются для многопостовой ручной дуговой сварки штучными электродами, а также для автоматической сварки под флюсом.

Электромашинные сварочные вращающиеся преобразователи выпускаются для однопостовой сварки штучными электродами или для механизированной сварки. Основным блоком преобразователя, определяющим параметры режима сварки, является сварочный генератор.

Регулирование электрических параметров сварочных генераторов смешанное: плавная за счет изменения сопротивления резистора в намагничивающей обмотке; ступенчатая за счет включения в цепь различного количества витков последовательной секционированной обмотки или за счет сдвига щетки.

Технические данные сварочных генераторов приведены в табл. 12.21.

12.3. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

Комплект оборудования и оснастки для ручной сварки. Сварочные работы при монтаже конструкций гидротехнических

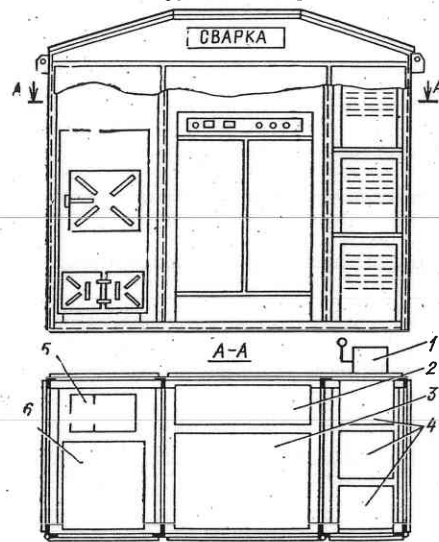


Рис. 12.5. Инвентарная переносная установка для многопостовой сварки:

1 — рулик; 2 — стеллаж для хранения сварочного кабеля; 3 — выпрямитель; 4 — балластные резисторы; 5 — понижающий трансформатор; 6 — сушильный шкаф

Таблица 12.21. Технические данные сварочных генераторов постоянного тока

Тип генератора	Сварочный ток, А		Напряжение, В		Номинальная мощность, кВт	Режим работы ПР, %	Назначение
	номинальный	пределы регулирования	номинальное	холостого хода			
Генераторы однопостовые							
<i>С падающей внешней характеристикой</i>							
ГСО-300-3	315	115—315	32	90	9,6	60	Ручная дуговая и механизированная сварка под флюсом
ГСО-500	500	120—600	40	62—80	20	65	
СГ-1000-II	1000	300—1000	45	90	45	100	Механизированная сварка под флюсом
ГД-303	315	15—350	32	76—80	9,6	60	Ручная дуговая и механизированная сварка под флюсом, наплавка и резка металлов открытой дугой в атмосфере воздуха
ГС-500	500	120—600	40	62—80	20	65	
ГСО-300-5	300	100—300	32	52—80	9,6	60	
СГП-3-VIII	500	120—600	40	80	20	65	
СМГ-2М-VI	300	73—340	30	65	9	65	Ручная дуговая и механизированная сварка
ГД-312	315	40—350	32	85	10,1	60	Сварка под флюсом
<i>С жесткой внешней характеристикой</i>							
ГС-500-1	500	60—500	16—40	18—42	20	60	Механизированная сварка в среде углекислого газа
ГСУ-300	300	75—300	30	48	9	65	Ручная дуговая механизированная сварка под флюсом и в среде углекислого газа
ГСУ-500-2	500	120—500	40	65	20	65	
Генераторы многопостовые							
ГСМ-1000-4	1000	Не более 6 постов до 300 А	60	60	60	100	Многопостовая сварка штучными электродами
СГ-1000	1000	То же	60	60	60	100	

Примечание. В числителе приведены значения параметров генератора с падающей характеристикой, в знаменателе — с жесткой.

сооружений выполняются, как правило, на открытом воздухе с постоянным перемещением фронта сварочных работ. Для повышения оперативности производства сварочных работ и обеспечения их автономности применяют переносные инвентарные многопостовые сварочные установки (рис. 12.5). В комплект этих установок входят: металлический переносной контейнер, многопостовая сварочная установка (ВДМ-1001 или ВДМ-1601 с балластными резисторами типа РБ); печь для прокалики или просушки электродов с терморегулятором; шкаф для инструмента и запасных частей; набор кассет для укладки сварочного ка-

беля, соединительные муфты (МС-2 или МСБ-2) и соединители (ССП-2), распределительный щит и др.

Дистанционное регулирование сварочного тока осуществляют малогабаритными балластными резисторами ПМРБ-1 и МРБ-2 (рис. 12.6 и табл. 12.22).

Аппараты для полуавтоматической сварки. Технические данные наиболее часто применяемых полуавтоматов приведены в табл. 12.23. Полуавтоматы имеют механизмы подачи проволоки и могут применяться в переносном, подвижном и стационарном вариантах.

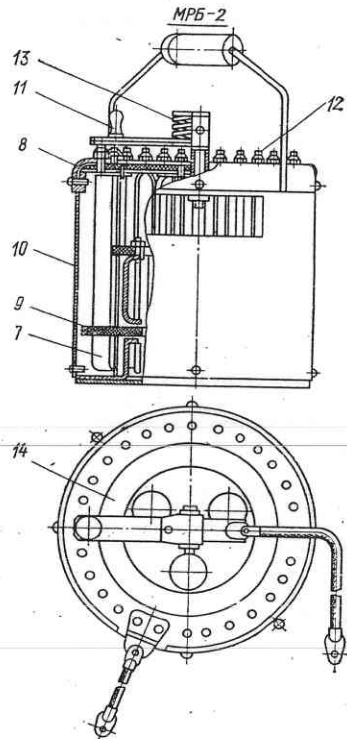
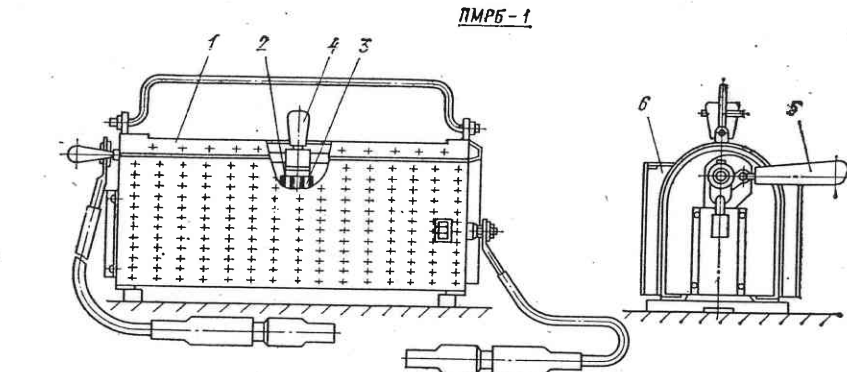


Таблица 12.22. Технические данные малогабаритных балластных резисторов

Показатели	ПМРБ-1	МРБ-2
Номинальный ток, А	180	250
Пределы регулирования тока, А:		
при работе электродами диаметром 2—3 мм	60—140	60—200
при работе электродами диаметром 4 мм	120—180	100—250
Сопротивление, Ом:		
минимальное	0,008	—
максимальное	0,192	—
Продолжительность цикла, мин	5	—
Разность между значением тока последующей и предыдущей ступенью, А, не более	7,5	—
Количество камер для сушки электродов, шт.	2	1
Размеры камеры, мм	24 × 122 × 420	—
Габариты, мм (длина × ширина × высота)	500 × 166 × 248	323 × 323 × 507
Масса (без сварочного провода), кг	8,6	—

Рис. 12.6. Малогабаритные балластные резисторы:

1 — двойной перфорированный корпус; 2 — цилиндрическая фехрелевая катушка сопротивления; 3 — стержень; 4 — контактный ползун; 5 — рычаг; 6 — стенка корпуса; 7 — лента сопротивления из нихрома; 8 — основание из асбестомента; 9 — направляющая; 10 — кожух; 11 — ползун с ручкой; 12 — зажимы; 13 — пружина; 14 — шкала

При сварке гидротехнических конструкций оборудование для полуавтоматической сварки комплектуется в инвентарный переносной пост. Общий вид и электрическая схема этого поста представлены соответственно на рис. 12.7 и 12.8.

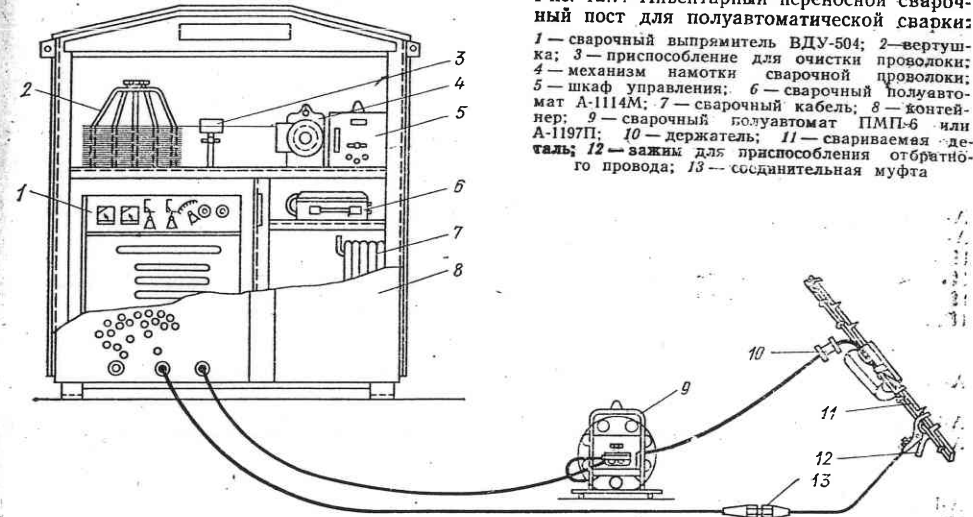


Рис. 12.7. Инвентарный переносной сварочный пост для полуавтоматической сварки: 1 — сварочный выпрямитель ВДУ-504; 2 — вертушка; 3 — приспособление для очистки проволоки; 4 — механизм намотки сварочной проволоки; 5 — шкаф управления; 6 — сварочный полуавтомат А-1114М; 7 — сварочный кабель; 8 — контейнер; 9 — сварочный полуавтомат ПМП-6 или А-1197П; 10 — держатель; 11 — свариваемая деталь; 12 — зажим для приспособления обратного провода; 13 — соединительная муфта

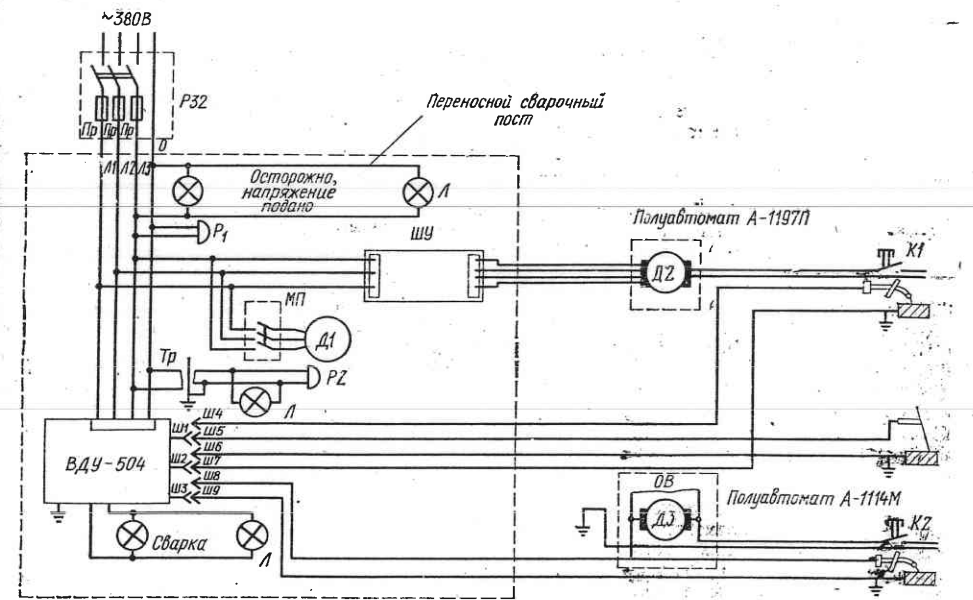


Рис. 12.8. Принципиальная электрическая схема инвентарного переносного поста для полуавтоматической сварки

Таблица 12.23. Технические данные сварочных полуавтоматов

Тип полуавтомата	Номинальный сварочный ток при $U_p = 50\%$, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость подачи электродной проволоки, м/с	Длина подающего шланга, м	Габариты, мм		Масса, кг		
					механизма подачи	шкафа управления	механизма подачи	шкафа управления	
Полуавтоматы для сварки в среде защитных газов плавящимся электродом									
A-547P	200	0,8—1,2	0,03—0,09	—	350×118×245	385×85×245	6	5,5	
A-547U	300	0,8—1,2	0,03—0,09	1,2; 2,5	365×265×130	384×258×182	6,25	8,5	
ПДГ-305	315	0,8—1,4	0,03—0,3	—	362×284×153	500×460×770	12,5	74	
ПДГ-502	500	1,2—2	0,03—0,3	—	470×298×260	470×298×260	13	80	
ПДГ-503	500	1,6—2	0,03—0,3	—	904×660×434	500×450×770	27,5	74	
ПШП-16	350	1,2—2	0,026—0,16	—	540×215×320	550×260×370	8,3	30	
Полуавтоматы для сварки без внешней защиты									
A-765	450	1,6—2	0,0161—0,0161	3,5	730×500×550	—	16,5	—	
A-1114M	500	1,6—2	0,03—0,119	2,5	364×290×130	—	10,5	—	
A-1234	350	1,6—2	0,03—0,119	—	364×290×130	—	10,6	—	
Полуавтоматы универсальные									
A-1197	500	—	0,027—0,27	—	960×650×560	560×360×500	35	70	
ПС-5-Ф*	1,6—3	—	—	—	—	—	—	—	
ПС-5-Г**	1,6—2	—	—	—	—	—	—	—	
Полуавтоматы для сварки под флюсом									
ПШ-54	500	1,6—2	0,022—0,166	3,5	405×330×340	—	23	—	
ПДШМ-500	500	1,6—2,5	0,027—0,117	4	400×345×343	—	13	—	

* Модернизация полуавтомата для сварки под флюсом.
 ** Модернизация полуавтомата для сварки в среде защитных газов.

Таблица 12.24. Технические данные унифицированных горелок для дуговой полуавтоматической сварки плавящимся (стальным) электродом в среде защитных газов

Марка горелки	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Длина шлангов, м	Охлаждение	Габариты, мм	Масса без шлангов, кг
ГДПГ-101-8	160	0,8—1,2	2	Воздушное	254×50×113	0,45
ГДПГ-101-9	160	0,8—1,2	1	"	254×50×113	0,45
ГДПГ-101-10	160	0,8—1,2	2	"	254×50×113	0,45
ГДПГ-301-6	315	1,2—1,4	3	"	266×50×125	0,6
ГДПГ-301-7	315	0,8—1,4	1	"	266×50×125	0,6
ГДПГ-301-8	315	1,2—1,4	3	"	266×50×125	0,6
ГДПГ-501-4	500	1,4—2,1	3	Водяное	268×90×125	0,7
ГДПГ-603	630	1,6—2,5	3	"	268×90×125	0,7

В зависимости от характера выполняемых работ пост комплектуется аппаратурой для полуавтоматической сварки порошковой проволокой или в среде защитных газов. Пост смонтирован в контейнере размером 1200×1410×1600 мм, массой 950 кг. Технические данные применяемых в полуавтоматах сварочных горелок приведены в табл. 12.24.

Посты для полуавтоматической сварки комплектуются устройствами для местного отсоса газов, например при сварке в замкнутых отсеках (рис. 12.9). Аппараты для автоматической сварки (табл. 12.25). Основные области применения аппаратов: сварка трубопроводов ГЭС и ГАЭС, облицовок водосбросов, переходных камер турбинных водоводов, укрупне-

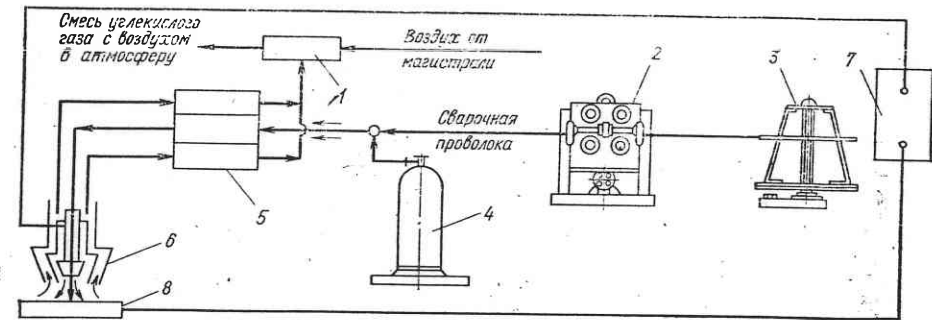


Рис. 12.9. Схема устройства для местного отсоса газа из зоны сварки: 1 — инжектор; 2 — подающий механизм; 3 — бухта; 4 — баллон; 5 — шланг; 6 — горелка; 7 — источник питания; 8 — изделие

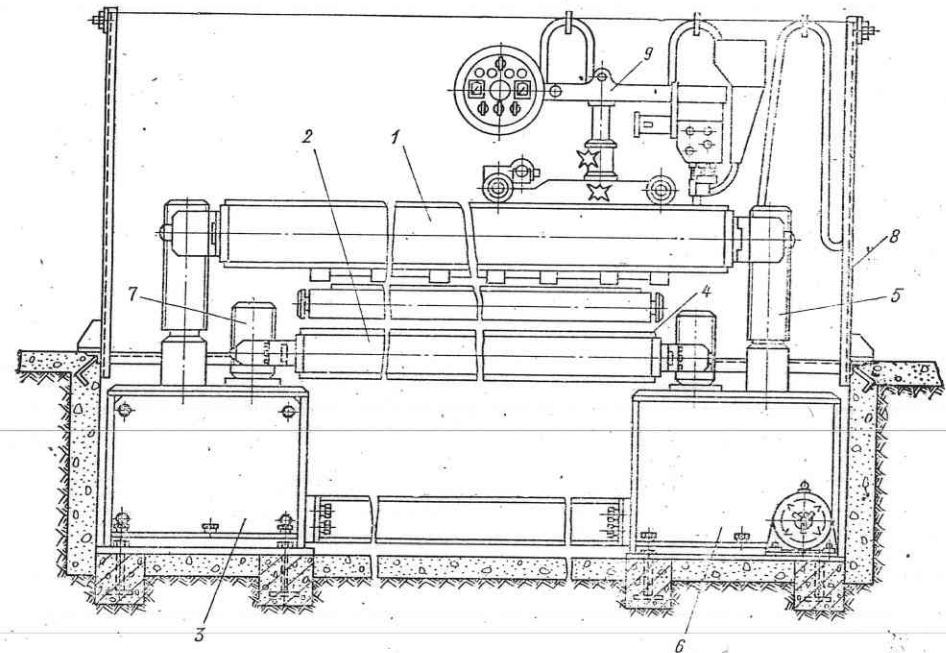


Рис. 12.10. Установка для автоматической односторонней сварки под флюсом: 1 — верхняя балка; 2 — нижняя балка; 3 — левый механизм прижатия; 4 — медная подкладка; 5 — винт перемещения верхней балки; 6 — правый механизм прижатия; 7 — винт перемещения нижней балки; 8 — кронштейн; 9 — сварочный автомат

ние затворов и т. д. Наибольшее распространение благодаря своей универсальности, надежности в эксплуатации, небольшой массе получили сварочные тракторы и автоматы типов ТС-17М, ДТС-38. Для автоматической сварки под флю-

сом в гидротехническом строительстве применяют различные специализированные установки. Так, одностороннюю автоматическую сварку под флюсом листовых заготовок осуществляют на специализированных установках (рис. 12.10), которые по-

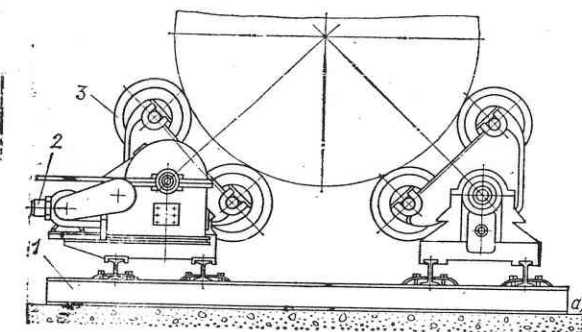
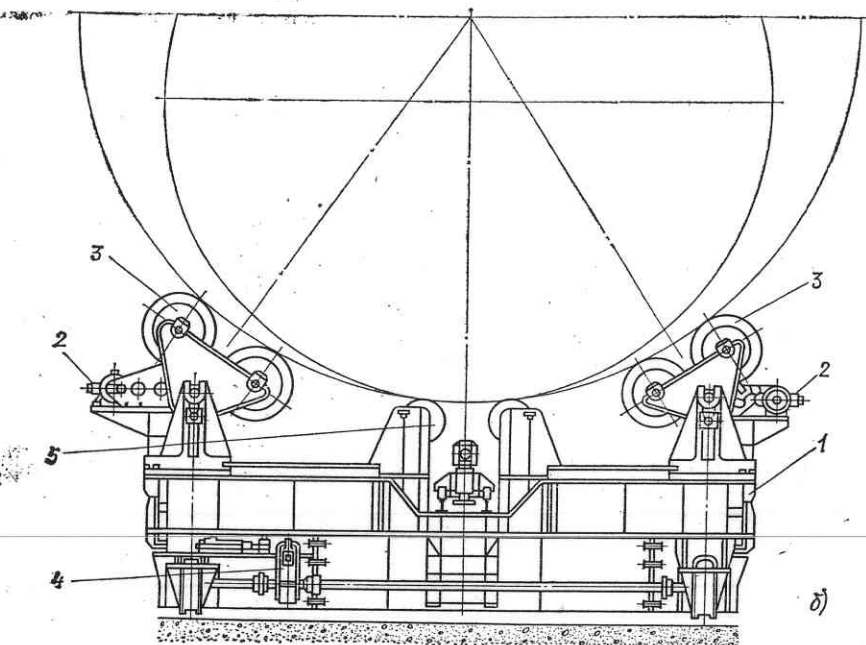


Рис. 12.11. Роликовый стэнд с балансируемыми опорами:
а — стационарный; б — передвижной;
1 — рама; 2 — механизм вращения звена трубопровода; 3 — роликовые опоры; 4 — механизм передвижения стэнда; 5 — контактные ролики



звонят сваривать карты шириной до 6 м и практически бесконечной длины при толщине свариваемого металла до 14 мм.
Вспомогательное оборудование и оснастка. Роликовые стэнды (рис. 12.11 и табл. 12.26) применяют для сварки кольцевых стыков (например, звеньев трубопроводов), а также для контроля качества сварных соединений. Стэнды монтируются из типовых узлов: приводных и холостых роликовых опор, привода, шкафа управления. Компоновку стэнда, число роликовых опор и расстояние между ними определяют в зависимости от массы, диаметра и длины свариваемых конструкций.

Для синхронизации частоты вращения свариваемого изделия и хода сварочного автомата применяют специальное устройство, так называемый гравитационный регулятор (рис. 12.12), обеспечивающий дистанционное управление вращением стэнда в зависимости от заданного положения сварочного автомата.

Для сварки продольных швов цилиндрических заготовок и звеньев применяют флюсовые подушки желобчатого типа (рис. 12.13), а для сварки кольцевых швов — ременного типа (рис. 12.14).

Для сборки флюса и подачи его снова в зону сварки применяют флюсоборочные

Таблица 12.25. Технические данные аппаратов для автоматической сварки под флюсом

Марка аппарата	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток при ПВ=65%, А	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Регулирование скорости подачи	Скорость сварки, м/ч	Габариты аппарата, мм	Масса, кг
----------------	-----------------------	-----------------------------	--	-------------------------------	----------------------	-----------------------	-----------

Аппараты общего назначения

АБСК	2,0—6,0	300—1200	28—220	Ступенчатое	14—110	760×710×1750	160
ТС-17М-1	1,6—5,0	200—1000	52—403		16—126	715×345×540	45
ТС-42	2,0—5,0	До 1000	60—1000	Плавное	12—120	700×310×450	40
АДС-100-5	2,0—5,0	400—1200	60—360		12—120	1010×370×665	65
АДФ-1004	3,0—5,0	1000—1200	60—360		12—120	1050×365×656	60
АДФ-1602	3,0—6,0	600—1800	60—360		12—120	1050×365×656	60

Аппараты специализированные

ДТС-38	2,0—5,0	2×1600	58—580	Ступенчатое	16—160	900×410×930	85
--------	---------	--------	--------	-------------	--------	-------------	----

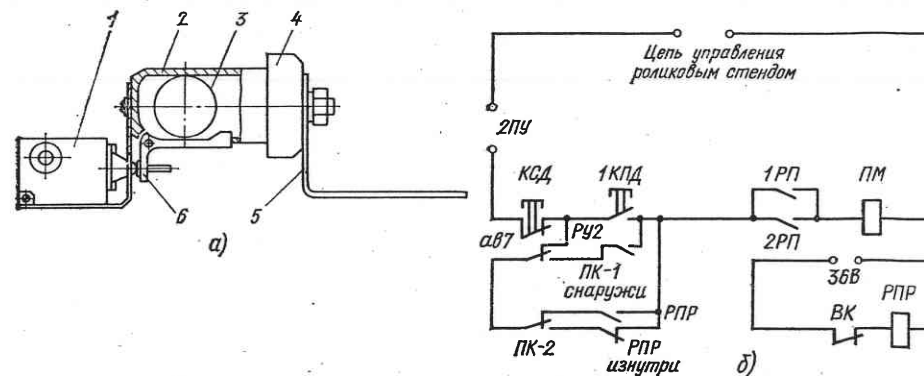


Рис. 12.12. Гравитационный регулятор положения сварочного автомата на обечайке при сварке кольцевых поворотных стыков:
а — регулятор; б — схема включения регулятора; 1 — концевой выключатель; 2 — корпус регулятора; 3 — шарик; 4 — гайка; 5 — скоба крепления регулятора к автомату; 6 — рычаг

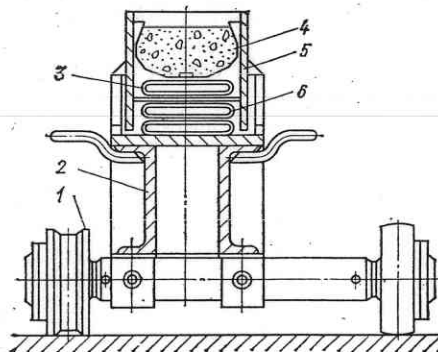


Рис. 12.13. Флюсовая подушка ФП-1 для сварки продольных швов:

1 — катод; 2 — тележка; 3 — пневмошланг для поджата флюса к стыку; 4 — брезентовый желоб; 5 — подъемный корпус; 6 — пневмошланг для подъема корпуса

аппараты (табл. 12.27). Флюсоаппараты А-184-31М и А-876 поставляют в комплекте со специальной сварочной аппаратурой, а Р-670 — в стационарном исполнении.

Для регулирования термического цикла сварки применяют электронагреватели (рис. 12.15).

Таблица 12.26. Технические данные роликовых стенов

Показатели	Стенд ¹ тяжелого типа	T-30м
Грузоподъемность, т	15—60	12
Допустимая нагрузка на одну роликовую опору, кН	—	13
Линейная скорость изделия, м/ч:		
при сварке	8—130	12—90
маршевая	130	800
Диаметр, мм:		
свариваемых изделий	До 10 000	90—4000
роликов	510	410
Мощность электродвигателя привода, кВт	4,5	3,2
Габариты стенда (длина×ширина×высота), м	6,0×4,0×2,0	6,0×3,0×1,2
Масса стенда, т	2,9	1,78

¹ Без тележки перемещения.

Аппараты для сварки вертикальных стыков. Сварку вертикальных стыков трубопроводов, облицовок водосборов, переходных камер водоводов и т. д. выполняют с принудительным формированием шва (электрошлаковый и электродуговой способы).

Для этих целей в гидротехническом строительстве применяют малогабаритную переносную аппаратуру, которая входит в состав поста, укомплектованного в переносном контейнере. В комплект поста входят: источник питания; шкаф управления аппарата, подающий механизм, собственно аппарат, шкаф для инструмента и запасных частей. Технические данные применяемой аппаратуры приведены в табл. 12.28.

Таблица 12.28. Аппараты для автоматической сварки вертикальных стыков с принудительным формированием

Аппарат	Наибольшая толщина свариваемого металла, мм	Сварочный ток при ПВ=100%, А	Диаметр проволоки, мм	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Источник питания	Габариты (длина×ширина×высота), мм	Масса, кг
Для электрошлаковой сварки								
A820MK	70	700	2,5—3,0	58—580	4,0—15,0	ВДУ-1001; ВДУ-1201	350×250× ×650	20
Для электродуговой сварки								
A150Y	25	500	3,0—3,5	180—220	2,0—12,0	ПСГ-500	875×280× ×470	32

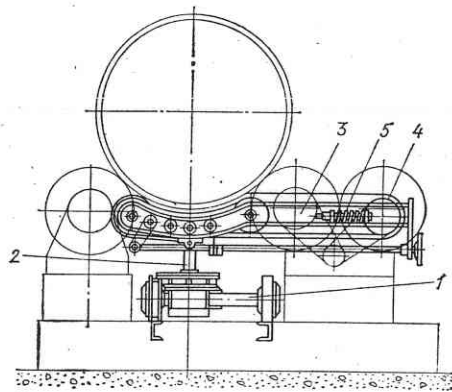


Рис. 12.14. Флюсовая подушка для сварки кольцевых швов:

1 — тележка; 2 — пневмоцилиндр; 3 — поворотная рама; 4 — резиновая лента; 5 — натяжное устройство

Таблица 12.27. Технические данные флюсоаппаратов для сборки и подачи флюса в зоне сварки

Показатели	А-181-31M ¹	A-876	P-670
Полезная вместимость камеры, л	22	30	32
Производительность, кг/мин	7,5	15	8,0
Высота всасывания, м	—	1,8	—
Длина всасывающей трубы, м	—	2,4	—
Избыточное давление воздуха в сети, МПа	—	45—60	—
Габариты, мм:			
диаметр	350	450	420
высота	530	800	1100
Масса, кг	25	42,5	42

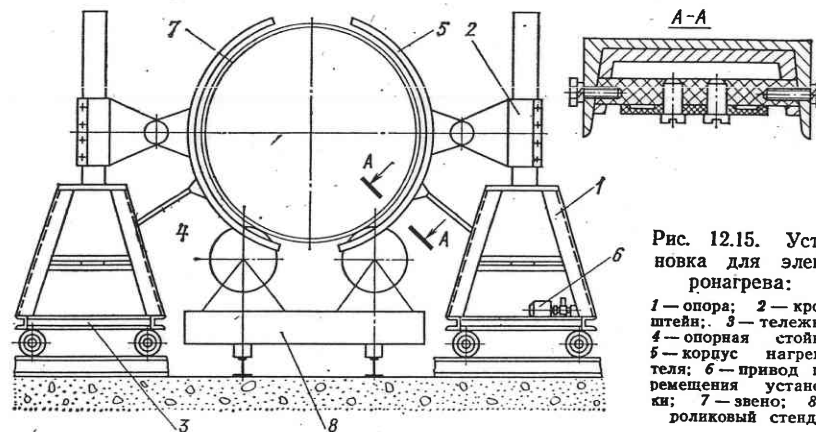


Рис. 12.15. Установка для электронагрева:

1 — опора; 2 — кронштейн; 3 — тележка; 4 — опорная стойка; 5 — корпус нагревателя; 6 — привод перемещения установки; 7 — венец; 8 — роликовый стенд

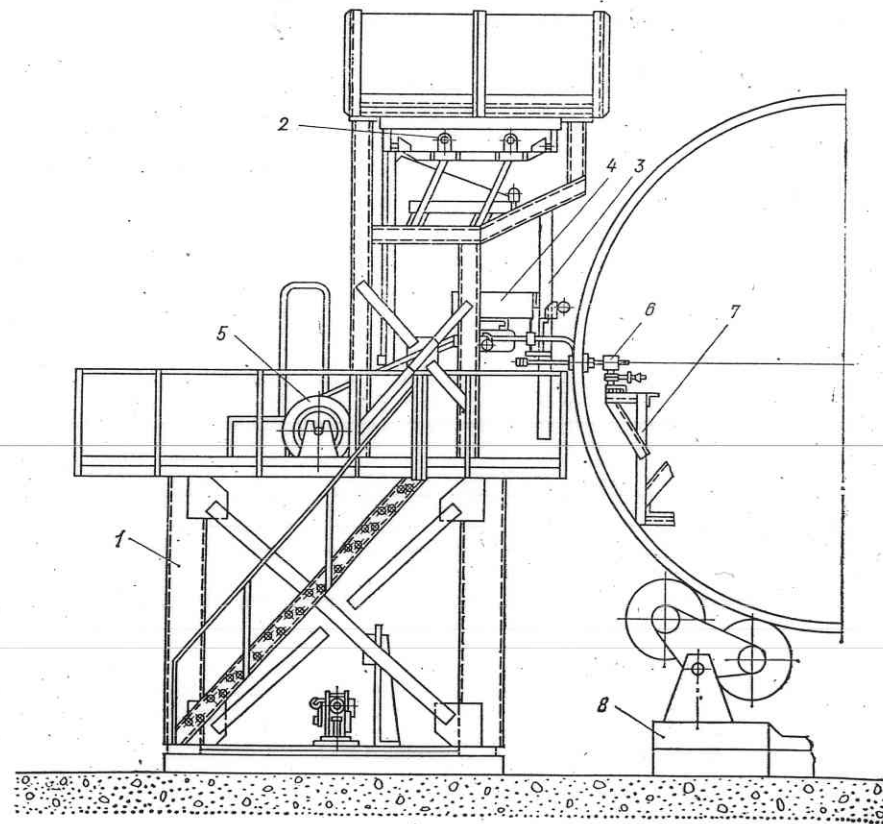


Рис. 12.16. Установка для электрошлаковой сварки кольцевых поворотных стыков негабаритных трубопроводов:

1 — металлоконструкция; 2 — пантограф; 3 — штанга; 4 — сварочный автомат; 5 — кассета со сварочной проволокой; 6 — прижимное устройство; 7 — консольный мостик; 8 — роликовый стенд

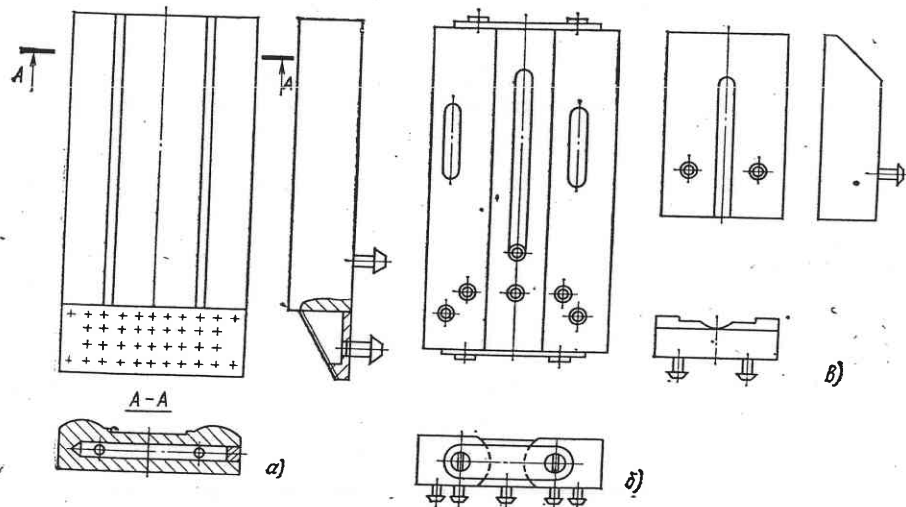


Рис. 12.17. Ползуны для автоматической сварки вертикальных стыков с принудительным формированием шва: а — монолитный со спреером для ЭПС; б — шарнирный для ЭПС; в — монолитный для дуговой сварки порошковой проволокой

Таблица 12.29. Технические данные сварочных машин¹

Показатели	МС-1604	МСГА-300	МСГА-500	К-355	К-190П
Мощность, кВ·А	100	300	500	150	150
Номинальный ток, кА	—	—	—	14,0	16,0
Номинальное усилие, кН:					
зажатия	100	350	350	1250	1000
осадки	50	250	250	450	500
Площадь свариваемых сечений, мм ²	До 1500	До 5000	До 8000	От 3000 до 10 000	До 10 000
Габариты, мм:					
высота	1928	—	—	1140	2500
ширина	1100	—	—	1050	1080
длина	1415	—	—	1810	3200
Масса, кг	1750	7500	8000	2375	7800

¹ Все указанные машины кроме К-355 изготавливают по ГОСТ 297-73. Переносная рельсосварная машина К-355 модернизирована для сварки стержней арматуры диаметром 60—90 мм.

Специализированная установка для электрошлаковой сварки кольцевых поворотных стыков звеньев турбинных водоводов диаметром 6—10 м с толщиной стенки 36—60 мм, разработанная трестом «Гидромонтаж» совместно с Институтом электросварки имени Е. О. Патона, представляет собой передвижную конструкцию, на которой установлена сварочная, пускорегулирующая и другая аппаратура (рис. 12.16). Предусмотрены также устройства,

позволяющие сварочному автомату копировать стык в случае эллиптичности звена и горизонтального смещения звена при его вращении. Формирование шва осуществляется ползунами, в которых предусмотрены каналы для подачи охлаждающей воды (рис. 12.17).

Изготовление армоконструкций производят на поточных линиях по безотходной технологии. Такая линия включает как серийно выпускаемое оборудование, в том

Таблица 12.30. Технические данные подвесных точечных машин

Показатели	МТП-1203				МТПГ-150-2			
					Пневмогидравлический			
Мощность, кВ·А	170				170			
Первичный ток, А	447				—			
Сварочный ток, кА	12,3				12,5			
Номинальный длительный вторичный ток, кА	5,6				—			
Привод сжатия электродов	Пневмогидравлический							
Тип клещей	КТГ-12-3-1	КТГ-12-3-2	КТГ-12-2-1 (2)	КТГ-12-2-4 (5)				
Номинальный ход электродов	30+50	10+14	—	—				
Характер движения электродов	Прямолинейный	Радиальный	—	—				
Усилие сжатия электродов, кН	5,0	2,5	—	—				
Вылет электродов, мм	1,5	3,0	—	—				
Габариты клещей, мм	340×50	270×90	—	—				
Масса клещей, кг	20	25	—	—				
Диапазон толщины (диаметров) свариваемых деталей, мм:								
листа	От 0,5+0,5 до 4+4	От 0,5+0,5 до 2,5+2,5	—	—				
прутка:								
арматуры класса А-I	До 20+20	До 20+20	До 20+20	До 20+20				
арматуры класса А-II	До 14+14	До 14+14	До 14+14	До 14+14				
Минимальный размер ячейки свариваемых армосеток, мм	250×300	250×300	70×120	60×60				

Таблица 12.31. Технические данные клещей со встроенным трансформатором

Показатели	КТ-801		К-243В		Показатели	КТ-801		К-243В	
Номинальный ток, кА:					Габариты, мм:				
сварочный	8,0	16,0			высота	645	895		
длительный	2,88	4,8			ширина	150	235		
Номинальная мощность, кВ·А	30	90			длина	315	345		
Номинальное усилие сжатия электродов, кН	2,45	7,35			Масса без кабеля и подвесного устройства, кг	27	90		
Вылет электродов, мм	77				Максимальный диаметр свариваемых стержней, мм:				
Раствор, мм	70	70			арматуры класса А-I	До 14+14	До 28+28		
Пределы регулирования вторичного напряжения, В	2,5—3,5	3,05—6,3			арматуры класса А-II и А-III	До 12+12	До 22+22		
					Минимальный размер ячейки свариваемых армосеток, мм	120×150	75×75		

числе сварочные машины (табл. 12.29), так и специальную нестандартную оснастку и устройства, например: загрузочное устройство, приводные и неприводные рольганги, сбрасыватели, накопитель.

Для точечной сварки перекрещивающихся стержней армоконструкций применяют одноточечные подвесные машины (табл. 12.30) или клещи со встроенным трансформатором (табл. 12.31).

Подвесные машины состоят из двух основных блоков сварочного трансформатора и сварочных клещей, которые являются рабочим инструментом. Трансформатор машины закрепляется на специальном подвесном устройстве, а клещи для облегчения пользования ими подвешивают на стальном тросе с пружинным или грузовым противовесом.

12.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОЗДУШНО-ДУГОВОЙ И ГАЗОВОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

Комплект оборудования для воздушно-дуговой резки включает: источник тока, источник сжатого воздуха, ручной воздушно-дуговой резак, соединительные шланги, соединительные провода. В качестве электродов при воздушно-дуговой резке используют угольные или графитовые стержни диаметром 6—20 мм и пластинчатые электроды сечением до 400 мм², длина электродов 250—300 мм. Ручной воздушно-дуговой резак представляет собой устройство для закрепления электрода и подвода к нему напряжения, а также для подачи сжатого воздуха в зону режущей дуги (табл. 12.32).

Таблица 12.32. Технические данные ручных воздушно-дуговых резаков (ГОСТ 10796-74)

Типоразмер по ГОСТ 10796-74	Назначение	Род тока	Номинальный ток, А	Масса выплавляемой за 1 ч стали, кг, не менее	Масса резака, кг
РВД _м -315	Монтажные работы Универсальный	Постоянный	315	9,5	0,8
РВД _у -500-1			500	15,0	1,1
РВД _у -500-2	" "	Переменный	500	10,0	1,1
РВД _у -600-1			800	22,5	1,3

Примечание. Давление на входе в резак 0,63 МПа.

Таблица 12.33. Технические данные ручных воздушно-дуговых резаков конструкции треста «Гидромонтаж»

Показатели	РВД-1000			Показатели	РВД-500		
	РВД-1000	РВД-600	РВД-500		РВД-1000	РВД-600	РВД-500
Максимальный ток, А	1000	600	500	Размеры электродов, мм: круглых плоских	8—12	—	
Давление воздуха в сети, МПа	0,25—0,4	0,25—0,4	0,4		До 10×30	—	
Масса выплавляемого за 1 ч металла, кг, не менее	27,0	20,0	15,0	Габариты, мм: длина в сборе высота головки ширина головки	360	210	410
Расход воздуха, м ³ /ч	—	До 30	—		80	58	52
					32	50	65
				0,6	0,7	2,0	

Примечание. Резаки РВД-1000 и РВД-500 разработаны СКБ «Мосгидросталь», РВД-600—Братским мов-ным участком.

Наибольшее распространение в монтажных условиях получили резаки конструкции треста «Гидромонтаж» (табл. 12.33), общий вид резака РВД-1000 дан на рис. 12.18.

При обработке высокопрочных сталей применяют полуавтоматическую строжку с использованием порошковой проволоки. Комплект оборудования для полуавтоматической воздушно-дуговой строжки металла представлен на рис. 12.19.

Оборудование для газовой резки металла. Резку металла и подготовку кромок под сварку на объектных базах выполняют с помощью стационарных (табл. 12.34) и переносных газорезательных машин (табл. 12.35).

Наряду с серийно выпускаемыми применяют ряд специализированных установок, разработанных в тресте «Гидромонтаж». На рис. 12.20 и 12.21 представлены стационарные газорезательные установки, на рис. 12.22 — переносная, эти установки предназначены для обрезки и обработки стыкуемых кромок, облицовок и негабаритных трубопроводов и их элементов. Технические данные стационарных газорезательных установок приведены в табл. 12.36.

Основной объем газорезательных работ на монтажных работах выполняется

Таблица 12.34. Технические данные машин для резки металла

Тип	Назначение и область применения	Размеры обрабатываемых листов, мм	Машины для кислородной резки		
			Максимальная скорость, м/мин	Потребляемая мощность, кВт·А	Масса холостой части, кг
Портального типа:	Для прямолинейной резки листов и подготовки кромок под сварку	5÷100×2500×8000	1,6	2,5	1600
		5÷100×8000×16 000		4,0	2500
	Для прямолинейной и фигурной резки листов и подготовки кромок под сварку	5÷100×2500×8000	1,6	3,0	2500
		5÷100×8000×16 000		5,0	3716
	То же	5÷100×2500×10 000	2,5		
	цифровое программное управление «Кристалл 2,5»	5÷100×2000×8000	4	0,45	350
Портально-консольного типа СГУ-1-60	5÷100	1,6	0,1	345	
Шарнирного типа АСШ-70					
			Машины для плазменно-дуговой резки		
Портального типа:	Для прямолинейной резки листов и подготовки кромок под сварку	5÷100×2500×8000	10,0	—	1900
		ППЛ2,5-У4			
программное управление: «Кристалл Пл-2,5» «Кристалл Пл-3,2»	Для прямолинейной и фигурной резки листов и подготовки кромок под сварку	5÷60×2500×10 000	4,0	2,5	800
		5÷60×3200×1000			900

с использованием переносного или передвижного оборудования, в состав которого входят: баллоны с газом, генераторы, регулирующая аппаратура, ручные резаки. Основное применение в монтажных условиях получили резаки для ручной резки. Они подразделяются на универсальные, вставные, специальные, керосинорезы.

К универсальным относятся резаки: для ацетилено-кислородной резки — «Маяк», «Пламя», «Факел», РУА-70; для резки с применением заменителей ацетилена — РУЗ-70, РЗР-62. Основные эксплуатационные данные резаков, работающих на горючих газах, приведены в табл. 12.37.

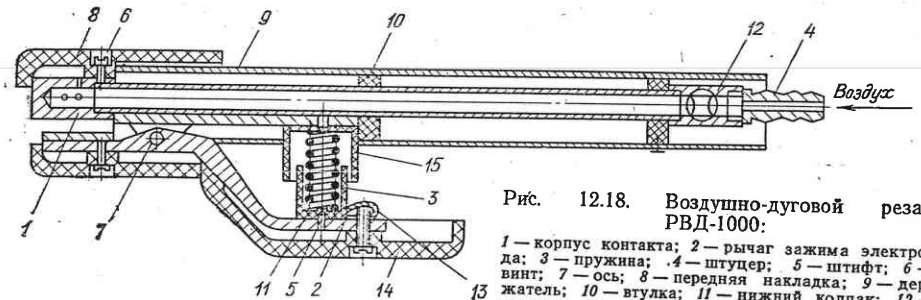


Рис. 12.18. Воздушно-дуговой резак РВД-1000:

1 — корпус контакта; 2 — рычаг зажима электрода; 3 — пружина; 4 — штуцер; 5 — штифт; 6 — винт; 7 — ось; 8 — передняя накладка; 9 — держатель; 10 — втулка; 11 — нижний колпак; 12 — корпус; 13 — пружина; 14 — накладка рычага; 15 — верхний колпак

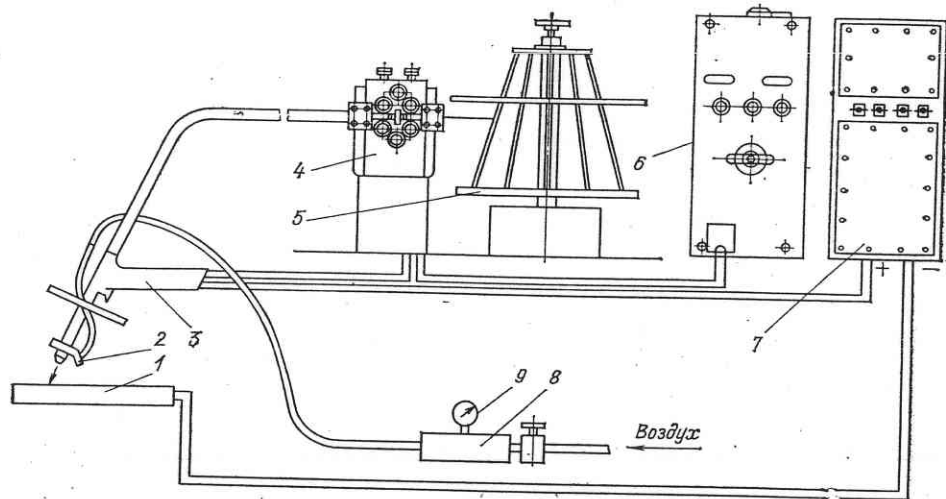


Рис. 12.19. Комплект аппаратуры и оснастки для полуавтоматической строжки (резки) металла:

1—изделие; 2—приставка к держателю для направленной подачи струи воздуха в зону реза; 3—держатель; 4—подающий механизм полуавтомата; 5—кассета с проволокой; 6—шкаф управления; 7—источник питания; 8—регулирующее устройство; 9—манометр

Таблица 12.35. Технические данные переносных газорезательных машин

Показатели	„Радуга“	„Спутник-2“
Толщина обрабатываемого листа, мм	5—100	5—50
Скорость перемещения резака, мм/мин	До 1600	200—680
Число резаков, шт.	1—2	1—2
Габариты, мм	405×250×245	555×430×300
Масса ходовой части машины, кг	16	18
Назначение	Для прямоугольной резки листов и вырезки фланцев	Для резки труб и вырезки колец

Таблица 12.36. Технические данные специализированных газорезательных установок конструкции треста «Гидромонтаж»

Показатели	„Орбита“	„Горизонт“
Размеры обрабатываемой обечайки, мм:		
диаметр	4000—12 000	3800—10 000
высота	3000	2500
толщина стенки	3—250	16—60
Угол, град:		
скоса кромок	±30	±30
между плоскостью реза и образующей обечайки	0—20	До ±10
наклона стрелы	0—20	—
Разность диаметров у одной конической обечайки, мм	—	300
Количество одновременно работающих резаков, шт.	1—3	1—3
Скорость подачи резаков, мм/мин	—	250—500
Частота вращения стрелы рабочая, об/мин	0—0,23	0,008—0,041

Таблица 12.37. Эксплуатационные данные резаков, работающих на горючих газах

Толщина разрезаемой стальной заготовки, мм	Номер мундштука		Давление режущего кислорода по манометру редуктора, МПа	Расход, м³ на 100 м			
	наружно-го	внутренне-го		кислорода	ацетилена	природного газа	пропана
3—5	1	1	0,3	3	0,4	0,6	0,3
5—25	1	2	0,4	6	0,6	1,0	0,4
25—50	1	3	0,6	10	0,8	1,3	0,5
50—100	2	4	0,8	15	0,9	1,4	0,6
100—200	2	5	0,1	26	1,0	1,6	0,7
200—300	2	5	0,12	40	1,2	1,9	0,8

Примечание. Давление горючего газа не менее 0,001 МПа.

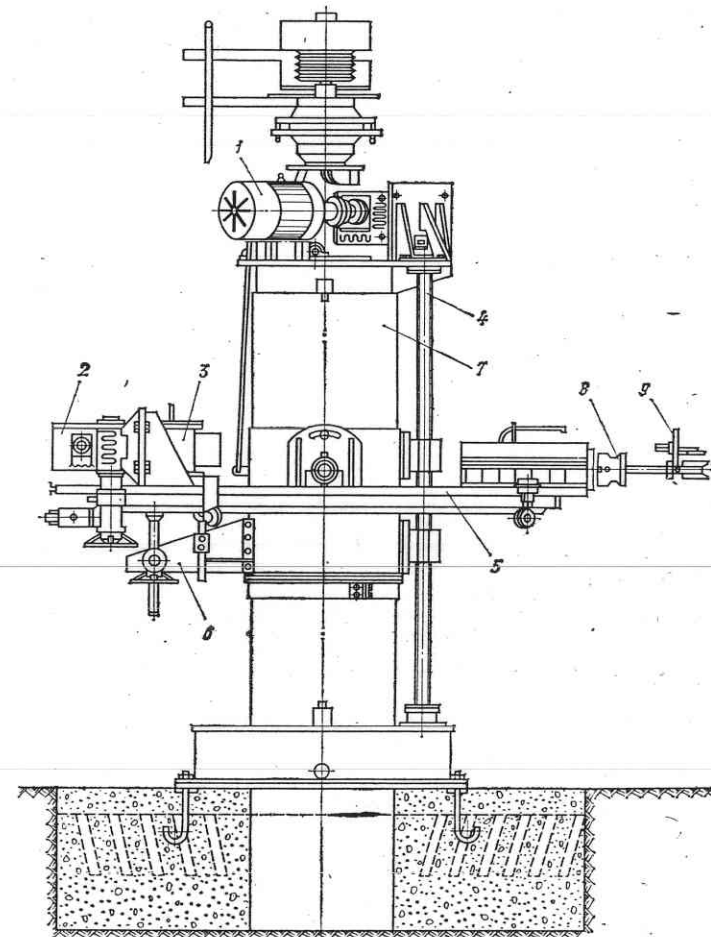


Рис. 12.20. Газорезательная установка «Орбита»:

1—привод вертикального перемещения; 2—привод рабочего хода; 3—привод ускоренного хода; 4—винт; 5—поворотная часть; 6—шарнир для угла наклона стрелы; 7—колонна; 8—стрела; 9—резак

Таблица 12.38. Технические данные редукторов для газопламенной обработки металла

Тип редуктора	Редуцирующийся газ	Назначение	Схема редуцирования	Давление, МПа		Подача, м³/ч	Габариты, мм	Масса, кг
				рабочее	максимальное на входе			
ДКП-1-65	Кислород	Баллонный	Одноступенчатая	0,1—1,5	20,0	7,5—60	195×160×170	2,4
ДКП-15-65			Двухступенчатая	0,1—1,5	20,0	7,5—60	180×177×225	3,3
ДКС-66		Сетевой Рамповый	Одноступенчатая с пневматическим заданием рабочего хода	0,01—0,5	1,6	5—10	190×230×84	2
ДКР-250			0,3—1,6	20,0	50—250	320×245×255	18	
ДАП-1-65	Ацетилен	Баллонный	Одноступенчатая	0,01—0,12	3,0	3—5	260×160×170	2,5
ДАД-1-65			Двухступенчатая	0,01—0,12	3,0	3—5	250×180×230	3,5
ДАС-66		Сетевой Рамповый	Одноступенчатая	0,01—0,1	0,12	5—10	190×230×84	2
ДАР-1-64			Двухступенчатая	0,02—0,1	3,0	30	400×240×325	14
ДПП-1-65	Пропан-бутановая смесь	Баллонный	Одноступенчатая	0,01—0,3	2,5	3—5	195×172×170	2
ДПС-66			Сетевой Рамповый	0,02—0,15	0,3	3—6	190×230×84	2
ДПР-1-64		0,02—0,3		2,5	25	400×240×325	14,4	

¹ Подача рассчитана при наибольших рабочих давлениях газа (на выходе) и наименьшем давлении на входе.

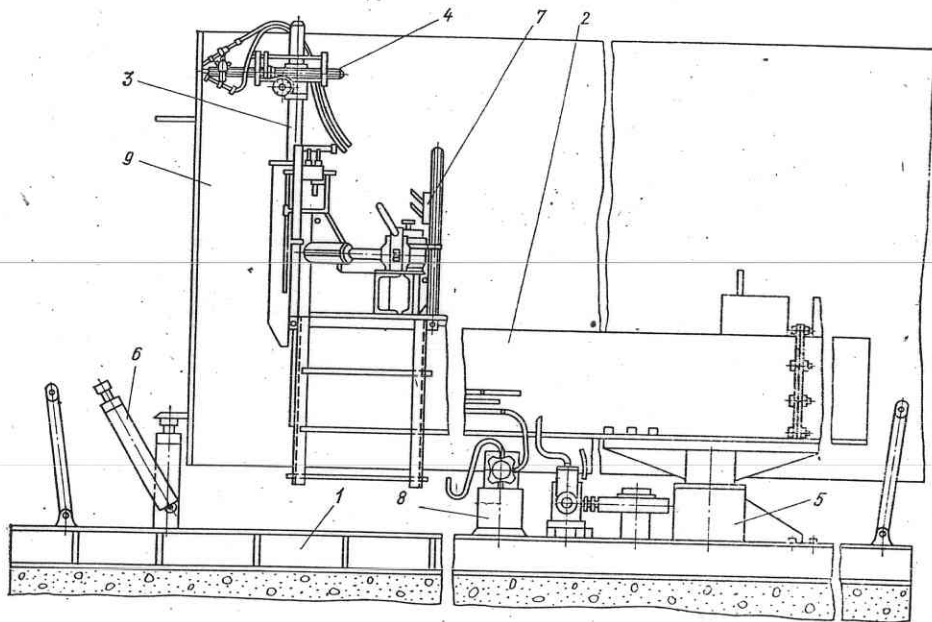


Рис. 12.21. Установка для газопламенной обработки кромок обечайки негабаритных трубопроводов «Горизонт»:
1 — рама; 2 — стрела; 3 — механизм поворота штанги; 4 — резательная головка; 5 — привод стрелы; 6 — упоры; 7 — газовая аппаратура; 8 — гидросистема; 9 — обечайка

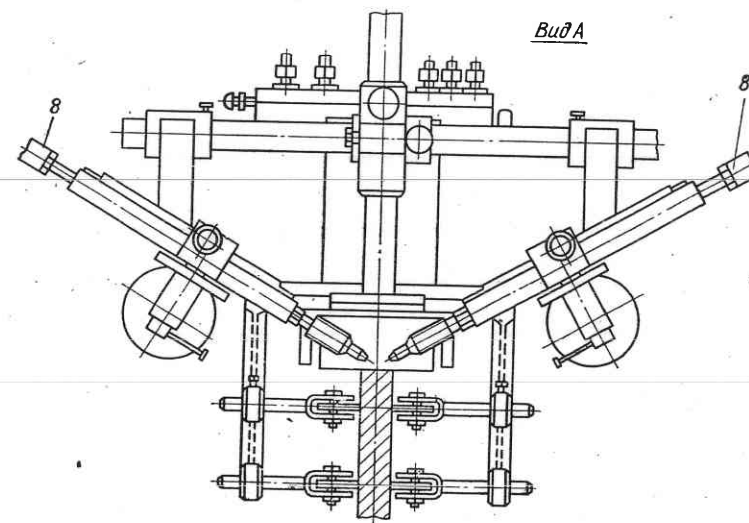
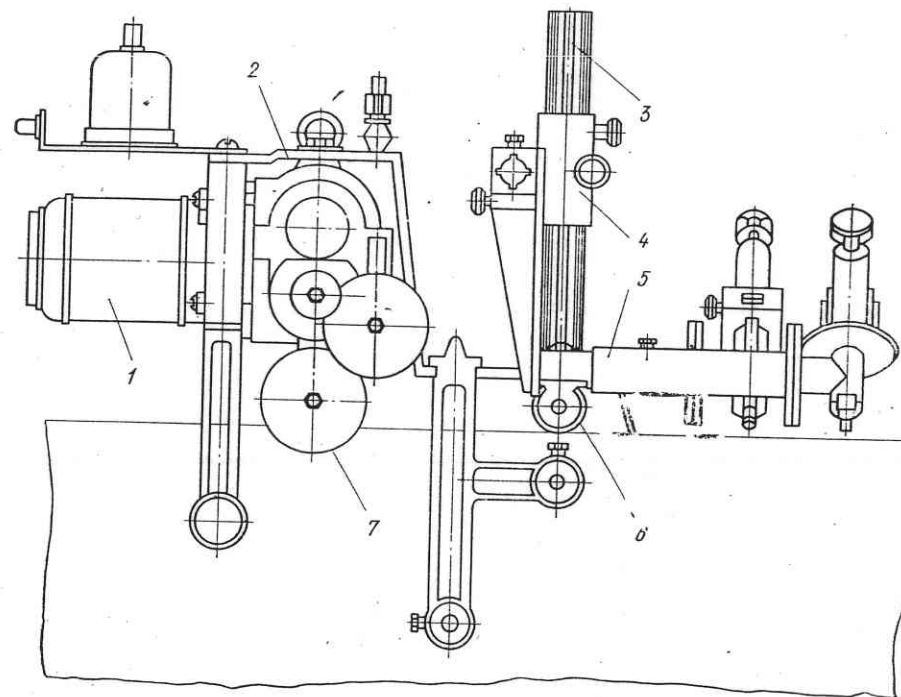


Рис. 12.22. Переносная газорезательная установка для обработки горизонтальных кромок (на вертикально установленных листах, обечайках):
1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — направляющая штанга; 4 — каретка; 5 — штанга с резаками; 6 — направляющий (неприводной) ролик; 7 — приводной ролик; 8 — резаки

Вставные резаки применяют тогда, когда сварку и резку металла производит один рабочий. Это значительно сокращает время на переналадку оборудования и подготовку его к работе. Вставные резаки прикрепляют к горелке с помощью накладной гайки. Резаки РГС-70 и РГМ-7 предназначены для разделительной резки металлоконструкций до 70 мм, РАЗ-70 — для срезки заклепок, РАО-70 — для вырезки отверстий в металле толщиной до 50 мм.

К специальным резакам, работающим на газе-заменителе ацетилене, относятся РЗР-2, РПА-70, РПК-62.

На строительных площадках широко применяют керосинорезы типа РК-71.

Для регулирования давления газа, поступающего от источника питания (баллона, трубопровода), и поддержания постоянного его расхода служат газовые редукторы (табл. 12.38). Газовые редукторы классифицируют: по назначению — баллонные (Б), рамповые (Р), сетевые (С); по роду редуцируемого газа — ацетиленовые (А), кислородные (К), метановые (М), пропан-бутановые (П); по схеме редуцирования — одноступенчатые с механической (О) и пневматической установкой давления (У); двухступенчатые (Д). Редукторы для различных газов окрашены в свой цвет и имеют различные присоединительные размеры накладных гаек.

12.5. МЕТОДЫ И АППАРАТУРА ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В практике гидротехнического строительства наибольшее распространение получили три основных метода неразрушаю-

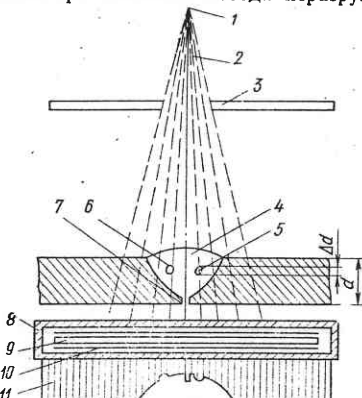


Рис. 12.23. Схематическое изображение радиографирования сварного шва:

1 — источник излучения; 2 — поток излучения; 3 — диафрагма; 4 — сварной шов; 5 — дефект, заполненный газом; 6 — включение, плотнее наплавленного металла; 7 — несправ; 8 — светонепроницаемая кассета; 9 — рентгенографическая пленка; 10 — усиливающие экраны; 11 — эюра интенсивности излучения на выходе из просвечиваемого объекта

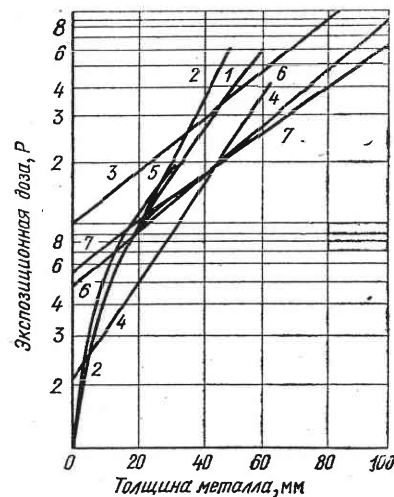


Рис. 12.25. Экспозиционные дозы для просвечивания стали на пленку РТ-1 при фокусном расстоянии 50 см:

1 — ^{170}Tm (свинцовая фольга толщиной $\delta = 0,05/0,05$ мм); 2 — ^{75}Se ($\delta = 0,1/0,2$ мм); 3 — ^{60}Co ($\delta = 0,2/0,2$ мм); 4 — ^{192}Ir ($\delta = 0,2/0,2$ мм); 5 — ^{165}Eu ($\delta = 0,05/0,05$ мм); 6 — ^{137}Cs ($\delta = 0,2/0,3$ мм); 7 — ^{152}Eu ($\delta = 0,2/0,2$ мм)

расстоянии F_0 , определенная по номограмме; k_n — переходный коэффициент, характеризующий чувствительность рентгеновской пленки (табл. 12.40).

В соответствии с ГОСТ 7512-75 оценку чувствительности радиационного контроля осуществляют с использованием проволоочных (табл. 12.41), канавочных (табл. 12.42) или пластинчатых эталонов чувствительности, которые изготавливают из того же материала, что и просвечиваемое изделие. Чувствительность K радиографического контроля определяется в миллиметрах или в процентах по изображению на снимке одного из эталонов чувствительности и рассчитывается по формулам:

при использовании проволоочного эталона

$$K = d_{min}, \text{ мм}; K = \frac{d_{min}}{S} 100, \%; \quad (12.2)$$

при просвечивании канавочного или пластинчатого эталона

$$K = h_{min}, \text{ мм}; K = \frac{h_{min}}{Sh} 100, \%. \quad (12.3)$$

где d_{min} — минимальный диаметр видимой на снимке проволоки эталона, мм; h_{min} — минимальная глубина канавки эталона, видимая на снимке, мм; h — полная толщина эталона, мм; S — контролируемая толщина металла в месте установки эталона, мм.

Выбор рентгеновской аппаратуры или гамма-дефектоскопов осуществляется исходя из необходимого режима просвечивания данной толщины металла (напряжение на рентгеновской трубке, экспозиция, тип радиоактивного источника и создаваемая им мощность экспозиционной дозы и т. п.) с учетом условий контроля, конструктивных особенностей контролируемых конструкций и эксплуатационных возможностей аппаратуры. Технические данные рентгеновской аппаратуры и гамма-дефектоскопов приведены соответственно в табл. 12.43 и 12.44.

Основные параметры радиографического контроля определяют в соответствии с ГОСТ 7512-75 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».

Радиоскопический метод контроля заключается в том, что радиационное изображение объекта передается практически на любое расстояние, преобразуется в световое или электронное изображение на экране телевизионного приемника и позволяет исследовать объект непосредственно в момент его просвечивания.

Технические данные аппаратуры для радиоскопического метода контроля при-

шего контроля качества сварных соединений (табл. 12.39): радиационный, акустический (ультразвуковой), контроль течением.

При радиационном контроле (рис. 12.23) (рентгено- и гаммаграфия) для регистрации интенсивности излучения за контролируемым объектом в качестве детектора излучения применяют рентгенографическую пленку. Оптическая плотность почернения рентгенографической пленки зависит от дозы ионизирующего излучения и возрастает по мере снижения плотности контролируемых участков объекта. Качество снимков зависит от типа применяемой рентгеновской пленки и применяемых усиливающих (свинцовых и др.) или флюоресцирующих экранов.

Время просвечивания исследуемых объектов определяется по номограммам экспозиции (рис. 12.24, 12.25).

При режимах просвечивания, отличных от приведенного в номограммах, экспозицию просвечивания приближенно определяют по формуле

$$E = E_0 \frac{F^2}{F_0^2} k_n, \quad (121)$$

где E — экспозиция просвечивания при выбранном фокусном расстоянии F ; E_0 — экспозиция просвечивания при фокусном

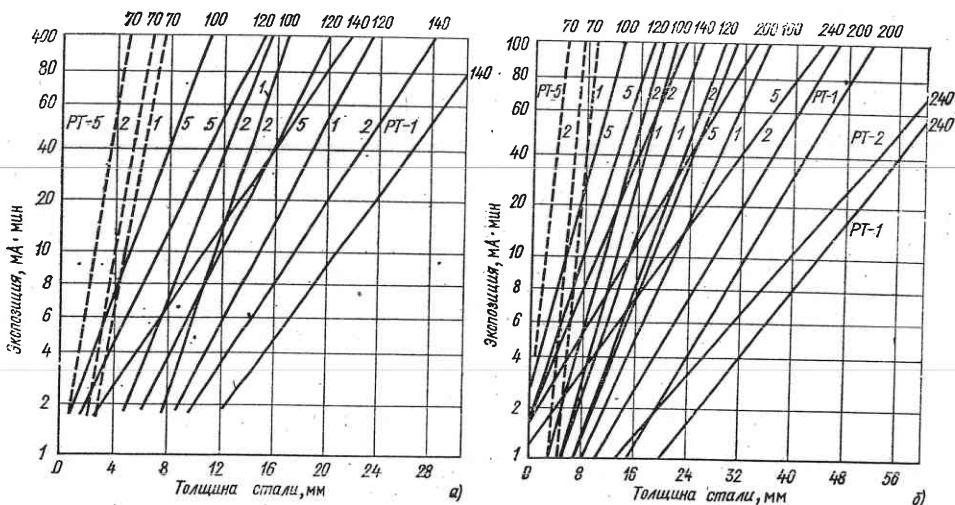
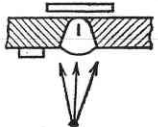


Рис. 12.24. Номограммы для определения экспозиций при просвечивании аппаратом РУП-150/300-10 для рентгеновских трубок:

a — 0,35ПВ-6-150; b — 2,5БПМ4-150. Фокусное расстояние 750 мм. Оптическая плотность снимков 1,3—1,5. — — — пленка между свинцово-оловянистыми фольгами толщиной 0,05 мм; — — — без усиливающих экранов

Таблица 12.39. Физические особенности основных видов дефектоскопии сварных соединений

Характеристика носителей энергии или генераторов	Метод контроля	Особенности обнаружения несплошностей	Ограничения
<p>Лучи с электромагнитными колебаниями при длине волны 1—10⁻⁵ А</p> 	<p>1. Радиационная дефектоскопия (РД) (схема 1)</p> <p>По излучениям: тормозным (рентгеновским) гамма-лучами нейтронными потоками</p> <p>По регистрации дефектов: радиография РГД радиоскопия РСД радиометрия РМД</p>	<p>Объемные внутренние и поверхностные несплошности в любых материалах; в стыковых швах</p>	<p>Несплошности малого раскрытия (трещины), расположенные под углом более 7° к направлению лучей, выявляются плохо. Минимальные параметры выявляемых трещин: глубина—2% толщины контролируемого изделия; раскрытие—0,1 мм и более (для рентгеновского излучения). Для угловых швов метод малоэффективен</p>

<p>Механические ультразвуковые колебания с частотой 1—10 МГц при скоростях ультразвуковых волн: продольных—6 мм/мкс, поперечных—3 мм/мкс; с длиной волн для $f=3$ МГц: продольных—2 мм, поперечных—1 мм</p> <p>Продольные, поверхностные (Рэлея), нормальные (Лэмба) и головные волны (применяются реже).</p>	<p>2. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД) (схема 2)</p> <p>По излучению и приему акустических бегущих волн: эхо-метод (а); теневой (б); зеркально-теневой (в)</p> <p>По способу контакта преобразователя с изделием: контактный; щелевой (или менисковый); иммерсионный; бесконтактный</p>	<p>Внутренние и поверхностные несплошности в любых материалах, кроме крупнозернистых, в стыковых и нахлесточных швах. Хорошо обнаруживаются тонкие трещины. Безопасность для обслуживающего персонала. Возможность автоматизации</p>	<p>Однородные сплавы и объемные несплошности включения выявляются хуже Минимальные параметры выявляемых трещин: глубина—0,1 мм; раскрытие—0,001 мм. Наличие крупнозернистой структуры (аустенитная сталь, чугун), грубая поверхность изделия, сложность формы и малые размеры изделия снижают эффективность применения УЗК</p>
--	---	--	--

П. Продолжение табл. 12.39

Характеристика носителей энергии или генераторов	Метод контроля	Особенности обнаружения несплошностей	Ограничения
<p>Газы и жидкости</p>	<p>3. Дефектоскопия течеисканием ТЧД (схема 3)</p> <p>С газами: пневматический ПД; вакуумный ВД; галоидный ГЛД</p> <p>С жидкостями: гидравлический ГИД; керосином КРД</p>	<p>Сквозные несплошности в любых материалах и соединениях</p>	

Таблица 12.40. Переходные коэффициенты $k_{п}$ для различных типов рентгеновских пленок и способов зарядки кассет

Схема зарядки кассет	Пленки				
	РТ-1	РТ-2	РТ-3	РТ-4	РТ-5
Пленка без усиливающих экранов	2	4	3,5	10	30
Пленка с металлическими усиливающими экранами	1*	2	1,8	5	15
Пленка с флюоресцирующими усиливающими экранами:					
„Стандарт“	1,5	0,29	1,2	2,9	14
УДФЦ/2	0,77	0,14	0,58	1,4	6,8
УДФЦ/3	0,51	0,09	0,39	0,95	4,5
СБ	0,91	0,17	0,70	1,7	8,1

* Переходный коэффициент для пленки РТ-1 с металлическими усиливающими экранами принята за единицу.

Таблица 12.41. Диаметр проволочного эталона чувствительности

Номер эталона	Диаметр проволоки, мм						
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7
1	0,2	0,16	0,125	0,1	0,08	0,063	0,05
2	0,4	0,32	0,25	0,2	0,16	0,125	0,1
3	1,25	1	0,8	0,63	0,5	0,4	0,32
4	4	3,2	2,5	2	1,6	1,25	1

Таблица 12.42. Глубина канавок канавочного эталона чувствительности

Номер эталона	Глубина канавок, мм						Толщина эталона, мм
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	
1	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	2
2	1,75	1,5	1,25	1	0,75	0,5	4
3	4	3,5	3	2,5	2	1,5	6

введены в табл. 12.45. Для контроля качества сварных соединений с применением этой аппаратуры в тресте «Гидромонтаж» создана специализированная установка для контроля качества сварных соединений металлоконструкций турбинных трубопроводов при их укрупнении на приобъектных базах (рис. 12.26).

Таблица 12.43. Технические данные рентгеновских аппаратов

Тип аппарата	Напряжение, кВ	Максимальный анодный ток, мА	Тип рентгеновской трубки	Размер оптического фокуса, мм		Масса, кг	Напряжение питающей сети, В	Мощность, кВт
				ширина	диаметр			
РУП-120-5-1 РУП-200-5-1 МИРА-1Д МИРА-2Д МИРА-3Д	50—120	5	Переносные аппараты	2 (1:1)	—	75	220/380	2,0
	70—200	5		2 (1:1,25)	—	112	220/380	3,0
	90—110	—		—	2,0	12	220	0,3
	140—170	—		—	3,0	15	220	0,4
	220—250	—		—	3,0	20	220	0,4
РУП-150/300-10	35—150	10	Стационарные аппараты	—	3,0	1000	220/380	5
	70—250	—		0,3—0,7 (при U_a до 75 кВ); 1,2—1,4 (при U_a свыше 75 кВ)	—	—	—	—
РАП-150/300-01 (РАП-150/300-0,2; РАП-150/300-03)	(0—160) ± 16; (0—300) ± 20	15	Стационарные аппараты	—	То же	1200	380	8
	250—400	5		1,5	3,0	1200	380	8
РУП-400-5-1	250—400	5	Стационарные аппараты	—	5—7	600	220/380	4
	—	—		1,5БПВ7-150 с вынесенным анодом 1,2-3БПМ5-300; 1БПВ15-100 малогабаритная	—	—	—	—

Таблица 12.44. Технические данные гамма-дефектоскопов

Тип аппарата (заменяемый аппарат)	Источник излучения		Максимальное удаление источника от радиационной головки, м		Масса, кг		Толщина просвечиваемой стали, мм
	Тип	Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м, Р/с*	горизонтальное	вертикальное	радиационной головки	привода управления	
„Гаммарид-20“ („Газпром“)	ГИД-И-1 ГИД-И-2 ГИД-И-3 ГИД-И-4; ГИД-И-5	1,5·10 ⁻⁴ 5,10 ⁻⁴ 1,5·10 ⁻³ 2,5·10 ⁻³ 5·10 ⁻³	0,25	—	12±1	2±1	1—60
„Гаммарид-22“	ГИД-И-3 ГИД-Ц-1	1,5·10 ⁻³ 1,2·10 ⁻⁴	—	—	6±1	25**	7—40
„Гаммарид-23“ (РИД-21М)	ГИД-И-5 ГИД-Ц-2	5·10 ⁻³ 5·10 ⁻⁴	—	—	12±1	2±1	15—60
„Гаммарид-24“ („Лабиринт“)	ГИД-И-5 ГИД-Ц-2	5·10 ⁻³ 5·10 ⁻⁴	—	—	12±1	25	7—60
„Гаммарид-25“	ГИД-И-4 ГИД-И-5 ГИД-И-6 ГИД-Ц-2	2,5·10 ⁻³ 5·10 ⁻³ 1,5·10 ⁻² 5·10 ⁻⁴	12	6	15±1	2±1	1—80
„Гаммарид-26“	ГИД-И-6 ГИД-Ц-2	1,5·10 ⁻² 5·10 ⁻⁴	—	—	15±1	25*	1—80
„Стапель-5М“ („Стапель-5“)	ГИД-И-3	1,5·10 ⁻³	—	—	7	—	6—60

* В СИ: 1 Р/с = 2,57976·10⁻⁴ А/кг.

** Электромеханический привод управления, пульт которого вынесен на 10 м.

Технические данные установки

Диаметр контролируемого звена, м	3—10
Длина звена, м	6
Толщина контролируемого металла, мм	До 40
Производительность контроля, м/мин	2
Скорость подъема рентгеновской трубки, м/с	0,15—0,35
Тип управления	Дистанционный
Габариты установки, м:	
длина	9,5
высота	4,6
ширина	2,0

Настройка аппаратуры, режимы и порядок контроля, а также правила приемки сварных соединений по результатам радиоскопии регламентированы специальной технической документацией.

Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Для контроля качества сварных соединений металлических конструкций гидротехнических сооружений наибольшее распространение получил эхо-метод, используе-

мый для контроля стыковых и угловых сварных соединений листового и профильного проката. Теневой и зеркально-теневой методы используют для контроля качества сварных соединений армостержней, выполненных ванной и ванно-шовной сваркой.

В соответствии с классификацией (см. табл. 12.39) ультразвуковые методы разделяют по способу контакта преобразователя с изделием. Наиболее широко используют контактный способ контроля, однако этот способ является весьма чувствительным к качеству подготовки контролируемой поверхности. При необходимости контроля грубых поверхностей целесообразнее применять щелевой, иммерсионный и бесконтактные способы контроля. Последний способ является единственно возможным для контроля качества при повышенных и пониженных температурах, для чего применяют специальные преобразователи ультразвуковых колебаний. Преобразователи (рис. 12.27) выпускаются различных типов (табл. 12.46, 12.47).

Таблица 12.45. Технические данные радиоскопических установок

Тип установки	Размеры преобразователя излучения, мм (диаметр)	Передающая телевизионная трубка	Приемник телевизионного изображения	Габариты, мм	Масса, кг
«Интроскоп»	150 и 200	«Изокон ЛИ-801»	Видеоконтрольные устройства ВК-29 и ВК-23	Видеоконтрольные устройства: ВК-29 460×491×410 ВК-23 267×240×870 Передающая камера КТП-62 210×190×580 Блок канала УВ-97 430×215×515 Пульт управления ПУ-76 232×83×320	37 21 16 25 3
РИ-101	80	«Суперортикон» или «Изокон»	Телевизионный приемник с кинескопом 35ЛК6Б	Пульт управления 700×700×1300 Входной преобразующий блок Ø 200 мм, длиной 100 мм	120 25
РИ-60ТЭ	80	«Суперортикон ЛИ-217»	То же 50ЛК2Б	—	150

¹ В качестве преобразователя рентгеновского излучения применяют сцинтилляционный монокристаллический экран.

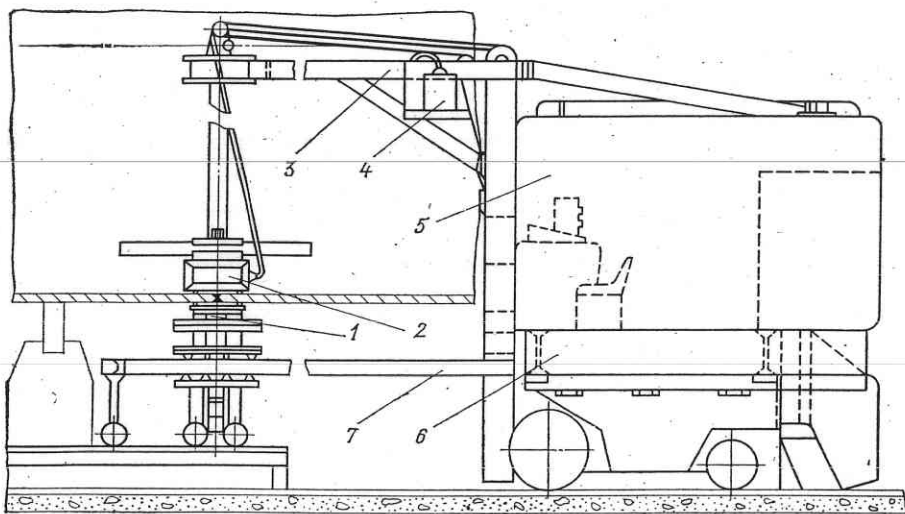


Рис. 12.26. Установка для рентгеновского телевизионного контроля сварных швов:

1 — телевизионная камера; 2 — рентгеновская трубка; 3 — верхняя стрела; 4 — генератор аппарата РУП-150/300-1; 5 — кабина; 6 — тележка; 7 — нижняя стрела

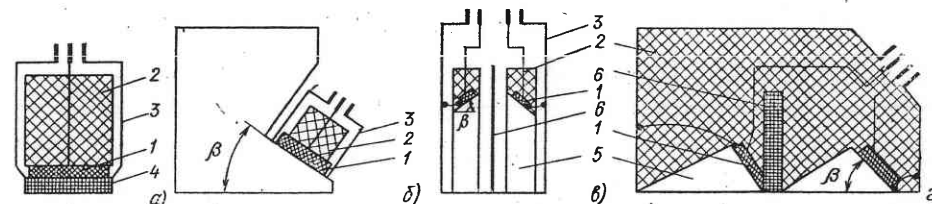


Рис. 12.27. Преобразователи:

а — прямой; б — наклонный; в — раздельно-совместный для возбуждения и приема продольных волн; г — то же головных волн; 1 — пьезоэлектрический преобразователь; 2 — демпфер; 3 — корпус; 4 — проектор; 5 — призма; 6 — экран

Для настройки и проверки аппаратуры, а также выбора параметров контроля сварных соединений применяют испытательные (ИС) и стандартные (СО) образцы. Испытательные образцы изготавливают либо из сварного соединения, либо из основного металла с искусственными отражателями. В соответствии с ГОСТ 14782-76 применяют комплект из четырех стандартных образцов.

В комплект аппаратуры для ультразвуковой дефектоскопии входят: ультразвуковой импульсный дефектоскоп; преобразователи; стандартные и испытательные образцы; вспомогательные приспособления и устройства для соблюдения параметров сканирования. Технические данные универ-

сальных эхо-дефектоскопов приведены в табл. 12.48.

Схема прозвучивания различных типов сварных соединений, а также основные параметры контроля представлены соответственно на рис. 12.28 и в табл. 12.49. Основные типы сварных соединений контролируются эхо-методом наклонным совмещенным преобразователем. Зеркально-теневым методом контролируются нахлесточные соединения (дубль-контроль), точечные соединения, а также сварные соединения арматуры периодического профиля на остающейся стальной скобе, выполненные ванной и ванно-шовной сваркой. Схема контроля сварных соединений арматуры периодического профиля представле-

Таблица 12.46. Технические данные прямых преобразователей

Прямой преобразователь	Тип	Номинальная частота, МГц	Диаметр контрольного отражателя, мм	Глубина залегания контрольного отражателя, мм		Габариты, мм, не более	Масса, г
				ДУК-66	УД-10УА		
Контактный прямой совмещенный	И111-0,6-КН-11	0,6	8	50—250	—	54×40×48	80
	И111-1,25-КН-11	1,25	3,2	15—180	—	54×48×148	
	И111-2,5-КМ-12	2,5	1,6	10—180	10—180	46×30×42	
	И111-5,0-КМ-11	5,0	1,2	8—70	8—70	38×22×36	
Контактный прямой, совмещенный с пленочной защитой	И111-1,25-АН17	1,25	3,2	30—180	—	54×40×48	120
	И111-2,5-ПМ-13	2,5	2,5	20—180	20—180	46×30×42	60
Контактный раздельно-совмещенный типа И112	И112-0,6-Н24	0,6	4,5	5—40	—	64×15×54	120
	И112-1,25-Н14	1,25	5,0	2—70	—	36×8×34	
	И112-2,5-Н13	2,5	2,0	2—180	2—180	16×16×34	15
	И112-5,0-ММ11	5	1,6	0,5—300	5—30	13×7,6×25	
Контактно-иммерсионный	И311-5,0-Н18	5,0	1,6	20—180	20—180	Ø 48×97	425
	И312-2,5-Н19	2,5	2,0	5—110	5—110		

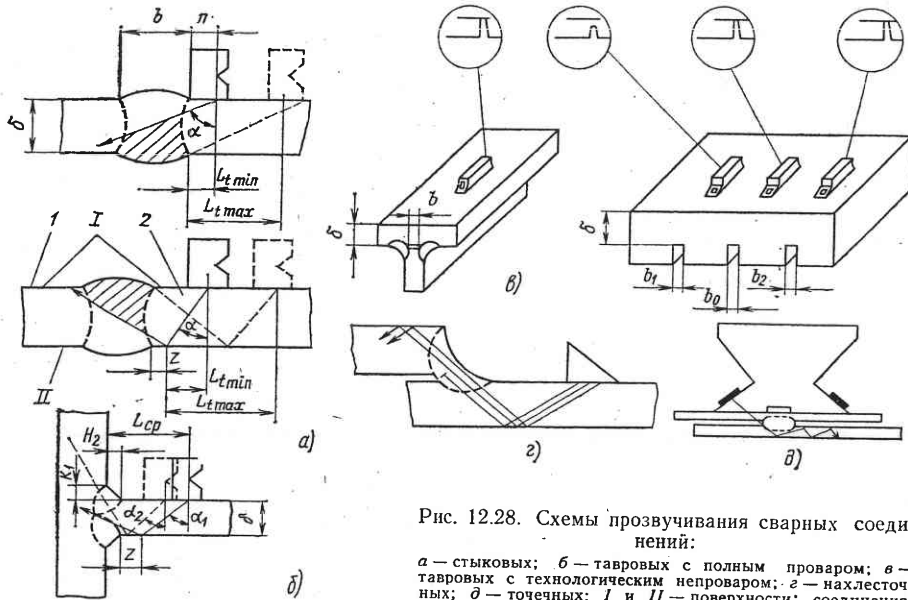


Рис. 12.28. Схемы прозвучивания сварных соединений: а — стыковых; б — тавровых с полным проваром; в — тавровых с технологическим непроваром; г — нахлесточных; д — точечных; 1 и II — поверхности соединения; 1, 2 — стороны соединения

Таблица 12.47. Технические данные наклонных преобразователей

Наклонный преобразователь	Тип	Номинальная частота, МГц	Угол наклона, град.	Глубина залегания контрольного отражателя, мм		Габариты, мм, не более	Масса, г, не более
				Образец	Эталон		
Контактный наклонный совмещенный	И121-2,5-30-Н23	2,5	30	0,5	45	50×45×17	110
	И121-2,5-40-Н21					50×36×17	100
Контактный наклонный совмещенный малогабаритный	И-121-2,5-53-МН15	2,5	53	0,5—45	—	23×16×13	33
	И-121-5,0-30-М12					14,6×14,6×22	—
	И-121-5,0-40-М12						—
	И-121-5,0-50-М12						—
И-121-5,0-40-ММ14	40	2—60	—	14×6×18	10		

Примечание. Диаметр контрольного отражателя 1,6 мм.

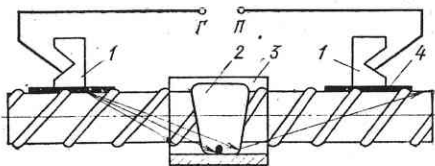


Рис. 12.29. Схема ультразвукового контроля сварных соединений арматуры периодического профиля:

1 — преобразователь ультразвуковых колебаний; 2 — шов; 3 — металлическая скоба; 4 — смазка

Таблица 12.48. Технические данные универсальных эхо-дефектоскопов

Тип	Рабочая частота, МГц	Регулировка чувствительности, дБ/или коэффициент усиления К	Глубина прозвучивания по диапазону развертки для стали, мм	Мертвая зона для стали, мм	Частота следования импульсов, Гц	Габариты, мм	Масса, кг	Дополнительные сведения о приборе
АД-10УА	1,5—6	80	5000	2	50—5000	487×477×195	—	Транзисторный модульный
ДУК-6В	0,7—4,0	—	5000	4 МГц—6; 2,5 МГц—7; 1,5 МГц—15; 0,7 МГц—40	100—1500	555×465×305	33	Ламповый улучшенный ВРЧ
ДУК-8М	0,16—2,0	$K = 1,5 \cdot 10^6$	230	2	600	580×370×245	28	Ламповый для контроля материалов с большим затуханием
ДУК-13ИМ	1,8; 2,5	—	—	—	—	220×110×250	4	—
ДУК-66	0,62; 1,25; 5; 10	89	2500	2	100—1000 (фиксированная)	605×395×265	24,5	Ламповый
ДУК-66П	1,25; 2,5; 5; 10	79	1260 (плюс задержка 1200)	2	10—1000	260×160×425	9,5	Транзисторный

на на рис. 12.29. Порядок контроля и приемки этих соединений по результатам ультразвуковой дефектоскопии регламентирован: ГОСТ 23858-79 — для соединений из арматуры диаметром до 40 мм включительно и техническими условиями — для соединений арматуры диаметром более 40 мм.

Дефектоскопия теческанием: Основное назначение методов дефектоскопии теческанием — проверка герметичности сварных соединений, основы применения которых изложены в ГОСТ 3242-79, ГОСТ 5197-70 и ГОСТ 18353-79. В соответствии с классификацией основных методов дефектоскопии теческанием для ее реализации применяют газовые и жидкостные среды. Эти среды контактируют с поверхностью контролируемого сварного шва (участка шва, либо всех швов замкнутой конструкции) и при наличии несплошности проникают сквозь шов.

Вакуумный метод основан на применении переносных вакуумных камер с прозрачной крышкой, накладываемых на контролируемый участок шва. Им контролируют стыковые, угловые, нахлесточные швы конструкций при двух- и одно-

Таблица 12.49. Основные параметры контроля стыковых сварных швов из низкоуглеродистых сталей

Толщина δ , мм	m	Угол ввода луча α , град.	Частота, МГц	Радиус преобразователя, мм	Чувствительность	
					S_n , мм	K_y , мм
3—10	0	74—70	5	3—4	1—2	20—15
15—25	0	65	2,5	6	2—4	30—25
25—50	1	50	2,5	6	2—7	35—20
	0					
50—150	1	40—50	1,5—2,5	9—6	13—15	50—30

роннем доступе к шву. При наличии несплошности воздух (за счет перепада давления до 6—7 кПа (500—600 мм рт. ст.)) поступает в полость камеры и на поверхности пенообразующего вещества предварительно нанесенного на контролируемый участок, образуются стойкие пузырьки.

В качестве пенообразующего материала применяют в основном мыльные растворы (на 1 л воды): 50 г туалетного мыла — состав А; 50 г 65%-ного хозяйственного мыла — состав Б; 15 г экстракта лакричного корня — состав В.

Испытание керосином на герметичность сварных соединений благодаря простоте метода и достаточно высокой чувствительности (высокая проникающая способность керосина) является наиболее распространенным методом. При этом методе контроля одну сторону шва покрывают меловым раствором (350—450 г мыла или каолина на 2 л воды), а обратную — обильно смачивают керосином. О наличии дефектов свидетельствуют пят-

на керосина на покрытой меловым раствором поверхности.

Чувствительность метода повышается при добавлении в керосин растворимых красок ярких цветов, например 2,5—3 г краски «Судан III» на 1 л керосина. Длительность испытания изменяется в зависимости от толщины испытываемого металла и температуры окружающей среды: для положительных температур составляет 3—6 ч; для отрицательных температур — 24 ч и более. Для сокращения времени испытания применяют подогрев сварного соединения до температуры 60—70 °С, продувку шва сжатым воздухом со стороны нанесения керосина, создают перепад давления с помощью вакуум-камеры, установленной со стороны мелового раствора.

Глава 13

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АНТИКОРРОЗИОННЫХ РАБОТ

13.1. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОД ОКРАСКУ

Наиболее распространенным способом борьбы с коррозией является защита лакокрасочными материалами, которая производится по следующей технологии: подготовка окрашиваемых поверхностей, нанесение лакокрасочных покрытий, сушка. Применяют также электрохимическую защиту: протекторную или катодную.

Подготовка поверхности под окраску состоит из следующих операций: очистка от грязи, ржавчины, окалины; удаление заусенцев и неровностей; обезжиривание;

придание поверхности требуемой степени чистоты и шероховатости.

Обезжиривание производят уайт-спиритом, бензином марки Б-70 или хлорированными углеводородами (трихлорэтилен) и пр.

Обезжиренную поверхность очищают механизированным способом, а в некоторых технологически обоснованных случаях и другими способами подготовки поверхности, например преобразователями ржавчины.

Для очистки поверхностей механизированным способом применяют дробеструйные аппараты (табл. 13.1), шарошки раз-

Таблица 13.1. Технические данные дробеструйных аппаратов

Показатели	АД-150А	АД-150М	АД-250А	АВ-250Б
Объем камеры, л	150	150	250	250
Рабочее давление воздуха, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6
Расчетная подача при очистке со снятием окалины, м ² /ч, при диаметре сопла, мм:				
8	10—12	10—12	10—12	10—12
10—12	—	—	16—25	16—25
Расход воздуха, м ³ /мм, при диаметре сопла, мм:				
8	5	5	5	5
10—12	—	—	10	10
Внутренний диаметр шланга, мм	25	25	40	40
Габариты аппарата, мм	936×775×1360	936×880×1360	795×115×1830	890×1215×1654
Масса комплекта, кг	250	250	331	300

Таблица 13.2. Рекомендуемое покрытие для защиты от коррозии металлоконструкций и оборудования, устанавливаемых в разных климатических районах

Среда	Грунтовочные материалы		Покрывные материалы		Общая толщина покрытия не менее, мкм	Ориентировочный срок службы покрытий, годы ¹
	Марка	Количество слоев	Марка	Количество слоев		
На открытом воздухе (воздействие солнечной радиации, атмосферных осадков и т. п.); в помещениях с относительной влажностью воздуха 75% и выше (помещения механизмов на водосборах, водопроводных галереях шлюзов и т. п.)	Умеренный климат от —45 до +45 °С (У1)					
	ФЛ-03К; ФЛ-03КК; ХС-068; ХС-059	2	ХВ-1100; ХВ-124; ХВ-125; ХВ-785 ХВ-784*	3 3 3 4	100	8
	Холодный климат от —65 до +38 °С (ХЛ1)					
	ХС-068; ХС-059; АК-070	2	ХВ-1100; ХВ-124; ХВ-110; ХВ-113	3	100	8
	Субтропический климат от —10 до +50 °С (Т1)					
	ХС-068; ХС-059; АК-070; ФЛ-03К	2	ХВ-124; ХВ-125; ХВ-110; ХС-119	4	110	5
	ВЛ-02	1	ХВ-124; ХВ-125; ХВ-110; ХС-119	4	95	5
В пресной воде (речной), длительное и периодическое нахождение в переменной среде „вода—воздух“	Умеренный климат от —45 до +45 °С (У1)					
	ХС-068; ХС-059; ФЛ-03К; ФЛ-03КК; АК-070; ЭП-00-10	2	ХВ-1100; ХВ-124; ХВ-125 ХВ-784* ЭП-00-10	5 5 6 2	150	10 15
	Холодный климат от —65 до +38 °С (ХЛ1)					
	ХС-068; ХС-059; АК-070	2	ХВ-1100; ХВ-124; ХВ-125 ХВ-784*	5 5 6	150	10
	Субтропический климат от —10 до +50 °С (Т1)					
	ХС-068; ХС-059; АК-070; ФЛ-03К	2	ХВ-124; ХВ-125	5	140	5

* С добавлением 3% (по массе) алюминиевой пудры.

¹ Приведен для покрытий, нанесенных на поверхность, очищенную пескоструйным (дробеструйным) способом.

Примечания: 1. Допускаются любые сочетания грунтовочного и покрывного материала (лаки, эмали) для одних и тех же климатических районов.

2. При необходимости защиты конструкций, находящихся длительное время в речной воде, от обрастания дрейсенной перед спуском в воду их дополнительно покрывают двумя слоями необрастающей краски ХВ-53.

личного типа, прямые и угловые щетки, абразивные круги и другой инструмент, применяемый с пневмо- и электромашинами (см. гл. 10).

Углеродистые и низколегированные стали, как правило, очищают металлической дробью. Расход дробы составляет около 35 кг на очистку 1 м². Дробь периодически очищают от пылевидных частиц и загрязнений (в сепараторе) и повторно используют до 60—80 раз.

Размеры стальной и чугунной дробы 0,6—1,0 мм. Применение более крупной дробы не допускается, так как при этом степень шероховатости резко возрастает, отдельные неровности высотой до 100—125 мкм при окраске останутся неокрашенными или толщина слоя краски будет недостаточной.

На открытых площадках допускается производить очистку сухим или влажным кварцевым песком при строгом соблюдении норм санитарии и правил техники безопасности.

При очистке поверхностей под окраску необходимо выполнять следующие технологические требования:

1) расстояние сопла от очищаемой поверхности должно быть в пределах 200—400 мм; при этом сопло держат под углом 60—80°;

2) сжатый воздух, используемый при очистке и обдувке поверхностей, должен быть очищен от масла и влаги;

3) длительность перерыва между очисткой поверхности и нанесением грунтовочного (лакокрасочного) слоя не должна превышать: при нормальной влажности воздуха (до 75%) — 3 ч, при повышенной влажности воздуха (выше 75%) — 0,5 ч.

Очистку поверхностей запрещается производить при относительной влажности воздуха более 85%, тумане, морозящих осадках, дожде и т. п.

13.2. НАНЕСЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Лакокрасочное покрытие состоит из грунтовочных, шпатлевочных и покрывных слоев. В гидротехническом строительстве при защите металлических поверхностей лакокрасочными материалами шпатлевочный слой не наносят.

Основным условием для получения покрытия требуемого качества является правильный выбор лакокрасочного материала и обеспечение соответствующей технологии его нанесения.

Тип выбираемого покрытия зависит от назначения окрашиваемой конструкции, степени агрессивности среды и климатических условий района.

Таблица 13.3. Расход лакокрасочных материалов на 1 м² покрываемой поверхности (на один слой), г/м²

Лакокрасочные материалы	При распылении	При нанесении кистью
Грунт:		
XC-010 (ГОСТ 9355-81)	200—220	150—190
ФЛ-03К (ГОСТ 9109-81)	140—160	100—110
ВЛ-02 (ГОСТ 12707-77)	200—220	115—120
ВЛ-08 (ГОСТ 12707-77)	200—220	115—120
Эмаль:		
XB-1100 (ГОСТ 6993-79)	200—220	115—120
XB-124 (ГОСТ 10144-74)	200—220	115—120
XB-785 (ГОСТ 7313-75)	200—220	110—120
ПФ-2133 (ГОСТ 926-63)	200—220	115—120
Краска:		
ЭКЖС-40	150—180	115—120
ЭКА-15	150—180	115—120
Лак:		
XB-784 (ГОСТ 7313-75)	230—250	115—120
XC-76 (ГОСТ 9355-81)	230—250	115—120
ПФ-170 (ГОСТ 15907-70)	120—130	100—110
БТ-577 (ГОСТ 5631-79)	120—130	100—110

Таблица 13.4. Технические данные установок безвоздушного распыления

Показатели	ВИА-1	Радуга 0-631*		УБРХ-1М
		Факел*	Факел*	
Поддача, кг/мин	До 1	0,63	0,9	До 1,7
Давление лакокрасочного материала, МПа	10—16	17—19	12—17	15—19
Давление сжатого воздуха на пневмопривод, МПа	0,3—0,6			
Длина шлангов, м	10	15	15	15
Масса, кг	21	22,5	23,5	50

Для речных гидротехнических сооружений установлено три макроклиматических района:

умеренный (У1) — с расчетной температурой воздуха от —45 до +45 °С; холодный (ХЛ1) — от —65 до +38 °С; субтропический (Т1) — от —10 до +50 °С.

Рекомендуемые покрытия, согласно требованиям ГОСТ 9.032-74, ГОСТ 21531-76 и ГОСТ 9.104-79, составленные для сооружений, расположенных в разных климатических районах, приведены в табл. 13.2.

Ориентировочный расход лакокрасочных материалов приведен в табл. 13.3.

Нанесение лакокрасочных материалов производят в основном установками безвоздушного распыления (табл. 13.4).

При окраске способом безвоздушного распыления рабочая вязкость лакокрасоч-

ных материалов должна быть не выше 15—50 единиц (по ВЗ-4) при температуре 18—23 °С. Для получения необходимой вязкости применяют соответствующие химической основе лакокрасочного материала растворители: Р-4 (ГОСТ 7827-74), Р-5 (ГОСТ 7827-74), ксилол (ГОСТ 9949-76), сольвент (ГОСТ 1928-79), уайт-спирит.

13.3. ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЙ

На защищенной лакокрасочным или полимерным покрытием поверхности не допускается наличие трещин, царапин, выбоин, отслаивания пленки, непокрашенных мест, посторонних включений и других дефектов.

Адгезия покрытия к металлической поверхности определяется методом решетчатого надреза в соответствии с ГОСТ 15140-78.

На испытываемом покрытии бритвенным лезвием или скальпелем делают не менее пяти параллельных надрезов до подложки на расстоянии 2 мм один от другого и столько же надрезов, перпендикулярных первым. После нанесения решетки поверхность покрытия очищают кистью, адгезию оценивают по шкале табл. 13.5.

Адгезия в 4 балла в металлоконструкциях гидротехнических сооружений не приемлема.

Таблица 13.5. Шкала адгезии

Оценка в Баллах	Характеристика лакокрасочного покрытия
1	Края надрезов должны быть гладкими, не должно быть отслоившихся кусочков покрытия
2	Незначительное отслаивание покрытия в виде точек вдоль надрезов или в местах их пересечения (до 5% поверхности с каждой решетки)
3	Отслаивание покрытия вдоль линии надрезов (до 35% поверхности с каждой решетки)
4	Полное или частичное отслаивание покрытия квадратами вдоль линии надрезов (более 35% поверхности с каждой решетки)

Проверка внешних дефектов на нанесенных покрытиях осуществляется тщательным визуальным осмотром окрашенных поверхностей. Сплошность защитного покрытия проверяют дефектоскопами ЭД-4, ЭД-5, ЛКД-1, ДИ-64, ДЭП-1. Толщину защитного покрытия определяют толщиномерами ИТП-1, МИП-10, МТ-30Н.

Журнал производства работ по противокоррозионной защите конструкций и оборудования выполняется по форме, приведенной в табл. 13.6.

Таблица 13.6. Форма журнала противокоррозионных работ

Дата (число, месяц, год), смена	Наименование работ и примененных материалов (пооперационно)	Объем работ	Температура, °С, во время выполнения работ		Применяемые материалы			Количество нанесенных слоев и их толщина, мм	Температура, °С, и продолжительность сушки каждого слоя, ч	Фамилия бригадира и исполнителя работ	Дата и № акта приемки выполненных работ	Примечание
			на поверхности	окружающего воздуха на расстоянии не более 1 м от поверхности	ГОСТ и ТУ	№ паспорта	№ анализа					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Глава 14

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

14.1. ЧЕРНЫЕ И НЕРЖАВЕЮЩИЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Основные сведения о сталях и спла-

вах, применяемых при изготовлении и монтаже механического оборудования и конструкций, приведены в табл. 14.1.

Таблица 14.1. **Стали и сплавы**

Марка стали	Сортамент	Область применения
Черные металлы		
ВСт3Гпс2 (ГОСТ 380-71)	Прокат листовой и полосы толщиной до 4 мм	Обшивка распашных и откатных ворот зданий ГЭС, трансформаторных мастерских и других промышленных сооружений, настилы и пр.
ВСт3Гпс3 (ГОСТ 380-71)	Прокат листовой толщиной 6—40 мм, фасонный, полосы	Элементы стальных конструкций, работающих при температуре до —40 °С: лестницы, площадки, ограждения, раскрепляющие устройства, гидравлические лотки, распашные и откатные ворота зданий ГЭС, трансформаторных мастерских и других промышленных сооружений, перекрытия под пазами, кондукторы для изготовления обетонированных блоков, закладных частей, опорные конструкции облицовок и трубопроводов
ВСт3Гпс5 (ГОСТ 380-71); В18Гпс (ГОСТ 23570-79)	Прокат листовой толщиной 6—30 мм, фасонный, полосы	Элементы стальных конструкций, работающих при температуре: до —20 °С — затворы, решетки, подкрановые балки, эстакады, металлоконструкции кранов, очистных сеток, решеткоочистных машин, герметические двери, трубопроводы напорные ГЭС и насосных станций и прочие трубопроводы, штанги, серьги, траверсы и т. п.; до —40 °С — облицовки водоводов, закладные части, перила, временные технологические конструкции, рамы, станины, каркасы промышленных зданий и сооружений, плавучие рамы; до —65 °С — отражатели, облицовки пазов и ребра жесткости закладных частей
09Г2-12 (ГОСТ 19282-73)	Прокат листовой толщиной 6—32 мм	Элементы стальных конструкций, работающих при температуре до —40 °С: затворы, решетки, ворота, штанги, соединительные серьги штанг и серьги для соединений секций затворов и решеток, траверсы, захватные балки, пластинчатые крюки и щеки крановых подвесок, подхваты
	Прокат листовой толщиной 36—60 мм	трубопроводы напорные ГЭС и насосных станций, металлоконструкции кранов и других подъемных механизмов, подкрановые балки, мосты, эстакады, металлоконструкции решеткоочистных машин, герметические двери и крышки
09Г2С-15 (ГОСТ 19282-73)	Прокат листовой толщиной 6—40 мм	Элементы стальных несущих конструкций, работающих при температуре ниже —40 до —65 °С, перечисленные для стали 09Г2-12 и 09Г2С-12, и элементы закладных частей, за исключением гнутых облицовок пазов и ребер жесткости
09Г2 (ГОСТ 5521-76)	Прокат листовой толщиной 10—30 мм	Наиболее ответственные элементы механического оборудования, работающие при температуре ниже —40 до —65 °С и испытывающие растягивающие и изгибающие напряжения: штанги затворов, соединительные

Продолжение табл. 14.1

Марка стали	Сортамент	Область применения
14Г2АФ-12 (ГОСТ 19282-73)	Прокат листовой толщиной 10—50 мм	Элементы тяжело нагруженных стальных конструкций, работающих при температуре до —40 °С, с минимальным объемом наплавленного металла, особенно в монтажных условиях (штанги затворов, габаритные металлоконструкции). При применении металла толщиной 25 мм и более должна быть обеспечена возможность подогрева соединений при сварке
13ХГН2МД; 138ИЗ-2 (ТУ 108-11-35-76)	Прокат листовой толщиной 20—36 мм, 37—90 мм	Элементы тяжело нагруженных ответственных стальных несущих конструкций, работающих при температуре до —65 °С: затворы всех типов, штанги соединительные, серьги штанг и серьги для соединения секций затворов и решеток
14Х2ГМРБ (ТУ 14-1-1156-74)	Прокат листовой толщиной 6—50 мм	трубопроводы напорные ГЭС, металлические конструкции кранов и других подъемных механизмов, подкрановые балки, пролетные строения мостов, эстакады бетоновозные
10-12 (ГОСТ 1050-74)	Прокат сортовой, трубы	Элементы стальных конструкций из готовых труб и сортового проката, работающих при температуре до —65 °С, заклепки
20-2 (ГОСТ 1050-74)	Прокат сортовой, поковки, трубы	Детали, работающие при температуре до —65 °С: крепежные детали (болты общего назначения, анкерные болты, винты), крановые крюки и штанги, щеки и вилки подвесок, серьги траверсы, тяги и другие детали подъемно-транспортного оборудования. Элементы стальных конструкций из готовых труб, металлические маслопроводы гидроприводов
35-2 (ГОСТ 1050-74)	Прокат сортовой, поковки, трубы	Детали, работающие при температуре до —40 °С: оси, валы, кованые цилиндры, штоки, поршни, подвески, траверсы, опорные кольца, проушины и соединительные муфты, звездочки втулочно-роликовых цепей, клинья муфты кулачковые и полумуфты, крепежные детали, кольца установочные, крановые рельсы квадратного сечения и пр.
40ХН (ГОСТ 4543-71)	Прокат сортовой, поковки	Термически улучшенные детали, работающие при температуре до —65 °С: валы, оси, шестерни, бандажи, зубчатые колеса, валы-шестерни, катки балансиров, муфты, рычаги, цилиндры, колеса и пр.
38ХНЗМФА (ГОСТ 4543-71)	Прокат сортовой, поковки	Термически улучшенные особо ответственные и тяжело нагруженные детали с повышенными требованиями по прочности и пластичности и работающие при температуре до —65 °С: валы, оси, чер-

Продолжение табл. 14.1

Марка стали	Сортамент	Область применения
20Л (ГОСТ 977-75)	Отливки	<p>вяки, шестерни, шпильки, катки балансиров, высокопрочные анкерные болты, детали, от которых требуется повышенная контактная прочность и сопротивляемость износу</p> <p>Термически обработанные литые детали и листосварные элементы конструкций, работающих при статической нагрузке при температуре до -40°C: подпитники и подпятники, канатные блоки, шкивы, барабаны кранов, корпуса редукторов и подшипников, опоры гидроподъемников</p>
12ДХН1МФЛ (ГОСТ 977-75)	»	<p>Термически обработанные литые детали и листосварные элементы опорных и опорно-ходовых элементов механического оборудования, работающих в условиях больших нагрузок и высоких контактных напряжений: рельсы, колеса и катки затворов и кранов, рамы балансирных тележек, шарнирные опоры сегментных затворов и т. п.</p> <p>Для работы при температуре ниже -40 до -65°C вышеперечисленные детали должны быть подвергнуты объемной закалке и отпуску</p>
25Х2Г2ФЛ (ГОСТ 977-75)	Отливки с толщиной стенки до 200 мм	<p>Термически обработанные (после закалки и отпуска) литые детали опорных и опорно-ходовых элементов механического оборудования, работающих в условиях больших нагрузок и высоких контактных напряжений: рельсы, колеса, тележки и т. п. при температуре до -65°C. Сталь 23ХГС2МФЛ при толщине стенки отливки до 50 мм может использоваться для сварно-литых конструкций</p>

Сталь двухслойная коррозионно-стойкая

ВСт3+12Х18Н10Т; 09Г2+12Х18Н10Т (ГОСТ 10885-75)	Прокат листовой толщиной 4—40 мм	Облицовки забральных балок, закладные части при необходимости обеспечения коррозионной стойкости рабочей поверхности элемента без лакокрасочных покрытий
--	----------------------------------	--

Сталь нержавеющая хромоникелевая

12Х18Н10Т (ГОСТ 5632-72)	Прокат листовой толщиной 4—50 мм, полосы, прутки	Сварные и несварные конструкции и детали, работающие в агрессивных средах при температуре до -65°C без противокоррозионных покрытий (в морской воде детали из этой стали подвержены язвенной или щелевой коррозии и могут применяться только с протекторной защитой), металлоконструкции и закладные части специальных затворов и ворот, полосы на закладных частях под резиновые уплотнения затворов
-----------------------------	--	---

Продолжение табл. 14.1

Марка стали	Сортамент	Область применения
12Х18Н9Т (ГОСТ 4986-79)	Проволока диаметром 0,2—6,0 мм	Ситовое полотно водоочистных вращающихся сеток
10Х18Н9ТЛ (ГОСТ 2176-77)	Лента толщиной 0,1—2,0 мм, шириной 40—60 мм Отливки	Наплавки рабочих поверхностей путей плоских скользящих затворов
		Литые детали и листосварные элементы в закаленном состоянии особо ответственных конструкций, работающих при температуре до -65°C , от которых требуется высокая коррозионная стойкость и стойкость против кавитации (в морской воде детали из этой стали подвержены язвенной и щелевой коррозии)
Сталь нержавеющая хромистая		
20Х13 (ГОСТ 5636-72)	Поковки, прокат листовой толщиной 4—50 мм, полосы, прутки	Термически обработанные нержавеющие детали (без сварных соединений), работающие при температуре до -65°C , поверхности которых не могут быть надежно защищены от коррозии лакокрасочными и другими покрытиями: мелкие валики и оси, болты и шпильки с твердостью НВ 240—300
30Х13 (ГОСТ 5632-72)	Поковки, прокат листовой толщиной 4—50 мм, полосы, прутки	Термически обработанные нержавеющие детали (без сварных соединений), работающие при температуре до -65°C , поверхности которых не могут быть надежно защищены от коррозии лакокрасочными и другими покрытиями: грибы плитовых устройств и вкладыши подушек двусторчатых ворот шлюзов, катки балансировки, крепежные детали

Примечания. 1. За расчетную температуру принимается: при строительстве гидротехнических сооружений в районах с расчетной температурой -40°C ; температура, при которой конструкции эксплуатируются; при строительстве гидротехнических сооружений в районах с расчетной температурой ниже -40°C ; температура наружного воздуха данного района.

2. За температуру наружного воздуха района принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки по СНиП 2.01.01-82.

14.2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СВАРКИ И РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

Металлические электроды для ручной дуговой сварки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75 и ГОСТ 10052-75. Основные типы и марки электродов для ручной дуговой

сварки, а также область их применения приведены в табл. 14.2. Сведения о сварочных проволоках и флюсах для механизированных и автоматизированных способов сварки и области их применения даны в табл. 14.3.

Основные свойства горючих газов, применяемых для газовой резки металлов, приведены в табл. 14.4.

Таблица 14.2. Металлические электроды для ручной дуговой сварки

Тип электрода (ГОСТ 9467-75)	Марка	Механические свойства металла шва при тем- пературе 20 °С			Область применения
		Временное сопротивление разрыву, МПа	Относитель- ное удлине- ние, %	Ударная вяз- кость, кДж/м²	
Э42	АНО-6, АНО-5 АНО-1	420	18	800	Малоуглеродистые стали класса С38/23 (СтЗкл, СтЗпс, ВСтЗГпс, ВСтЗпс, ВСтЗсп, В18Гпс, 16Д, 22К, сталь 10, сталь 20) между собой, а также с низколегированными сталями классов С44/29 (09Г2, 09Г2С) и С46/33 (09Г2С)
Э42А	СМ-11, 03С2	420	22	1500	Малоуглеродистые стали класса С38/23
Э46А	УОНИ-13/45	460	22	1400	Малоуглеродистые стали класса С38/23 с низколегированными классами С44/29, С46/33, С52/40 (14Г2АФ и 15Г2АФ), С60/45 (ИЗ-6, 13ХГН2МД, 138ИЗ-2), С70/60 (14Х2ГМР), а также сварка низколегированных сталей классов С44/29 и С46/33
Э50А	УОНИ-13/55	500	20	1300	Низколегированные стали класса С52/40
Э60	48Н-11	600	18	1000	Низколегированные стали класса С60/45 между собой, а также с малоуглеродистыми сталями классов С38/23 и низколегированными классами С44/29, С46/33
Э70	АНП-2	700	14	600	Низколегированные стали класса С70/60 (14Х2ГМР)
Э-11Х15Н25М6АГ2	ЭА-395/9	600	30	1000	Низколегированные стали классов С60/45 и С70/60, а также приварка к ним сталей классов С38/23, С44/29, С46/33, С52/40
	ЭА-981/15	600	30	1000	Нержавеющие стали (12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т) с малоуглеродистыми и низколегированными сталями
Э-08Х20Н9Г26	ЦЛ-11	550	22	800	Нержавеющие стали

Таблица 14.3. Сварочные проволоки и флюсы

Сварочная проволока (ГОСТ 2246-70)	Флюс	Область применения
Полуавтоматическая и автоматическая сварка под флюсом		
Св-08А	АН-348А; ОСЦ-45 (ГОСТ 9087-81); АН-348В (ТУ 14-1-557-73)	Малоуглеродистые и низколегированные стали классов С38/23, С44/29 между собой, а также со сталью класса С44/33
Св-08ГА		Низколегированные стали класса С44/33
Св-10НМА	АН-47 (ТУ 14-1-1353-75); АНК-30 (ТУ 14-1-120-71)	Сварка малоуглеродистых и низколегированных сталей классов С38/23, С44/33, С44/29, С52/40
	138-КФ-1М (ТУ 5.965-10001-71)	Стали класса С60/45 между собой, а также со сталями классов С38/23, С44/29, С44/33

Продолжение 14.3

Сварочная проволока (ГОСТ 2246-80)	Флюс	Область применения
Св-10НМА	АН-17М (ЧМТУ 1-1017-70)	Стали класса С70/60 между собой, а также со сталями классов С38/23, С44/29, С44/33
Св-08Х20Н9Г7Т	АН-26 (ГОСТ 9087-81)	Нержавеющие стали с малоуглеродистыми и низколегированными
Св-04Х19Н11МЗ	АН-26 (ГОСТ 9087-81); 48-ОФ-6 (ОСТ 5.9206-75)	Нержавеющие стали
Электрошлаковая сварка		
Св-10Г2	АН-8, АН-8М (ГОСТ 9087-81)	Малоуглеродистые стали класса С38/23
Св-10НМА	То же	Низколегированные стали классов С44/29 и С46/33
Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа		
Св-08Г2С	—	Малоуглеродистые и низколегированные стали классов С38/23, С44/29, С46/33, С52/40, С60/45 (только 16Г2АФ)
Св-08ГСМТ	—	То же, С60/45 (138ИЗ-2, ИЗ-6)
Св-08ХН12Г2СМЮ	—	То же, С70/60 (14Х2ГМР)

Таблица 14.4. Свойства горючих газов

Материал	Плотность при 7,5 кПа и 20 °С, кг/м³	Максимальная температура пла- мени при рабочем соотношении газов в смеси, °С	Количество кислорода на 1 м³ горючего газа, м³	
			необходимое для полного сгорания	рабочее (под- водимое в резак)
Ацетилен	1,09	3200	2,5	1,1—1,7
Пропан	1,88	2750	5,0	3,5
Бутан	2,54	2500	6,5	4,0
Городской газ	0,84—1,05	2000—2300	0,95—2,0	0,8
Природный газ	0,68—0,90	2000—2200	1,8—2,0	1,0—1,5
Пары бензина	0,70—0,74 кг/л	2400	—	2,5 м³/кг
Пары керосина	0,79—0,82 кг/л	2300	—	2,0 м³/кг

14.3. СТАЛЬНЫЕ КАНАТЫ

Для механического оборудования и стальных конструкций гидротехнических сооружений применяют преимущественно шестипрядные стальные канаты двойной свивки. Для изготовления стропов и полиспастов применяют канаты с линейным касанием проволок типа ЛК.

Технические данные наиболее употребляемых канатов приведены в табл. 14.5. Сокращенный сортамент канатов дан в соответствии со стандартами предприятий треста «Гидромонтаж».

Примеры условного обозначения:

каната диаметром 13 мм, грузоподъемного назначения, из проволоки без покры-

тия, марки В, левой односторонней свивки, нераскручивающийся, маркировочной группы 1764 МПа по ГОСТ 2688-80

канат 13-ГЛ-В-Л-О-Н-1764
ГОСТ 2688-80

каната диаметром 39 мм, грузового назначения, из проволоки марки 1, оцинкованной по группе Ж, левой односторонней свивки, раскручивающийся, маркировочной группы 1960 МПа по ГОСТ 7669-80

канат 39-Г-1-Ж-Л-О-Р-1960
ГОСТ 7669-80

Таблица 14.5. Технические данные канатов двойной свивки

Назначение	Диаметр каната, мм	Масса 1000 м каната, кг	Расчетное разрывное усилие каната в целом, кН (не менее), для маркировочной группы по временному сопротивлению, МПа			
			1568	1666	1764	1960
Типа ЛК-Р 6×19 (1+6+1/6) + 1 о. с. (ГОСТ 2688-80)						
Для грузоподъемных кранов, подъемных и тяговых механизмов небольшой грузоподъемностью (до 50 т)	5,6	116,5	15,80	16,80	17,8	19,35
	8,3	256,0	34,80	36,95	38,15	41,60
	11,0	461,6	62,85	66,75	68,80	75,15
	13,0	596,6	81,25	86,30	89,00	97,00
	15,0	844,0	114,5	122,0	125,5	137,0
	18,0	1220,0	166,0	176,0	181,5	198,0
	19,5	1405,0	191,0	203,0	209,0	228,0
	21,0	1635,0	222,0	236,0	243,5	265,5
	22,5	1850,0	251,0	267,0	275,0	303,5
	24,0	2110,0	287,0	304,5	314,0	343,0
	28,0	2911,0	393,0	421,0	434,0	473,5
	30,5	3490,0	475,0	504,5	520,0	567,5
	32,0	3845,0	523,5	556,0	573,0	625,5
	33,5	4220,0	574,0	610,5	749,0	686,0

Типа ЛК-З 6×25 (1+6; 6+12) + 1 о. с. (ГОСТ 7665-80)

14,5	763,5	102,5	109,5	113,0	122,5
16,0	941,5	126,5	134,5	139,5	151,0
17,5	1140,0	153,5	163,5	169,0	183,0
22,5	1857,0	250,5	266,5	275,0	298,5
24,0	2132,0	288,0	305,5	316,5	343,0
25,5	2426,0	327,5	348,0	360,0	390,5

Типа ЛК-О 6×19 (1+9+9)+7×7 (1+6) (ГОСТ 3081-80)

8,6	315,8	45,8	48,65	50,15	54,75
10,0	421,5	61,2	65,0	67,0	73,15
11,5	529,5	76,85	81,7	84,2	91,85
17,5	1255,0	182,0	193,5	199,0	217,0
22,5	2115,0	306,5	325,5	336,0	366,5
27,5	3050,0	443,5	471,0	486,0	529,5
31,5	4251,0	617,0	656,0	676,0	737,5

Типа ЛК-З 6×25 (1+6; 6+12) + 7×7 (1+6) (ГОСТ 7667-80)

Для кранов и механизмов грузоподъемностью свыше 50 т	14,0	821,0	119,0	126,0	130,5	141,5
до 100 т	19,0	1465,0	212,5	225,5	233,5	253,0
	37,0	5740,0	833,0	882,5	914,5	989,5

Типа ЛК-РО 6×36 (1+7+7/7+14)+7×7 (1+6) (ГОСТ 7669-80)

Для самых тяжелых кранов и механизмов грузоподъемностью свыше 100 т	21,0	1950,0	267,5	284,0	289,0	313,5
	32,5	4445,0	611,0	649,0	661,5	716,0
	35,5	5290,0	727,0	772,5	787,5	852,5
	39,0	6530,0	898,0	954,5	972,5	1045,0
	41,0	7265,0	994,5	1055,0	1075,0	1170,0
	45,5	9045,0	1235,0	1315,0	1340,0	1455,0
	49,0	10 600,0	1455,0	1545,0	1575,0	1705,0
	52,0	11 850,0	1625,0	1730,0	1765,0	1905,0

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

Канаты необходимо хранить в закрытых отапливаемых складских помещениях. при длительном хранении периодически, не реже 1 раза в год, необходимо осматривать и смазывать. В качестве консистент-

ных смазок применяют высоковязкие, тугоплавкие консистентные смазки марок НМЗ-3, 39, 247 и т. п. В качестве канатной смазки не допускается использовать технический вазелин.

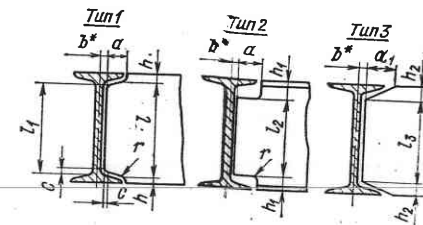
Глава 15 КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТЫ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МОНТАЖНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

15.1. МОНТАЖНЫЕ СТЫКИ ПРОКАТНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Разделку деталей примыкания из прокатных профилей в сварных конструкциях принимают по табл. 15.1 и 15.2, причем разделку типа 1 применяют, когда требуется герметичность соединения или когда

по расчету на прочность необходима приварка примыкающих деталей к полкам двутавровой балки; в остальных случаях применяют профили типа 2 (для приварки фасонного проката) и типа 3 (для приварки листового проката). Допускается также стыкование основных балок и швеллеров с примыкающими деталями, высота которых меньше высоты основных балок.

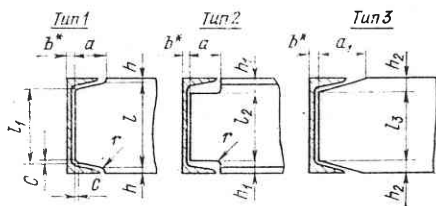
Таблица 15.1. Размеры, мм



№ профиля	Общие размеры			Тип 1		Тип 2		Тип 3				
	a	b*	r	l	h	l ₁	c	l ₂	h ₁	a ₁	l ₃	h ₃
12	30±1	4,0	1,5	106	7,0+0,5	100	4	90	15±1	40+2	80	20+2
16	38±1	4,0	2,0	146	7,0+0,5	138	5	124	17±1	55+2	120	20+2
20	47±1	4,5	2,0	185	7,5+0,5	175	6	160	20±1	70+2	160	20+2
24	55±1	4,5	2,0	224	8,0+0,5	212	6	194	23±1	75+2	190	25+2
30	64±1	5,5	2,5	284	8,0+0,5	270	7	250	25±1	85+2	240	30+2
36	68±1	6,0	3,0	340	10,0+0,5	326	8	300	30±1	95+2	300	30+2
40	73±1	6,0	3,0	380	10,0+0,5	364	8	340	30±1	100+2	330	35+2
45	75±1	6,0	3,5	427	11,5+0,5	411	10	384	33±1	105+2	380	35+2
55	85±1	7,0	3,5	524	13,0+0,5	506	12	474	38±1	120+2	470	40+2
60	90±1	7,5	4,0	572	14,0+0,5	553	14	520	40±1	145+2	510	45+2

* Длину деталей, примыкающих к двутавровым балкам, назначать без учета технологического зазора.

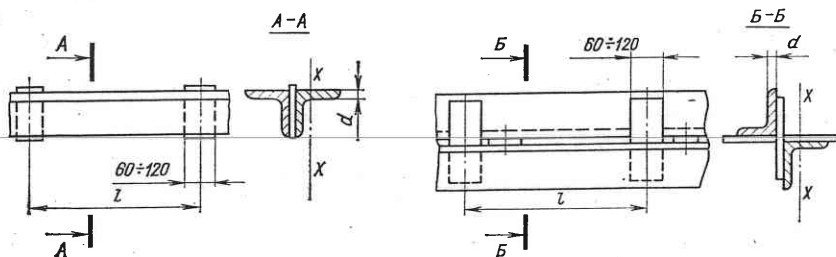
Таблица 15.2. Размеры, мм



№ профиля	Общие размеры			Тип 1				Тип 2		Тип 3		
	a	b*	r	l	h	l ₁	c	l ₂	h ₁	a ₁	l ₃	h ₂
12	47+1	7	1,5	106	7,0+0,5	98	4	86	17+1	70+2	80	20+2
16	59+1	7	2,0	146	7,0+0,5	135	5	120	20+1	85+2	120	20+2
20	72+1	7	2,0	185	7,5+0,5	172	6	156	22+1	110+2	150	25+2
24	85+1	8	2,0	225	7,5+0,5	209	7	190	25+1	115+2	190	25+2
30	94+1	9	2,5	284	8,0+0,5	267	8	246	27+1	125+2	240	30+2
36	104+1	9	2,5	342	9,0+0,5	323	9	300	30+1	135+2	300	30+2
40	109+1	10	3,0	380	10,0+0,5	360	10	334	33+1	145+2	330	35+2

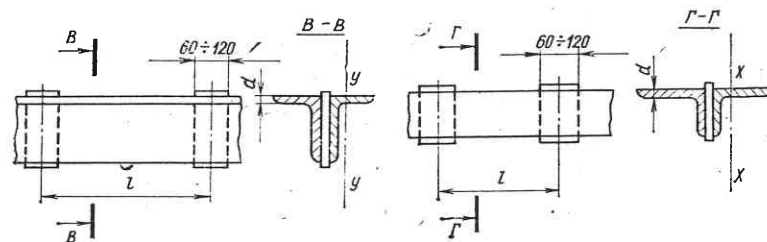
* Длину деталей, примыкающих к швеллерам, назначать без учета технологического зазора.

Таблица 15.3. Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509-72)



№ профиля	Толщина полки d, мм	Радиус инерции i _x , см	I, мм		№ профиля	Толщина полки d, мм	Радиус инерции i _x , см	I, мм	
			в сжатом элементе	в растянутом элементе				в сжатом элементе	в растянутом элементе
3,6	4	1,09	440	870	14	12	4,31	1720	3450
5	5	1,53	610	1220	16	16	4,89	1960	3910
6,3	6	1,93	770	1540	20	20	6,12	2450	4900
7,5	8	2,28	910	1820	25	25	6,06	2420	4850
10	10	3,05	1220	2440	22	16	6,81	2740	5450
12,5	14	3,80	1520	3040	25	16	7,76	3100	6210

Таблица 15.4. Сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510-72)

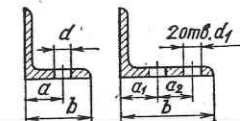
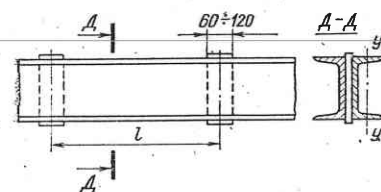


№ профиля	Толщина полки d, мм	Радиус инерции i _y , см	I, мм		Радиус инерции i _x , см	I, мм	
			в сжатом элементе	в растянутом элементе		в сжатом элементе	в растянутом элементе
6,3/4,0	4	1,13	450	900	2,01	800	1610
7,5/5	6	1,42	570	1140	2,38	950	1900
10/6,3	10	1,75	700	1400	3,15	1260	2520
12,5/8	10	2,26	900	1810	3,98	1590	3190
14/9	10	2,56	1020	2050	4,47	1790	3580
16/10	12	2,82	1130	2250	5,11	2040	4090
20/12,5	16	3,52	1410	2820	6,38	2550	5100

Расстояния между прокладками в составных элементах приведены в табл. 15.3—15.5.

Таблица 15.6. Размеры, мм

Таблица 15.5. Швеллеры (ГОСТ 8240-72)

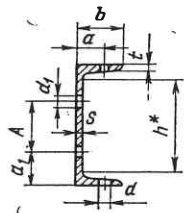


№ швеллера	Радиус инерции i _y , см	I, мм	
		в сжатом элементе	в растянутом элементе
10	1,37	550	1100
12	1,53	610	1220
16	1,87	750	1500
20	2,20	880	1760
24	2,60	1040	2080
30	2,84	1140	2270
40	3,23	1290	2580

b	Расположение в один ряд		Расположение в два ряда					
	d	d	рядовое			шахматное		
			a ₁	a ₂	d ₁	a ₁	a ₂	d ₁
36	20	9	—	—	—	—	—	—
50	30	13	—	—	—	—	—	—
63	35	17	—	—	—	—	—	—
75	45	21	—	—	—	—	—	—
80	45	21	—	—	—	—	—	—
90	50	23	—	—	—	—	—	—
100	55	23	—	—	—	—	—	—
125	70	23	—	—	—	55	35	23,0
140	—	—	55	55	19,0	60	45	25,0
160	—	—	60	65	21,0	65	60	25,0
200	—	—	80	80	25,0	80	80	25,0
220	—	—	90	90	28,5	90	90	28,5
250	—	—	100	90	28,5	100	90	28,5

В составных элементах из уголков и швеллеров наибольшее расстояние между прокладками и шайбами не должны превышать: 40*i* для сжатых элементов, 80*i*

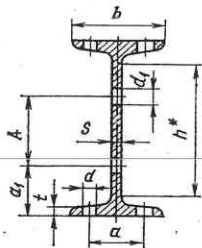
Таблица 15.7. Размеры, мм



Номер швеллера	Полка				Стенка				
	b	t	a	d	A	a ₁	s	h*	d ₁
10	46	7,6	30	13	34	33	4,5	68	9
12	52	7,8	30	17	40	40	4,8	86	13
16	64	8,4	40	19	60	50	5,0	122	17
20	76	9,0	45	23	80	60	5,2	158	21
24	90	10,0	50	26	110	65	5,6	192	26
30	100	11,0	60	26	160	70	6,5	247	26
40	115	13,5	70	26	250	75	8,0	335	26

¹ Расстояние между закруглениями.

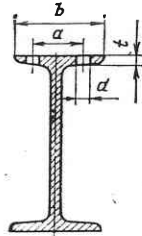
Таблица 15.8. Размеры, мм



Номер балки	Полка				Стенка				
	b	t	a	d	A	a ₁	s	h*	d ₁
10	55	7,2	34	9	36	32	4,5	70	11
12	64	7,3	35	11	48	36	4,8	88	13
16	81	7,8	45	13	80	40	5,0	125	15
20	100	8,4	55	17	100	50	5,2	161	17
24	115	9,5	60	19	120	60	5,6	195	21
30	135	10,2	70	23	170	65	6,5	251	23
36	145	12,3	80	23	220	70	7,5	302	23
40	155	13,0	80	23	260	70	8,3	339	26
45	160	14,2	90	23	310	70	9,0	384	26
55	180	16,5	100	26	390	80	11,0	475	26
60	190	17,8	110	26	420	90	12,0	518	26

* Расстояние между закруглениями.

Таблица 15.9. Размеры, мм



Номер балки	b	t	a	d
18М	90	12	48	13
24М	110	14	60	19
30М	130	15	72	23
36М	130	16	76	23
45М	150	18	85	23

для растянутых элементов (*i* — радиус инерции уголка или швеллера относительно оси, параллельной плоскости расположения прокладок. При сжатых элементах следует ставить не менее двух прокладок). Расстояние (шаг) между болтами принимается по табл. 15.6—15.9.

15.2. ОСНОВЫ РАСЧЕТА НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ И МОНТАЖНЫХ СТЫКОВ

Все несущие элементы и детали механического оборудования и специальных стальных конструкций гидротехнических сооружений рассчитываются на статическую прочность. Кроме того, в зависимости от характера работы их рассчитывают также на выносливость, устойчивость формы и положения, на отсутствие чрезмерных деформаций и перемещений, на допустимые значения местного смятия и местного сжатия. Детали пар трения проверяют на отсутствие «заедания» и износ трущихся поверхностей по допустимому давлению [*q*] на контакте, а также на нагрев по допустимому значению характеристики [*qv*], где *v* — скорость относительного перемещения.

Расчетные сопротивления прокатной стали, труб и сварных соединений, используемые при расчетах на статическую прочность, определяются по формулам, приведенным в табл. 15.10, на основе нормативных сопротивлений *R_{н.т}* и *R_{н.в.}*, в качестве которых принимаются минимальные значения предела текучести σ_t и временного сопротивления σ_b , установленные соответствующими ГОСТ и техническими условиями.

Значения коэффициентов надежности по материалу *k_м* и *k_{м.ш}* принимаются по табл. 15.11.

Для сварных соединений с угловыми швами, выполняемых ручной, автоматической или полуавтоматической сваркой, значения нормативного временного сопротивления металла шва *R_{н.в.ш}* и расчетного сопротивления срезу *R'_{ср.ш}* определяются по табл. 15.12.

Таблица 15.10. Расчетные сопротивления для стали и сварных соединений¹

Напряженное состояние	Формула для расчетного сопротивления
Растяжение, сжатие, изгиб:	$R_t = R_{н.т} / k_m$ $R_b = R_{н.в} / k_m$
Сдвиг	$R_{ср} = 0,58 R_t$
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{см} = R_b$
Смятие местное в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании	$R'_{см} = 0,5 R_b$
Диаметральное сжатие катков (при свободном касании)	$R_c = 0,025 R_b$
Растяжение в направлении толщины проката	$R_p = 0,5 R_t$
Сжатие стыковых швов, растяжение и изгиб стыковых швов I и II категорий:	$R_{т.ш} = R_t$ $R_{в.ш} = R_b$
Сжатие стыковых швов III категории по пределу текучести по временному сопротивлению	$R_{т.ш} = 0,85 R_t$
Сдвиг стыковых швов	$R_{ср.ш} = R_{ср}$
Срез (условный) в соединениях с угловыми швами:	$R'_{ср.ш} = 0,55 R_{н.в.ш} / k_{м.ш}$ $R''_{ср.ш} = 0,45 R_{н.в}$

¹ Здесь и далее индексы при буквенных обозначениях основных величин, используемых в расчетах, выделены буквами русского алфавита, как в большинстве современных нормативно-технических документов и в технической литературе. В СНиП II-23-81 для индексов приняты буквы латинского алфавита в соответствии со стандартом СЭВ «Нормативно-техническая документация в строительстве. Буквенные обозначения» СТ СЭВ 1565-79.

Таблица 15.11. Коэффициенты надежности по материалу для проката, труб и сварных швов¹ (СНиП II-23-81)

ГОСТ или ТУ на сталь	<i>k_м</i>
ГОСТ 23570-79	1,025
ГОСТ 380-71, ГОСТ 10705-80, ГОСТ 14637-79, ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73 (с пределом текучести до 380 МПа), ТУ 14-3-500-763	1,05
ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73 (с пределом текучести свыше 380 МПа, кроме марки 14Г2АФ) ² , ГОСТ 8731-74, ТУ 14-3-829-79, ТУ 14-3-567-76	1,1

¹ Для металла углового шва при *R_{н.в.ш}* не более 490 МПа *k_{м.ш}* = 1,25, при *R_{н.в.ш}* равно 590 МПа и более, *k_{м.ш}* = 1,35.
² Для стали марки 14Г2АФ *k_м* = 1,05.

Таблица 15.12. Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами (СНиП II-23-81)

Тип электрода (ГОСТ 9407-75)	Сварочные материалы		<i>R_{н.в.ш}</i> , МПа	<i>R'_{ср.ш}</i> , МПа
	Марка проволоки (ГОСТ 2246-70)			
Э42, Э42А	Св-08, Св-08А		410	180
Э46, Э46А	Св-08ГА		450	200
Э50, Э50А	Св-10ГА, Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ, ПП-АН8, ПП-АНЗ		490	215
Э60	Св-08Г2С*, Св-08Г2СЦ*, Св-10НМА, Св-10Г2		590	240
Э70	Св-10ХГ2СМА, Св-08ХН2ГМ		685	280

* Только для односторонних швов в конструкциях из стали с пределом текучести не менее 440 МПа.

Нормативные и расчетные сопротивления металлопроката для некоторых марок сталей приведены в табл. 15.13.

В табл. 15.14 помещены расчетные сопротивления смятию и диаметальному сжатию катков.

Таблица 15.13. Нормативные и расчетные сопротивления проката для стальных конструкций

Марка стали	ГОСТ или ТУ	Вид проката	Толщина проката ¹ , мм	Нормативное сопротивление, МПа		Расчетное сопротивление ² , МПа	
				предел текучести	временное сопротивление	по пределу текучести	по временному сопротивлению
ВСт3пс6, ВСт3сп5, ВСт3Гпс5	ГОСТ 380-71	Лист	4—20	235	370	225	350
ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс	То же	"	21—40	225	370	215	350
ВСт3пс6, ВСт3сп5, ВСт3Гпс5	" "	Фасон	4—20	245	370	235	350
ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс	" "	"	21—40	225	370	215	350
18пс, 18сп, 18Гпс	ГОСТ 23570-79	Лист	4—20	235	370	230	360
18Гпс	То же	"	21—30	225	370	220	360
18пс, 18сп, 18Гпс	" "	Фасон	4—20	245	370	240	360
18Гпс	" "	"	21—30	225	370	220	360
09Г2	ГОСТ 19282-73	"	4—20	305	440	290	420
09Г2	То же	Лист	21—32	295	440	280	420
09Г2С	" "	Фасон	4—9	345	490	330	465
09Г2С	" "	"	10—20	325	470	310	450
09Г2С	" "	Лист	21—32	305	460	290	440
22К	ТУ 108-11-296-78	"	40—170	215	430	205	410
09Г2	ГОСТ 5521-76	"	10—20	305	440	280	420
09Г2С	То же	"	21—30	295	440	270	420
14Х2ГМРБ	ТУ 14-1-1156-74	"	32—60	295	450	270	430
13ХГН2МД	ТУ 108-11-36-76	"	20—50	590	685	515	570
138ИЗ-2	ТУ 108-11-35-76	"	20—36	530	635	460	550
		"	37—90	510	610	445	530

¹ За толщину проката следует принимать толщину полки.
² Для элементов, рассчитываемых по временному сопротивлению, расчетные сопротивления должны быть разделены на коэффициент надежности $k_n=1,3$ (СНиП II-23-81).

Таблица 15.14. Расчетные сопротивления проката смятию торцевой поверхности, местному смятию в цилиндрических шарнирах и диаметальному смятию катков (СНиП II-23-81)

Временное сопротивление проката, МПа	Расчетные сопротивления, МПа		
	смятию торцевой поверхности (при наличии пригонки) R_{cm}	местному смятию в цилиндрических шарнирах (шафтах) при плотном касании R'_cm	диаметальному смятию катков (при свободном касании в конструкциях с ограниченной подвижностью) R_c
345	314	157	8
390	355	178	9
430	391	196	10
470	427	214	11
500	455	228	11
540	482	241	12
590	522	261	13
685	596	298	15

Таблица 15.15. Расчетные сопротивления срезу и растяжению болтов

Напряженное состояние	Расчетное сопротивление, МПа, болтов класса						
	4.5	4.8	5.6	5.8	6.6	8.8	10.9
Срез $R_{ср.б}$	150	160	190	200	230	320	350
Растяжение $R_{р.б}$	175	160	210	200	250	400	450

ные сопротивления смятию элементов, соединяемых болтами, — в табл. 15.16.

Соединения на высокопрочных болтах рассчитывают по усилию, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним болтом,

$$Q_{6,в} = R_{6,в} \cdot m_6 \cdot A_{6,н} \cdot \mu / k_n, \quad (15.1)$$

где $R_{6,в}$ — расчетное сопротивление растяжению высокопрочного болта; μ — коэффициент трения (табл. 15.17); k_n — коэффициент надежности (табл. 15.17); $A_{6,н}$ — площадь сечения болта нетто (табл. 15.18); m_6 — коэффициент условий работы соединения, зависящий от количества болтов n :

$$\begin{aligned} &\text{при } n < 5 \quad m_6 = 0,8; \\ &\text{при } 5 \leq n < 10 \quad m_6 = 0,9; \\ &\text{при } n \geq 10 \quad m_6 = 1,0. \end{aligned}$$

При действии продольной силы N количество n высокопрочных болтов в соединении определяется по формуле

$$n \geq \frac{N}{m_6 Q_{6,в}}. \quad (15.2)$$

Таблица 15.16. Расчетные сопротивления смятию элементов, соединяемых болтами (СНиП II-23-81)

Временное сопротивление стали соединяемых элементов, МПа	Расчетные сопротивления, МПа, смятию элементов, соединяемых болтами	
	повышенной точности	нормальной и грубой точности
345	370	335
390	445	400
430	520	465
470	600	535
500	665	590
540	750	665
590	870	745

Таблица 15.17. Коэффициенты трения и коэффициенты надежности соединений на высокопрочных болтах (СНиП II-23-81)

Способ обработки (очистки) соединяемых поверхностей	Способ регулирования натяжения болтов	Коэффициент трения μ	Коэффициент k_n	
			при динамической нагрузке и $\delta=3 \div 6$ мм; при статической нагрузке и $\delta=5 \div 6$ мм	при динамической нагрузке и $\delta=1$ мм; при статической нагрузке и $\delta=1 \div 4$ мм
Пескоструйная, дробеметная или дробеструйная двух поверхностей кварцевым песком или дробью без консервации	По M	0,58	1,35	1,12
	По α	0,58	1,20	1,02
То же, с консервацией, металлизацией, распылением цинка или алюминия	По M	0,50	1,35	1,12
	По α	0,50	1,20	1,02
Одна поверхность — кварцевым песком или дробью с консервацией полимерным клеем и посыпкой карборундовым порошком, другая — стальными щетками без консервации	По M	0,50	1,35	1,12
	По α	0,50	1,20	1,02
Газопламенный двух поверхностей без консервации	По M	0,42	1,35	1,12
	По α	0,42	1,20	1,02
Стальными щетками двух поверхностей без консервации	По M	0,35	1,35	1,17
	По α	0,35	1,25	1,06
Без обработки	По M	0,25	1,70	1,30
	По α	0,25	1,50	1,20

Примечание. δ — разность номинальных диаметров отверстия и болта; M — момент закручивания; α — угол поворота гайки.

Таблица 15.18. Площади сечения болтов (СТ СЭВ 180-75, СТ СЭВ 181-75 и СТ СЭВ 182-75)

d , мм	16	18*	20	22*	24	27*	30	36	42	48
$A_{6,н}$, см ²	2,01	2,54	3,14	3,30	4,52	5,72	7,06	10,17	13,85	18,09
$A_{6,н}$, см ²	1,57	1,92	2,45	3,03	3,52	4,59	5,60	8,26	11,20	11,72

* Болты указанных диаметров применять не рекомендуется.

Расчетные сопротивления высокопрочных болтов растяжению принимаются равными $0,7R_{б,н.в.}$, где $R_{б,н.в.}$ — наименьшее временное сопротивление болта растяжению (табл. 15.19).

Таблица 15.19. Нормативные сопротивления высокопрочных болтов по ГОСТ 22356-77 (СНиП II-23-81)

Номинальный диаметр резьбы d , мм	Марка стали (ГОСТ 4543-71*)	Наименьшее временное сопротивление $R_{б,н.в.}$ МПа
От 16 до 27	40X „селект“	1100
	38XC „селект“, 40XФА „селект“	1350
	30X3МФ, 30X2НМФА	1550
30	40X „селект“ 30X3МФ, 35X2АФ	950 1200
36	40X „селект“ 30X3МФ	750 1100
42	40X „селект“ 30X3МФ	650 1000
48	40X „селект“ 30X3МФ	600 900

Примечание. „селект“ — сталь с сужеными пределами содержания углерода.

В табл. 15.20 приводятся расчетные сопротивления одиночных фундаментных болтов и U-образных болтов, применяемых для анкерки канатных оттяжек.

Таблица 15.20. Расчетные сопротивления растяжению фундаментных и U-образных болтов (СНиП II-23-81)

Диаметр болтов, мм	Расчетные сопротивления, МПа					
	фундаментных болтов из стали марок			U-образных болтов из стали марок		
	ВСт6пш2	09Г2С	10Г2С1	ВСт6пш2	09Г2С	10Г2С1
12—20	145	185	190	185	235	240
21—32	145	185	190		230	235
33—60	145	180	180		225	225
61—80	145	175	170		220	215
81—100	145	170	170		215	215
101—140	145	170	—		215	—

При расчете элементов конструкций и их соединений должны также учитываться коэффициенты условий работы m и m_6 , которые вводят в виде множителя к расчетным сопротивлениям. Значения m

Таблица 15.21. Коэффициенты условий работы монтажных стальных конструкций

Вид приспособлений	Коэффициент условий работы m
Грузоподъемные, приспособления (мачты, стрелы, шевры и т. п.)	0,9
Грузозахватные приспособления	0,85
Балки и фермы для временного опирания и передвижки монтируемых конструкций	0,85
Стойки для тех же целей, временные распорки и т. п.	0,9
Монтажные подмости	0,9
Перила и ограждения подмостей	1,5

Примечания: 1. Для входящих в состав элементов монтажных приспособлений сжатых раскосов и стоек из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой, эти коэффициенты надо дополнительно умножать на 0,75.
2. При проверке прочности и устойчивости элементов монтируемых конструкций в процессе монтажа коэффициенты условий работы не принимаются во внимание ($m = 1$), а коэффициент 0,75 учитывается.

устанавливаются нормативно-техническими документами по проектированию отдельных видов конструкций и сооружений. Для некоторых элементов стальных конструкций значения коэффициентов условий работы приведены в табл. 15.21.

Стыки, выполненные электросваркой, работающие на растяжение, сжатие, изгиб, рассчитываются по формулам, установленным для целого сечения. Также рассчитываются угловые швы тавровых и угловых соединений со скосом кромок.

Угловые (валиковые) швы без скоса кромок при действии продольных, поперечных сил и моментов проверяются по наибольшему равнодействующему срезающих напряжений, возникающих в опасном сечении шва от действия этих силовых факторов (рис. 15.1). При этом считается, что срезающие напряжения от действия сил распределены равномерно по всем швам соединения, а распределение напряжений от действия моментов зависит от относительного расположения швов или их групп в узле (см. примеры расчета).

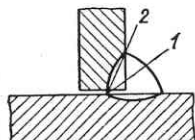


Рис. 15.1. Схема расчетных сечений углового шва:

1 — по металлу шва; 2 — по металлу границы сплавления

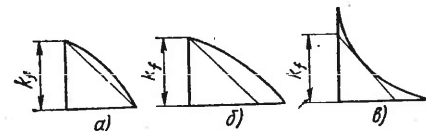


Рис. 15.2. Схемы сечений сварных угловых швов:

а — выпуклый шов с равными катетами; б — то же с неравными катетами; в — вогнутый шов

Площадь и момент сопротивления расчетного сечения углового шва вычисляются соответственно по формулам:

$$F_{ш} = \beta k_{ш} l_{ш}; \quad (15.3)$$

$$W_{ш} = \beta k_{ш} l_{ш}^2 / 6, \quad (15.4)$$

где $k_{ш}$ — расчетный катет (рис. 15.2); $l_{ш}$ — расчетная длина шва; β — коэффициент проплавления, принимаемый при расчете на срез по металлу шва равным 1,0 — при автоматической двух- и трехпроходной сварке, 0,7 — при автоматической, полуавтоматической и ручной сварке (см. табл. 12.9).

При использовании для угловых швов сварочных материалов, предназначенных для стали более высокой прочности, чем свариваемая сталь, для металла шва принимается соответственно повышенное расчетное сопротивление. Одновременно проверяется прочность шва на срез по границе сплавления (рис. 15.1, сечение 2), при этом расчетное сопротивление принимается в соответствии с прочностью основного

металла, а коэффициент β в формулах (15.3) и (15.4) равным единице.

Расчетная длина углового (флангового, лобового) шва равняется его полной (конструктивной) длине, уменьшенной на $2t$, или полной длине в случае вывода концов шва за пределы стыка (t — наименьшая толщина соединяемых элементов). При этом должны соблюдаться условия:

$$l_{ш} \geq 4k_{ш}; \quad l_{ш} \geq 40 \text{ мм}. \quad (15.5)$$

Наибольшая расчетная длина флангового шва принимается не более $85\beta k_{ш}$, за исключением швов сопряжений, в которых усилие, воспринимаемое фланговым швом, возникает на всем его протяжении (в последнем случае расчетная длина флангового шва не ограничивается).

Катеты угловых швов должны быть не более $1,2t$. Значения катетов принимаются по расчету, но не менее указанных в табл. 15.22.

При большой разнице толщин свариваемых элементов следует применять угловые швы с неравными катетами, так чтобы одновременно выполнялись условия ограничения их минимальных и максимальных значений.

Сварные нахлесточные соединения двумя лобовыми швами считаются равнопрочными основному металлу и не требуют проверки расчетом при условии, что швы наложены по всей толщине свариваемых элементов и концы их выведены при сварке за пределы соединения. Размер напуска должен быть не менее 5 толщин более тонкого из свариваемых элементов.

Таблица 15.22. Минимальные сечения и катеты сварных угловых швов

Вид сварки	Соединение	Предел текучести, МПа	Параметр шва*	Минимальное сечение шва и минимальный катет шва при толщине более толстого из свариваемых элементов t , мм									
				4—5	6—10	11—16	17—22	23—32	33—40	41—80			
Ручная	Тавровое с двусторонними угловыми швами; нахлесточное и угловое	До 430	$A, \text{ мм}^2$ $k_{ш}, \text{ мм}$	8 4	13 5	18 6	25 7	32 8	40 9	50 10			
		Свыше 430 до 580	$A, \text{ мм}^2$ $k_{ш}, \text{ мм}$	13 5	18 6	25 7	32 8	40 9	50 10	72 12			
Автоматическая и полуавтоматическая	Тавровое с двусторонними угловыми швами	До 430	$A, \text{ мм}^2$ $k_{ш}, \text{ мм}$	5 3	8 4	13 5	18 6	25 7	32 8	40 9			
		Свыше 430 до 580	$A, \text{ мм}^2$ $k_{ш}, \text{ мм}$	8 4	13 5	18 6	25 7	32 8	40 9	50 10			
	Тавровое с односторонними угловыми швами	До 380	$A, \text{ мм}^2$ $k_{ш}, \text{ мм}$	8 4	13 5	18 6	25 7	32 8	40 9	50 10			

* A — сечение шва; $k_{ш}$ — катет.

Примечание. В конструкциях, возводимых в районах с расчетной температурой ниже -40°C , минимальные катеты должны быть увеличены на 1 мм при t до 40 мм включительно, на 2 мм при t более 40 мм.

Примеры расчета свариваемых соединений с угловыми швами

Условные обозначения

P — нагрузка на соединение;
 N, T — усилия, действующие на суммарное расчетное сечение всех швов соединения;
 M — момент сил, действующих на суммарное расчетное сечение всех швов соединения;
 a — абсцисса точки приложения нагрузки;
 b — ширина привариваемой детали (полосы);
 d — абсцисса центра тяжести суммарной площади расчетных сечений всех швов соединения;
 l, l_1 — полная (конструктивная) длина шва;
 $l_{ш}, b_{ш}$ — расчетная длина шва;
 α — угол между направлением действия нагрузки P и осью x ;
 τ_N, τ_T, τ_M — расчетные срезающие напряжения в швах соединения от действия силовых факторов N, T и M ;
 τ — расчетное равнодействующее срезающих напряжений в швах соединения;
 $[\tau]$ — допускаемое срезающее напряжение в угловых швах.

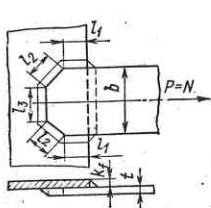


Рис. 15.3. Расчетная схема сварного соединения

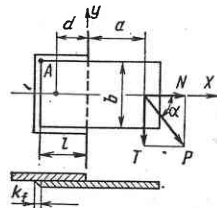


Рис. 15.4. Расчетная схема сварного соединения

Пример 1 (рис. 15.3):

$$\tau = \frac{N}{\beta k_{ш} (2l_1 + 2l_2 + l_3 + b - 4t)} \leq [\tau].$$

Пример 2 (рис. 15.4):

Расчетное напряжение (в вертикальном шве вблизи точки А)

$$\tau = \sqrt{(\tau_N + \tau_M)^2 + \tau_T^2} \leq [\tau],$$

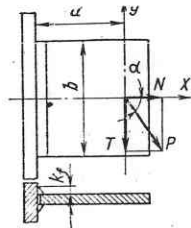
где

$$\tau_N = \frac{N}{\beta k_{ш} (b_{ш} + 2l_{ш})};$$

$$\tau_T = \frac{T}{\beta k_{ш} (b_{ш} + 2l_{ш})};$$

$$\tau_M = \frac{M}{\beta k_{ш} l_{ш} b + \beta k_{ш} b^2_{ш} / 6};$$

Рис. 15.5. Расчетная схема сварного соединения



$$N = P \cos \alpha; T = P \sin \alpha; M = T(a + d);$$

$$d = \frac{k_{ш} l_{ш} b + k_{ш} b_{ш} l}{2k_{ш} l_{ш} + k_{ш} b_{ш}}.$$

Примечание. Приведенный способ расчета может применяться только при $l < b$.

Пример 3 (рис. 15.5). Расчетное напряжение

$$\tau = \sqrt{(\tau_N + \tau_M)^2 + \tau_T^2} \leq [\tau],$$

где

$$\tau_N = \frac{N}{2\beta k_{ш} b_{ш}}; \tau_T = \frac{T}{2\beta k_{ш} b_{ш}};$$

$$\tau_M = \frac{3M}{\beta k_{ш} b^2_{ш}};$$

$$N = P \cos \alpha; T = P \sin \alpha; M = Ta.$$

15.3. РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Запас прочности каната K определяется как отношение разрывного усилия каната в целом к наибольшему расчетному усилию (натяжению) ветви каната S и должен быть не меньше значений, установленных нормативными документами.

Для канатов механизмов и кранов гидротехнических сооружений нормативные значения K приведены в табл. 15.23.

Таблица 15.23. Коэффициенты запаса при расчете канатов механизмов и кранов гидротехнических сооружений

Канаты	Привод механизма	Режим работы механизма	Коэффициент запаса K
Грузовые, стреловые и тяговые	Ручной	—	4,0
	Машинный	Легкий	5,0
Грейферные Лебедочные (предназначенные для подъема людей)	—	Средний	5,5
	—	—	9,0

Таблица 15.24. Коэффициенты запаса при расчете канатов монтажных приспособлений

Монтажные приспособления	Отношение диаметра уравнительного блока или цилиндра, огибаемого канатом, к диаметру каната D/d	Коэффициент запаса K	
Стропы с крюками, кольцами, серьгами, петлями на концах	—	6,0	
Стропы, закрепляемые обвязкой на грузе	—	8,0	
Тяги, расчалки, оттяжки:	многоветвевые	От 4 до 5	5,0
		Свыше 5 до 7	4,0
		Свыше 7 до 9	3,5
		Свыше 9	3,0
одноветвевые	—	3,0	

Для канатов монтажных устройств (тяги траверс, расчалки, оттяжки, стропы) значения K приведены в табл. 15.24.

Для стальных канатов, используемых в качестве растянутых элементов стальных конструкций, расчетное сопротивление растяжению (усилие) определяется путем деления разрывного усилия каната в целом на коэффициент надежности $k_R = 1,6$.

Для обеспечения долговечности канатов следует применять блоки достаточных размеров. Минимально допустимые диаметры блоков и барабанов указаны в табл. 15.25.

Расчетное усилие S в ветви каната определяется по следующим формулам:

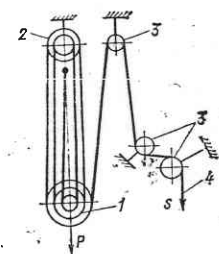
Таблица 15.25. Минимальные диаметры блоков и барабанов

Тип грузоподъемной машины	Привод механизма	Режим работы механизма	Наименьший диаметр D барабана или блока по оси каната	
Грузоподъемные машины всех типов, за исключением стреловых кранов, электроталей и лебедок	Ручной	—	18d	
		Машинный	Легкий	20d
	—	—	Средний	25d
		—	—	22d
Электрические тали Грейферные механизмы Блоки грейферов	—	—	30d	
	—	—	18d	
Лебедки: для подъема грузов для подъема людей	Ручной	—	12d	
	Машинный	—	20d	
	Ручной	—	16d	
—	Машинный	—	25d	

Примечания: 1. d — диаметр каната.
 2. В условиях стесненных габаритов допускается принимать диаметр барабана на 15% меньше указанного в таблице; диаметр уравнительного или отклоняющего блока — на 20%, а у электрических талей — на 40%.

Рис. 15.6. Схема полиспаста:

1 — подвижный блок;
 2 — неподвижный блок;
 3 — отклоняющие блоки;
 4 — канат



для канатов полиспастов (рис. 15.6)

$$S = \eta P, \quad (15.6)$$

где P — расчетное усилие, приложенное к подвижному блоку полиспаста; η — коэффициент, принимаемый по табл. 15.26; для стропов

$$S = \frac{P}{n \cos \alpha}, \quad (15.7)$$

где P — вес груза; α — угол наклона каждой ветви стропа к вертикали; n — количество ветвей.

По (15.7) также определяются расчетные усилия в коротких канатах тяг, оттяжек и расчалок при симметричном расположении их ветвей относительно оси действия расчетного усилия P .

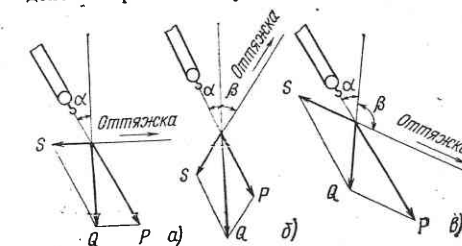


Рис. 15.7. Схемы усилий на полиспасты и оттяжку:

a — горизонтальное оттягивание; b — оттягивание наклонно вверх; $в$ — оттягивание наклонно вниз

Таблица 15.26. Коэффициенты η для расчета канатов полиспастов

Число рабочих роликов в блоках полиспаста	Значения η при числе отклоняющих блоков в полиспастах с роликками														
	на подшипниках качения						на подшипниках скольжения						Число роликов в блоках полиспаста		
	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4		5	6
1	Нет	1	1,02	1,04	1,061	1,082	1,104	1,126	1	1,04	1,082	1,125	1,17	1,217	1,265
2	1	0,510	0,52	0,53	0,541	0,552	0,563	0,575	0,510	0,527	0,549	0,571	0,594	0,617	0,642
3	2	0,341	0,347	0,355	0,362	0,369	0,377	0,384	0,346	0,360	0,375	0,390	0,405	0,421	0,438
4	3	0,259	0,262	0,27	0,275	0,28	0,286	0,292	0,265	0,276	0,287	0,298	0,310	0,323	0,335
5	4	0,208	0,211	0,216	0,22	0,225	0,23	0,234	0,215	0,225	0,234	0,243	0,253	0,263	0,274
6	5	0,175	0,179	0,183	0,187	0,191	0,195	0,199	0,184	0,191	0,199	0,207	0,215	0,224	0,233
7	6	0,152	0,155	0,158	0,161	0,164	0,167	0,170	0,160	0,165	0,173	0,180	0,187	0,195	0,203
8	7	0,134	0,137	0,140	0,143	0,144	0,149	0,152	0,143	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174	0,181
9	8	0,121	0,123	0,126	0,128	0,131	0,133	0,136	0,129	0,134	0,140	0,145	0,151	0,157	0,163
10	9	0,109	0,111	0,113	0,116	0,118	0,120	0,123	0,119	0,124	0,129	0,134	0,139	0,145	0,151
11	10	0,100	0,102	0,104	0,106	0,108	0,110	0,113	0,110	0,114	0,119	0,124	0,129	0,134	0,139
12	11	0,093	0,095	0,097	0,098	0,101	0,102	0,104	0,102	0,106	0,111	0,115	0,119	0,124	0,129
13	12	0,087	0,088	0,09	0,092	0,094	0,096	0,098	0,096	0,099	0,104	0,108	0,112	0,117	0,121
14	13	0,081	0,083	0,084	0,086	0,088	0,089	0,091	0,091	0,094	0,098	0,102	0,106	0,111	0,115

Примечания: 1. В неподвижном блоке полиспаста ролик, с которого канат идет на механизм или на отклоняющий блок, считается не рабочим, а отклоняющим.
2. Для роликов на подшипниках качения принят коэффициент потерь 1,02, для роликов на подшипниках скольжения — 1,04.

Таблица 15.27. Формулы для расчета стальных канатов

Расчетные схемы	Вертикальная опорная реакция	
	A	B
	$\frac{7ql}{2\cos\beta} + H \operatorname{tg}\beta$	$\frac{ql}{2\cos\beta} - H \operatorname{tg}\beta$ (см. примечание)
	$\frac{ql}{2}$	$\frac{ql}{2}$

Примечание. При $\frac{H \sin \beta}{q} \leq \frac{l}{2}$ (левая расчетная схема) имеется горизонтальная касательная к упругой линии каната с точкой касания в месте $x_0 = \frac{l}{2} + \frac{H \sin \beta}{q} \leq l$.
В правой расчетной схеме $\frac{H \sin \beta}{q} > l/2$, следовательно, $H \operatorname{tg}\beta > \frac{ql}{2\cos\beta}$ и опорная реакция B отрицательна (направлена вниз).

Таблица 15.28. Нормы отбраковки грузовых канатов по количеству обрывов проволок на длине одного шага свивки

Первоначальный коэффициент запаса прочности каната	Конструкция канатов					
	6×19+1 о. с.		6×37+1 о. с.		6×61+1 о. с.	
	Число обрывов проволок на длине одного шага свивки, при котором канат должен быть забракован					
	крестовой свивки	односторонней свивки	крестовой свивки	односторонней свивки	крестовой свивки	односторонней свивки
До 6	12	6	22	11	36	18
Свыше 6 до 7	14	7	26	13	38	19
Свыше 7	16	8	30	15	40	20

Для одиночных оттяжек: при горизонтальном направлении оттяжки (рис. 15.7, а)

$$S = Q \operatorname{tg} \alpha; \quad (15.8)$$

при наклонном направлении оттяжки (рис. 15.7, б, в)

$$S = \frac{Q \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}; \quad (15.9)$$

$$S = \frac{Q \sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)}. \quad (15.10)$$

Последняя схема оттягивания груза нежелательна, так как приводит к перегрузке грузового полиспаста.

канатов

Распор H	Стрела провеса f	Длина каната по кривой s
$\frac{ql^2}{8f \cos \beta}$	$\frac{ql^2}{8H \cos \beta}$	$\frac{l}{\cos \beta} + \frac{8}{3} \times \frac{f^2}{l} \cos^3 \beta$
$\frac{ql^2}{8f}$	$\frac{ql^2}{8H}$	$l + \frac{8}{3} \frac{f^2}{l}$

ни каната с точкой касания в месте $x_0 = \frac{l}{2} + \frac{H \sin \beta}{q} \leq l$ (на вниз).

Таблица 15.29. Коэффициент уменьшения допускового числа обрывов проволок при наличии поверхностного износа или коррозии

Уменьшение диаметра проволок вследствие поверхностного износа или коррозии, %	Коэффициент A
10	0,85
15	0,75
20	0,70
25	0,60
30	0,50
40 и более	Канат бракуется

Для длинных несущих канатов (расчалок и пр.) с учетом распределенной нагрузки от веса каната и стрелы провеса — по формулам табл. 15.27.

В процессе эксплуатации изношенные стальные канаты отбраковываются в соответствии с нормами, приведенными в табл. 15.28.

Канат должен быть забракован также при наличии оборванной пряди.

Если канат имеет видимый поверхностный износ проволок или коррозию, то количество обрывов, приведенное в табл. 15.29, должно быть умножено на коэффициент A, определяемый по табл. 15.29 на основе результатов измерения диаметра изношенных проволок.

Для лебедок, используемых для подъема людей, нормы отбраковки канатов уменьшаются вдвое.

15.4. НАГРУЗКИ И ИХ СОЧЕТАНИЯ

Общие сведения. Затворы всех типов, сороудерживающие решетки и прочие ограждения, металлические облицовки и трубопроводы, мосты и эстакады, герметические двери, крышки и другие специальные гидротехнические стальные конст-

рукции, а также металлические конструкции подъемно-транспортных механизмов гидротехнических сооружений и монтажных приспособлений, включая леса и подмости с ограждениями, рассчитывают: в основных и особых сочетаниях по расчетным нагрузкам — при проверке статической прочности, устойчивости формы, устойчивости положения, местного сжатия и смятия, трещиностойкости бетона; в основных сочетаниях по нормативным нагрузкам — при проверке выносливости и деформаций.

Детали машин и механизмов рассчитывают по нормативным нагрузкам.

Канаты рассчитывают по нормативным нагрузкам на основе метода коэффициентов запаса.

Расчетная нагрузка определяется путем умножения значения нормативной нагрузки на коэффициент перегрузки n .

Перечень нагрузок и коэффициенты перегрузки к ним приведены в табл. 15.30. Для прочих нагрузок коэффициенты перегрузки принимают, как правило, равными единице.

Таблица 15.30. Перечень нагрузок и коэффициенты перегрузки

Нагрузки и воздействия	Коэффициент перегрузки n
Гидродинамическая нагрузка от переливающейся через затвор воды	$n''=1,2$ и $n'=0,8^*$
Гидродинамическая нагрузка, полученная по данным аналогов	1,2
Гидравлическая нагрузка при маневрировании двустворчатыми затворами	1,0
Гидростатическая и гидродинамическая нагрузки в остальных случаях	1,0
Воздействия волн	1,2
Фильтрационное давление	1,0
Атмосферное давление (при разрежении)	1,2
То же для трубопроводов	1,2
Давление отложившихся наносов	$n''=1,1$ и $n'=0,9^*$
Собственный вес стальных конструкций, механизмов и балласта	$n''=2,0$ и $n'=0,9^*$
Собственный вес сороочистного ковша	$n''=1,2+1,3$ и $n'=0,9^*$
Собственный вес пористых изоляционных изделий	1,2
Временная подвижная нагрузка на затворы и служебные мосты, площадки (толпа, транспорт)	1,3
То же на монтажные леса, подмости **	$n''=1,2$ и $n'=1,0^*$
Силы трения в опорно-ходовых частях и уплотнениях, в сальниковых компенсаторах	2,0
Силы трения в промежуточных опорах трубопроводов	1,0
Усилия, вызываемые уклоном пути, креном и качкой конструкций	1,0
Удары плавающих тел	1,0
Удар оборудования о неподвижное препятствие	1,2
Ветровые нагрузки на конструкции и оборудование (по СНиП II-6-74)	1,0
Ветровые нагрузки на грузоподъемные краны и грузы (по ГОСТ 1451-77)	1,4
Снеговая нагрузка	1,3
Гололедная нагрузка	1,2
Нагрузки от судов	1,1
Ледовые нагрузки	1,0
Усилия от температурных воздействий	1,1
То же для трубопроводов	
Тяговые и грузоподъемные усилия машин и механизмов: перемещающих свободные грузы	1,2
маневрирующих затворами, решетками	По настройке грузового реле
	1,0
	1,1
Испытательные нагрузки	
Динамическое вертикальное воздействие груза на грузоподъемные монтажные средства	1,0
Давление бетонной смеси, инъектируемого цементного раствора и другие строительно-монтажные воздействия	
Сейсмические воздействия	По СНиП II-II-78-81

* Коэффициенты перегрузки n' меньше единицы используются в тех случаях, когда это идет в запас надежности расчета, например, для удерживающих сил при проверке оборудования на устойчивость положения, для собственного веса затворов и балласта при проверке на спускание и т. п.
** Кроме нагрузки на перила.

Таблица 15.31. Нормативные нагрузки

Нагрузки	Нормативное значение
Гидростатическое давление (перепад) на сороудерживающие решетки:	
при заглублении порога решетки под НПУ до 20 м	0,02 МПа или (2 м вод. ст.)
при заглублении порога выше 20 м	0,03 МПа (3 м вод. ст.)
Атмосферное давление:	
при подводе воздуха в зону вакуума	0,01 МПа (1 м вод. ст.)
при отсутствии специального подвода воздуха в зону вакуума	0,1 МПа (10 м вод. ст.)
Усилия в расчалках	4 G (G — вес расчалки)
Временная нагрузка на мостовой настил затвора (если последний используется для сообщения между устоями)	4 кПа
Горизонтальная нагрузка на поручень перил на затворе	1 кН/м
Временная нагрузка на настил монтажных подмостей, лесов, люлек	2 кПа
Горизонтальная нагрузка на перила подмостей и ограждений	0,7 кН/м (при $n=1$)
Временная нагрузка для люлек:	
на одного рабочего	1 кН
на двух рабочих	2 кН
Временная нагрузка для ступеней и каждой тетивы приставных и подвесных лестниц	1 кН
Временная нагрузка для крюков подвесных лестниц	2 кН
Вертикальное динамическое воздействие поднимаемого груза на монтажные средства	0,1 G (G — вес груза)

Таблица 15.32. Расчетные сочетания нагрузок при проектировании затворов

№ сочетания	Затворы	Расчетные условия работы
Основные сочетания (при нормальных условиях эксплуатации)		
1	Любого назначения	Полный расчетный напор на закрытый затвор (при НПУ)
2	Основные затворы судоходных отверстий и водопроводных галерей шлюзов	Напор на затвор, многократно изменяющийся от 0 до полного расчетного (проверка на выносливость)
3	Основные затворы судоходных отверстий шлюзов. Ремонтные затворы	Маневрирование затвором при остаточном перепаде уровней перед и за затвором (открытие)
4	Аварийные затворы	Аварийное перекрытие отверстия
5	Основные затворы (кроме затворов судоходных отверстий)	Работа затвора в потоке в промежуточном положении
Особые сочетания (при отклонениях от нормальных условий эксплуатации)		
6	Основные глубинные затворы	Маневрирование аварийным затвором при отказе частично открытого основного
7	Любого назначения	Заклинивание подвижной части затвора
8	Поверхностные затворы	Удары льдин и бревен. Навал и удар судна
9	Любого назначения	Сейсмические воздействия на закрытый затвор
10	То же	Сейсмические воздействия на частично открытый затвор
11	< <	Монтаж, демонтаж и ремонт затвора
12	Ремонтные затворы	Напор при ФПУ на закрытый затвор

Таблица 15.33. Расчетные сочетания нагрузок на затворы различного назначения

Затворы	Расчетные сочетания (см. табл. 15.32)	
	основных	особых
Основные поверхностные (кроме затворов судовых отверстий шлюзов)	1, 5, 7, 11 (8, 9, 10)	
Основные глубинные (кроме затворов водопроводных галерей шлюзов)	1, 5, 6, 7, 11 (9, 10)	
Основные затворы судовых отверстий шлюзов	1, 2, 3, 7, 8, 11 (9, 10)	
Основные затворы водопроводных галерей шлюзов	1, 2, 5, 7, 11 (9, 10)	
Аварийные	1, 4, 7, 11 (9, 10)	
Ремонтные	1, 3, 11, 12 (7, 8, 9)	

Примечание. Сочетания, номера которых приведены в скобках, следует учитывать только при наличии соответствующих указаний в техническом задании.

Таблица 15.34. Перечень нагрузок, входящих в расчетные сочетания при проектировании затворов

№ сочетания нагрузок по табл. 15.32												Нагрузки и воздействия
основных					особых							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Собственный вес подвижной части затвора
+				+		+	+	+	+		+	Гидростатическая либо осредненная гидродинамическая нагрузка при расчетном уровне воды с учетом ветрового нагона
+		+	+	+		+	+	+	+		+	Волновая нагрузка
		+										Гидростатическая нагрузка при остаточном перепаде уровней по обе стороны подвижной части затвора
		+										Многokrратно повторяемая гидростатическая либо осредненная гидродинамическая нагрузка при расчетном уровне воды
			+			+						Гидростатическая либо осредненная гидродинамическая нагрузка при аварийном перекрытии отверстия
+												Фильтрационное давление на уплотнения, расположенные на подвижной части затвора
				+	+	+						Атмосферное давление (при наличии разрежения)
+												Давление наносов (если указано в задании)
+												Температурные воздействия
+		+	+	+		+	+				+	Ветровая нагрузка (в сочетаниях 1, 3, 4, 5, 7 только для поверхностных затворов)
								+				Удары льдин и бревен
								+				Навал или удар судна (для затворов судовых отверстий)
+												Временная подвижная нагрузка от людей и оборудования (только для поверхностных затворов)
+												Нагрузка от уплотнений принудительного действия
										+	+	Сейсмические воздействия
		+	+	+						+	+	Усилие привода при нормальных условиях маневрирования
						+						Усилие привода при заклинивании подвижной части затвора

Продолжение табл. 15.34

№ сочетания нагрузок по табл. 15.32												Нагрузки и воздействие
основных					особых							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Нормальные реакции на опорных поверхностях (реактивные силы от опорно-ходовых частей, уплотнений) Силы трения на опорных поверхностях (реактивные силы от опорно-ходовых частей, уплотнений)

Примечание. Знаком "+" отмечены нагрузки, которые включаются в данное сочетание, если по конструкции и условиям эксплуатации рассматриваемого затвора они фактически могут иметь место.

Таблица 15.35. Расчетные сочетания нагрузок для крановых металлоконструкций

Нагрузки	Рабочее состояние		Нерабочее состояние	
	Расчетные сочетания нагрузки			
	основные 1	основные 2	особые	особые
Собственный вес	+	+	+	+
Тяговое (грузоподъемное) усилие	+	+	+	
Инерционная от торможения крана			+	
Инерционная от торможения тележки			+	
Инерционная от перекоса крана				+
Ветровая	+	+	+	+
Сейсмическая				+
Температурные воздействия	+	+	+	
Снег и гололед				+

Примечания: 1. Сочетание "основные 1" предусматривает подъем и опускание затвора (решетки) под напором или в безнапорном состоянии, а "основные 2" и "особые" рабочего состояния — перевозку затвора (решетки) или его секции.
2. Температурные воздействия учитываются только при пролете крана свыше 20 м.
3. Нагрузки от снега и гололеда учитываются только при расчете шатров над механизмами.
4. В собственный вес шатра включают вес установленной в нем кран-балки.

Значения некоторых нормативных нагрузок приведены в табл. 15.31. Для остальных нагрузок нормативные значения определяют по проектным данным или по соответствующим главам СНиП, указанным в табл. 15.30.

Расчетные сочетания нагрузок на затворы. Подвижные конструкции затворов, а также их опорно-ходовые устройства,

Таблица 15.36. Расчетные сочетания нагрузок для механизмов и основных узлов крана

Элементы и узлы	Сочетания нагрузок	Нагрузки			
		Собственный вес	Тяговое (грузоподъемное) усилие	Ветер	
				рабочего состояния	нерабочего состояния
Механизм подъема	Основные	+	+		
Механизмы передвижения	"	+	+	+	
Противоугонные захваты	Особые				+

Примечание. Тяговое усилие механизма передвижения определяется по наибольшему весу перевозимого груза.

закладные части и тяговые органы в общем случае рассчитывают на различные сочетания нагрузок, показанные в табл. 15.32.

Для удобства выбора необходимых расчетных сочетаний рекомендуется пользоваться данными табл. 15.33, в которой все расчетные сочетания сгруппированы по видам (назначению) затворов.

В табл. 15.34 приведена номенклатура соответствующих нагрузок и воздействий, учитываемых во всех расчетных случаях, показанных в табл. 15.32.

Расчетные сочетания нагрузок на механизмы и краны. Металлические конструкции и механические детали специальных подъемно-транспортных механизмов и кранов гидротехнических сооружений рассчитывают на основные и особые сочетания нагрузок рабочего и нерабочего состояния, приведенные в табл. 15.35 и 15.36.

Таблица 15.37. Расчетные сочетания нагрузок при проверке устойчивости положения козловых кранов

Нагрузки	Рабочее состояние			Нерабочее состояние	
	1	2	3	4	5
Собственный вес	+	+	+	+	+
Тяговое (грузоподъемное) усилие	+	+	+		
Инерционная:					
от торможения крана	+				
от торможения тележки		+			
Ветровая	+	+		+	
Сейсмическая					+

Примечание. Сочетание 3 предусматривается только для кранов с консолями или поворотными стрелами, при этом коэффициент грузовой устойчивости должен быть не менее 1,4. Во всех остальных сочетаниях коэффициенты грузовой и собственной устойчивости должны быть не менее 1,15.

Проверка устойчивости положения козловых (полукозловых) кранов производится для сочетаний нагрузок и воздействий, приведенных в табл. 15.37.

15.5. ПРОВЕРКА ЗАТВОРОВ НА ОТКРЫВАНИЕ И ЗАКРЫВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВОДНЫХ УСИЛИЙ

Принятые условные обозначения

T — сила трения в опорно-ходовых частях затвора;
 T_y — сила трения в уплотнениях;
 P_y — отпор уплотнительного устройства;
 M_T — момент трения в опорном шарнире затвора;
 l — плечо силы T_y относительно оси вращения затвора;
 G — вес подвижной части затвора;
 g — плечо силы G относительно оси вращения затвора;
 B — вес балласта;
 b — плечо силы B относительно оси вращения затвора;
 G_k — вес решеткоочистного ковша;
 G_m — вес мусора на сороудерживающей решетке;
 Γ — равнодействующая гидравлической нагрузки на затвор (сумма гидравлических нагрузок на его элементы);
 M_r — момент гидравлической нагрузки относительно оси вращения затвора;

Φ — фильтрационное давление на нижнее уплотнение при закрытом затворе, стоящем на пороге;
 V — ветровая нагрузка на надводную часть затвора;
 v — плечо силы V относительно оси вращения;
 Q_1, Q_2, Q_3 — усилие в тяговом органе привода соответственно при принудительном открывании, принудительном закрытии и удерживании (торможении) затвора;

q — плечо усилия в тяговом органе привода относительно оси вращения затвора;
 $G'_k, G'_m, G', B', \Gamma'$ — составляющие сил G_k, G_m, G, B, Γ , параллельные направлению движения (при вертикальном перемещении $G'=G, B'=B$ и т. д.);
 $G''_k, G''_m, G'', B'', \Gamma''$ — составляющие сил G_k, G_m, G, B, Γ , нормальные к направлению движения и передающиеся на опорно-ходовые части затвора (при вертикальном перемещении эти составляющие равны нулю);

n', n'' — коэффициенты перегрузки при определении соответственно минимальных и максимальных расчетных значений нагрузок (принимаются по табл. 15.30);

D — диаметр ходового колеса или катка, см;
 d — диаметр подшипника, см (для подшипников качения принимается равным диаметру оси);

$d_{ш}$ — диаметр оси шарнира;
 f_x — наибольший коэффициент трения в опорно-ходовых частях решеток, ковшей, ремонтных затворов;
 f_n — наибольший коэффициент трения полоза по рельсу (покою);
 f_d — наименьший коэффициент трения полоза по рельсу (движения);
 f_1, f_2 — наибольший и наименьший коэффициент трения в подшипнике (у подшипников качения $f_1=f_2$);
 f_y — коэффициент трения в уплотнительном устройстве;
 $\mu=0,1$ см — коэффициент трения качения стального колеса по рабочему пути в воде (плечо трения качения);
 P_p — расчетная нагрузка на обратную распорку;

z — количество обратных распорок;
 f_p — коэффициент трения стали по стали в обратной распорке;
 K_n — коэффициент специальный надежности;
 n_k — коэффициент перегрузки для механизма решеткоочистного ковша.

Усилия в тяговых органах приводных устройств определяются из уравнений проверки затвора на надежное открывание и закрытие отверстия, а также на удерживание (торможение) при маневрировании, приведенных в табл. 15.38 (маневрирование под напором.

Таблица 15.38. Формулы для проверки условий маневрирования затворами под напором и определения усилий в тяговых органах приводных устройств

Затворы	Условия проверки затворов		
	на подъем	на опускание	на удерживание при опускании
Плоские: при действии силы Γ' против движения	$n''_G (G' + B') + n''_T (\Gamma'^{max} + T_y^{max}) + n''_T \Gamma' \leq Q_1$	$\Phi - n'_G (G' + B') + n''_T (\Gamma'^{max} + T_y^{max}) + n''_T \Gamma' \leq Q_2$	$n''_G (G' + B') - n''_T (\Gamma'^{min} + T_y^{min}) - n''_T \Gamma' \leq Q_3$
при действии силы Γ' в направлении движения	$n''_G (G' + B') + n''_T (\Gamma'^{max} + T_y^{max}) - n''_T \Gamma' \leq Q_1$	$\Phi - n'_G (G' + B') + n''_T (\Gamma'^{max} + T_y^{max}) + n''_T \Gamma' \leq Q_2$	$n''_G (G' + B') - n''_T (\Gamma'^{min} + T_y^{min}) + n''_T \Gamma' \leq Q_3$
Сегментные: при действии M_T против движения	$n''_G (Gg + Bb) + n''_T (M_T^{max} + T_y t) + n''_T M_T \leq Q_1 q$	$\Phi t + n''_T (M_T^{max} + T_y t) - n'_G (Gg + Bb) + n''_T M_T \leq Q_2 q$	$n''_G (Gg + Bb) - n''_T (M_T^{min} + T_y t) - n''_T M_T \leq Q_3 q$
при действии M_T в направлении движения	$n''_G (Gg + Bb) + n''_T (M_T^{max} + T_y t) - n''_T M_T \leq Q_1 q$	$\Phi t + n''_T (M_T^{max} + T_y t) - n'_G (Gg + Bb) - n''_T M_T \leq Q_2 q$	$n''_G (Gg + Bb) - n''_T (M_T^{min} + T_y t) + n''_T M_T \leq Q_3 q$
Клапанные с нижним шарниром (обычно Б-0)	$n''_G Gg + n''_T (M_T^{max} + T_y t) + n''_T M_T \leq Q_1 q$	—	$n''_G Gg - n''_T (M_T^{min} + T_y t) + n''_T M_T \leq Q_3 q$

Условия маневрирования затвором под напором (табл. 15.38) должны выполняться при всех его возможных положениях, включая крайние (открытое и закрытое). Фильтрационное давление Φ на нижнее уплотнение учитывается только в закрытом положении затвора.

Проверка на удерживание при опускании выполняется только для затворов, опускаемых под напором, а поднимаемых в безнапорном состоянии или при неполном напоре (например, аварийных).

Если возможно отложение наносов на затворе и перед ним, то нагрузка на затвор G'' должна быть определена с учетом давления наносов, а к весу затвора следует добавить вес отложившихся на нем наносов, который подсчитывается по проектным данным и учитывается только при проверке затвора на подъем и на удерживание при опускании.

При проверке затвора на опускание значения G и B принимаются с учетом взвешивающего действия воды на погруженную часть затвора и балласта. При этом следует также учитывать реактивную силу сопротивления механизма (например, трение в манжетах гидроцилиндра) — при отсутствии дождя.

При проверке условий маневрирования сегментными и клапанными затворами в различных положениях следует учитывать изменение плеч g , b , q , а также моментов M_T и M_r с изменением открытия. Если центр вращения сегментного затвора не совпадает с центром его вращения, то в M_r входит момент от давления воды на обшивку относительно центра вращения.

Силы трения в опорно-ходовых частях затворов при маневрировании под напором определяются по формулам: для плоских скользящих затворов

$$T^{max} = f_n (n''_r G'' + G'' + B''); \quad (15.11)$$

$$T^{min} = f_n (n'_r G'' + G'' + B''); \quad (15.12)$$

для плоских колесных затворов

$$T^{max} = \frac{2}{D} (n''_r G'' + G'' + B'') \left(\frac{f_{1d}}{2} + \mu \right); \quad (15.13)$$

$$T^{min} = \frac{2}{D} (n'_r G'' + G'' + B'') \left(\frac{f_{2d}}{2} + \mu \right); \quad (15.14)$$

для плоских гусеничных затворов

$$T^{max} = 0,05 (n''_r G'' + G'' + B''); \quad (15.15)$$

$$T^{min} = \frac{2\mu}{D} (n'_r G'' + G'' + B''); \quad (15.16)$$

для шарниров поворотных затворов

$$T^{max} = f_1 (n''_r G'' + G'' + B''); \quad (15.17)$$

$$T^{min} = f_2 (n'_r G'' + G'' + B''); \quad (15.18)$$

$$M_T^{max} = \frac{T^{max} d}{2}; \quad M_T^{min} = \frac{T^{min} d}{2}. \quad (15.19)$$

Силы трения в уплотнительных устройствах

$$T_y = P_y f_y \quad (15.20)$$

учитываются только в случае маневрирования затвора с прижатым уплотнением и определяются отдельно для каждого участка уплотняющего контура.

Отпор P_y в общем случае состоит из трех слагаемых, вызванных предварительной упругой деформацией уплотнения, давлением воды на уплотнение и давлением рабочей жидкости (газа), подаваемой в рабочую камеру уплотнительного устройства.

Если грузоподъемность механизма (крана) позволяет поднять остановившийся аварийный затвор из любого положения под полным напором, то при проверке этого затвора на опускание с ходу T^{max} определяется по (15.11) и (15.12) с использованием наибольшего коэффициента трения движения полоза (подшипника). Таким же образом проверяют на опускание аварийные затворы водоприемников ГЭС, посадка которых на порог производится без дождя механизмом.

Примечание. Возможность подъема под полным напором остановившегося в промежуточном положении аварийного скользящего затвора следует проверять с учетом вероятной длительности его остановки в условиях конкретного сооружения, поскольку от длительности действия нагрузки зависит значение коэффициента трения покоя в опорах скольжения.

При расчете наибольшего времени опускания аварийного затвора (при удерживании) следует принимать максимальные расчетные значения сил трения и минимальные расчетные значения веса затвора и балласта с учетом взвешивающего воздействия воды.

Значения коэффициентов трения покоя и движения в подшипниках и ползьях из различных материалов, а также в уплотнительных устройствах приведены в § 15.6.

Специальный коэффициент надежности для ремонтных затворов принимается равным 1,25 и может быть увеличен до 1,5, если вероятно появление неучтенных сопротивлений затвора (обмерзание, замусоривание в строительный период и т. п.).

Коэффициент перегрузки n_p учитывает вес мусора в ковше, усилия на «прорезание» мусора ковшом и на преодоление трения в колесах, а также трения ковша с мусором о решетку и принимается равным 2,0.

Тяговое усилие механизма при маневрировании двусторчатыми (односторчатыми) воротами с вертикальной осью вращения определяется по формуле

$$n''_r M_r + n_p V_0 \leq Qq, \quad (15.21)$$

где M_r — момент давления воды на погруженную часть створки, вызванного остаточным перепадом уровней при открытии или отраженной волной при закрытии, относительно оси вращения.

Моментами трения в пале и в гальсбанте при расчете тягового усилия пренебрегают. Значение остаточного перепада принимается на основании результатов гидравлических исследований, но оно должно быть не менее 0,3 м.

15.6. РАСЧЕТЫ ОПОРНО-ХОДОВЫХ ЧАСТЕЙ И УПЛОТНЕНИЙ ЗАТВОРОВ

Коэффициенты трения и допускаемые нагрузки. Расчетные значения коэффициентов трения покоя и движения в опорно-ходовых ползьях скользящих затворов (решеток), а также в уплотнительных устройствах затворов приведены в табл. 15.39. Соответствующие допускаемые значения давления или распределенной нагрузки на ползья приведены в табл. 15.40. Для уменьшения износа и увеличения срока работы деталей рекомендуется понижать значение удельного давления против допускаемого, если увеличение грузоподъемного усилия механизма не имеет существенного значения.

В подшипниковых узлах трения (колеса, шарниры, пятовые устройства) используют ДСП-Б и бронзу, при этом расчетные коэффициенты трения принимают по табл. 15.39.

Таблица 15.39. Расчетные коэффициенты трения уплотнений и ползьев

Материалы пары, распределенная нагрузка, кН/м	Ширина рельса b , мм	Коэффициенты трения		
		покоя максимальный f_n	движения максимальный f_{max}	движения минимальный f_{min}
Древесный слоистый пластик ДСП-Бгт торцом по полированной поверхности нержавеющей стали в воде или воздухе: до 500 включительно свыше 500 до 1000 свыше 1000 до 1500 свыше 1500 до 2000 свыше 2000 до 2500 свыше 2500	40	0,30	0,13	0,065
		0,26	0,12	0,055
		0,23	0,11	0,045
		0,19	0,10	0,045
		0,18	0,09	0,040
		0,17	0,08	0,040
		Маслянит Д по полированной поверхности нержавеющей стали в воде или воздухе: свыше 500 до 1000 свыше 1000 до 1500 свыше 1500 до 2000	35	0,17
0,15	0,10			0,08
0,15	0,13			0,08
0,45	—			0,20
Дерево по стали вдоль волокон Дерево по стали поперек волокон	—	0,55	—	0,20
		0,50	—	0,15
Сталь по стали Резина по нержавеющей стали при твердости резины по Шору: 85 ед. 70 ед. 55 ед.	—	0,70	—	0,10
		0,80	—	0,10
		0,90	—	0,10
		0,16	0,11	0,04
Сталь нержавеющая по ДСП-Б в подшипниках Сталь по бронзе со смазкой в подшипниках	—	0,25	—	0,10

Примечания: 1. При работе ползьев из ДСП-Бгт или маслянита Д в водной среде с весовой мутностью свыше 1,2 кг/м³ расчетные значения f_n повышаются на 50%, f_{max} — на 30%.
2. При кратковременном действии нагрузки на ползья из ДСП-Бгт расчетные значения f_n уменьшаются на 15% при продолжительности нахождения под нагрузкой до 3 ч, на 30% при продолжительности нахождения под нагрузкой до 15 мин.

Таблица 15.40. Допускаемые нагрузки на полозья затворов (решеток) на каменные элементы затвора

Материал полоза и условия работы	Допускаемые значения	
	давления, МПа	распределенной нагрузки, кН/м
Сосна в металлической обойме поперек волокон (в воде)	2	—
Дуб в тех же условиях	4	—
ДСП-Бгт на торец по плоской полированной поверхности нержавеющей стали	40	—
ДСП-Бгт на торец, запрессованный в обойму длиной не менее 300 мм, по цилиндрической (R=200 мм) полированной поверхности нержавеющей стали, b=40 мм:	—	5000
для редкого маневрирования	—	2000
для часто маневрирования (например, на судоходных шлюзах)	—	—
Маслянит Д, запрессованный в обойму, по цилиндрической полированной поверхности нержавеющей стали:	—	1000—1500
для рельса шириной 35 мм при редком маневрировании	—	2000
для рельса шириной 55 мм при редком маневрировании	—	—
Материал Ф-4К20 по полированной поверхности нержавеющей стали	15	—

Таблица 15.41. Допускаемые давления для втулок и вкладышей подшипников скольжения

Материалы	Давление, МПа
Сталь нержавеющая по ДСП-Бгт*	10—15
Сталь нержавеющая по ДСП-Бгт**	30—60
Сталь по бронзе:	
Бр.ОФ10-1	15—20
Бр.АЖ9-4	8—15
Бр.ОЦС 5-5-5	5—10

* Подшипниковые узлы редко смазываются, не защищенные от загрязнения и абразивных частиц.
 ** То же при нормальной смазке, защищенные от абразивных частиц (или при их отсутствии).

Допускаемые удельные давления на втулки и вкладыши при расчете по площади их диаметральной плоскости приведены в табл. 15.41. Меньшие значения относятся к часто и длительно работающему оборудованию, большие — к мало работающему оборудованию.

Расчет контактной прочности ходовых колес, катков и путей. Расчет на контактную прочность производится по формулам:

при линейном контакте (касание цилиндрической поверхности с плоскостью)

$$\sigma_r = 0,418 \sqrt{\frac{PE\Delta}{r_1}} \leq \frac{2,3\sigma_{\text{вт}}}{k_m k}; \quad (15.22)$$

при точечном контакте (касание выпуклой поверхности двойной кривизны с

плоскостью или цилиндрического, конического колеса с цилиндрической головкой рельса)

$$\sigma_r = \alpha \sqrt{\frac{PE^2\Delta}{r_1^2}} \leq \frac{3,4\sigma_{\text{вт}}}{k_m}. \quad (15.23)$$

Здесь P — расчетная нагрузка на колесо (каток); E — модуль нормальной упругости материала; Δ — динамический коэффициент:

$$\Delta = 1 + 0,2v;$$

v — скорость движения, м/с; l — ширина опорной поверхности; r₁ — радиус колеса, катка; r₂ — радиус выпуклости колеса или рельса; α — коэффициент, зависящий от отношения r₁/r₂:

r ₁ /r ₂ . . .	1	2	3	4	5	6
α	0,39	0,49	0,58	0,66	0,72	0,78

Коэффициент надежности по материалу k_m принимается по табл. 15.42.

Коэффициент условий работы t зависит от режима эксплуатации оборудования:

Для колес часто движущихся затворов (например, судоходных шлюзов) при количестве перестановок свыше 600 в год:

при путях со сменными вкладышами	0,85
при путях без сменных вкладышей	0,6

Для колес затворов с количеством перестановок свыше 100 до 600 в год

Для колес прочих затворов, тележек, кранов, для опорных катков металлоконструкций

Таблица 15.42. Коэффициенты k_m при расчете контактной прочности

Детали	При твердости стали НВ			
	до 200	250	300	320
Нормализованные из проката с поштучной проверкой твердости	1,10	1,15	—	—
Поковки V группы	1,05	1,15	1,25	1,30
Из проката в состоянии поставки с испытаниями от партии; поковки IV группы	1,15	1,25	1,35	1,40
Стальные отливки с поштучной проверкой твердости, нормализованные, или с объемной закалкой, или с закалкой поверхности катания с плавным переходом закаленного слоя к незакаленной части	1,20	1,30	1,40	1,45
Стальные отливки, нормализованные, с испытаниями и проверкой твердости от партии	1,30	1,40	—	—

Коэффициент k учитывает неравномерность распределения нагрузки по ширине l колеса (катка) и составляет для ходовых колес (катков) затворов и решеток 1,4; для ходовых колес кранов и тележек 1,25; для опорных катков неподвижных металлоконструкций 1,00.

Принятому в расчете временному сопротивлению σ_в, МПа, материала катка, колеса, рельса должно соответствовать минимальное значение твердости по Бригеллю поверхности детали

$$НВ = \sigma_{\text{в}} / 3,4. \quad (15.24)$$

15.7. НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ПРОГИБОВ И ГИБКОСТЕЙ

При расчете затворов по деформациям допускаемые прогибы ригелей затворов принимаются равными:

Для основных затворов, работающих в потоке	L/600
Для основных затворов, не работающих в потоке, и для аварийных затворов	L/500
Для ремонтных затворов	L/400
Для глубинных затворов с верхним горизонтальным уплотнением	L/1000
Для консольной части ригеля (здесь L — пролет, l — вылет консоли)	l/300

Допускаемый относительный прогиб вспомогательных элементов балочной клетки затворов равен 1/250 их пролета.

При расчете главных балок (ферм) крановых металлоконструкций по деформациям под действием подвижной нагрузки (вес тележки и груза) допускаемые относительные прогибы принимаются равными:

Для электрических мостовых кранов L/700

Для электрических козловых кранов
 L ≤ 20 м L/800
 L > 20 м L/1000
 Для ручных кранов L/600
 Для консолей крановых металлоконструкций l/300

Таблица 15.43. Предельные гибкости элементов стальных конструкций (СНиП II-23-81)

Элементы	λ, max	
	при динамической нагрузке	при статической нагрузке
Растянутые элементы: нижние пояса подкрановых мостов (ферм, балок) и опорные раскосы ферм	150	—
прочие элементы ферм	250	400
элементы связей между стойками	350	400
элементы прочих связей	300	300
Сжатые элементы (кроме одиночных уголков): пояса, опорные раскосы и опорные стойки ферм, передающие опорные реакции; колонны прочие элементы ферм; второстепенные стойки; элементы решетки колонн; связи между стойками	400	400
прочие связи; стержни, ограничивающие расчетную длину сжатых элементов и другие нагруженные стержни	120	—
	150	—
	200	—

При расчете по деформациям пролетных строений подкрановых мостов и эстакад допускаемые прогибы принимаются равными:

Для электрических кранов грузоподъемностью	
до 50 т	L/600
свыше 50 т	L/750
Для ручных кранов	L/500
Для кран-балок	L/500
Для монорельсовых путей	L/400

Гибкость λ элементов стальных конструкций не должна превышать предельных значений, приведенных в табл. 15.43.

Гибкость грузовых винтов и дожимных реек не должна превышать 100, дожимных штанг — 120.

Гибкость работающих только на растяжение штоков гидроцилиндров не должна превышать 250.

Глава 16

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

16.1. НОРМЫ И ПРАВИЛА ПО ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Охрана здоровья работающих, обеспечение безопасных условий труда, ликвидация травматизма и профессиональных заболеваний составляют одну из главных забот Советского государства.

В Основах законодательства Союза ССР, утвержденных 15 июля 1970 г. Верховным Советом СССР, а также в Конституции Союза ССР имеются специальные разделы по охране труда.

В Советском Союзе действуют три категории нормативных документов по охране труда и технике безопасности: общесоюзные, ведомственные и производственные.

К числу общесоюзных документов по охране труда, обязательных к исполнению для всех организаций независимо от их ведомственной принадлежности, относятся ГОСТ общесоюзной системы стандартов безопасности труда (ССБТ), а также следующие правила:

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (М.: Металлургия, 1981);

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (М.: Недра, 1975);

Руководство по учету техники безопасности и производственной санитарии в проектах производства работ (ЦНИИОМТП. М.: Стройиздат, 1980).

С 1 января 1981 г. введен в действие СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве», в которых содержатся требования по технике безопасности к обще-

строительным, монтажным специализированным и другим организациям, осуществляющим строительные и монтажные работы. В целях удобства пользования СНиП III-4-80 издаются совместно с некоторыми государственными стандартами ССБТ. К СНиП III-4-80 приложен также перечень общесоюзных нормативных документов, действующих по состоянию на 1 января 1981 г.

Нормативные и руководящие материалы по технике безопасности, обязательные для исполнения всеми стройками и предприятиями Минэнерго СССР, сосредоточены в Справочной книге по технике безопасности в энергетике (М.: Энергия, 1979), в которой наряду с общесоюзными нормативными материалами (о которых упоминалось выше) помещены также нормативные материалы, учитывающие специфику энергетического строительства, а также правила производства работ и инструкции по эксплуатации механизмов, инструмента и т. д. применительно к объектам энергетики.

В системе Минэнерго СССР действуют также: Руководящие указания по организации работ по технике безопасности с персоналом строительно-монтажных организаций и предприятий стройиндустрии, Инструкция по безопасной организации и производству работ повышенной опасности в организациях Минэнерго СССР.

Опыт работы строительных организаций в северных районах СССР освещается в книге М. Н. Карасева «Безопасность труда в строительстве на севере» (Л.: Стройиздат, 1979).

Производство монтажных работ в энергетическом строительстве и, в частности, на строительстве гидроэнергетических и гидротехнических сооружений имеет свои специфические отличительные особенности. Монтажные работы на этих сооружениях выполняются, как правило, в стесненных условиях и совмещены по времени и месту

с общестроительными или специальными работами. Часто монтажные работы выполняются в опасных и особо опасных условиях: в туннелях, шахтах, ниже уровня воды (или, наоборот, над бушующим потоком), на большой высоте, внутри металлических трубопроводов и т. п.

С учетом этой специфики работ в тресте «Гидромонтаж» разработаны стандарты предприятия (СТП) по технике безопасности, обязательные для всех подразделений треста. Ниже приводятся наиболее важные извлечения из основных общесоюзных и ведомственных норм и правил по технике безопасности с дополнениями из СТП треста «Гидромонтаж», учитывающими специфику и особенности производства монтажных работ на гидроэнергетических и гидротехнических сооружениях.

16.2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Ответственность за соблюдение требований безопасности при эксплуатации машин (инструмента, инвентаря, технологической оснастки, оборудования), а также средств коллективной и индивидуальной защиты работающих возлагается: за техническое состояние машин и средств защиты — на организацию, на балансе которой они находятся;

за проведение обучения и инструктажа по безопасности труда — на организацию, в штате которой состоят работающие;

за соблюдение требований безопасности труда при производстве работ — на организацию, осуществляющую работы.

2. При работе на объекте строительства нескольких организаций необходимо предусматривать мероприятия по безопасности труда в соответствии с Положением о взаимоотношениях организаций — генеральных подрядчиков с субподрядными организациями¹.

Генподрядчик обязан совместно с привлекаемыми им субподрядчиками разработать мероприятия, обеспечивающие безопасные условия работы на строящемся объекте, обязательные для всех организаций, участвующих в строительстве.

При одновременном производстве работ генподрядчиком и субподрядчиком (или несколькими субподрядчиками) приняты меры общего характера по технике безопасности и пожарной безопасности (устройство ограждений, защитных козырьков и сеток, ограждений отверстий и люков в перекрытиях, дополнительное освещение, обеспечение плакатами и т. п.) лежит на обязанности генподрядчика.

Несоблюдение генподрядчиком этих условий не снимает ответственности с суб-

¹ Извлечение из СНиП III-4-80 и Инструкции по безопасной организации и производству работ повышенной опасности в организациях Минэнерго СССР.

подрядчика за допущенные им нарушения безопасности условий работ и возможные в связи с этим несчастные случаи.

Обеспечение безопасных условий при производстве монтажных и иных специальных строительных работ, соблюдение действующих правил техники безопасности, противопожарных мероприятий и законодательства по охране труда лежит на обязанности субподрядчика.

При производстве работ на территории или в цехах действующего предприятия разработанные заказчиком и генподрядчиком с участием субподрядчиков общие мероприятия по технике безопасности являются обязательными для всех организаций, участвующих в строительстве.

3. Перед началом работ на территории действующего предприятия или цеха заказчик (предприятие) и генеральный подрядчик с участием субподрядных организаций обязаны оформить акт-допуск по форме согласно приложению 3 СНиП III-4-80. Ответственность за соблюдение мероприятий, предусмотренных актом-допуском, несут руководители строительно-монтажных организаций и действующего предприятия.

4. Перед началом работ в местах, где имеется или может возникнуть производственная опасность (вне связи с характером выполняемой работы), ответственному исполнителю работ необходимо выдавать наряд-допуск на производство работ повышенной опасности по форме согласно приложению 4 СНиП III-4-80.

5. Перечень работ, на выполнение которых необходимо выдавать наряд-допуск, должен быть составлен на основе примерного перечня работ согласно приложению 5 СНиП III-4-80, а также местных условий и особенностей строительства и утвержден главным инженером строительно-монтажной организации. Наряд-допуск должен быть выдан инженерно-техническим работником из числа лиц, уполномоченных на это приказом руководителя строительно-монтажной организации. При выполнении работы на территории действующего предприятия наряд-допуск должен быть подписан также должностным лицом действующего предприятия.

6. Контроль за системой выдачи наряда-дopusка и ответственность за организацию работ повышенной опасности возлагается на руководителей организаций.

Лицо, выдающее наряд-допуск, несет ответственность за полноту мер безопасности, указанных в наряде-допуске, достаточную квалификацию ответственного руководителя и ответственного исполнителя работ, членов бригады и обеспечивает периодический контроль за выполнением всех условий производства работ, перечисленных в наряде-допуске, мероприятий по обеспечению безопасности труда.

7. Ответственные руководители и ответственные исполнители работ назначают приказом по организации.

Ответственными руководителями работ могут быть назначены инженеры-технические работники, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и «Инструкции по безопасной организации и производству работ повышенной опасности в организациях» Минэнерго СССР.

Ответственный руководитель работ несет ответственность за полноту и точное выполнение мер безопасности, указанных в наряде-допуске. На него возлагаются подготовка и оформление наряда-допуска, проведение инструктажа на рабочем месте, первичный допуск исполнителей к работе.

Ответственными исполнителями работ могут быть назначены прорабы, мастера, бригадиры и рабочие (в последнем случае — имеющие стаж работы не менее двух лет и квалификацию не ниже 4-го разряда), прошедшие обучение и проверку знаний правил техники безопасности и Инструкции.

Ответственный исполнитель работ несет ответственность за безопасное выполнение работ, соблюдение бригадой мер безопасности, указанных в наряде-допуске, обязательное применение членами бригады индивидуальных средств защиты.

Члены бригады обязаны соблюдать меры безопасности, предусмотренные в наряде-допуске, а также указания, полученные при допуске к работе или в процессе работы.

Наряд-допуск выдается на срок, необходимый для выполнения заданного объема работ. При изменении условий производства работ наряд-допуск аннулируется и возобновление работ разрешается только после выдачи нового наряда-допуска. Выдача и возврат нарядов-допусков регистрируется в специальном журнале.

8. К самостоятельным верхолазным работам допускаются лица (рабочие и инженерно-технические работники) не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и признанные годными, имеющие стаж верхолазных работ не менее одного года и тарифный разряд не ниже 3-го. Рабочие, впервые допускаемые к верхолазным работам, в течение одного года должны работать под непосредственным надзором опытных рабочих, назначенных приказом руководителя организации.

Верхолазными считаются работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которыми производятся работы непосредственно с конструкций при их монтаже или ремонте, при этом основным средством, предохраняющим работающих от падения с высоты, является предохранительный пояс.

9. Руководители строительно-монтажных организаций обязаны обеспечить рабочих, инженерно-технических работников и служащих спецодеждой, спецодежду и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецодежды и предохранительных приспособлений, утвержденными Госкомтрудом СССР и ВЦСПС, а также ГОСТ 12.4.011-75.

10. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски по ГОСТ 12.4.087-80.

11. Допуск посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии на территорию строительной площадки, в производственные санитарно-бытовые помещения и на рабочие места запрещается.

12. Руководители генподрядной строительной организации должны обеспечить своевременное оповещение всех своих подразделений и субподрядных организаций, работающих на подконтрольных объектах, о резких переменах погоды (пурга, ураганный ветер, гроза, снегопад и т. п.), о начале паводка, о буровзрывных работах и т. п.

13. Предельные значения температур наружного воздуха и силы ветра в данном климатическом районе, при которых следует приостанавливать производство работ на открытом воздухе и прекращать перевозку людей в неотопляемых транспортных средствах, определяются в установленном порядке исполкомами Советов народных депутатов по месту расположения строительных площадок.

14. Организации, разрабатывающие и утверждающие проекты производства работ (ППР), должны предусматривать в них решения по безопасности труда, по составу и содержанию соответствующие требованиям, изложенным в приложении 8 СНиП III-4-80. Осуществление работ без ППР, содержащих указанные решения, не допускается.

15. При производстве строительно-монтажных работ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.002-75 и предусматривать технологическую последовательность производственных операций так, чтобы предыдущая операция не являлась источником производственной опасности при выполнении последующих.

16.3. ОБЯЗАННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ И РАБОЧИХ ПО СОБЛЮДЕНИЮ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

1. На начальников участков и старших производителей работ (в пределах руководимых ими участков) возлагается:

а) организация применения технологической оснастки, средств защиты и са-

нитарно-бытовых помещений, а также строительных машин, энергетических установок, транспортных средств в соответствии с их назначением;

б) своевременное направление рабочих для обучения и проверки знания безопасных методов труда;

в) организация выполнения предписаний контролирующих органов по технике безопасности;

г) своевременное сообщение вышестоящим органам о случаях производственного травматизма, расследование их в установленном порядке, участие в разработке мероприятий по предотвращению производственного травматизма и контроль за своевременным их выполнением;

д) систематическое (не реже одного раза в неделю) проведение специального осмотра участка, проверка условий труда рабочих и принятие мер к устранению выявленных недостатков;

е) проведение не реже одного раза в месяц совещаний с инженерно-техническими работниками, бригадирами и общественными инспекторами по охране труда по разбору возникших случаев нарушений правил техники безопасности и производственной санитарии и принятие необходимых мер;

ж) своевременная информация инженерно-технических работников и рабочих о содержании приказов и распоряжений, направленных на повышение безопасности труда;

з) обеспечение средствами наглядной пропаганды по охране труда.

2. На производителей работ и мастеров (мастеров-бригадиров) в пределах порученных им участков возлагается:

а) организация работ в соответствии с проектами производства работ или технологическими картами, утвержденными в установленном порядке, и ознакомление рабочих с безопасными методами выполнения работ;

б) контроль за применением в соответствии с назначением технологической оснастки (лесов, подмостей, защитных приспособлений, креплений стенок котлованов и траншей, подкосов, кондукторов и тому подобных устройств) строительных машин, энергетических установок, транспортных средств и средств защиты работающих;

в) инструктаж рабочих непосредственно на рабочем месте о безопасных методах и приемах выполнения работ с соответствующей записью об этом в специальном журнале учета инструктажа рабочих;

г) организация обеспечения чистоты и порядка на рабочих местах, в проходах и на подъездных путях, а также достаточной освещенности рабочих мест, правильной содержания и эксплуатации под-

крановых путей с систематической (ежедневной) проверкой условий труда рабочих и принятием мер к устранению выявленных недостатков;

д) контроль за соблюдением норм переноски тяжестей, обеспечением рабочих мест знаками безопасности, предупредительными надписями и плакатами;

е) исключение возможного присутствия посторонних лиц на территории участка работ, в производственных помещениях и на рабочих местах;

ж) систематическое проведение бесед с рабочими по разбору случаев нарушения правил техники безопасности и производственной санитарии и обеспечение соблюдения рабочими инструкций по охране труда.

3. На участковых механиков возлагается:

а) обеспечение выполнения правил техники безопасности при монтаже, демонтаже, эксплуатации и ремонте находящихся в их распоряжении строительных машин, механизмов, подземных приспособлений и электрооборудования, газосварочных и электросварочных аппаратов, сосудов, работающих под давлением; обеспечение технической исправности их состояния, а также регулярный технический осмотр для своевременного направления их в ремонт;

б) контроль за исправным техническим состоянием строительных машин и технологической оснастки, в том числе организация проведения испытаний машин, механизмов, оборудования, подвесных люлек и других устройств;

в) инструктаж и обучение рабочих, занятых на обслуживании строительных машин и механизмов, безопасным методам и приемам работ, а также обеспечение рабочих мест предупредительными надписями, плакатами и инструкциями по охране труда.

4. Рабочий при производстве строительно-монтажных работ обязан до выхода на рабочее место:

а) привести в порядок и надеть соответствующие времени года спецодежду и спецодежду, а также монтажный пояс и защитную каску;

б) проверить техническое состояние и подготовить к работе инструмент, приспособления, оснастку и средства индивидуальной защиты, уделить при этом особое внимание проверке исправности предохранительного пояса страховочного каната и такелажных приспособлений;

в) иметь при себе удостоверение на право производства специальных работ и по технике безопасности.

До начала работ, находясь на рабочем месте:

а) проверить исправность ограждения опасных зон, ограждений и настилов, средств подмащивания (лесов, подмостей), переходных мостиков, трапов, грузовых

площадок, исправность и устойчивость лестниц, надежность крепления ранее смонтированных конструкций и т. п.;

б) убедиться в отсутствии опасностей от действия работающих грузоподъемных и строительных механизмов или находящихся вблизи электроустановок и коммуникаций;

в) проверить прочность мест крепления карабинов предохранительных поясов;

г) сообщить своему непосредственному руководителю — мастеру, бригадиру, звеньевому об обнаруженных на рабочем месте неисправностях и опасностях и потребовать их устранения.

В процессе выполнения работ:
а) применять инструмент, приспособления и оснастку, предназначенные для данного вида работ;

б) пользоваться индивидуальными средствами защиты, необходимыми при выполнении данного вида работ: каской, предохранительным поясом, рукавицами, защитными очками, диэлектрическими перчатками и т. п.;

в) не нарушать технологической последовательности производства работ и правил техники безопасности при их выполнении;

г) не отвлекать и не мешать другим членам бригады выполнять свои производственные обязанности;

д) обращаться к своему непосредственному руководителю (мастеру, бригадиру, звеньевому) за разъяснениями по вопросам организации и безопасного выполнения конкретных производственных операций и видов работ.

Перед окончанием рабочей смены:
а) убрать материалы и мусор с проходов и рабочего места, собрать инструмент, приспособления и оснастку, устойчиво уложить детали и элементы несмонтированных конструкций на специально отведенное место;

б) убедиться, что никто из работающих случайно не остался внутри закрытых помещений, сосудов или резервуаров, в которых производились работы;

в) проверить отсутствие очагов возгорания и незакрепленных конструкций на рабочем месте;

г) сдать в инструментальную кладовую механизированный инструмент, убрать инструмент индивидуального пользования и защитные средства и доложить своему непосредственному руководителю об окончании работ.

Запрещается:
а) приступать к работе, находясь в состоянии алкогольного или наркотического опьянения;

б) приступать к выполнению производственного задания, если не известны безопасные способы его выполнения;

в) находиться под поднятым грузом или монтируемыми конструкциями;

г) работать без спецодежды, спецобуви и защитных приспособлений, предназначенных для выполнения данного вида работ;

д) применять неисправные, непроверенные с истекшим сроком испытания приспособления и средства индивидуальной защиты;

е) применять вместо инструментов и приспособлений случайные предметы;

ж) курить и подходить с открытым огнем к ацетиленовым (газосварочным) аппаратам, газовым баллонам, легковоспламеняющимся жидкостям и материалам, окрасочным камерам;

з) прикасаться во избежание взрыва к кислородным баллонам руками или какими-либо предметами, загрязненными маслом;

к) включать и останавливать (кроме аварийных случаев) машины, механизмы и электроустановки, работа на которых ему не поручена администрацией;

л) освобождать краном или другим грузоподъемным механизмом зацепленные конструкциями канаты (цепи) или тяжелые приспособления;

м) проверять совпадение монтажных отверстий стыков устанавливаемых элементов пальцами;

н) применять приемы работы, не соответствующие ППР и инструкции на данный вид работ;

о) выполнять непорученную ему работу;

п) сбрасывать с высоты мусор и другие предметы в неустановленных местах;

р) выходить за ограждение опасной зоны;

с) поправлять чалочные канаты (цепи) и заводить стропы в зев крюка при помощи лома или ударами молотка;

т) удерживать соскальзывающие с перемещаемых конструкций чалочные приспособления;

у) находиться под подмостями, с которых ведутся монтажные работы;

ф) работать и ходить по незакрепленным конструкциям или по конструкциям, подверженным воздействию ударных нагрузок.

16.4. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВ И ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МОНТАЖНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

16.4.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

У всех грузоподъемных машин, предназначенных для выполнения монтажных и других работ, требующих точности и осторожности при посадке грузов, должны быть предусмотрены соответствующие малые скорости механизмов подъема и перемещения.

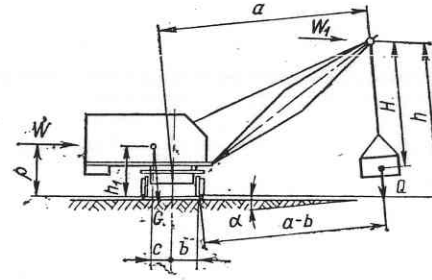


Рис. 16.1. К расчету крана на устойчивость

Стреловые краны с переменным вылетом должны быть рассчитаны на возможность изменения вылета с грузом в пределах грузовой характеристики.

Стреловые самоходные и прицепные, а также башенные и порталные краны должны быть устойчивы при работе и в нерабочем состоянии. Грузовая и собственная устойчивость крана должна быть проверена расчетами.

Коэффициент грузовой устойчивости, определяемый как отношение момента, создаваемого весом всех частей крана без учета дополнительных нагрузок и уклона пути, к моменту, создаваемому рабочим грузом, должен быть не менее 1,4.

Определение коэффициента грузовой устойчивости производится по формуле (рис. 16.1):

$$k_1 = \frac{G[(b+c)\cos\alpha - h_1\sin\alpha] - \frac{Qn^2lh}{900-n^2h} - \frac{66(G_{np}+Q)nlh}{(900-n^2H)gt_2}}{\frac{Qv}{gt}(a-b) - \frac{Qv_1}{gt_1}h - \frac{Gv_1}{gt_1}h_1 - \frac{(G_{np}-Q)v_2}{gt_2}h - \frac{(G_{np}+Q)v_2'}{gt_2}(a-b) - W_p - W_1\rho_1} \geq 1,15,$$

где G — вес крана, кН; G_{np} — вес стрелы и стрелового оборудования, приведенный к оголовку стрелы, кН; Q — вес наибольшего рабочего груза, кН; l — расстояние от оси вращения крана до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости, м; a — расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести подвешенного наибольшего

рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости, м. При расположении стрелы перпендикулярно ребру опрокидывания $a=l$; b — расстояние от оси вращения крана до ребра опрокидывания, м; c — расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести крана, м; H — расстояние от головки стрелы до центра тяжести подвешенного груза (принимаем, что центр тяжести располагается на уровне земли), м; h — расстояние от головки стрелы до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м; h_1 — расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м; v — скорость подъема груза, м/с; v_1 — скорость передвижения крана, м/с; v_2 — скорость горизонтального перемещения оголовка стрелы, м/с; v_2' — скорость вертикального перемещения оголовка стрелы, м/с; n — частота вращения крана, об/мин; t — время неустановившегося режима работы механизма подъема (пуск, торможение) с; t_1 — время неустановившегося режима работы механизма передвижения (пуск, торможение) с; t_2 — время неустановившегося режима работы механизма изменения вылета (пуск, торможение) с; t_3 — время неустановившегося режима работы механизма поворота крана (пуск, торможение) с; W — сила давления ветра, действующего перпендикулярно ребру опрокидывания и параллельно плоскости, на которой установлен кран, на подветренную площадку рабочего состояния крана, кН; W_1 — то же на подветренную площадку груза; принимается по ГОСТ 1451-77 для рабочего состояния крана, кН; ρ и $\rho_1 = h_1$ — расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до центра приложения ветровой нагрузки, м; α — угол наклона крана (угол пути), град; g — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с².

Члены $\frac{Qv_1h}{gt_1}$ и $\frac{Gv_1h_1}{gt_1}$ учитываются при

проверке грузовой устойчивости в направлении передвижения крана, если кран предназначен для перемещения с грузом.

Член $\frac{66(G_{np}+Q)nlh}{(900-n^2H)gt_2}$ учитывается

при проверке грузовой устойчивости крана со стрелой, расположенной под углом 45° к ребру опрокидывания.

16.4.2. УСТАНОВКА КРАНОВ

Грузоподъемные машины должны быть установлены таким образом, чтобы при подъеме груза исключалась необходимость предварительного его подтаскива-

ния при наклонном положении грузовых канатов и имелась возможность перемещения груза, поднятого не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути оборуования, штабелей грузов, бортов подвижного состава и т. п.

Установка башенных, стреловых и других кранов для выполнения строительно-монтажных работ должна производиться в соответствии с проектом производства работ кранами, в котором должны предусматриваться:

а) соответствие устанавливаемых кранов условиям строительно-монтажных работ по грузоподъемности, высоте подъема крюка и вылету;

б) обеспечение безопасных расстояний от сетей и воздушных электрических линий электропередачи, мест движения городского транспорта и пешеходов, а также безопасных расстояний приближения кранов к строениям и местам складирования строительных деталей и материалов;

в) условия установки и работы кранов вблизи откосов котлованов;

г) условия безопасной работы нескольких кранов на одном пути и на параллельных путях;

д) перечень применяемых грузозахватных приспособлений и графическое изображение схем строповки грузов;

е) места и габариты складирования грузов, подъездные пути и т. п.;

ж) мероприятия по безопасному производству работ на участке, где установлен кран (ограждение строительной площадки, монтажной зоны и т. п.).

Расстояние по горизонтали между выступающими частями крана, передвигающегося по наземным рельсовым путям, и строениями, штабелями грузов и другими предметами, расположенными на высоте до 2 м от уровня земли или рабочих площадок, должно быть не менее 700 мм, а на высоте более 2 м — не менее 400 мм. Расстояние по вертикали от консоли противовеса или от противовеса, расположенного под консолью башенного крана, до площадок, на которых могут находиться люди, должно быть не менее 2 м.

16.4.3. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

Грузоподъемные машины могут быть допущены к подъему и перемещению только тех грузов, вес которых не превышает подъемной силы. У стреловых кранов при этом должно учитываться положение дополнительных опор и вылет, у кранов с подвижным противовесом — положение противовеса.

Использование грузоподъемной машины в более тяжелом режиме, чем указано в паспорте, не допускается.

Перемещение грузов над перекрытиями, под которыми размещены производственные жилые или служебные помещения,

где находятся люди, допускается в исключительных случаях после разработки мероприятий, обеспечивающих безопасное выполнение работ.

Подъем и перемещение груза несколькими кранами допускается в отдельных случаях. При использовании для этих целей стреловых кранов работа должна производиться в соответствии с проектом или технологической картой, разработанными специализированной организацией, в которых должны быть приведены схемы строповки и перемещения груза с указанием последовательности выполнения операций, положения грузовых канатов, а также содержаться требования к подготовке и состоянию пути и другие указания по безопасному подъему и перемещению груза.

Подъем и перемещение груза двумя или несколькими кранами должны производиться под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами, или специально назначенного приказом по монтажному управлению инженерно-технического работника.

Грузоподъемные машины, съемные грузозахватные приспособления и тара, не прошедшие технического освидетельствования, к работе не допускаются.

Забракованные съемные грузозахватные приспособления, а также грузозахватные приспособления, не имеющие бирки (клейма), не должны находиться в местах производства работ.

Не допускается нахождение в местах производства работ немаркированной и поврежденной тары.

На предприятии (стройке) должны быть разработаны способы: правильной строповки грузов, не имеющих специальных устройств (петли, цапфы, рамы), и обучены этим способом стропальщики; обвязки деталей и узлов машин, поднимаемых кранами во время их монтажа, демонтажа и ремонта; с указанием применяемых при этом приспособлений; безопасной кантовки грузов, когда такая операция производится с помощью грузоподъемной машины.

Подъем груза, на который не разработаны схемы строповки, должен производиться в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами.

Строительно-монтажные работы в охранной зоне действующей воздушной линии электропередачи или в пределах разрывов, установленных Правилами охраны высоковольтных электрических сетей, следует производить при наличии письменного разрешения организации — владельца линии и наряда-допуска, определяющего безопасные условия работ.

Охранной зоной вдоль воздушных линий электропередачи является участок

земли и пространства, заключенный между вертикальными плоскостями, проходящими через параллельные прямые, отстоящие от крайних проводов (при неотклоненном их положении) на расстоянии, м, для линий напряжением:

До 1 кВ	2
От 1 до 20 кВ включительно	10
35 кВ	15
110 кВ	20
150 кВ, 220 кВ	25
330 кВ, 400 кВ, 500 кВ	30
750 кВ	40
800 кВ (постоянный ток)	30

Установка и работа крана в указанных случаях должна производиться под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасное производство работ по перемещению грузов кранами, который должен обеспечить выполнение указанных в наряде-допуске условий работы крана.

В путевом листе крановщика стрелового крана администрация должна ставить штамп о запрещении установки крана для работы вблизи линии электропередачи без наряда-допуска. Порядок выдачи наряда-допуска и порядок инструктажа рабочих для работы в охранной зоне устанавливается приказом по монтажному управлению.

Перед началом работы строительных машин (стреловых грузоподъемных кранов, экскаваторов и т. п.) в охранной зоне воздушной линии электропередачи должно обеспечиваться снятие напряжения с воздушной линии электропередачи.

При наличии обоснованной невозможности снятия напряжения с воздушной линии электропередачи работы строительных машин в охранной зоне линии электропередачи разрешается производить при условии соблюдения также следующих требований:

а) расстояние, м, от подъемной или выдвинутой части строительной машины в любом ее положении до вертикальной плоскости, образуемой проекцией на землю ближайшего провода находящейся под напряжением воздушной линии электропередачи, должно быть не менее указанного ниже:

До 1 кВ	1,5
От 1 до 20 кВ	2
От 35 до 110 кВ	4
От 150 до 220 кВ	5
330 кВ	6
От 500 до 750 кВ	9
800 кВ (постоянный ток)	9

б) допускается работа строительных машин непосредственно под проводами воздушной линии электропередачи, находящимися под напряжением 110 кВ и выше, при условии, что расстояние от подъемной или выдвинутой части машин, а

также от перемещаемого ею груза, находящегося в любом положении, до ближайшего провода должно быть не менее указанного в таблице для соответствующего напряжения;

в) машинист грузоподъемной машины должен иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже II;

г) корпуса грузоподъемных машин, за исключением машин на гусеничном ходу, должны быть заземлены при помощи переносного заземления.

16.5. РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

16.5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Расследованию в порядке, предусмотренном Положением¹, подлежат несчастные случаи, происшедшие:

а) на территории организации;

б) вне территории организации при выполнении работы по заданию организации, а также с работниками, доставляемыми на место работы и с работы на транспорте, предоставленном организацией.

Результаты расследования несчастного случая на производстве, вызвавшего потерю трудоспособности не менее одного рабочего дня, оформляются актом по форме Н-1.

Если в результате расследования не установлена связь несчастного случая с производством (например, при изготовлении в личных целях без разрешения администрации каких-либо предметов или использовании транспортных средств; при хищении материалов; в результате опьянения; при спортивных играх на территории организации), то в акте формы Н-1 делается запись: «Несчастный случай не связан с производством». При этом администрация обязана внести этот вопрос на рассмотрение комитета профсоюза. В случае разногласий между администрацией и комитетом профсоюза решающим и обязательным является заключение технического инспектора о связи несчастного случая с производством.

Ответственность за правильную и своевременное расследование и учет несчастных случаев, а также за выполнение мероприятий, указанных в акте, несут руководитель организации, главный инженер, начальники цехов, мастера.

16.5.2. РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец немедленно извещает мастера, начальника

¹ Извлечение из Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве (М.: Профиздат, 1982).

цеха или соответствующего руководителя работ. Мастер должен немедленно организовать первую помощь пострадавшему и отправить его в медпункт, сообщить о происшедшем начальнику цеха, сохранить до расследования обстановку на рабочем месте, как в момент происшествия (если это не угрожает окружающим работникам и не вызовет аварии).

Если пострадавший не сообщил в течение рабочего дня о происшедшем случае, то акт по форме Н-1 составляется только после всесторонней проверки заявления работника, с учетом всех обстоятельств, в том числе справок медпункта о характере травмы и возможной причине ее происхождения, показаний очевидцев и других доказательств.

Начальник цеха (прораб, старший прораб), где произошел несчастный случай, обязан:

а) срочно сообщить о происшедшем руководителю и профсоюзному комитету;

б) в течение 24 ч расследовать совместно со старшим общественным инспектором по охране труда и инженером по технике безопасности происшедший несчастный случай, выявить обстоятельства, причины, а также определить мероприятия по предупреждению подобных случаев;

в) составить акт о несчастном случае по форме Н-1 в четырех экземплярах и направить их главному инженеру.

Главный инженер обязан в суточный срок рассмотреть и утвердить акт и принять меры к устранению причин, вызвавших несчастный случай. По одному экземпляру утвержденного акта главный инженер направляет начальнику цеха, комитету профсоюза и техническому инспектору профсоюза.

Администрация обязана выдать пострадавшему по его требованию заверенную копию акта не позднее трех дней с момента окончания расследования.

16.5.3. СПЕЦИАЛЬНОЕ РАССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВЫХ, ТЯЖЕЛЫХ И СМЕРТЕЛЬНЫХ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

Расследованию подлежат следующие несчастные случаи, происшедшие на производстве:

1) групповые несчастные случаи, происшедшие одновременно с двумя работниками и более;

б) смертельные несчастные случаи;

в) тяжелые несчастные случаи (заключение о тяжести травмы дают врачи согласно схеме, утвержденной Минздравом СССР).

О групповом, смертельном или тяжелом несчастном случае начальник цеха (стройучастка), в котором он произошел, обязан немедленно сообщить руководителю организации и комитету профсоюза.

Руководитель организации о каждом таком несчастном случае обязан немедленно сообщить техническому инспектору профсоюза, обслуживающему организацию, вышестоящему хозяйственному органу, Управлению по технике безопасности и промышленной санитарии Минэнерго СССР, ЦК профсоюза, областному (или краевому) совету профсоюзов, в прокуратуру по месту нахождения организации, а о несчастных случаях, происшедших на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору или Энергонадзору, — соответствующему местному органу надзора.

Групповой, смертельный и тяжелый несчастные случаи должны быть немедленно расследованы техническим инспектором профсоюза. Случаи, происшедшие на объектах, подконтрольных Госгортехнадзору или Энергонадзору, расследуются обслуживающим этот объект инспектором совместно с техническим инспектором профсоюза.

При невозможности немедленного прибытия технического инспектора комитет профсоюза совместно с администрацией назначает комиссию, которая обязана расследовать обстоятельства, установить причины несчастного случая и не позднее 10 дней с момента происшествия составить акт и направить его техническому инспектору профсоюза.

По материалам расследования и решению комитета профсоюза руководителем организации издается приказ по устранению причин с указанием сроков исполнения мероприятий и лиц, ответственных за их выполнение.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3	5.4. Монтаж стальных водоводов в туннелях	84
<i>Глава 1</i>			
Состав механического оборудования и комплектность его поставки на монтаж			
1.1. Состав механического оборудования	5	5.5. Монтаж сталожелезобетонных трубопроводов	89
1.2. Основные компоновки механического оборудования на сооружениях	6	5.6. Предпусковые гидравлические испытания трубопроводов	94
1.3. Работа механического оборудования в строительный период	17	<i>Глава 6</i>	
1.4. Изготовление и комплектность поставляемого на монтаж механического оборудования и металлоконструкций	21	Монтаж подъемных механизмов	
1.5. Запасные части механического оборудования	28	6.1. Монтаж стационарных механизмов	96
<i>Глава 2</i>			
Организация монтажных работ на стройплощадке			
2.1. Техническое обеспечение монтажных работ	30	6.2. Монтаж эксплуатационных кранов	99
2.2. Подготовка к монтажу, укрупнительная сборка механического оборудования	33	6.3. Монтаж гидроривноводов	100
2.3. Приобъектная база	34	6.4. Техническое освидетельствование механизмов после монтажа и сдача их в эксплуатацию	106
2.4. Организация складского хозяйства	41	<i>Глава 7</i>	
2.5. Организация инструментального хозяйства	43	Монтаж оборудования судовых шлюзов	
2.6. Организация службы контроля качества	44	7.1. Монтаж двустворчатых ворот	109
<i>Глава 3</i>			
Монтаж закладных частей и облицовок			
3.1. Состав закладных частей	46	7.2. Монтаж откатных ворот	113
3.2. Пазовые конструкции	49	7.3. Монтаж сегментных полноповоротных ворот	113
3.3. Способы монтажа	49	<i>Глава 8</i>	
3.4. Закрепление пазовых конструкций при монтаже	51	Монтаж и перемещение специальных конструкций и механизмов	
3.5. Производство монтажных работ	53	8.1. Монтаж бетоновозной эстакады	114
3.6. Особенности монтажа закладных частей сегментных затворов и шлюзных ворот	60	8.2. Перемещение башенных кранов КБГС-450 и КБГС-1000 по вертикали без разборки	117
3.7. Монтаж облицовок	62	8.3. Увеличение высоты и грузоподъемности кранов	122
<i>Глава 4</i>			
Монтаж затворов и сороудерживающих решеток			
4.1. Монтаж плоских затворов	64	8.4. Подъем и перемещение грузов приспособлением, увеличивающим грузоподъемность башенного крана	125
4.2. Монтаж сегментных затворов	69	<i>Глава 9</i>	
4.3. Монтаж сороудерживающих решеток	72	Монтажные и транспортные механизмы и оборудование	
4.4. Монтаж других типов затворов	72	9.1. Специальные башенные краны	130
<i>Глава 5</i>			
Монтаж напорных водоводов			
5.1. Общие положения	73	9.2. Стреловые краны	130
5.2. Предмонтажное укрупнение звеньев трубопровода	77	9.3. Козловые краны, лебедки, тали	137
5.3. Монтаж открытых стальных трубопроводов	81	9.4. Транспортные устройства	140
<i>Глава 6</i>			
Монтажно-слесарный инструмент и геодезические приборы			
10.1. Монтажный инструмент	144	<i>Глава 10</i>	
10.2. Геодезические приборы и средства измерения	153	Монтажно-слесарный инструмент и геодезические приборы	
<i>Глава 11</i>			
Монтажно-сборочные приспособления и оснастка			
11.1. Такелажная оснастка	156	<i>Глава 11</i>	
11.2. Грузовые штанги и цепи	165	Монтажно-сборочные приспособления и оснастка	

11.3. Якоря, домкраты, сборочные устройства, средства подмащивания	166
--	-----

Глава 12

Сварочные работы, оборудование для сварки, резки и контроля качества	
12.1. Основные положения технологии сборки, сварки и контроля металлических конструкций и оборудования	173
12.2. Источники питания для сварки и резки металлов	188
12.3. Сварочное оборудование и оснастка	192
12.4. Оборудование для воздушно-дуговой и газовой резки металла	204
12.5. Методы и аппаратура для неразрушающего контроля качества сварных соединений	210

Глава 13

Оборудование и технология производства антикоррозионных работ	
13.1. Подготовка поверхностей под окраску	220
13.2. Нанесение лакокрасочных покрытий	222
13.3. Проверка качества покрытий	223

Глава 14

Материалы, применяемые для механического оборудования гидротехнических сооружений	
14.1. Черные и нержавеющие металлы и сплавы	233
14.2. Материалы для сварки и резки металлов	227
14.3. Стальные канаты	229

Глава 15

Конструкции и расчеты элементов механического оборудования, стальных конструкций и монтажных приспособлений	
15.1. Монтажные стыки прокатных профилей	231
15.2. Основы расчета несущих элементов и монтажных стыков	234
15.3. Расчет стальных канатов	240
15.4. Нагрузки и их сочетания	243
15.5. Проверка затворов на открывание и закрывание и определение приводных усилий	248
15.6. Расчеты опорно-ходовых частей и уплотнений затворов	251
15.7. Нормативные значения предельных прогибов и гибкостей	253

Глава 16

Техника безопасности при производстве монтажных работ	
16.1. Нормы и правила по организации безопасных условий труда в энергетическом строительстве	254
16.2. Общие положения	255
16.3. Обязанности инженерно-технических работников и рабочих по соблюдению безопасных условий труда	256
16.4. Правила безопасной эксплуатации кранов и грузоподъемных монтажных приспособлений	258
16.4.1. Общие требования	258
16.4.2. Установка кранов	259
16.4.3. Производство работ	260
16.5. Расследование несчастных случаев на производстве	261
16.5.1. Общие положения	261
16.5.2. Расследование несчастных случаев	261
16.5.3. Специальное расследование групповых, тяжелых и смертельных несчастных случаев	262

ВАЛЬТЕР ЯНОВИЧ МАРТЕНСОН
БОРИС АЛЕКСЕЕВИЧ НИКОЛАЕВ
ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ПАНИН
ЮРИЙ ЯКОВЛЕВИЧ ПАВШИНСКИЙ

**СПРАВОЧНИК МОНТАЖНИКА МЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Редактор издательства *Т. П. Готман*
Художественный редактор *Б. Н. Тумин*
Технический редактор *Н. П. Собакина*
Корректор *Л. С. Тимохова*

ИБ № 3239

Сдано в набор 06.03.83	Подписано в печать 30.01.84	Т-01685
Формат 70 × 100/16	Бумага типографская № 3	Гарнитура литературная
Усл. печ. л. 21,45	Усл. кр.-отг. 21,45	Уч.-изд. л. 23,42
	Тираж 11 000 экз.	Заказ 3244
		Цена 1 р. 60 к.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113054, Москва, М-54, Валуевая, 28