

Главтехмонтаж и Управление
кадров Минстроя РСФСР

МОНТАЖ КОТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК

* * *

Госстройиздат

Москва, Третьяковский проезд. д. 1

* * *

Научный редактор
инж. Ю. М. Ривкин

Редактор издательства
А. Г. Рудерман

Технический редактор
Л. М. Осенко

Корректор
Е. Н. Кудрявцева

Сдано в набор 23.XII. 1960 г. Под-
писано к печати 15.IV. 1961 г.
Т 04382. Бумага $70 \times 92^{1/32} = 4,9$ бум.
л. — 11,12 усл. печ. л. + 1 вклейка
0,25 печ. л. (11,2 уч.-изд. л.).
Тираж 18 000 экз. Изд. № V-4340.
Зак. № 1796. Цена 39 коп. + пере-
плет № 5 — 10 коп.

Типография № 3 Госстройиздата.
Москва, Куйбышевский пр., д. 6/2

СЕРИЯ ПОСОБИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ
МАСТЕРСТВА
СТРОИТЕЛЕЙ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В семилетнем плане развития народного хозяйства одно из важнейших мест отводится энергетике. Капиталовложения в строительство электростанций, электрических и тепловых сетей увеличиваются в 1,7 раза по сравнению с предыдущим семилетием. Основной прирост энергетических мощностей будет осуществляться за счет строительства новых и реконструкции действующих тепловых электростанций.

В то же время промышленное строительство, широко развернувшееся во всех уголках нашей необъятной Родины, требует большого развития малой энергетики — строительства электростанций и котельных с котлами средней и малой мощности.

Поставленная партией и правительством задача по ликвидации недостатка жилищ вызывает необходимость строительства в различных городах страны квартальных котельных с котлами малой мощности.

Для решения этих больших задач необходимо резко повысить производительность труда при монтаже котельных установок за счет механизации работ, рациональной организации труда и внедрения прогрессивного индустриального метода монтажа укрупненными блоками.

Для этого необходим также не только количественный рост кадров монтажников за счет подготовки новых специалистов, но и постоянное повышение их квалификации.

Настоящая книга предназначена для повышения мастерства слесарей-монтажников, ведущих монтаж котельных установок малой и средней мощности и знакомых с приемами слесарных работ.

ГЛАВА I

МАТЕРИАЛЫ И ДЕТАЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖЕ

1. Сталь и чугун

При монтаже котельных агрегатов, так же как и при изготовлении котлов, наибольшее применение имеют так называемые черные металлы, т. е. такие сплавы, в которых основной составляющей частью является железо.

В чистом виде железо в промышленности почти не используется вследствие легкой окисляемости и мягкости, зато широко применяют его сплавы с углеродом и другими элементами.

Чугун является сплавом железа с углеродом, причем содержание углерода в нем колеблется от 1,7 до 6%. Кроме углерода, в состав чугуна входят в небольшом количестве кремний, марганец и некоторые другие элементы, а также вредные примеси — сера и фосфор, ухудшающие его качество. Чугун представляет собой твердый и хрупкий материал с крупнозернистым изломом. Он не поддается ковке, очень плохо сваривается, но сравнительно легко плавится. Чугун делится на несколько сортов.

Серый чугун, имеющий в изломе серый цвет, хорошо поддается обработке резанием и в горячем состоянии может свариваться. Из серого

чугуна отливают детали машин, корпуса арматуры и т. п. Он обозначается буквами СЧ.

Белый чугун, имеющий светлый металлический излом, более хрупок и более тверд, чем серый чугун. Его применяют в таких деталях, где требуется высокая твердость и поверхность которых не подлежит механической обработке.

Ковкий чугун хорошо обрабатывается резанием и значительно более пластичен и вязок, чем серый. Название «ковкий» неправильно в том отношении, что изделия из такого чугуна нельзя обрабатывать ковкой. Угольники, тройники и другие соединительные части водопроводных труб изготавливаются из ковкого чугуна. Он обозначается буквами КЧ.

Сталь получается путем переработки чугуна в мартеновских печах или в конвертерах. Сталью называется сплав железа с углеродом, с содержанием последнего до 1,7%. Сталь хорошо куется, обрабатывается резанием, хорошо сваривается. Чем выше содержание углерода, тем выше прочность и твердость стали, но тем хуже она обрабатывается и сваривается. В зависимости от количества углерода и других элементов стали делятся на углеродистые и специальные, или легированные. В свою очередь углеродистые стали делятся на обыкновенные конструкционные общего назначения, конструкционные качественные и инструментальные.

Сталь конструкционная обыкновенная общего назначения обозначается буквами Ст. и цифрами от 0 до 7. В этой группе Ст. 0 является самой мягкой и наименее прочной. Содержание углерода в ней менее 0,023%. Эта сталь применяется для изготовления неотчетственных деталей, например для настилов пло-

щадок и обшивки котла. Такие детали, как, например, колонны и балки, изготавливаются из более прочной стали марки Ст. 3.

Сталь конструкционная качественная применяется для более ответственных деталей. Содержание вредных примесей — серы и фосфора — в ней меньше, чем в стали общего назначения. Эта сталь обозначается цифрами: 10, 15, 20 и т. д. Цифра указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, сталь марки 20 может содержать от 0,15 до 0,25% углерода, т. е. в среднем 0,20%. К этой же группе относятся стали с добавкой марганца, повышающего прочность металла. Сталь с добавкой марганца обозначается цифрой и буквой Г. Например, сталь со средним содержанием углерода 0,20% и с добавкой марганца имеет марку 20Г.

Сталь углеродистая инструментальная является качественной сталью, применяемой для изготовления различного инструмента. Она обозначается буквой У (углеродистая) и цифрой, соответствующей содержанию углерода в десятых долях процента. Например, марка У7 обозначает, что углеродистая инструментальная сталь содержит в своем составе около 0,7% углерода.

Если содержание вредных примесей — серы и фосфора — в этой стали особенно низкое, то после буквы У и цифры следует буква А. Например, марка У7А обозначает высококачественную инструментальную сталь, содержащую около 0,7% углерода, в которой фосфор и сера находятся в очень небольшом количестве.

Специальные стали получают путем добавки в состав стали легирующих примесей: мар-

ганца, кремния, хрома, никеля и т. д., которые резко изменяют те или другие свойства стали (в зависимости от ее назначения). Такие стали носят также название легированных.

Специальные стали обозначаются цифрами и буквами. Первые две цифры показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буквы показывают, какие легирующие элементы входят в состав стали. Если содержание легирующего элемента превышает 1,5%, то после соответствующей буквы ставится цифра, указывающая среднее содержание элемента в процентах. Буква А в конце указывает на то, что сталь высококачественная с пониженным содержанием фосфора и серы.

Например, марка стали 35ХГ2 значит, что в стали содержится около 0,35% углерода, менее 1,5% хрома и около 2% марганца.

К специальным сталям, применяемым в котлостроении, относятся нержавеющие, жаропрочные и окалиностойкие.

2. Механические и термические свойства металлов

Если металлический брусок подвергать растяжению, сжатию, изгибу или какому-либо другому воздействию внешних сил, то он будет сопротивляться такому воздействию—будут проявляться определенные механические свойства, характерные для того металла, из которого сделан брусок. При этом форма бруска может изменяться. В этом случае изменение формы и размеров тела называется деформацией.

Твердостью металла называется сопротивление, которое он оказывает при вдавливании в него инородного тела, сделанного из более твердого материала.

Упругостью металла называется его свойство восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после прекращения внешнего воздействия, вызвавшего его деформацию.

Величина внешнего усилия, деленная на площадь поперечного сечения тела, к которому приложено усилие, называется напряжением; другими словами, напряжение есть нагрузка, приходящаяся на единицу площади. Его выражают обычно в кг/мм^2 .

Наибольшее напряжение, после снятия которого брусок металла приобретает первоначальные размеры и форму, называется пределом упругости; при этом брусок испытывает упругую деформацию. Если величина нагрузки превысит предел упругости, то после снятия нагрузки брусок не вернется к первоначальным размерам, т. е. будет иметь остаточную деформацию.

Прочностью называют свойство металла сопротивляться разрушению под действием внешней силы. Пределом прочности называется максимальное усилие, приходящееся на 1 мм^2 поперечного сечения бруска, которое он может выдержать перед разрушением.

Важным свойством металла является его пластичность — способность изменять форму без появления трещин. Показателем пластичности служит относительное удлинение.

Относительным удлинением называется отношение величины приращения длины бруска после разрыва к первоначальной его длине, выраженное в процентах. Например, брусок длиной 120 мм при разрыве имел длину 144 мм ; его относительное удлинение равно

$$\delta = \frac{144 - 120}{120} \cdot 100 = 20\%.$$

Ударная вязкость характеризует способность металла противостоять действию динамических нагрузок.

При расчетах деталей машин и конструкций принимают «допускаемые напряжения», которые в несколько раз меньше предела прочности материала. Это делается для создания «запаса прочности». При выборе величины запаса прочности учитываются все условия, при которых будет работать рассчитываемая деталь, в том числе и два таких явления, которые называются усталостью и ползучестью. Под усталостью металла понимается уменьшение его прочности под действием многократных нагрузок. В деталях паровых котлов, паропроводах и пр., находящихся длительное время под нагрузкой при повышенной температуре, с течением времени появляется постепенное увеличивающаяся остаточная деформация. Это явление называется ползучестью. Под ее влиянием деформация металла может достигнуть такой величины, что деталь разрушится. В обычных сортах стали ползучесть появляется при температуре свыше 300° .

Кроме ползучести, повышение температуры вызывает в металле и другие изменения. При повышении температуры стали выше 300° понижается ее предел прочности, а предел упругости понижается при нагревании до 200° . При температуре выше 500° металл быстро окисляется с поверхности. Поэтому для деталей, работающих при высоких температурах, применяют специальные сорта стали — теплоустойчивые и жароупорные.

3. Трубы

В котлостроении и для котельных трубопроводов применяют стальные бесшовные трубы. Та-

кие трубы прокатываются из целой болванки и бывают горячекатаными и холоднотянутыми. Последние изготавливаются сначала горячей прокаткой, а затем холодной протяжкой.

Для менее ответственных трубопроводов, например водопровода для холодной воды, сжатого воздуха и т. п., используют так называемые газовые трубы. Эти трубы, изготавливаемые из полосы металла, имеют продольный сварной шов.

Материалом для котельных труб и трубопроводов в котлах малой и средней мощности служат углеродистая и низколегированная стали. Диаметр, толщина стенок и механические свойства металла труб устанавливаются ГОСТом. Каждая партия труб должна иметь сертификат завода-изготовителя, в котором указывается соответствие труб требованиям ГОСТа, номер ГОСТа, марка стали, наружный диаметр и толщина стенок труб, а также результаты испытаний труб.

На каждой трубе диаметром более 35 мм и толщиной стенок более 3 мм на расстоянии не более 100—200 мм от одного из концов должны быть поставлены клейма завода-изготовителя и отдела технического контроля и марка стали.

По техническим условиям на трубах не допускаются трещины, плены, рванины и закаты. Незначительные повреждения поверхности могут быть допущены, если при этом толщина стенки трубы остается в допускаемых пределах.

4. Фланцы

Стальные трубы соединяют между собой при помощи сварки, фланцев или муфт на резьбе. Самым распространенным и наиболее надежным способом является сварка. Соединения на резьбе в котельных установках могут применяться толь-

ко для труб малых диаметров в неответственных трубопроводах. Соединений на фланцах избегают как из-за большей трудоемкости работ, так и из-за возможности появления течи. Фланцы применяются почти исключительно для присоединения фланцевой арматуры.

При температуре до 300° и условном давлении до 25 кг/см^2 применяются плоские приварные фланцы из углеродистой стали; при более высоких температурах и давлениях используют при-

варенные в стык фланцы (рис. 1). Размеры фланцев, а также качество их материала : установлены ГОСТом.

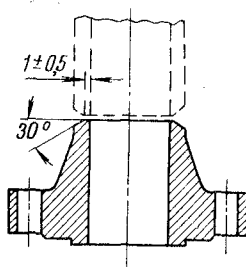


Рис. 1. Фланец приварной в стык

5. Болты, шпильки и гайки

Для скрепления фланцев трубопроводов при условном давлении 25 ат и ниже можно применять болты, при более высоком давлении следует применять только специально изготовленные шпильки, так как болт имеет резкий переход от стержня к головке и при сильном затягивании в местах резкого перехода от одного сечения к другому возникают настолько большие напряжения, что головка болта может оторваться. Шпильки имеют почти одинаковое сечение по всей длине и могут выдерживать значительно большие усилия.

Резьба на шпильках должна быть чистой, без задигов, царапин и срывов. Ненарезанная поверхность должна быть гладкой, без забоин и ца-

рапин. Гайки должны свободно от руки наворачиваться на резьбу болтов и шпилек. Грани гаек одинакового размера должны быть подогнаны под один зев ключа.

С целью уменьшения заедания резьбы при высокой температуре гайки и шпильки следует изготавливать из стали разных марок.

Перед установкой на место резьбу шпилек смазывают графитом, разведенным в масле.

Для изготовления шпилек, болтов и гаек рекомендуется применять марки стали согласно табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Рекомендуемая марка стали	ГОСТ	Параметры среды		Наименование крепежных изделий
		температура в град.	давление в <i>ати</i>	
Ст. 4 Ст. 5	380-50	До 350	До 21	Болты, шпильки и гайки
35 } 40 } 35X } 38XA } 40X }	1050-52 4543-48	До 435° для шпилек и до 480° для гаек	Не ограничивается	Шпильки и гайки
30ХМА	4543-48	До 480° для шпилек и до 510° для гаек	То же	То же
25Х2МФА	4543-48	До 510° для шпилек и до 530° для гаек	"	"

6. Смазочные и уплотнительные материалы

Назначение смазочных материалов заключается в том, чтобы обеспечить долговечность

работы трущихся частей машины или механизма. Смазка создает пленку между трущимися поверхностями, понижает коэффициент трения и связанные с ним потери мощности машины. Протекающий между трущимися поверхностями смазочный состав отводит тепло и улучшает температурные условия работы.

Смазочные материалы бывают минеральные, растительные и животные. В настоящее время используют в основном минеральные масла, получаемые при перегонке нефти. Когда подвод жидкого масла затруднен, применяют консистентные смазки, представляющие собой смесь минерального масла и мыла.

Для уплотнения фланцевых соединений используют прокладки. В зависимости от давления и температуры пара, газа или жидкости, проходящих по трубопроводу, для прокладок применяют различные материалы. В табл. 2 даны характеристики прокладок фланцевых соединений для низкого и среднего давлений.

Т а б л и ц а 2

Прокладочный материал	Предельное рабочее давление в атм	Предельная температура в град.	Толщина прокладки в мм	Примечания
<i>Прокладки для воды</i>				
Резина сплошная	3	40	4—6	Для трубопроводов диаметром до 500 мм
Резина с парусиновой прокладкой	6	60	3	
Резина с металлической	10	80	3—4	

Прокладочный материал	Предельное рабочее давление в атм	Предельная температура в град.	Толщина прокладки в мм	Примечания
Картон технический	16	120	3	проводов диаметром более 500 мм Предварительно пропитывается в горячем масле
Паста „Феникс“	25	200	До 5	
Паранит марки Л	40	375	0,3—6	
„ марки ЛВ	40	375	1,5—3	
„ марки У	50	450	0,3—2	
Мягкая сталь .	50	Не ограничена	3—4	Гофрированные или гребенчатые прокладки
<i>Прокладки для пара</i>				
Асбест листовой	1,5	—	До 12	
„ шнуровой	1,5	—	3—25	
Картон латексный	50	425	1—2	
Паста „Феникс“	15	200	До 5	
Паранит марки Л	40	375	0,3—3	
Паранит марки У	50	450	0,3—2	
Паранит марки УВ	60	425	1—2	
Мягкая сталь .	100	500	До 3	Гофрированные прокладки

Прокладочный материал	Предельное рабочее давление в атм	Предельная температура в град.	Толщина прокладки в мм	Примечания
<i>Прокладки для нефтепродуктов</i>				
Картон технический	10	30	0,2—3	
Бумага чертежная	10	80	—	
Фибра	15	80	—	
Паранит УВмаслоупорный . . .	75	350	1—1,5	

Движущиеся детали машин и механизмов (шпиндели, штоки, валы) уплотняются специальными устройствами — сальниками, заполняемыми набивками. Назначение последних заключается в том, чтобы препятствовать проходу пара, воды или другой рабочей жидкости и в то же время не мешать свободному движению проходящего через сальник вала или штока.

ГЛАВА II

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ КОТЛОВ

1. Теплота

Ветер, текущая вода, солнечный свет, горящий уголь — все это проявление различных видов энергии. Энергия обладает способностью превращаться из одного вида в другой. Так, например, химическая энергия топлива при горении переходит в тепловую; тепловая энергия пара в турбине превращается в механическую, а последняя в генераторе, получающем вращение от турбины, переходит в электрическую.

Тепловая энергия обладает также свойством передаваться от более нагретых тел к более холодным. Для сравнения теплового состояния тел существует много различных приборов. Из них самыми распространенными являются термометры, устройство которых основано на способности тел расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении. Чаще всего встречаются ртутные термометры, так как ртуть сохраняет свойства жидкости в очень больших пределах: она замерзает при -39° и кипит при 357° .

Свойство тел расширяться должно всегда учитываться при проектировании и монтаже различных сооружений. Например, трубы теплотрасс,

паропроводов и т. п. должны иметь компенсаторы, т. е. такие устройства, которые воспринимают увеличение длины при нагревании.

Чтобы подсчитать, насколько увеличится длина тела при нагревании, нужно знать коэффициент линейного расширения, обозначаемый буквой α , который показывает увеличение единицы длины тела в частях этой же единицы при повышении температуры на 1°C . Например, для стали $\alpha=0,000012$, следовательно, при нагревании на 1° стальная полоса увеличится на 12 миллионных своей длины, или, другими словами, полоса длиной в 1 м удлинится на 12 тысячных миллиметра. Такое, казалось бы, незначительное удлинение может сказываться очень серьезно. Подтвердим это следующим примером: вычислим, насколько увеличится длина паропровода, когда по нему протекает пар температурой 450° , если начальная длина паропровода при температуре 20° равна 100 м. Паропровод нагревается на $450^\circ-20^\circ=430^\circ$, следовательно, увеличение его длины составит

$$0,000012 \cdot 100 \cdot 430 = 0,516 \text{ м,}$$

т. е. больше чем полметра.

Для подсчета количества тепла условились за единицу измерения принимать такое количество тепла, которое требуется для нагревания 1 кг воды на 1° . Эта единица называется килокалорией и обозначается «ккал».

Для нагревания 1 кг разных веществ на 1° требуется различное количество тепла. Например, для нагревания 1 кг стали на 1° нужно затратить 0,115 ккал, а для нагревания 1 кг олова требуется всего 0,056 ккал. Количество тепла, требующееся для нагревания 1 кг вещества на 1° ,

называется теплоемкостью этого вещества. Теплоемкость воды равна 1, теплоемкость стали—0,115, а теплоемкость олова — 0,056. Зная теплоемкость вещества, легко можно подсчитать количество тепла, требуемое для нагревания любого его количества до нужной температуры.

Известно, что вода, как и другие вещества, в зависимости от температуры может иметь три состояния: твердое, жидкое и газообразное.

Чтобы превратить лед в воду, его нужно нагреть до температуры 0° и продолжать сообщать ему добавочное тепло, пока он не превратится в воду. При этом температура тающего льда постоянно будет оставаться равной 0° . Добавочное количество тепла, которое должно быть сообщено 1 кг вещества для расплавления его, называется скрытой теплотой плавления.

Чтобы превратить воду в пар, ее нужно нагреть до температуры 100° (если нагревание происходит при атмосферном давлении) и продолжать сообщать ей добавочное тепло. Температура воды будет оставаться равной 100° . Добавочное количество тепла, которое нужно сообщить 1 кг вещества при температуре парообразования, для того чтобы превратить его в пар, называется скрытой теплотой парообразования. При давлении в 1 *ата* скрытая теплота парообразования воды равна 539 *ккал*.

Величина скрытой теплоты плавления и скрытой теплоты парообразования различна для разных материалов.

2. Передача тепла

Тепло, образующееся в топке парового котла при сжигании топлива, передается его стенкам двумя путями.

Первый путь—горящее топливо излучает тепло и передает его стенкам поверхностей нагрева котла подобно тому, как солнечные лучи нагревают предметы. Это явление называется лучеиспусканием, или радиацией.

Особенностью лучеиспускания является то, что тепло от раскаленного тела может передаваться только на освещенную его лучами поверхность. Таким путем тепло в котле получают трубки экранов, первые ряды кипяtilьного пучка и другие части котла, на которые непосредственно попадают лучи от горящего топлива. Эти поверхности нагрева котла, получающие основное количество тепла в виде лучистой энергии, называют радиационными.

Второй путь — горячие газы, образующиеся при горении топлива, передают часть своего тепла поверхностям нагрева котла при непосредственном соприкосновении с ними. Движение газов основано на явлении конвекции, которое заключается в том, что при нагревании все вещества расширяются и при этом удельный вес их (вес единицы объема) уменьшается; вследствие этого у жидкостей и газов более нагретые частицы поднимаются вверх, а их место занимают более холодные. Непрерывное перемешивание частиц газа или жидкости происходит до тех пор, пока между ними существует разность температур, и идет тем сильнее, чем больше разница между температурой тела, отдающего тепло, и жидкостью или газом, воспринимающим его.

Таким образом, кипяtilьному пучку, пароперегревателю, экономайзеру и воздухоподогревателю передается тепло путем конвекции, отчего эти поверхности нагрева котла называют конвективными.

Далее тепло от внешней стороны поверхности нагрева котла, нагретой лучеиспусканием или конвекцией, переходит к внутренней стороне, соприкасающейся с водой. Этот переход тепла совершается благодаря теплопроводности — третьему виду теплопередачи.

Наибольшей теплопроводностью обладают металлы, значительно хуже проводят тепло жидкости и очень плохо — газы.

От внутренней стороны поверхности нагрева котла тепло передается воде и распространяется в ней вследствие конвекции.

Явлением конвекции объясняется и естественная циркуляция воды в котле (рис. 2).

Труба 2, расположенная в топке (подъемная), подвергается нагреву топочными газами и через стенки передает тепло воде, в которой выделяются пузырьки пара, образующие с водой пароводяную смесь. Последняя легче плотного столба воды в трубе 4. Вследствие разности весов вода по опускной трубе 4 и коллектору 3 будет поступать в трубу 2 и вытеснять оттуда пароводяную смесь в барабан котла 1, где пар отделится от воды и, как более легкий, соберется в верхней части барабана.

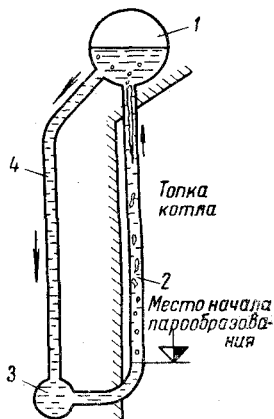


Рис. 2. Схема движения воды и пара в экранных трубах парового котла
1 — барабан котла; 2 — обогреваемая труба; 3 — нижний экранный коллектор; 4 — водоопускная труба

Вода в нижней части барабана, отделившись от пара, вместе с питательной водой вновь поступает в необогреваемую трубу 4, совершая круговой оборот по так называемому циркуляционному контуру котла, как показано стрелками на рис. 2.

От правильной циркуляции воды в котле зависит его безопасная надежная работа.

Кроме котлов с естественной циркуляцией, имеются барабанные котлы с принудительной циркуляцией и прямоточные котлы, движение воды в которых осуществляется при помощи насосов.

3. Газы и водяной пар

Как указывалось, все вещества в природе находятся в одном из трех состояний — твердом, жидком или газообразном.

Твердое вещество сохраняет свою внешнюю форму и сопротивляется внешним воздействиям, стремящимся изменить эту форму. Характерной особенностью вещества в жидком состоянии является его способность принимать форму любого сосуда, в котором оно находится, и сохранять свой объем.

Вещество в газообразном состоянии стремится к беспредельному увеличению своего объема. Находясь в закрытом сосуде, газ оказывает давление на его стенки одинаково во всех направлениях.

Если равные количества газа заключить в сосуды разных объемов, то при одной и той же температуре давление газа будет тем больше, чем меньше объем сосуда. Если же оставить неизменным объем газа, а повышать температуру, то давление газа будет увеличиваться с увеличением температуры. При повышении давления и пони-

жении температуры газ может быть превращен в жидкость и даже в твердое вещество.

Пар является газообразным телом, образующимся из жидкости при ее нагревании или при уменьшении давления.

Допустим, что имеется сосуд, наполненный водой и закрытый сверху подвижным поршнем. Если воду в сосуде, находящуюся все время под постоянным давлением, создаваемым весом поршня, нагревать, то при некоторой определенной температуре она станет кипеть. При этом поршень под действием образующегося пара будет постепенно выдвигаться вверх, а температура пара будет равна температуре кипящей воды. При дальнейшем нагревании температура будет оставаться постоянной до тех пор, пока в сосуде не испарится вся вода. Таким образом, установлено, что во время кипения температура воды и пара не зависит от количества переданного тепла, а зависит только от давления, и каждому давлению соответствует определенная температура. Образующийся пар называется **насыщенным**. Для насыщенного пара составлены таблицы, в которых даны температура и некоторые другие величины в зависимости от давления.

Насыщенный пар обыкновенно смешан с мелкими частицами воды и его поэтому называют еще влажным, или сырым. Когда вся вода в сосуде превратится в пар, то частицы воды, смешанные с паром, также превратятся в пар. Получится **насыщенный сухой пар**.

Если продолжать нагревание и дальше и количество переданного воде тепла превзойдет величину, необходимую для испарения воды в сосуде и частиц воды, смешанных с паром, то пар перейдет из состояния сухого насыщенного в со-

стояние перегретого. Начиная с этого момента, тепло, если оно продолжает передаваться, служит для повышения температуры, причем объем пара будет увеличиваться. Температура перегретого пара не зависит от давления и может быть различной, но всегда выше температуры насыщенного пара того же давления. Перегретый пар значительно более выгоден, чем насыщенный, так как его теплопроводность меньше теплопроводности насыщенного пара и он более устойчив против конденсации. Кроме того, 1 кг перегретого пара содержит больше тепла, чем 1 кг насыщенного такого же давления, и поэтому перегретый пар производит значительно большую механическую работу в паровом двигателе.

Повышение давления и температуры пара создает экономию топлива, и в современных котельных агрегатах температура перегрева доведена до 570° и выше. В котлах средней мощности перегрев пара равен $300\text{—}450^{\circ}$. Котлы малой мощности часто строятся без пароперегревателей и дают насыщенный пар.

4. Топливо

Топливо для котлов может быть твердым, жидким и газообразным. Оно состоит из следующих основных элементов: углерода, обозначаемого латинской буквой С, водорода Н, серы S, кислорода О, азота N, воды W и золы А, остающейся после сгорания топлива. Горючими элементами являются углерод, водород и сера. Излишним балластом являются вода и зола, понижающие тепловую ценность топлива.

Основным определением качества топлива служит его теплота сгорания (теплотворная способность), т. е. количество тепла в килокалориях,

выделяющееся при полном сгорании 1 кг топлива. Для газообразного топлива теплотой сгорания считается количество тепла, выделяющегося при сгорании 1 м³ газа.

Теплота сгорания нефти и продуктов, получаемых от ее перегонки (например, мазута), составляет около 10 000 ккал/кг; каменный уголь дает от 4 000 до 7 000 ккал; дрова — около 3 000 ккал; природный газ — от 8 000 до 10 000 ккал/м³.

При расчетах расхода топлива удобно пользоваться понятием «условное топливо», которое является единицей для сравнения тепловой ценности разных сортов топлива. Теплота сгорания условного топлива принимается равной 7 000 ккал.

В твердых топливах важной характеристикой является количество летучих веществ, которые выделяются при нагревании топлива выше 100°. Чем больше летучих веществ в топливе, тем легче оно загорается.

При горении топлива происходит химическая реакция, при которой горючие элементы топлива соединяются с кислородом воздуха с выделением тепла. При полном сгорании углерод (C) превращается в углекислый газ (CO₂), водород (H) в воду (H₂O) и сера (S) в двуокись серы (SO₂).

Если горение происходит при недостаточном количестве воздуха, то в образующихся дымовых газах, кроме перечисленных продуктов полного сгорания, будут находиться продукты неполного сгорания, из которых основным является окись углерода (CO). Азот воздуха не соединяется с топливом и целиком остается в дымовых газах.

Сжигание топлива производится в топке парового котла. В ней должна поддерживаться достаточно высокая температура, обеспечивающая зажигание поступающих свежих порций топлива, а

также должен подводиться воздух в количестве, достаточном для полного сгорания топлива. В большинстве случаев воздух подводится двумя потоками. Первичный воздух смешивается с поступающим топливом (в пылеугольных топках) или проходит через его слой (при твердом топливе, сжигаемом на колосниковой решетке). Назначение вторичного воздуха заключается в обеспечении добавочной порции кислорода для дожигания несгоревших частиц топлива и горючих газов, выделившихся из топлива, но не сгоревших.

При сжигании твердого топлива слоем на колосниковой решетке вторичный воздух обычно подводится в виде так называемого «острого дутья»: воздух поступает в топку с большой скоростью, выше решетки пересекает поток горячих газов и, способствуя горению, в то же время препятствует уносу мелких частиц золы и несгоревшего топлива.

Зола образуется в результате сгорания топлива. Часть ее выпадает в топке, но большая часть уносится из топки с горячими газами. При низкой температуре плавления зола превращается в прочную сплавившуюся массу, называемую шлаком.

ГЛАВА III

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

1. Элементы котельного агрегата

Паровой котел состоит из каркаса, барабанов, водяных экранов, кипятильного пучка, пароперегревателя, пароохладителя или регулятора перегрева пара, арматуры и гарнитуры котла, трубопроводов в пределах котла, обмуровки и сажеобдувочного устройства. Котельным агрегатом называют паровой котел вместе с топкой, дутьевой установкой, подающей в топку воздух; водяным экономайзером для подогрева воды и воздухоподогревателем.

В состав котельной установки, кроме котлоагрегата, входят устройства для топливоприготовления, золоулавливания, водоподготовки, тяги, шлако- и золоудаления и для подачи питательной воды в котлоагрегат.

Параметрами котлоагрегата называют количество, давление и температуру пара, получаемого из него. Полную часовую паропроизводительность, выраженную в тоннах, называют мощностью котлоагрегата.

Одной из характеристик котлоагрегата является его поверхность нагрева. Так называ-

ются поверхности, которые обогреваются снаружи горячими газами, а изнутри оmyваются водой, паром или воздухом. Следовательно, поверхность нагрева котла складывается из поверхности труб и части барабанов котла, которые соприкасаются с горячими газами. Поверхностью нагрева пароперегревателя называется наружная поверхность трубок перегревателя.

Ранее уже отмечалось, что нагревание воды в трубах котла сопровождается движением воды, ее циркуляцией. Для успешной работы котла необходимо, чтобы циркуляция была непрерывной и устойчивой. Для этого котел должен представлять собой замкнутый контур, схема которого дана на рис. 2.

Коэффициент полезного действия (к.п.д.) котлоагрегата. Не все тепло топлива, введенного в топку, полезно используется для образования пара. Имеются неизбежные потери, из которых главными являются потери тепла с горячими газами, уходящими в дымовую трубу (эти потери обозначаются буквой Q_2); потери от химической неполноты сгорания, когда с дымовыми газами уносится окись углерода, не сгоревшая в топке (обозначаются Q_3); потери от механической неполноты сгорания, когда частицы несгоревшего топлива выносятся в газоходы котла, проваливаются сквозь колосниковую решетку или выпадают со шлаком (обозначаются Q_4); часть тепла теряется через стенки обмуровки, нагревая воздух в котельной (эта потеря называется потерей в окружающую среду и обозначается буквой Q_5); наконец, часть тепла теряется с горячим шлаком и золой (обозначается $Q_{шл}$).

Если буквой Q_1 обозначить полезное используемое тепло и буквой Q все тепло топлива, вво-

димого в топку, то можно написать такое равенство

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_{\text{шл}},$$

т. е. тепло, введенное в топку (в виде топлива), равно полезно используемому теплу плюс тепловые потери.

Отношение количества полезно используемого тепла к полному количеству тепла, выраженное в процентах, называется коэффициентом полезного действия котлоагрегата. К.п.д. обозначается буквой η (произносится «эта»). Следовательно:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q} \cdot 100\%.$$

В современных установках к.п.д. котлоагрегатов составляет 75%, а в крупных установках достигает 90% и более.

Рассмотрим отдельные элементы, из которых состоит котельный агрегат.

Топки. Топки для твердого топлива можно разделить на два вида: слоевые и камерные. В слоевых топках кусковое топливо сжигается в горизонтальном или наклонном слое на неподвижных или подвижных колосниковых решетках, сквозь которые подается воздух для горения.

Слоевые топки могут быть с ручным обслуживанием, полумеханические и механические. Их можно разделить также на топки с неподвижным слоем топлива (например, топки с пневмомеханическим забрасывателем), топки с периодическим перемещением топлива (например, топки с шурующей планкой, рис. 3) и топки с непрерывным перемещением топлива (шахтные топки и механические цепные решетки).

Камерные топки, предназначенные для сжигания угольной пыли, колосниковых решеток не

имеют. Топливо в них при горении находится во взвешенном состоянии.

Если удаление шлака производится в жидком (расплавленном) состоянии, то камерная топка имеет под с отверстием (леткой), куда стекает шлак.

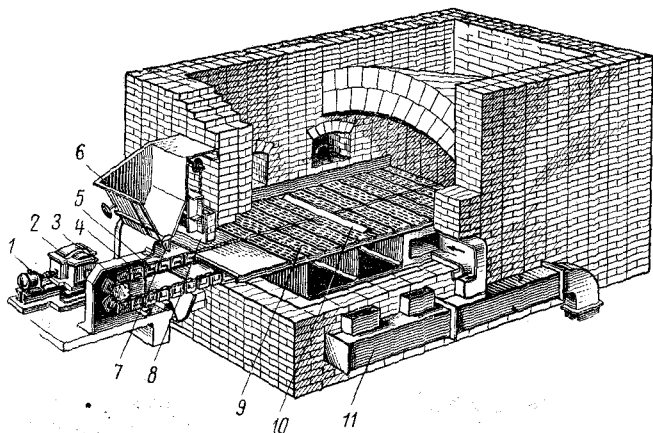


Рис. 3. Топка с шнрующей планкой

1 — электромотор; 2 — редуктор; 3 — ведущая звездочка; 4 — цепь; 5 — движущиеся колосники; 6 — бункер для угля; 7 — поворотный шибер; 8 — шибер; 9 — неподвижные колосники; 10 — шнрующая планка; 11 — воздухопровод

Топки для сжигания жидкого и газообразного топлива отличаются от пылеугольных тем, что в нижней их части вместо воронки делается ровный под.

Независимо от конструкции топка должна обеспечивать наиболее полное сгорание топлива, поэтому объем топочного пространства должен соответствовать количеству и качеству сжигаемого топлива.

Каркасом современного котла называется конструкция, состоящая из металлических колонн, балок и раскосов, на которую опираются барабан, экраны, пароперегреватель, экономайзер и другие части котла. Каркас может являться также поддерживающей (несущей) конструкцией для обмуровки котла.

Барабаны. В верхнем барабане котла происходит отделение пара от воды. Чтобы получить более сухой и очищенный от солей пар, в верхнем барабане размещают паросепарирующее устройство, проходя через которое, пар освобождается от частиц воды. К верхнему барабану присоединены водомерные стекла, указывающие уровень воды в барабане, манометр, показывающий давление в котле, предохранительные и парозапорные клапаны. В некоторых типах котлов к верхнему барабану присоединяют также сигнализатор и регулятор уровня воды.

Нижний барабан, если он предусмотрен конструкцией котла, служит сборником шлама (грязевиком). Скорость воды, проходящей через нижний барабан, значительно уменьшается по сравнению со скоростями в трубах, и это способствует выпаданию шлама, который затем удаляется периодической продувкой.

Кипятильный пучок. Горячие газы, идущие из топки, пересекают пучок труб, соединяющий верхний и нижний барабаны. Трубы этого пучка называются кипятильными, так как здесь происходит интенсивное парообразование. В однобарабанных котлах нижние концы этих труб соединены с коллектором, который по существу является тем же барабаном, но только значительно меньшего диаметра.

Экраны. Наиболее активная передача теп-

ла котлу происходит вследствие прямого излучения (радиации) от горящего топлива. Чтобы лучше использовать это тепло, по стенам топки располагают трубы, называемые экранами и составляющие часть поверхности нагрева котла. Кроме интенсивного парообразования, назначение этих труб заключается в защите стенок топки от разрушающего влияния высокой температуры.

Пароперегреватель. Насыщенный пар, выходя из барабана (верхнего) котла, поступает в пароперегреватель, который представляет собой змеевик, составленный из труб небольшого диаметра. Снаружи пароперегреватель омывается горячими газами, вследствие чего температура пара повышается и он превращается в перегретый. Концы трубок перегревателя ввальцовывают в коллекторы.

Экономайзер. Водяной экономайзер служит для подогрева питательной воды, поступающей в котел, теплом газов, уходящих из котла. Вода в экономайзере нагревается до температуры, которая на 30—50° ниже температуры котловой воды. В более мощных котлах бывают также экономайзеры «кипящего типа», в которых воду доводят до кипения, т. е. до температуры котловой воды. У входа в экономайзер некипящего типа и на выходе из него устанавливают предохранительные клапаны, термометры и запорные вентили; кроме того, на экономайзере устанавливают манометр и спускной вентиль.

Трубчатый воздухоподогреватель. Для подогрева воздуха, поступающего в топку, в задней части котла устанавливается воздухоподогреватель, в котором воздух нагревается отходящими газами. Из нескольких существующих систем наиболее распространен трубчатый подогре-

ватель. Он представляет собой пучок параллельных труб, концы которых ввальцованы или приварены к двум трубным решеткам. Горячие газы движутся внутри труб, а воздух омывает трубы снаружи.

Арматура. Для контроля и управления работой котельного агрегата на нем устанавливается арматура (манометр, водомерные стекла и др.). Манометр служит для измерения давления в избыточных атмосферах. На циферблате манометра красной чертой указано предельное для данного котла давление. Манометр должен иметь пломбу, на которой стоит дата его последней проверки. Трубку, соединяющую манометр с паровым пространством котла, изгибают таким образом, чтобы конденсирующийся в ней пар создавал гидравлический затвор и механизм манометра был бы защищен от непосредственного воздействия пара.

Водомерные стекла показывают уровень воды в барабане.

Предохранительные клапаны предназначены для выпуска пара, когда давление в котле превышает допустимое. На котле устанавливают не менее двух предохранительных клапанов, один из которых должен быть закрыт футляром и заперт замком или опломбирован.

К арматуре относятся также и парозапорные вентили и задвижки, обратные клапаны на питательных линиях и спускные и продувочные вентили.

Чугунная арматура допускается на котлах давлением до 13 *ати* и до 300° перегрева и при диаметрах не более 200 *мм*. При более высоких давлениях, температуре и диаметрах должна устанавливаться арматура из стального литья.

С повышением температуры понижается прочность металлов, поэтому арматура и детали трубопроводов, рассчитанные на определенное давление при температуре до 200°, оказываются недостаточно прочными при том же давлении, но при более высокой температуре. Давление, на которое рассчитана арматура при температуре до 200°, называют условным давлением.

ГОСТом установлены условные проходы арматуры, т. е. диаметры отверстий, через которые проходит вода или пар (например, 10, 15, 20, 25, 40, 50, 70 мм и т. д.). Для каждого условного прохода установлены точные размеры наружного диаметра фланца, болтовой окружности, размеров шпилек и болтов.

Гарнитура. Гарнитурой котлоагрегата называют аппараты и устройства, которые имеют непосредственное соприкосновение с газовой и воздушной средами: лазы, лючки, гляделки, шлаковые и золовые затворы, газовые и воздушные шиберы, обдувочные устройства. При взрывоопасных топливах в верхней части обмуровки котлоагрегата делают такие же отверстия, как для лазов, закрывают их не дверцами, а легко откидывающимся или разрывающимся листом асбеста или алюминия. Это — взрывные клапаны, предохраняющие от разрушения обмуровку в случае взрыва газа или угольной пыли в топке или газоходах котла.

Обдувочные устройства. В процессе эксплуатации котла на трубах поверхностей нагрева оседает зола или сажа, из-за чего резко ухудшается передача тепла этим поверхностям. Для удаления золы и сажи применяют обдувку труб сжатым воздухом (давлением 5—6 *ати*) или сухим паром (давлением до 15 *ати*). Обдувочный

аппарат состоит из головки и обдувочной трубы, имеющей на конце расширяющиеся отверстия или сопла, через которые выходят под давлением струи пара или воздуха. Головка аппарата имеет механизм, вращающий трубу вокруг своей оси.

Внутрибарабанные устройства. В верхнем барабане котла выделяющийся пар увле-

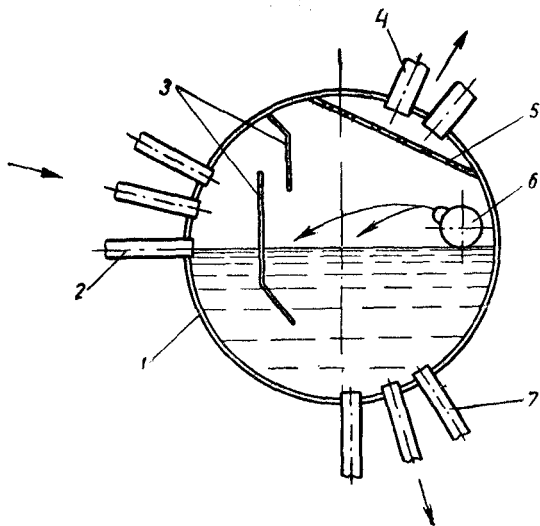


Рис. 4. Схема сепарационного устройства
 1 — верхний барабан котла; 2 — трубы, подводящие паропроводную смесь; 3 — перегородки; 4 — трубы для вывода пара в пароперегреватель; 5 — дырчатый лист; 6 — труба, подводящая питательную воду; 7 — водоопускные трубы

кает за собой капельки воды. Если эта вода попадет в пароперегреватель, то растворенные в ней соли осядут на стенки трубок, что ухудшит теплопередачу и вызовет перегрев трубок. Часть солей,

увлекаемая паром, уносится в турбину и отлагается на лопатках, уменьшая ее мощность.

Чтобы отделить воду от пара, в барабане устанавливают паросепарирующее устройство. На рис. 4 приведена схема одного из таких устройств. Принцип действия паросепараторов основан на том, что на пути пара ставят различные перегородки, изменяющие направление его движения. При этом пар продолжает свое движение в новом направлении, а вода, как более тяжелая, отбрасывается.

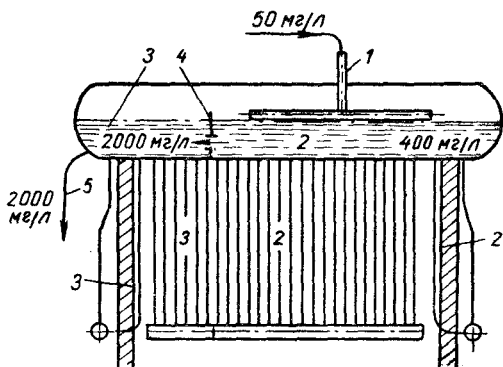


Рис. 5. Принципиальная схема работы двухступенчатого испарения

1 — подача питательной воды; 2 — чистый отсек;
3 — соленый отсек; 4 — разделительная перегородка;
5 — непрерывная продувка котла

По мере того как вода в котле превращается в пар, количество солей (концентрация), остающихся в ней, увеличивается и достигает наибольшей величины в верхнем барабане. Для уменьшения солесодержания применяют непрерывную

продувку, при которой часть воды с растворенными в ней солями удаляют из верхнего барабана, а взамен ее в котел поступает очищенная питательная вода.

Непрерывная продувка понижает экономические показатели работы котла, так как из барабана надо удалять воду, на подогрев которой затрачено топливо. Чтобы уменьшить количество удаляемой из котла воды, применяют ступенчатое испарение (рис. 5). Сущность его заключается в том, что в барабане котла устанавливают перегородку 4 и создают две самостоятельные зоны испарения. Питательная вода по трубе 1 поступает в чистый отсек 2; в результате испарения в чистом отсеке увеличивается солесодержание воды, но из него вода вместо продувки переходит в соленый отсек 3 через отверстие в перегородке 4. Из соленого отсека тоже отбирается пар, но через специальные сепараторы, исключаяющие вспенивание и вынос солей в пароперегреватель. Концентрация солей в воде соленого отсека, откуда ведут непрерывную продувку, в пять раз больше, чем в воде чистого отсека. Таким образом, для удаления солей требуется меньше продувочной воды, чем при одноступенчатом испарении.

В соленый отсек включают часть труб боковых экранов в количестве 10÷20% общей поверхности нагрева котла.

При монтаже внутрибарабанных устройств необходимо особенно строго руководствоваться заводскими чертежами и указаниями на них по осмотру, приемке и монтажу.

Серьезное внимание уделяют правильности установки перегородок, батарейных щитов, тщательности приварки перегородок между чистым

.. сменными отсеками, а также соблюдению всех зазоров и допусков.

Ввиду большого количества и разнообразия деталей внутрибарабанного устройства особое внимание должно быть уделено их хранению.

Редукционно-охладительные устройства (РОУ).

Для регулирования давления и температуры пара, выдаваемого из котлоагрегата, применяют редукционные установки. Перегретый пар из котла подводится к дроссельному клапану установки, где проходит через отверстие небольшого диаметра, вследствие чего происходит «смятие» пара и понижается его давление, но повышается скорость. Для понижения температуры пара к дроссельному клапану подводится охлаждающая вода, которая подхватывается струей пара, распыливается и испаряется. Контроль давления и температуры производится по манометру и термометру; регулирование может осуществляться также автоматически. Установка имеет предохранительный клапан, открывающийся при случайном повышении давления редуцированного пара.

2. Основные типы котлов малой и средней мощности

К котлам малой мощности принято относить котлы паропроизводительностью до 10 т/час, к котлам средней мощности — паропроизводительностью от 10 до 75 т/час.

Вертикальные котлы. Для временных установок (например, на строительных площадках) очень удобны вертикальные котлы. Наиболее распространены котлы типа Шухова -- Сарафа, которые выпускаются паропроизводитель-

ностью от 0,2 до 1 т/час при давлении пара до 10 атм.

Котел состоит из двух вертикальных цилиндрических барабанов. Топка расположена во внутреннем барабане, являющемся также жаровой трубой. В стенки ее ввальцованы поперечные пучки труб. Против пучков в наружном барабане имеются отверстия для чистки, закрываемые люками (см. рис. 6, а). К достоинствам таких котлов следует отнести их небольшие габариты,

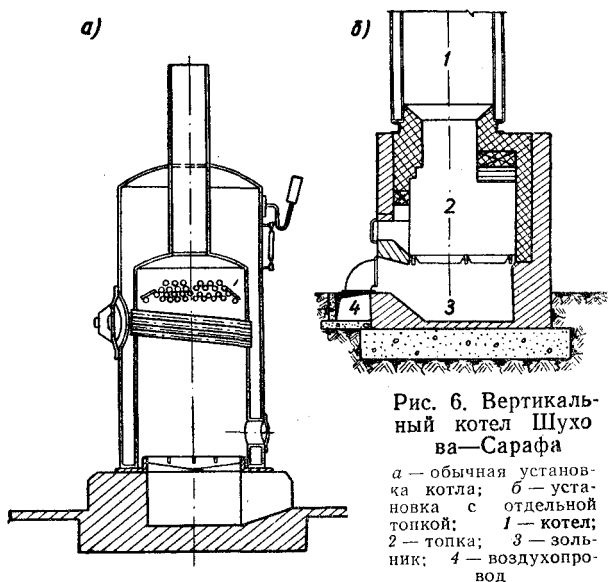


Рис. 6. Вертикальный котел Шухова—Сарафа

а — обычная установка котла; б — установка с отдельной топкой; 1 — котел; 2 — топка; 3 — зольник; 4 — воздухопровод

легкость установки и простоту обслуживания; недостаток — необходимость в высокосортном топливе. Для возможности использования низкосорт-

ного топлива устраивают выносные топки (рис. 6, б).

Водотрубные котлы. Из многих конструкций котлов самыми совершенными оказались водотрубные котлы, у которых основная поверхность нагрева состоит из стальных труб, в которых циркулирует вода. Различают горизонтально-водотрубные и вертикально-водотрубные котлы. У первых трубы (обычно прямые) находятся под небольшим углом к горизонту ($10-20^\circ$). Примером таких котлов могут служить широко распространенные котлы Шухова — Берлина, в настоящее время снятые с производства.

Наибольшим распространением пользуются вертикально-водотрубные котлы, у которых угол наклона трубок составляет 60° и больше. Такие котлы проще в изготовлении, в них лучше осуществляется циркуляция воды, в эксплуатации они значительно более безопасны.

Основным типом промышленных котлов малой мощности в настоящее время являются двухбарабанные котлы ДКВ с паропроизводительностью 2; 4; 6,5 и 10 *т/час*. В котлах паропроизводительностью 4; 6,5 и 10 *т/час* предусматриваются давление пара 13 и 18 *ати* и перегрев до 350° , а в котлах паропроизводительностью 2 *т/час* — 8 *ати* без перегрева.

Котлы паропроизводительностью 2; 4 и 6,5 *т/час* устанавливаются своей опорной рамой непосредственно на фундамент и не имеют несущего каркаса. Вес барабанов и котельного пучка труб передается через опоры нижнего барабана на опорную раму, которая воспринимает также вес боковых экранов. Диаметр труб котельного пучка и экранов $51 \times 2,5$ *мм*. В топочной камере шамотной перегородкой отделяется неболь-

шая камера, называемая камерой догорания. Пароперегреватель из труб 38×3 мм размещается во втором газоходе котла.

В котле ДКВ-10 (паропроизводительностью 10 т/час) сделано дополнительное экранирование топки: увеличены боковые экраны и установлены передний и задний экраны. Котел ДКВ-10 устанавливается на невысоком несущем каркасе, со-

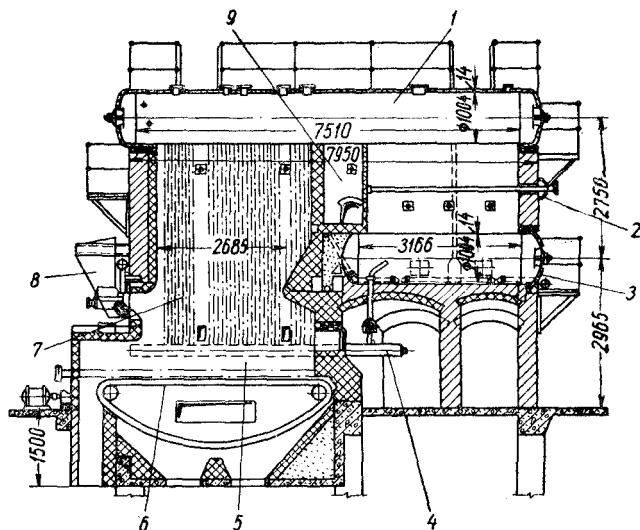


Рис. 7. Котел ДКВ-10

1 — верхний барабан; 2 — обдувочное устройство; 3 — нижний барабан; 4 — коллектор экрана; 5 — топка; 6 — решетка обратного хода; 7 — экран; 8 — пневмомеханический забрасыватель; 9 — камера догорания

стоящем из четырех основных и двух дополнительных колонн. Пароперегреватель котла размещается в первом газоходе. На рис. 7 показан котел ДКВ-10 с полумеханическим забрасывателем и решеткой обратного хода.

Котлы ДКВ называются транспортабельными, так как в собранном виде их можно перевозить на железнодорожной платформе. Однако часто они поставляются заводом «россыпью».

В настоящее время выпускаются реконструированные котлы ДКВР паропроизводительностью от 2,5 до 10 *т/час*; давление пара принято для всех котлов 13 *ати*. По сравнению с ДКВ в этих котлах несколько изменены размеры барабанов, шаг кипятильных труб и внешние габариты агрегата.

Изготавливаются также котлы ДКВР-10-39 паропроизводительностью 10 *т/час* и давлением пара 39 *ати*; такие котлы выпускаются в собранном виде.

Промышленностью выпускается и другой тип небольшого водотрубного котла паропроизводительностью 9 *т/час* и давлением 39 *ати*. Котел имеет один барабан и широко развитые топочные экраны из труб размером 51×2,5 мм. В зависимости от устройства топки котел имеет различные обозначения. С топкой для сжигания древесных отходов он называется Д-9-39, для сжигания каменного угля — СУ-9-39 и для сжигания антрацита — СА-9-39 (рис. 8).

В хвостовой части котла расположены водяной экономайзер и воздухоподогреватель.

Эти котлы поставляются заводом в трех или четырех блоках вместе с обмуровкой облегченного типа, что облегчает сборку котла на месте установки.

К котлам средней мощности относятся котлы типа ТП для пылевидного топлива и ТС для слоевого сжигания. Паропроизводительность этих котлов 20, 30 и 35 *т/час*, давление пара 22 и 39 *ати*. Примером котлов этого типа может слу-

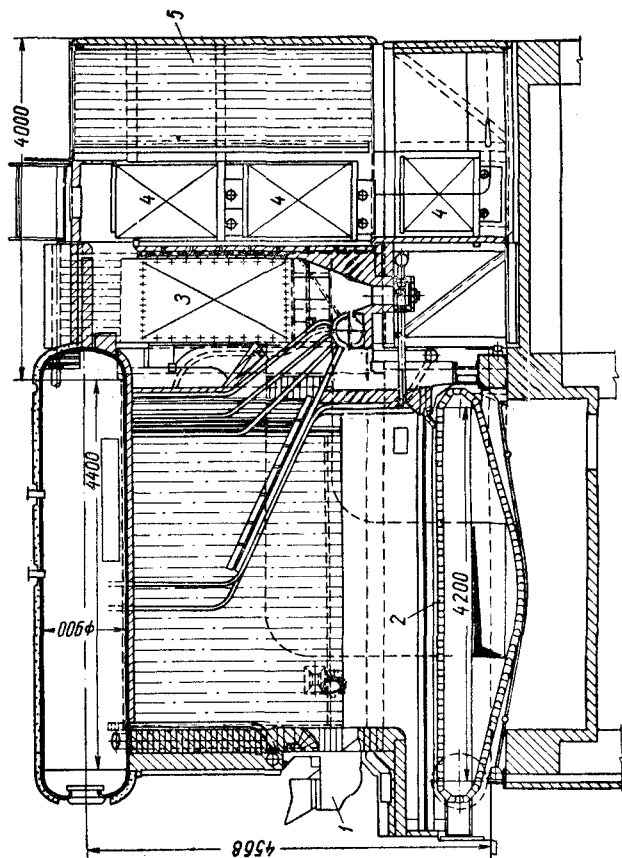


Рис. 8. Котел СУ-9-39
 1 — пневмомеханический забрасыватель; 2 — цепная решетка обратного хода;
 3 — пароперегреватель; 4 — экономайзер; 5 — воздухоподогреватель

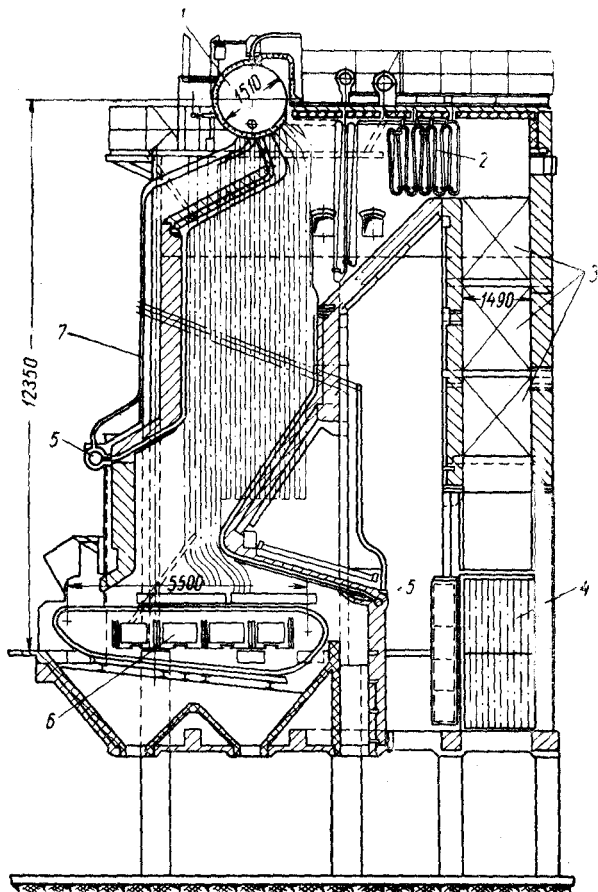


Рис. 9. Котел ТС-20У с беспровальной цепной решеткой
 1 — барабан; 2 — пароперегреватель; 3 — экономайзер; 4 — воздухоподогреватель; 5 — коллекторы экранов; 6 — цепная решетка; 7 — питательные трубы экранов

жить котел ТС-20У (рис. 9) с цепной решеткой. Размер экранных труб 83×3 мм. Котел имеет один барабан. Хвостовая часть состоит из водяного экономайзера и расположенного под ним воздухоподогревателя.

За последнее время широкое распространение на ТЭЦ промышленных предприятий получили котлоагрегаты средней мощности БГ-35/39 и БМ-35/39 паропроизводительностью 35 т/час, рабочим давлением 39 атм и температурой перегретого пара 450° , работающие на природном газе или на мазуте. Эти виды топлива обеспечивают высокие коэффициенты полезного действия котельных установок.

Котлы БГ-35/39 и БМ-35/39 относятся к вертикально-водотрубным, одnobарабанным котлам (рис. 10). Они оборудованы пароперегревателями, водяными экономайзерами и трубчатыми воздухоподогревателями.

3. Вспомогательные устройства котельного агрегата

Оборудование для подготовки топлива. Во многих случаях уголь перед подачей в топку приходится предварительно подготавливать. При слоевом сжигании уголь до засыпки в топливные бункера пропускают через дробилку, где крупные куски измельчаются до размера 25—40 мм. При пылевидном сжигании уголь размалывают в пыль на специальных мельницах.

Для размола твердых углей, например антрацитового штыба, используют шаровые барабанные мельницы, где топливо измельчается стальными шарами в медленно вращающемся барабане. Такая мельница может давать очень тон-

кий помол, необходимый для нормального сжигания углей с малым выходом летучих (например, антрацит).

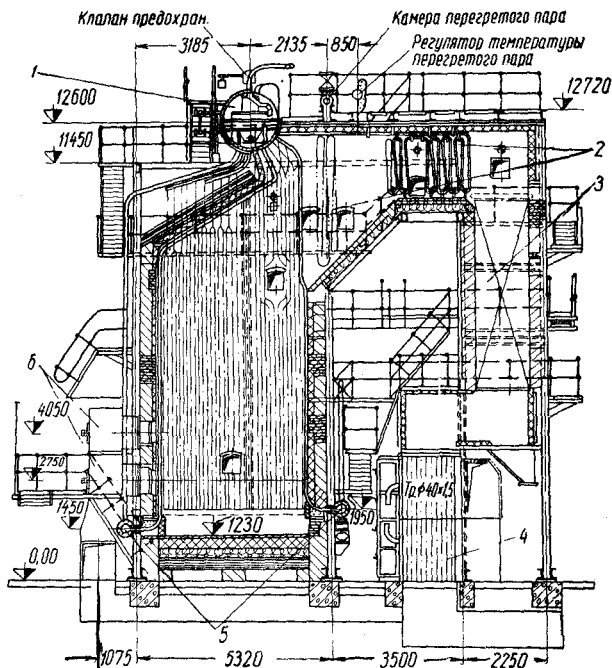


Рис. 10. Котел БГ-35/39

1 — барабан; 2 — пароперегреватель; 3 — экономайзер; 4 — воздухоподогреватель; 5 — коллекторы экранов; 6 — газомазутные горелки

Если топливо имеет меньшую сопротивляемость размолу (каменные и бурые угли, торф) и обладает повышенным выходом летучих, то для

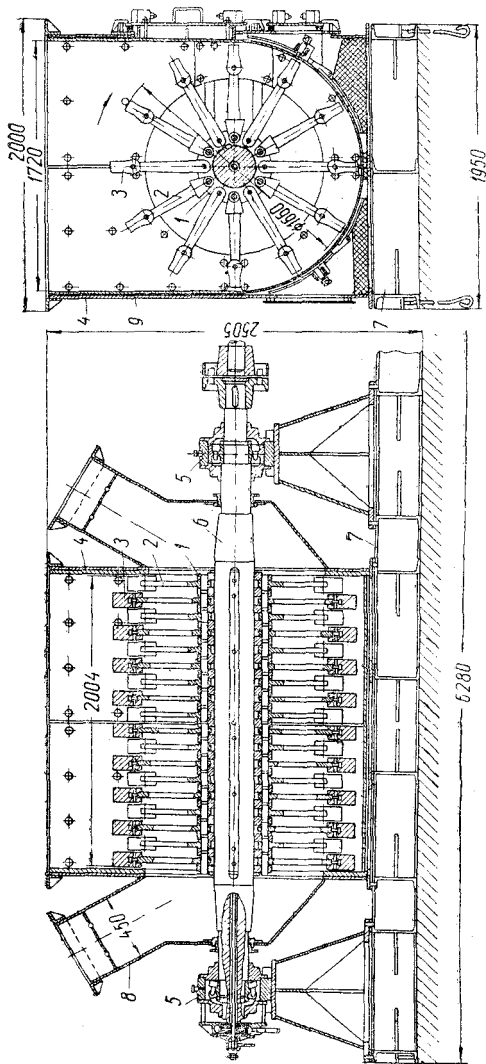


Рис. 11. Шахтная мельница

1 — диск; 2 — билдержатель; 3 — било; 4 — корпус; 5 — подшипник; 6 — охлаждаемый вал;
7 — рама; 8 — вход горячего воздуха; 9 — броня

его сжигания в пылевидном состоянии не требуется особенно тонкого помола, и обработку его можно производить в шахтных мельницах. Такая мельница (рис. 11) состоит из корпуса цилиндрической формы, покрытого изнутри броней, и ротора с качающимися билами. Ротор укреплен на валу, который вращается в двух роликоподшипниках, находящихся вне кожуха. Над мельницей установлена шахта (рис. 12), которая является пылепроводом от мельницы к топке, сушилкой и сепаратором пыли.

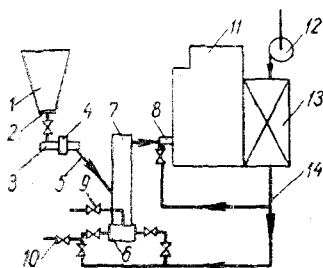


Рис. 12. Схема установки шахтной мельницы

1 — бункер для угля; 2 — шибер; 3 — питатель; 4 — автоматические весы; 5 — течка; 6 — мельница; 7 — шахта; 8 — горелка; 9 — подвод пара для тушения при вспышках и загорании пыли в шахте; 10 — подвод холодного воздуха; 11 — топочная камера котла; 12 — вентилятор; 13 — воздухоподогреватель; 14 — воздухопровод

Уголь, раздробленный предварительно в дробилке до кусков размером 10—20 мм, поступает из бункера через питатель в шахту и мельницу. Поток воздуха, поднимающийся по шахте, подхватывает тонкую пыль и подает ее через горелку в топку. Более крупные частицы угля падают обратно на била ротора, размалываются и вновь выбрасываются вверх в шахту.

Горелки для угольной пыли, мазута и газа должны смешивать проходящие через них топливо и воздух, обеспечивать устойчивое горение топлива и создавать условия для его полного сгорания. Для лучшего перемешивания частиц топлива с воздухом горелки часто распо-

лагают в таком порядке, чтобы в топке происходило вихревое движение горячей смеси.

Горелки для мазута, называемые форсунками, распыляют жидкое топливо с помощью пара, сжатого воздуха или механическим путем. В последнем случае мазут подается к форсунке под давлением в 15—20 *ати*. Во всех случаях мазут должен быть подогрет.

Установки для тяги и дутья. Назначением тягодутьевых установок является подача воздуха в топку и удаление продуктов горения.

В небольших котельных с малым сопротивлением слоя топлива и газового тракта котла оба указанных процесса осуществляют с помощью тяги дымовой трубы; эта тяга возникает вследствие разницы в весе столба горячих газов внутри трубы и наружного воздуха. Чем выше труба и чем больше температура газов в ней, тем сильнее тяга.

На многих установках сопротивление движению газов в котлоагрегате настолько велико, что естественная тяга, создаваемая трубой, недостаточна. В таких случаях, кроме трубы, приходится оборудовать установку вентиляторами для подачи воздуха в топку и дымососами для отсасывания газов и выброса их в трубу.

Вентиляторы и дымососы одинаковы по своей конструкции, но рабочее колесо дымососа делается более массивным, а подшипники охлаждаются водой, так как через дымосос проходят газы с довольно высокой температурой.

Питательные насосы. Питание паровых котлов водой должно быть особенно надежно, так как понижение уровня воды в барабане котла может вызвать серьезную аварию. Количество питательных насосов устанавливается правилами

и осгортехнадзора и во всяком случае должно быть не менее двух, причем каждый должен иметь независимый привод, а один из насосов — паровой привод. Производительность каждого из них должна быть в 1,2 раза больше полной производительности парового котла. Насос забирает воду из питательного бака, который вмещает запас

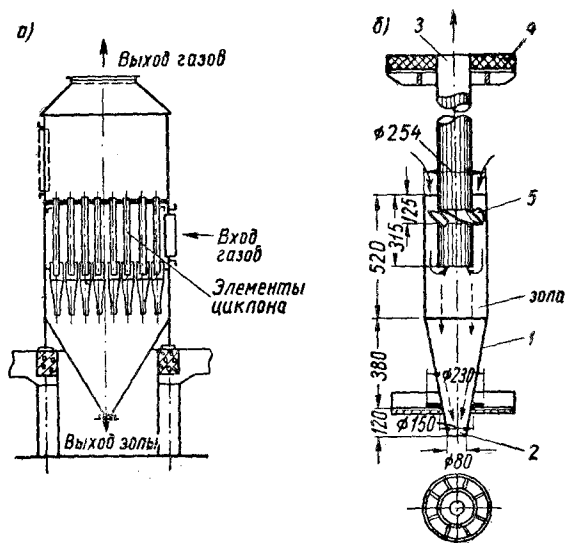


Рис. 13. Батарейный циклон

а — общий вид батарейного циклона; б — элемент циклона; 1 — корпус; 2 — золоотводящий патрубок; 3 — выхлопная труба; 4 — верхняя трубная доска; 5 — розетка

воды, обеспечивающий питание котла в течение 30 мин.

Очистка дымовых газов. При сгорании топлива образуется зола, часть которой остается в топке, а часть уносится с горячими газами. Эта

так называемая летучая зола оседает на поверхностях нагрева, ухудшая теплопередачу, выпадает в газоходах котла и в довольно большом количестве уносится в дымовую трубу, загрязняя окружающий воздух.

Для борьбы с уносом золы и загрязнением воздуха применяются золоуловители различных систем. В установках малой и средней мощности пользуются преимущественно мультициклонами, жалюзийными золоуловителями и скрубберами.

Мультициклон, или батарейный циклон, состоит из большого количества отдельных маленьких циклонов (элементов), через которые проходит засоренный газ. На рис. 13,а показано устройство мультициклона. Средний элемент с завихряющей розеткой показан в разрезе, а путь газа указан стрелками. Газ входит в элемент через кольцевую щель между наружным и внутренним цилиндрами и, попадая на розетку, движется по винтовой линии; при этом зола отбрасывается к наружным стенкам и сползает вниз, а газ делает по-

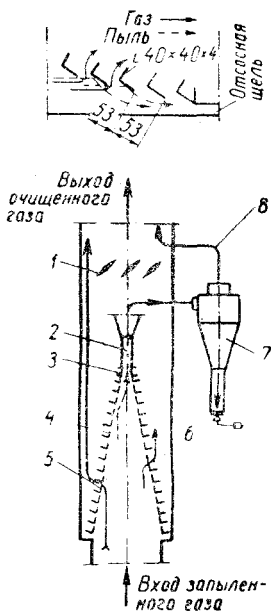


Рис. 14. Схема жалюзийного золоуловителя системы ВТИ

- 1 — поворотные заслонки; 2 — диффузор; 3 — отсосная щель; 4 — решетка; 5 — уголок; 6 — мигалка; 7 — циклон; 8 — отводящий газоход

ворот и уходит через центральную трубу в камеру чистого газа и далее к дымососу.

На рис. 14 приведена схема жалюзийного золоуловителя. Золоуловитель состоит из уголков, поставленных под углом 30° к направлению газового потока. Газ, поступая в камеру золоуловителя, разбивается на отдельные струйки и проходит между наклонными уголками. При этом частицы золы ударяются об уголки и уходят в верхнюю часть жалюзийной решетки вместе с частью газа. Этот засоренный газ в количестве около 100% пропускается через циклон, где зола отделяется, а газ поступает в основной поток, идущий к дымососу.

В скрубберах происходит «мокрая» очистка. Дымовые газы вместе с золой поступают в скруббер, где под действием центробежной силы зола отбрасывается к стенкам, улавливается стекающей по стенкам водой и сливается в канализацию. Внутренние поверхности скруббера облицованы керамическими плитками.

В установках большой мощности для улавливания золы применяются электрофилтры, позволяющие добиться высокой степени очистки газа. В них под действием постоянного тока высокого напряжения частички золы осаждаются на электродах и стряхиваются в бункер.

Удаление золы и шлака. Зола и шлак сбрасываются из бункеров котельного агрегата в вагонетки и вывозятся по узкоколейному пути на шлакоотвал. В крупных установках золоудаление механизировано, причем наиболее распространенной системой для этой цели является гидравлическая. Шлак и зола смываются из-под бункеров и транспортируются водой по трубам. Применяется также пневматическая система, ког-

да зола и раздробленный шлак подаются по трубам струей воздуха в циклон, где отделяются от воздуха и выпадают в бункер.

4. Обескислороживание питательной воды

В сырой воде, помимо различных примесей, содержатся растворенные газы, в том числе и кислород. При нагревании газы выделяются из воды, причем если этот процесс протекает в котле, то выделившийся кислород окисляет его стальные стенки, происходит так называемая коррозия, и металл постепенно разрушается. Коррозии способствует также наличие в воде растворенного углекислого газа.

Для удаления кислорода и других газов из питательной воды широко применяются тепловые деаэраторы, состоящие из деаэрационной колонки, помещенной на горизонтальном баке.

Питательная вода поступает в верхнюю часть колонки и стекает в бак через ряд дырчатых листов-противней. Пар подается в нижнюю часть колонки и, направляясь вверх навстречу воде, подогревает ее до состояния кипения. Выделившиеся из воды газы выходят через штуцер в верху колонки в поверхностный теплообменник или в атмосферу.

Уровень воды в баке поддерживается при помощи поплавка. Давление в колонке находится в пределах от 1,05 до 1,1 *ати*. Деаэратор является одновременно и подогревателем питательной воды.

При монтаже деаэратора необходимо следить за тем, чтобы ось колонки была строго вертикальна, а дырчатые листы (тарелки) — горизонтальны.

Другим способом обескислороживания воды в небольших установках является десорбционный

на рис. 15). Вода, подлежащая обескислороживанию, поступает под давлением 3—4 ати в водоструйный насос (эжектор), где смешивается с газом, не содержащим кислорода. Вследствие действия эжектора газ непрерывно циркулирует по замкнутому контуру, как показано стрелками на рисунке. При перемешивании воды и газа в эжекторе из воды выделяется кислород, а вода обогащается газами, не содержащими его. Выделение кислорода из воды продолжается и далее в десорбере и сепараторе. Обескислороженная вода направляется в

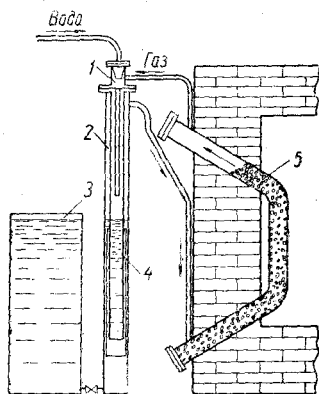


Рис. 15. Схема десорбционного обескислороживания воды

1 — эжектор; 2 — десорбер; 3 — бак обескислороженной воды; 4 — сепаратор; 5 — реактор

да направляется в сборник, а обогащенный кислородом газ поступает в реактор, наполненный древесным углем или железными стружками, где освобождается от кислорода.

Реактор частично входит в топку котла или нагревается другим способом. При соприкосновении газа с раскаленным до 800—900° углем кислород соединяется с углеродом, образуя окись углерода.

Обескислороженный газ снова поступает в эжектор. Для работы реактора не требуется наполнения его каким-либо специальным газом, так как воздух, находящийся в системе, быстро те-

ряет свой кислород, а оставшийся азот служит «рабочим» газом.

Кроме указанных способов обескислороживания воды, существуют и другие, как, например, фильтрация воды через железные стружки или химическая обработка.

5. Химическая обработка питательной воды

Обычная вода содержит различные вещества в растворенном или взвешенном состоянии. Если питать котлы такой водой, то взвешенные вещества при попадании в котел будут способствовать вспениванию воды в барабане и загрязнению пара, что вредно отзывается на лопатках турбин; растворенные в воде соли кальция и магния (катионы кальция и магния) сообщают воде жесткость и при нагревании выделяются из воды и образуют отложения на стенках поверхностей нагрева — накипь. Последняя ведет к ухудшению теплопередачи от горячих газов к воде и, следовательно, к понижению коэффициента полезного действия котла. В зоне высоких температур накипь может привести к перегреву металла и разрыву труб.

Для умягчения воды применяют докотловую и внутрикотловую обработку.

Большое распространение имеет метод докотловой обработки, при котором умягчение воды происходит путем фильтрации через материал, называемый катионитом. При этом образующие накипь катионы кальция и магния, содержащиеся в воде, остаются в фильтрующем материале, а взамен из него выделяются катионы натрия или водорода, не дающие накипь.

Катионитовым материалом обычно служит сульфуголь. С течением времени катионит теря-

ет свою обменную способность и должен подвергаться регенерации — восстановлению обменной способности. У катионита, который регенерируют раствором поваренной соли, обменным катионом является катион натрия, и установка называется натрий-катионитовой (пишется «Na-катионирование»). Если регенерацию производят раствором серной кислоты, то обменным катионом является катион водорода, и установка называется H-катионитовой (произносится «Аш-катионирование»). Схема натрий-катионитовой установки показана на рис. 16.

Основным элементом катионитовых установок является катионитовый фильтр, представляющий

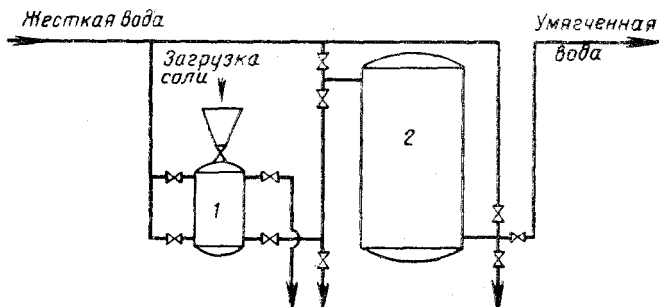


Рис. 16. Схема натрий-катионитовой установки

1 — солерастворитель; 2 — катионитовый фильтр

собой металлический цилиндр (рис. 17) со сферическими днищами, в котором смонтированы устройства для подвода умягчаемой воды, отвода взрыхляющей воды; для равномерного распределения регенерационного раствора по площади фильтра; дренажное устройство. Последнее служит для равномерного сбора умягченной воды и

распределения воды, взрыхляющей катионит перед регенерацией, и состоит из системы труб, на которых установлены колпачки с отверстиями (рис. 18).

Снаружи на фильтре монтируются трубопроводы с задвижками, контрольно-измерительные приборы (расходомер, манометры, ограничитель интенсивности взрыхления), краники для отбора

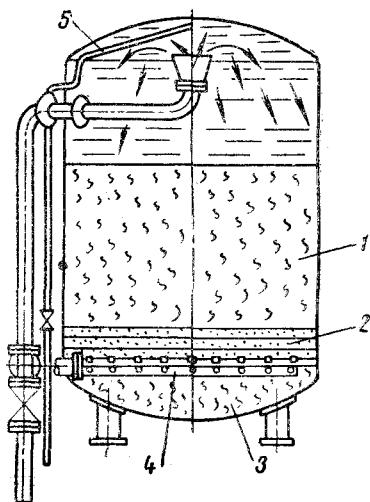


Рис. 17. Катионитовый фильтр

1 — катионит; 2 — кварцевый песок;
3 — бетон; 4 — дренажные трубы;
5 — трубка для отвода воздуха

проб и выпуска воздуха. Фильтр имеет люки для возможности его загрузки и разгрузки.

Полный цикл работы катионитового фильтра состоит из следующих операций: фильтрование умягчаемой воды сверху вниз через слой катио-

нита до тех пор, пока жесткость воды не достигнет допустимого предела; взрыхление фильтрующего слоя током воды снизу вверх перед регенерацией; регенерация катионита путем пропускания регенерирующего раствора сверху вниз; отмывка осветленной водой катионита для удаления избытка регенерационного раствора и продуктов регенерации током воды сверху вниз.

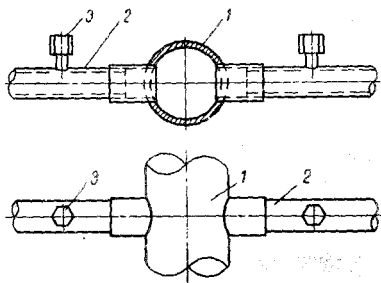


Рис. 18. Дренажное устройство фильтра

1 — коллектор; 2 — дренажные трубы;
3 — дренажный колпачок

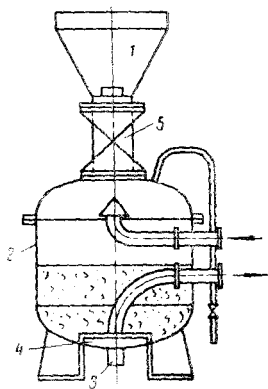


Рис. 19. Солеорастворитель

1 — воронка для загрузки соли; 2 — цилиндрический корпус; 3 — выпуск в канализацию; 4 — дренажное устройство; 5 — цилиндрический стакан

Вспомогательное оборудование в установке составляют: устройство для приготовления регенерирующего раствора (солеорастворитель, рис. 19), осветлительный фильтр (называемый часто кварцевым), баки для воды, удалитель углекис-

лоты (после Н-катионирования), насосы, компрессоры, трубопроводы и арматура.

Очистка воды методом катионирования не обеспечивает полного удаления солей жесткости и часто в котел вводятся составы для дополнительной обработки (например, различные щелочи). Назначение таких составов заключается в переводе солей жесткости в шлам, который не растворяется в воде и не прикипает к стенкам котла.

Для котлов небольшой производительности применяют только внутрикотловую обработку воды, прибавляя к питательной воде так называемые антинакипины.

Чтобы содержание солей в котловой воде не превышало допустимых пределов, и для удаления из котла шлама применяется непрерывная и периодическая продувка. При непрерывной продувке вода отводится из верхнего барабана, где содержание солей наибольшее.

При периодической продувке вода отбирается в самых нижних точках котла — из нижнего барабана и нижних коллекторов.

ГЛАВА IV

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

1. Подготовка к монтажу

Подготовка к монтажу котельной установки начинается с разработки проекта производства работ, сокращенно называемого ППР. Специальная проектная организация или отдел при монтажном тресте изучает чертежи, относящиеся к строительству и оборудованию ТЭЦ или котельной, выбирает и определяет размеры площадок для укладки оборудования и сборки его в блоки, составляет генплан площадок, разрабатывает наиболее рациональные методы сборки блоков, транспортировки и монтажа с максимальной механизацией труда. В технологических картах, составляемых для отдельных процессов, определяется длительность производства работ, количество потребной рабочей силы и стоимость работ. В картах даются основные технические условия на производство работ, перечисляется инструмент, приспособления и механизмы, необходимые для выполнения работ, указывается их трудоемкость, а также количественный и квалификационный составы бригады или звена рабочих.

Исходя из длительности производства отдель-

ных видов работ составляется календарный график на монтаж всей установки, а затем вместе со строительной организацией и заказчиком — совмещенный график, в котором указываются сроки окончания строительных работ, связанных непосредственно с монтажом (устройство фундаментов под оборудование, возведение стен и т. д.).

К технической документации, необходимой при производстве работ, относятся рабочие, монтажные и установочные чертежи, спецификации, сметы, а также проект производства работ.

Работы по монтажу котельного агрегата могут вестись при различном состоянии общестроительных работ. При благоприятных климатических условиях монтаж можно начинать сразу после устройства фундаментов под котлы. В этом случае имеется свободный подход со всех сторон к монтируемому агрегату и могут быть широко использованы автокраны и гусеничные краны.

Часто монтаж ведется параллельно с общестроительными работами. Это позволяет значительно ускорить ввод агрегата в эксплуатацию, хотя условия производства монтажных работ усложняются.

При монтаже котельного агрегата в законченном здании работы можно вести при любой погоде, площадка не загромождена строительными материалами, ведение работ более безопасно, конструкции здания часто могут быть использованы для установки грузоподъемных механизмов. В торце здания обычно оставляют монтажный проем для затаскивания оборудования.

К недостаткам ведения монтажа в этих условиях следует отнести следующее: стены и перекрытия здания осложняют выполнение такелажных работ; нельзя применить подвижные мон-

гажные краны; затруднен монтаж крупными блоками.

Подготовка к производству монтажных работ прежде всего заключается в организации монтажной площадки. Количество и объем вспомогательных помещений (конторы, кладовой, мастерской и т. д.) обычно указывается в проекте производства работ. На площадке прокладываются сети для снабжения электроэнергией, сжатым воздухом и водой, планируются площадки для укладки и укрупнительной сборки оборудования, прокладываются подъезды, устраивается плаз для проверки труб, завозятся и устанавливаются монтажное оборудование и механизмы.

Чем тщательнее выполнены подготовительные работы, тем быстрее и лучше можно вести монтаж.

На рис. 20 показан примерный план монтажной площадки при монтаже котельной с тремя котлами ДКВР-10/13. Оборудование располагается так, чтобы облегчить его перемещение к площадкам укрупнительной сборки и к месту монтажа.

2. Приемка оборудования

Оборудование котельной установки поступает с заводов-изготовителей в адрес организации заказчика, который передает это оборудование монтажной организации по заводским описям. Оборудование должно приниматься не только по количеству, но и по качеству; дефекты, выявленные при приемке, могут быть быстрее и легче устранены, чем если их обнаружат во время монтажа.

При приемке деталей каркаса следует проверять их соответствие чертежам. Допуски по дли-

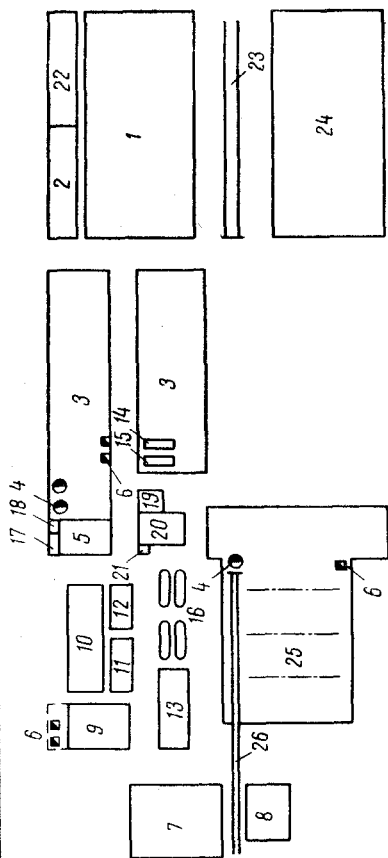


Рис. 20. Монтажная площадка

1 — площадка для открытого хранения оборудования; 2 — закрытый склад; 3 — котельно-вспомогательное оборудование; 4 — газогенераторы; 5 — плаз; 6 — электросварочные аппараты; 7 — огнеупорные материалы; 8 — закрытый склад для изоляционных материалов; 9 — сборка передней стенки; 10 — сборка боковых экранов; 11 — сборка задней стенки; 12 — сборка фронтального экрана; 13 — сборка каркаса; 14 — разметочная плита; 15 — правильная плита; 16 — верхние и нижние барабаны; 17 — трубогибочный станок; 18 — трубоогнетной станок; 19 — конторка; 20 — мастерская; 21 — кузница; 22 — навес; 23 — железнодорожный туликовый путь; 24 — склад топлива; 25 — котельная; 26 — узкоколейный путь

не частей каркаса могут составлять ± 5 мм, а допустимый прогиб колонн каркаса—1 мм на 1 пог. м, но не более 10 мм на всю длину колонны.

Перед отправкой на сборку погнутые детали выправляют при помощи домкратов. При правке тяжелых колонн каркаса место прогиба приходится подогревать с помощью древесного угля, кокса или автогенными горелками. Нагревать следует до температуры не выше красного каления, так как колонна может прогнуться от собственного веса. По этой же причине после правки с подогревом под нагретый участок устанавливают подпорку.

При осмотре и приемке барабана надо открыть его люки, вынуть пробки и колпачки из трубных отверстий и штуцеров, очистить барабан от грязи и ржавчины, разобрать и проверить сепарационное устройство, осмотреть внутренние и наружные поверхности, измерить основные размеры барабана: длину, диаметр, толщину стенок. Необходимо убедиться в отсутствии овальности барабана путем измерения его внутреннего диаметра в одном поперечном сечении, но во взаимно-перпендикулярных направлениях. Отсутствие продольного прогиба барабана определяют с помощью тонкой стальной проволоки, которую туго натягивают вдоль барабана параллельно его продольной оси и по концам барабана опирают на стальные прокладки одинаковой толщины, уложенные на стенки барабана. Промер производится в четырех диаметрально противоположных положениях.

При проверке овальности и прогиба надо руководствоваться следующими допусками:

овальность барабана — не более 0,01 наружного диаметра, прогиб барабана — до 2 мм на 1 м длины.

Расположение и размеры всех отверстий и штуцеров необходимо сравнить с чертежом развертки барабана. Для трубных очков отклонение по шагу вдоль оси барабана допускается не более $\pm 1,5$ мм, а поперек оси барабана ± 1 мм, расстояние между осями крайних штуцеров или трубных отверстий должно быть выдержано с точностью до 3 мм.

Размеры очков в трубной доске барабана или коллектора должны находиться в пределах, указанных в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование показателя	Допуски на размеры очков						
Номинальный наружный диаметр трубы	38	51	60	76	83	102	108
Максимальный диаметр очка	38,9	52	61,1	77,2	84,4	103,6	109,7
Минимальный диаметр очка	38,6	51,7	60,8	76,8	84,0	103,2	109,3

П р и м е ч а н и е. Все размеры в таблице указаны в миллиметрах.

Допускается некоторая овальность очков, но и в этом случае наибольший и наименьший размеры очка должны быть в пределах, данных в табл. 3.

При осмотре поверхностей барабана следует тщательно проверить качество сварных швов и отсутствие трещин, расслоений и других пороков. Исправление обнаруженных дефектов путем вырубки и заварки возможно только с разрешения

представителя Госгортехнадзора. После осмотра и приемки барабана все его отверстия должны быть снова закрыты.

Приемка коллекторов производится так же, как и барабанов. Если трубы поверхности нагрева соединяются с коллектором посредством развальцовки, то коллектор имеет лючки для заводки вальцовки внутрь коллектора. На качество обработки уплотнительных поверхностей этих лючков и отверстий надо обратить особое внимание.

Трубы кипяточного пучка, экранов, пароперегревателей и змеевиковых экономайзеров должны иметь сертификаты заводов, в которых указывается марка стали и способ изготовления труб. Сертификаты сохраняются для предъявления представителю Госгортехнадзора. Если сертификаты отсутствуют, то трубы должны быть подвергнуты лабораторному испытанию. При приемке трубы следует осмотреть с внешней и внутренней сторон, причем поверхности должны быть гладкими, без плен, раковин и трещин. Для проверки наружного диаметра и толщины стенок рекомендуется пользоваться шаблоном. Допуски в размерах труб таковы: по наружному диаметру $\pm 1\%$; по толщине стенок от $+12,5$ до -15% ; овальность труб в местах изгиба не должна превышать величин, указанных в табл. 4.

Прямые трубы следует просмотреть «на свет» и продуть сжатым воздухом с целью очистки от грязи и мусора. Для проверки гнутых труб через них прогоняют сжатым воздухом давлением 4—6 ати стальной или деревянный шар диаметром, равным 0,85 внутреннего диаметра трубы.

Трубы при осмотре и приемке нужно раскладывать на деревянных подкладках в такой по-

Таблица 4

Номинальный наружный диаметр трубы в мм	Радиус колена в мм								
	75	100—130	150—175	200	250	300	400	500	600
	Разность между наибольшим и наименьшим диаметром в мм								
38—42	3,4	3,1	2,1	1,7	1,7	1,5	1,5	1	—
51—54	—	4,6	3,6	2,8	2,8	2,6	2,6	2	—
57	—	—	—	3,5	3,5	2,5	—	—	—
60	—	—	—	—	—	3	2,5	2	—
76	—	—	—	—	—	—	4	3,2	—
83	—	—	—	—	—	—	5	4,2	3,5
102—108	—	—	—	—	—	—	—	7,5	6

следовательности, в какой они будут поступать на укрупнительную сборку или непосредственно на монтаж. Гнутые трубы укладывают концами вниз, чтобы в них не попадали мусор, вода и снег.

Чугунные ребристые трубы экономайзеров проверяют по длине с помощью шаблона. Допуск по длине составляет ± 2 мм. Количество сломанных ребер в одной трубе не должно превышать 10% общего количества ребер, а количество труб со сломанными ребрами должно быть не более 10% общего количества труб. Отклонение размеров фланцев от указанных в чертеже не должно превышать ± 1 мм. Допускаемое отклонение между центрами фланцев калачей ± 1 мм. На уплотнительных поверхностях фланцев не должно быть перекосов и радиальных рисок. Рекомендуются опрессовать на рабочее давление все ребристые трубы и калачи.

Приемку оборудования нужно обязательно оформить актом, в котором указать обнаруженные дефекты.

3. Такелажные работы

На монтаже котлов малой и средней мощности такелажные работы обычно выполняют слесари-монтажники, поэтому они должны уметь обращаться с простыми грузоподъемными механизмами, знать основные такелажные приспособления и приемы работы с ними.

Стальные канаты (тросы). Материалом для стальных канатов служат стальные проволоки пределом прочности от 130 до 200 кг/мм², которые на специальных машинах свиваются в пряди, а последние одновременно свиваются в канат. В середине каната имеется сердечник из

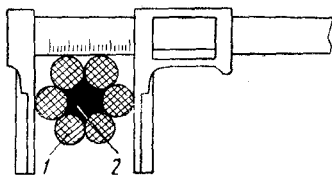


Рис. 21. Схема измерения диаметра троса штангенциркулем

1 — пряди из стальных проволок; 2 — пеньковый сердечник

пеньки, который придает канату эластичность и сохраняет запас смазки, предохраняющий проволоки от коррозии и уменьшающий трение между ними.

Чем тоньше проволока, из которой сделан трос, тем более он гибок, но быстрее изнашивается. Поэтому

трос следует подбирать в зависимости от его назначения. Для расчалок, например, часто используют трос $6 \times 19 + 1$, т. е. свитый из шести прядей по 19 проволок каждая с одним пеньковым сердечником; для лебедок и полиспастов можно рекомендовать трос $6 \times 37 + 1$ из шести прядей по 37 проволок с одним пеньковым сердечником. Для стропов применяется особо гибкий трос — $6 \times 61 + 1$.

Для правильного определения диаметра троса следует точно замерить длину его окружности и разделить на 3,14 или же измерить диаметр троса штангенциркулем, как показано на рис. 21.

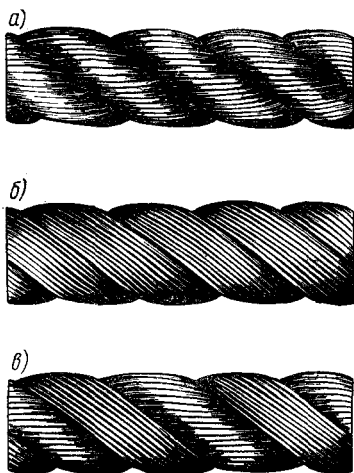


Рис. 22. Свивка стальных канатов

а — крестовая; *б* — параллельная; *в* — комбинированная

Канаты могут быть свиты крестовой, параллельной и комбинированной свивкой. Наибольшее распространение имеет крестовая свивка, при которой проволока в прядях свита в одну сторону, а сами пряди — в другую (рис. 22, *а*). В канатах параллельной свивки пряди и проволоки имеют одинаковое направление (рис. 22, *б*). Такие канаты обладают большей гибкостью и мень-

ше подвержены износу, но легко раскручиваются. В канатах комбинированной свивки проволоки в двух соседних прядях имеют противоположное направление (рис. 22, в).

Для подбора каната нужно знать величину наибольшего усилия, приходящегося на канат, а также необходимый запас прочности. В табл. 5 приведены значения запаса прочности при различных условиях работы. Наибольшее усилие, умноженное на коэффициент запаса прочности, дает величину разрывного усилия каната. Зная величину разрывного усилия и предел прочности проволоки, указываемый в сертификате завода-изготовителя, можно легко найти диаметр каната по таблицам в справочниках.

Таблица 5

Тип подъемного устройства	Характер и режим работы	Коэффициент запаса прочности	Наименьшее отношение диаметра барабана (блока) к диаметру каната
Краны и подъемные механизмы на строительных и временных работах	Ручной привод	4,5	16
	Машинный привод:		
	легкий режим	5	16
	средний „	5,5	18
	тяжелый „	6	20
Тельферы	—	5,5	20
Чалочные канаты	—	10	—
и стропы			
Расчалки	—	4	—

Основной износ проволочных канатов вызывается перегибами на барабанах лебедок или блоках. Установлено, что канат в течение срока своей службы может выдержать только определенное число перегибов, после чего наступает его

разрушение. Перегибы в противоположные стороны более вредны, чем перегибы в одну сторону. Особенно вредны резкие переломы; поэтому следует строго следить за тем, чтобы отношение диаметра троса к диаметру барабана или блока было не меньше указанного в табл. 5. Необходимо предохранять канаты от трения о стены зданий и металлоконструкции. Для увеличения срока службы троса его необходимо перед началом монтажа и не реже одного раза в месяц в процессе монтажа обильно смазывать густым разогретым маслом. Перед смазкой трос следует тщательно очистить стальной щеткой и протереть тряпкой

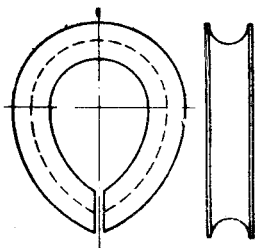


Рис. 23. Коуш

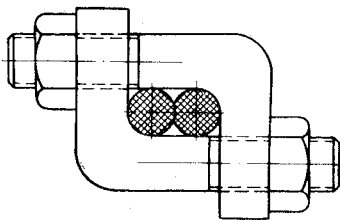


Рис. 24. Тросовый зажим

Если необходимо перерубить трос, то концы его предварительно надо перевязать мягкой проволокой, чтобы они не расплелись.

Пригодность изношенных и ржавых тросов должен определять главный механик монтажно-го управления или ответственный технический работник.

Для устройства петель на концах троса применяют коуши (рис. 23), а для замыкания петли и соединения концов — зажимы (рис. 24). Количество зажимов для крепления, а также рас-

стояние между ними, в зависимости от диаметра каната, принимаются по данным табл. 6.

Таблица 6

Диаметр каната в мм	8,8	11	13	17,5	19,5	24	28	32,5
Число зажимов . .	3	3	3	3	3	3	4	4
Расстояние между зажимами в мм . .	70	80	100	120	140	160	200	230

Крюки. Для подвешивания грузов применяют стальные крюки. Как и канаты, они являются ответственными деталями и должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТа. Каждый крюк должен иметь клеймо с указанием его грузоподъемности.

Блоки. Блоки различают по грузоподъемности, которая помечается на обойме блока, и по количеству роликов. При выборе блока следует правильно подобрать его по диаметру (о чем сказано выше) и обратить внимание на ручей шкива, который должен иметь такие размеры, чтобы канат не заклинивался в нем и не был слишком свободен.

Полиспасты. Для уменьшения тягового усилия на лебедке при подъемах тяжелых грузов применяют полиспасты, состоящие из двух одно- или многороликовых блоков, соединенных тросом. Схемы полиспастов, а также основные данные по ним приведены на рис. 25. Буквой *Q* обозначен вес поднимаемого груза, а буквой *S* натяжение сбегającego конца каната, идущего к лебедке.

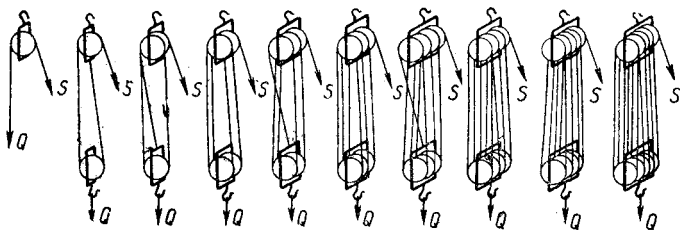
Зная грузоподъемность лебедки, вес поднимаемого груза и число отводных блоков, можно найти необходимое число ниток полиспаста, поль-

зуюсь табл. 7 и зная коэффициент K , значение которого определяется по формуле

$$K = \frac{Q}{P},$$

где Q — вес груза в т;

P — грузоподъемность лебедки.



Количество роликов в верхнем блоке									
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
Количество роликов в нижнем блоке									
—	1	1	2	2	3	3	4	4	5
Число ниток каната в полиспасте									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент полезного действия полиспаста									
0,96	0,94	0,92	0,9	0,88	0,87	0,86	0,85	0,83	0,82
Натяжение сбегающего конца каната в зависимости от величины груза Q									
1,04	0,53	0,36	0,28	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12

Рис. 25. Схемы полиспастов

Следует помнить, что каждый из отводных блоков между полиспастом и лебедкой увеличивает усилие на лебедке, вследствие чего повышается ее требуемая грузоподъемность.

Таблица 7

Число ниток полиспаста	Число отводных блоков			
	0	1	2	3
	Коэффициент K			
1	0,96	0,92	0,88	0,85
2	1,88	1,81	1,73	1,66
3	2,76	2,65	2,55	2,44
4	3,62	3,47	3,33	3,2
5	4,44	4,26	4,09	3,92
6	5,21	5	4,8	4,61
7	5,96	5,72	5,49	5,27
8	6,69	6,42	6,17	5,92
9	7,38	7,09	6,8	6,53
10	8,04	7,72	7,41	7,12

Пример. Требуется определить число ниток в полиспасте для подъема груза весом 17 т, если имеется лебедка грузоподъемностью 3 т, а число отводных блоков равно 3.

По приведенной выше формуле вычисляем значение K

$$K = \frac{17}{3} = 5,67.$$

Из табл. 7 в колонке для 3 отводных блоков находим ближайшее значение $K=5,92$, соответствующее 8 ниткам полиспаста.

Перед началом работ все оси блоков и опорные поверхности крюков необходимо тщательно смазать вазелином или солидолом и убедиться в том, что все вращающиеся части могут свободно поворачиваться.

Полиспаст имеет довольно большую длину и на это расстояние уменьшается высота подъема груза. Поэтому в некоторых случаях полиспаст удобнее располагать по схеме, показанной на рис. 26.

При использовании полиспастов следует помнить, что канаты, идущие от груза через верхний

блок и от нижнего блока полиспаста к опоре, должны соответствовать полному весу груза.

Домкраты. В качестве вспомогательных подъемных механизмов, а также для правки погнутой детали применяют домкраты трех ти-

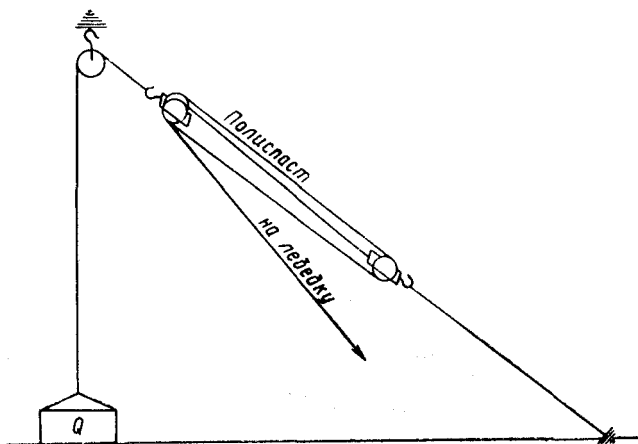


Рис. 26. Установка полиспаста на сбегающей ветви каната для увеличения высоты подъема груза

пов: реечные грузоподъемностью 3—6-т, винтовые 5—25-т и гидравлические 50—200-т.

При использовании домкратов следует соблюдать следующие правила:

нельзя допускать их перегрузки;

усилие, которое преодолевает домкрат, должно быть направлено по оси зубчатой рейки или винта, т. е. при установке домкрата нельзя допускать перекоса;

основание под домкратом должно быть надежным;

при подъеме гидравлическим домкратом следует устанавливать подкладки под борта цилиндра во избежание резкого оседания груза в случае порчи манжета или клапана.

Тали. Для подъема грузов весом от 0,5 до 10 т на высоту до 3 м довольно часто применяют тали. По конструкции они разделяются на шестеренчатые и червячные, причем последние несколько легче и потому более распространены. Однако тяговое усилие, прилагаемое к цепи механизма подъема, у червячных талей больше.

Перед работой таль надлежит тщательно осмотреть и смазать, а также убедиться в исправности тормоза тали. Как и в других грузоподъемных механизмах, не разрешается поднимать при помощи тали груз, вес которого превышает ее грузоподъемность.

Лебедки. Лебедки с ручным и электрическим приводом являются самым распространенным механизмом при такелажных работах. Лебедка состоит из станины, барабана, на который наматывается грузовой канат, и системы шестерен, передающих вращательное движение от приводного вала к барабану.

Перед работой лебедку необходимо надежно закрепить стальным канатом за колонну или ригель здания, а при установке снаружи помещения — за якорь, зарытый в землю. Возможно крепление лебедки с помощью упора и противовеса (рис. 27). При использовании конструкций здания для крепления лебедки необходимо получить разрешение строительной организации.

Канат должен быть навит на нижнюю часть барабана лебедки, как показано на рис. 28. По-

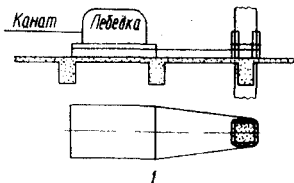


Рис. 27. Схемы крепления лебедок

1 — к колонне; 2 — к якорю;
3 — с упором и противовесом

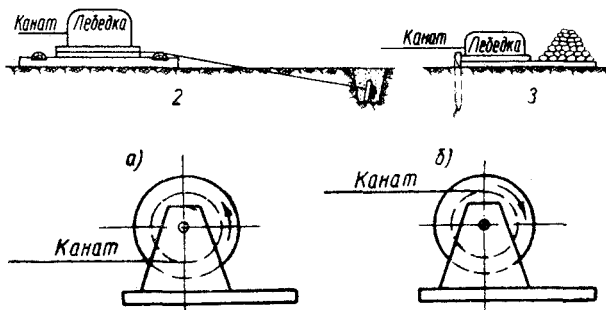


Рис. 28. Схема навивки каната на барабан
а — правильно; б — неправильно

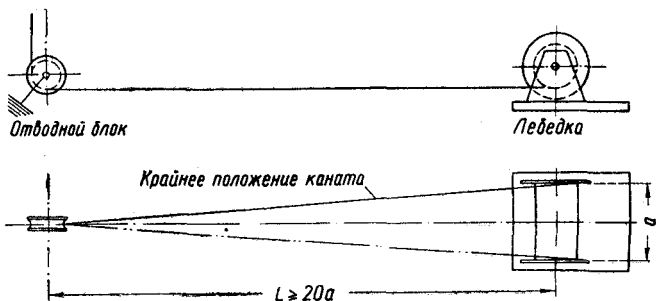


Рис. 29. Схема расположения отводного блока по отношению к лебедке

следний отводной блок перед лебедкой надо укрепить на линии, перпендикулярной к оси барабана и проходящей через середину его. Расстояние от блока до барабана не может быть меньше 20 длин барабана (рис. 29).

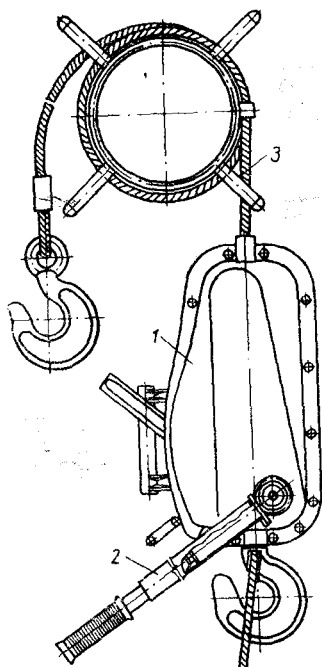


Рис. 30. Ручная рычажная лебедка

1 — тяговый механизм; 2 — съемный телескопический рычаг; 3 — рабочий трос

Все трущиеся части лебедки надо регулярно смазывать. Не реже одного раза в месяц и перед каждым подъемом груза предельного веса лебедку необходимо осматривать. При неисправных тормозах пользоваться лебедкой не разрешается.

В последнее время широкое распространение получают ручные рычажные лебедки грузоподъемностью 1,5 и 3 г. Их преимущества перед другими видами грузоподъемных механизмов заключаются в не-

большом весе, малых габаритах и большой маневренности.

Ручная рычажная лебедка (рис. 30) состоит из тягового механизма 1, съемного телескопиче-

ского рычага 2 и рабочего троса 3 с крюком на конце.

Принцип действия лебедки заключается в следующем: при качании рычага захваты с кулачками зажимают трос, проходящий внутри тягового механизма с силой, пропорциональной нагрузке, и перемещают его.

Технические характеристики ручных рычажных лебедок приведены в табл. 8.

Таблица 8

Основные данные	Лебедка с тяговым усилием 1,5 т	Лебедка с тяговым усилием 3 т
Подача троса тяговым механизмом за один ход рычага в мм	36	26—36
Длина рабочего троса с крюком в м	20	15
Наибольшее усилие на рукоятке в кг	35	35
Вес лебедки с рабочим тросом в кг	31,8	54,5
Вес лебедки без троса в кг . . .	17,8	25,9
Диаметр рабочего троса в мм . .	12	16,5

Рычажные лебедки можно использовать в сочетании с полиспастами для подъема грузов, вес которых превышает тяговое усилие лебедок. На рис. 31 показаны примеры такого использования и указан предельный вес груза, поднимаемого лебедкой грузоподъемностью 1,5 т (в числителе) и 3 т (в знаменателе).

Мачты. При отсутствии других более совершенных механизмов для подъема грузов применяется мачта, к верхнему концу которой подвешивается неподвижный блок полиспаста. Мачту

устанавливают вертикально или под небольшим углом к вертикали и расчаливают ее верхний конец оттяжками (вантами) к конструкциям здания или к якорям. Конец троса, сбегаящего с верхнего блока полиспаста, должен опускаться вдоль мачты и через отводной блок направляться к лебедке.

На рис. 32а, 32б, 32в приведены графики для подбора размеров поперечного сечения вертикально стоящих мачт из стальных труб в зависимости от величины поднимаемого груза и высоты мачты.

Стрелы. Монтажная стрела отличается от мачты тем, что точка подвеса грузового полиспаста подвижна, и поэтому стрела является значительно более удобным приспособлением. Стрела имеет два полиспаста: один для подъема груза, второй для изменения наклона; поворот ее осуществляется обычно при помощи ручной лебедки.

В настоящее время применяют три типа стрел: СТ-8, СТМ-15 и СТМ-20 грузоподъемностью соответственно 8, 15 и 20 т. Пяты и оголовки стрел изготавливают обычно в заводских условиях. На месте монтажа их приваривают к трубе, размеры которой выбираются по графику, показанному на рис. 33.

Закрепление стрелы (рис. 34) к несущим конструкциям здания должно согласовываться с организацией, проектировавшей здание. При невозможности закрепления полиспаста наклона стрелы на ближайших конструкциях здания следует использовать вспомогательную мачту с расчалками.

На рис. 34, в показана схема установки стрелы с вспомогательной мачтой и дополнительной опорой; такая схема применяется в тех случаях,

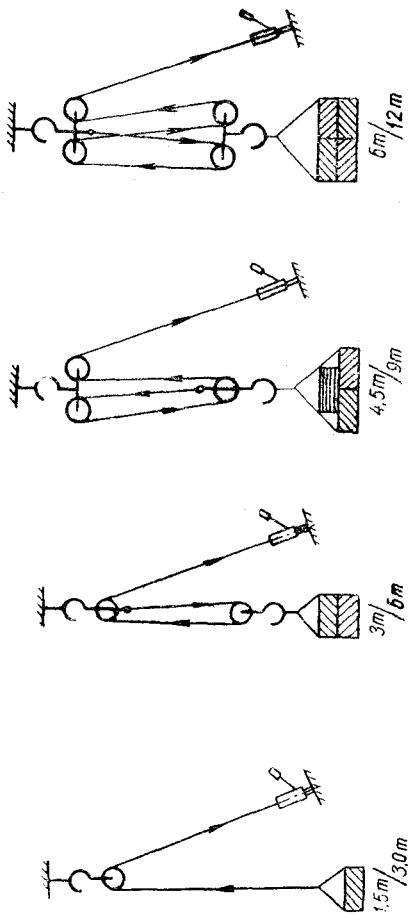


Рис. 31. Схемы использования рычажных лебедок в сочетании с полистами

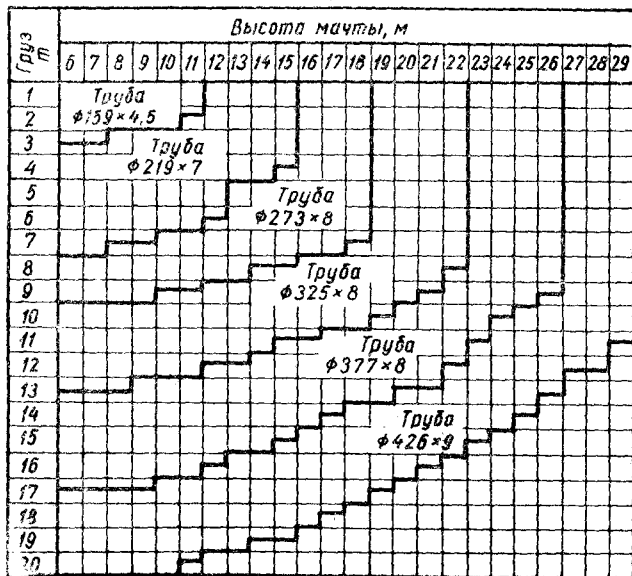
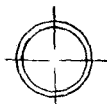


Рис. 32а. График для выбора труб под монтажные мачты (труба без усиления)

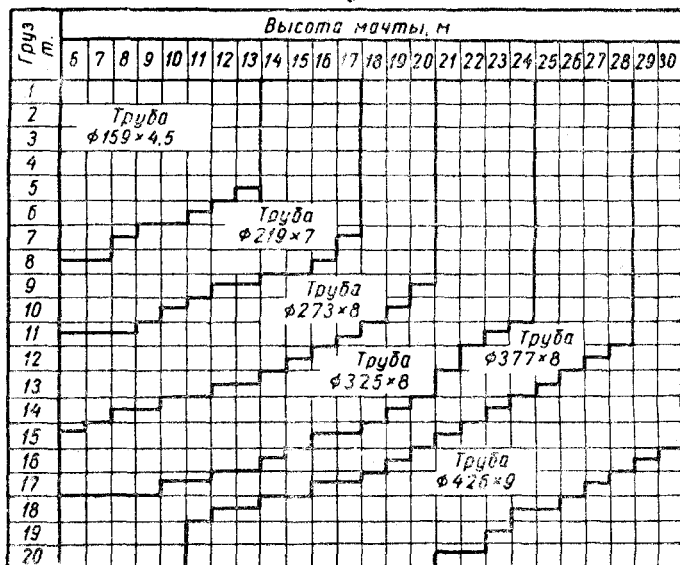
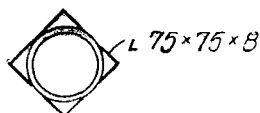


Рис. 326. График для выбора труб под монтажные мачты (труба, усиленная приваренными уголками 75x75x8)

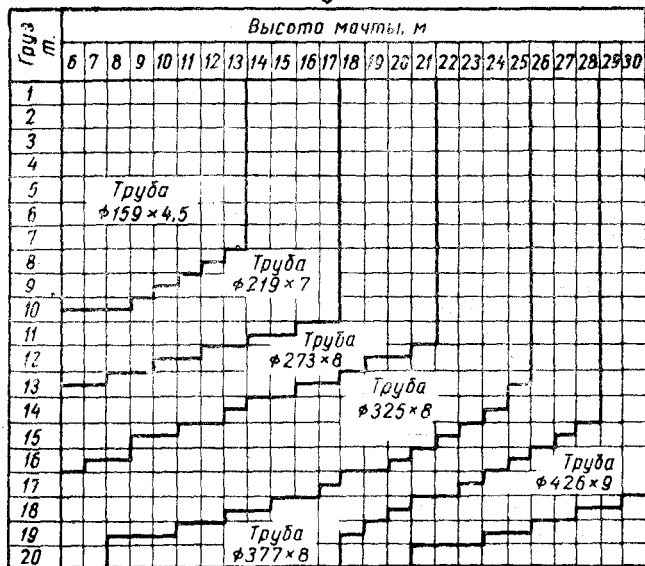
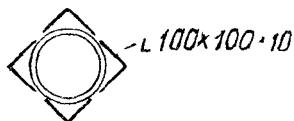


Рис. 32в. График для выбора труб под монтажные мачты (труба, усиленная приваренными уголками $100 \times 100 \times 10$)

когда несущие конструкции здания не выдерживают нагрузку от работы стрелы.

а)

Груз т	Длина стрелы, м															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3																
4																
5																
6																
7																
8																

б)

Груз т	Длина стрелы, м											
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

Рис. 33. График для выбора трубы под монтажные стрелы

а — для стрелы СТ-8 грузоподъемностью до 8 т; б — для стрелы СТМ-15 грузоподъемностью до 15 т

Г-образный кран (рис. 35), применяемый при монтаже, представляет собой решетчатую мачту со стрелой-консолью. Вершина мачты расчленивается шестью расчалками. Стрела-консоль, по которой может передвигаться тележка с грузовым полиспастом, жестко связана с мачтой.

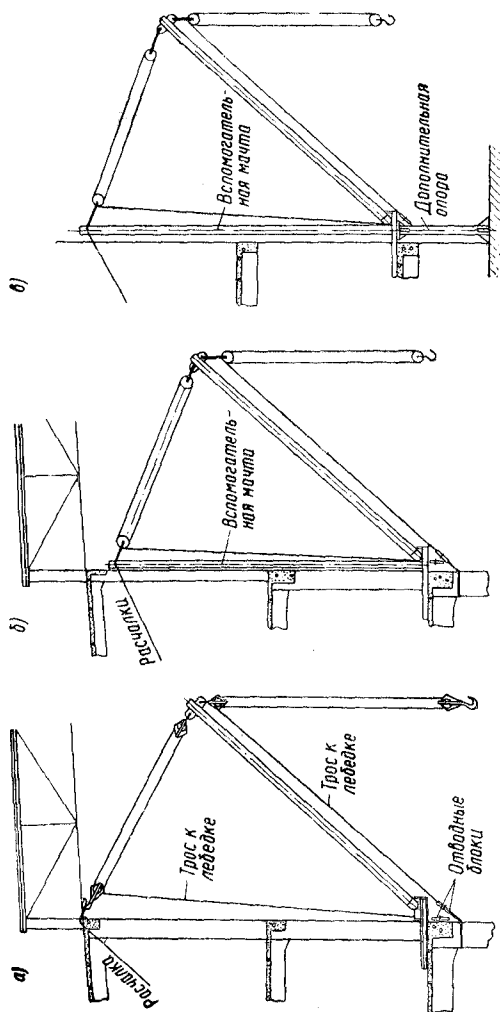


Рис. 34. Схемы установки монтажных стрел

а — крепление к несущим конструкциям здания; б — с вспомогательной мачтой; в — с вспомогательной мачтой и опорой

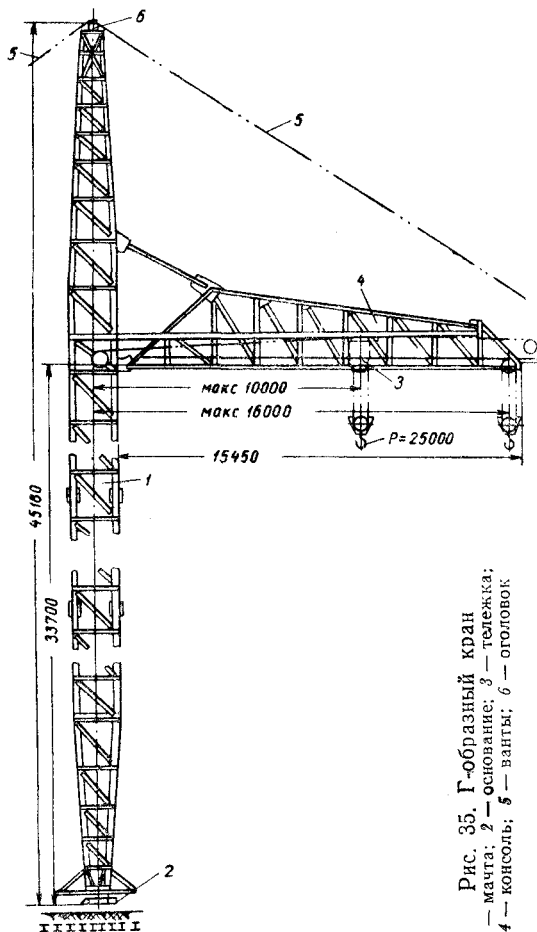


Рис. 35. Г-образный кран
 1 — мачта; 2 — основание; 3 — тележка;
 4 — консоль; 5 — ванты; 6 — оголовок

Вследствие большого веса, а также сложности монтажа и демонтажа применение Г-образного крана оправдывается только при монтаже крупных агрегатов. Обычно такой кран устанавливают в хвостовой части котельной между двумя монтируемыми котлами.

Автокраны и гусеничные краны. Самоходные краны очень удобны для обслуживания площадок укрупнительной сборки. Если монтаж котельных агрегатов ведется одновременно со строительными работами, то эти краны могут быть использованы и при монтаже.

Автомобильные краны имеют сравнительно небольшую грузоподъемность, но обладают большой маневренностью. Гусеничные краны выпускаются грузоподъемностью до 30 т и по сравнению с автомобильными они более удобны в работе, так как снабжены более длинными стрелами, не нуждаются в выносных винтовых опорах (аутригерах), управление механизмами передвижения и подъема у них сосредоточено в одной кабине.

Строповка грузов является весьма ответственной операцией, от правильного выполнения которой зависит благополучный исход перемещения груза. Узлы, которыми завязываются канаты при строповке, разработаны с таким расчетом, чтобы при подъеме груза они оставались неизменными или самозатягивались, а после выполнения операции легко развязывались (рис. 36). Канат должен закрепляться за надежные узлы оборудования. В местах соприкосновения стропа с острыми кромками обязательно устанавливают деревянные прокладки.

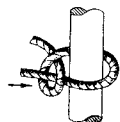
Перед началом подъема тяжелого груза следует приподнять его на высоту 200—300 мм и



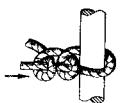
Прямой узел



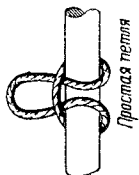
Крестовая петля



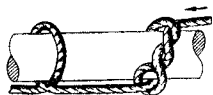
простая



двойная



Простая петля



удавка с
нахлесткой



Вензель:
простой двойной



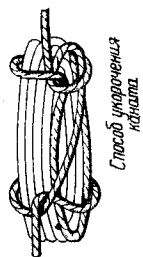
простой



Мертвая петля



Крыжовый узел



Способ укорочения
каната

Рис. 36. Схемы узлов канатов

убедиться в том, что груз уравновешен, узлы завязаны правильно, такелажное оборудование исправно и надежно закреплено.

Подъемом должен руководить только один человек. Звуковая сигнализация часто приводит

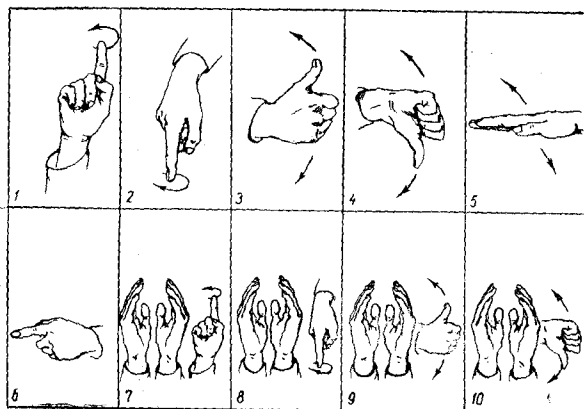


Рис. 37. Сигнализация знаками

1 — крюк вверх; 2 — крюк вниз; 3 — стрелу вверх; 4 — стрелу вниз; 5 — стоп; 6 — поворот стрелы, палец указывает направление; 7 — крюк немного вверх; 8 — крюк немного вниз; 9 — стрелу немного вверх; 10 — стрелу немного вниз

к ошибкам, недоразумениям, а иногда к авариям. Поэтому следует пользоваться сигнализацией знаками (рис. 37).

Горизонтальный транспорт. Оборудование агрегатов поступает со складов заказчика и с железнодорожных платформ на склад монтажной организации и на площадку укрупнительной сборки, откуда крупные блоки подают к месту монтажа. Если проектом организации работ предусмотрен ввод железнодорожного пути в зда-

ние котельной, то лучшим способом горизонтального транспорта является перевозка на железнодорожных платформах. В этом случае возможна даже сборка некоторых блоков непосредственно на специальных тележках.

Если железнодорожного пути нет, то пользуются автопогрузчиками (грузоподъемностью 3 и 5 т), тележками узкой колеи или перетаскивают грузы на специальных салазках с помощью трактора или лебедки.

Материалы для обмуровки и изоляции подвозятся на автомашинах, причем кирпич должен транспортироваться в контейнерах. В здание эти материалы подаются ленточными транспортерами, подъемниками, автопогрузчиками или нориями.

СЛЕСАРНЫЕ И СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

1. Слесарные работы

Кроме обычных слесарных работ: сверловки, рубки, резки, нарезания резьбы и пр., при монтаже котельных установок выполняются и более сложные слесарные работы: развальцовка труб, центровка валов, балансировка роторов и др.

Ввиду того что простейшие слесарные работы общеизвестны, описание их здесь не приводится.

Посадка на вал соединительной полумуфты производится с натягом, т. е. диаметр отверстия в полумуфте должен быть меньше диаметра вала. Величина натяга указывается на чертеже, причем для обеспечения требуемого натяга всегда следует растачивать полумуфту, а не обтачивать вал. Перед сборкой необходимо проверить размеры полумуфты и вала, а также качество обработки их поверхностей. Не допускаются царапины, риски, заусенцы и шероховатости. Конусность и овальность вала и отверстия полумуфты не должны превышать 0,05 мм.

Если при расточке отверстие полумуфты сделано слишком большим, то в нее необходимо впрессовать втулку толщиной не меньше 10 мм.

и отверстие снова расточить. Никакие прокладки между валом и полумуфтой не допускаются. Шпонка должна плотно входить в шпоночную канавку. Посадка полумуфты облегчается, если ее нагреть до $80\text{—}100^\circ$ в воде или масле. После посадки вал проворачивают и индикатором проверяют биение полумуфты, которое не должно превышать 0,5 мм.

Центровка соединяемых валов. Эту работу обычно выполняют при соединении вращающегося механизма (вентилятора, насоса и т. п.) с электродвигателем, который часто доставляется отдельно от механизма.

Если механизм (например, дымосос) поступает на площадку в разобранном виде, то прежде всего надо сделать центровку его подшипников по струне. Для этого подшипники устанавливают на опорную плиту, выверенную в горизонтальной плоскости, в соответствии с чертежом проверяют их горизонтальность при помощи уровня, положение по высоте и расстояние между ними. Затем через центры подшипников натягивают стальную проволоку диаметром 0,25—0,5 мм, концы которой перекидывают через скобы, установленные на требуемой высоте. Для натягивания проволоки к ее концам подвешивают грузы весом 3—5 кг.

Правильность положения подшипников проверяют замерами штихмасом в горизонтальной и вертикальной плоскостях от проволоки до поверхности расточки или вкладыша подшипника.

Затем в подшипники следует уложить вал механизма и с помощью уровня, установленного на шейках вала, проверить его горизонтальность, а с помощью щупа измерить величину зазоров между шейками вала и вкладышами (рис. 38).

При этом не должно быть зазоров между нижней частью шейки и вкладышем (а и б), а по бокам шейки величина зазоров со всех сторон должна быть одинаковой (в, г, д, е) и находиться в пределах 0,09—0,15 мм при диаметре шейки до 180 мм и 0,13—0,2 мм при большем диаметре шейки.

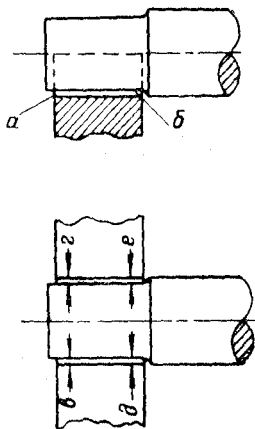


Рис. 38. Схема проверки зазоров между шейкой вала и вкладышем подшипника

Центровку соединяемых валов по полумуфтам начинают с проверки прилегания опорных поверхностей механизма к фундаментной раме. Для этого необходимо отпускать гайки болтов, крепящих механизм к раме, и проверить щупом зазор между опорными поверхностями (лапами) и рамой. Величина зазора не должна превышать 0,25 мм, в противном случае он должен быть уменьшен прокладками из тонкого листового металла. Затем надо затянуть гайки всех крепящих бол-

тов. При снятых верхних крышках подшипников точным уровнем необходимо проверить горизонтальность шеек вала. Отклонение от горизонтали может быть не больше 0,35 мм на каждый метр длины вала.

Предварительная центровка заключается в том, что последовательно в четырех положениях — сверху, снизу и по бокам — на соединяемые полумуфты ставят ребром стальную линейку. При всех этих положениях линейка должна плотно прилегать к обеим полумуфтам (рис. 39)

или, если полумуфты имеют разные диаметры, зазор между линейкой и меньшей полумуфтой

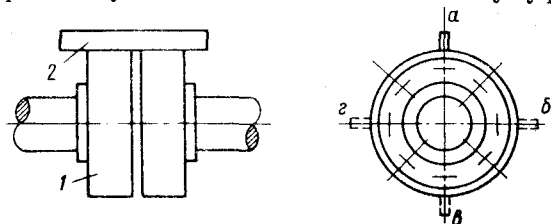


Рис. 39. Схема предварительной центровки валов по полумуфтам

1 — полумуфта; 2 — линейка; а, б, в, г — четыре положения линейки при проверке

во всех положениях должен оставаться одинаковым. Зазор между торцами полумуфт проверяют клиновым щупом; в тех же четырех положениях величина зазора должна быть одинакова. Для достижения правильного положения соединяемого механизма и двигателя приходится менять толщину подкладок и передвигать двигатель в ту или другую сторону.

По окончании предварительной центровки затягивают фундаментные болты и на обе полумуфты устанавливают контрольные скобы (рис. 40). Оба центрируемых вала сдвигают до упора галтелей в торцы вкладышей подшипников,

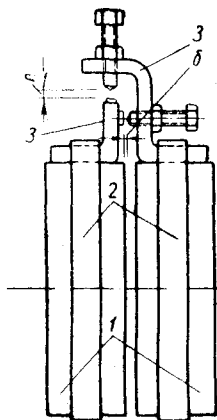


Рис. 40. Схема установки контрольных скоб при центровке

1 — полумуфты; 2 — хомуты для крепления скоб; 3 — скобы; а и б — величина зазоров

а затем поворачивают так, чтобы скобы находились в верхнем положении, и измеряют величину зазоров *а* и *б*. Затем эти зазоры измеряют последовательно при повороте обоих валов на 90, 180 и 270°. Перемещая электродвигатель, нужно добиться, чтобы все зазоры *а* были равны между собой, так же как и зазоры *б* были одинаковы при всех положениях вала. Необходимо следить, чтобы валы центрируемых механизмов были при проверке сдвинуты до упора галтелей в подшипники.

Балансировка ротора. Вращающийся механизм (насос, вентилятор и пр.) состоит из двух основных частей: неподвижной части, называемой статором, и подвижной, вращающейся, называемой ротором. Выверка и центровка вала еще недостаточны, чтобы механизм работал нормально. Если ротор не уравновешен, т. е. его центр тяжести не находится на оси вращения, то при вращении появляется центробежная сила *P*, стремящаяся вывести ротор из равновесия (рис. 41) и вызывающая вибрацию; последняя может привести к разрушению механизма. Для того, чтобы уравновесить ротор, необходимо с противоположной стороны прикрепить такой груз, который мог бы вызвать центробежную силу *P*₁, уравновешивающую силу *P*. С этой целью вал ротора надо уложить на стальные призмы, которые должны быть строго горизонтальны и параллельны между собой, а вал перпендикулярен призмам. При правильном подборе груза ротор будет находиться в состоянии безразличного равновесия, т. е. при любом повороте ротора относительно оси вращения он остается в покое. Такое уравновешивание называется статической балансировкой.

При сборке блоков и монтаже, когда нужно определить разность высот двух точек, удаленных одна от другой на значительное расстояние, монтажники пользуются гидростатическим уровнем. Такой уровень (его называют также пьезометром) представляет собой тонкий резиновый

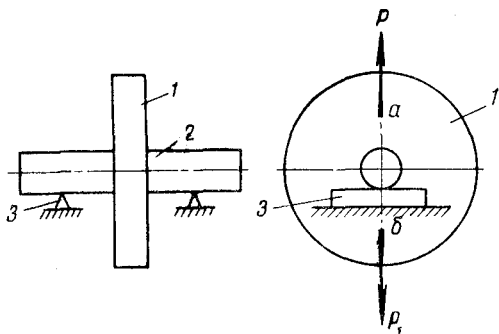


Рис. 41. Статическая балансировка ротора
1 — ротор; 2 — вал; 3 — призмы приспособления для балансировки; а — смещенный центр тяжести; б — уравновешивающий груз

шланг, в концы которого вставлены стеклянные трубки. Шланг заполняется водой так, чтобы стеклянные трубки, где нанесены риски, были заполнены на половину высоты. При наполнении гидростатического уровня следует следить, чтобы в резиновую трубку не попал воздух. Точность отсчетов с помощью гидростатического уровня составляет ± 1 мм.

2. Сварочные работы*

Сварочные работы имеют значительный удельный вес в общем объеме работ по монтажу

* Раздел составлен инж. Ю. М. Ривкиным.

котельных установок (от 15 до 25%). Большой объем работ и высокие требования к сварным соединениям заставляют обращать особое внимание на тщательность соблюдения технологии сварки и рациональную организацию сварочных работ.

При монтаже котельных установок может применяться как электродуговая, так и газовая сварка.

Электродуговая сварка

Сущность электродуговой сварки заключается в том, что при сближении контактов разомкнутой электрической цепи, находящейся под напряжением, между ними начинает проскакивать электрическая искра, представляющая собой поток отрицательных и положительных ионов.

При этом воздушный промежуток между контактами, являющийся в обычных условиях непроводником, ионизируется и становится проводником электричества, отчего электрическая дуга приобретает устойчивость.

Мощный поток ионов несется с большой скоростью между контактами (электродами) электрической цепи. При столкновении с последними, а также ионов друг с другом выделяется большое количество тепла, которое оплавляет свариваемый металл и конец электрода. Температура сварочной дуги равна примерно 2500°.

Устойчивость дуги, т. е. ее равномерное горение без обрывов, зависит главным образом от длины дуги и рода тока. При постоянном токе дуга будет гореть устойчивей, чем при переменном, так как в тот момент, когда сила перемен-

ного тока падает до нуля, ионизация воздушно-го промежутка почти исчезает и дуга может погаснуть.

Длина дуги — расстояние между концом электрода и кратером свариваемого металла — называется короткой, если она не превышает диаметра электрода. Дугу, длина которой больше диаметра электрода, называют длинной. При сварке на короткой дуге воздушный промежуток меньше, дуга горит устойчивее и расплавленный металл меньше соединяется с кислородом и азотом воздуха.

Кислород образует с металлом химические соединения — окислы, располагающиеся по границам зерен металла и нарушающие сцепление их между собой, что приводит к повышению хрупкости металла. При соединении азота с железом образуются нитриды, кристаллизующиеся в виде тонких игл. Нитриды повышают прочность стали, но резко уменьшают пластичность и ударную вязкость.

Для уменьшения вредного влияния кислорода в состав обмазки электродов вводят так называемые раскислители — вещества, соединяющиеся с кислородом во время сварки (кремний, марганец и др.) Увеличение содержания марганца и углерода в присадочной проволоке снижает содержание азота в наплавленном металле.

Характерной и важной особенностью электрической дуги является выделение тепла на очень малом участке — непосредственно под дугой (в кратере), а на небольшом расстоянии от кратера нагрев металла резко падает.

При рассмотрении поперечного разреза сварного шва (рис. 42) установлено, что в различных

частях шва структура, а иногда и химический состав металла различны.

Различают следующие зоны сварного шва.

1. Наплавленный металл. Он состоит в основном из металла электрода и небольшой

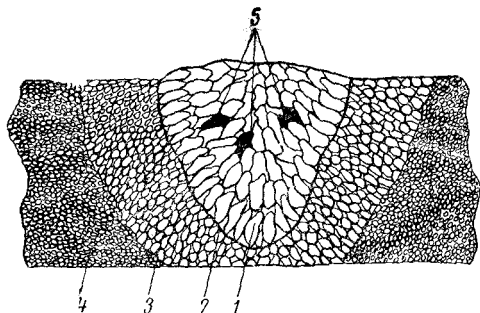


Рис. 42. Схема строения сварного шва

1 — наплавленный металл; 2 — зона сплавления;
3 — зона термического влияния; 4 — основной металл; 5 — окислы и шлаки

части основного металла. При расплавлении металла частично соединяются с кислородом и выгорают такие его составляющие, как углерод, кремний, марганец и др. В свою очередь в наплавленный металл переходит часть элементов из обмазки электрода. Поэтому химический состав наплавленного металла может отличаться от состава электрода и основного металла.

Структура наплавленного металла — крупнозернистая.

2. Зона сплавления. В этой зоне основной металл расплавляется и смешивается с наплавленным, причем, если кристаллы основного и наплавленного металла хорошо и прочно со-

прикасаются между собой, то сварное соединение прочно.

3. Зона термического влияния. В ней основной металл не расплавился, а подвергся нагреванию. Химический состав металла в этой

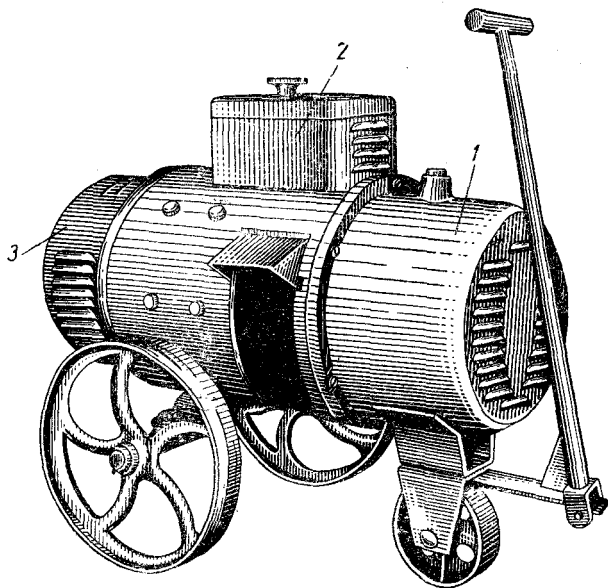


Рис. 43. Электросварочный агрегат ПС-500
1 — генератор; 2 — регулятор тока; 3 — электродвигатель

зоне не отличается от состава основного металла, но под влиянием нагрева размеры зерен и строение металла изменяются.

4. Основной металл, подвергаемый сварке, за зоной термического влияния мало нагревается и не меняет своей структуры и химического состава.

В расплавленном металле имеются различные шлаки и загрязнения, которые в процессе затвердевания обычно выходят на поверхность шва. Но когда расплавленный металл охлаждается быстро, они не успевают подняться и остаются в наплавленном металле, разъединяя зерна металла между собой, вследствие чего ухудшается механическая прочность шва.

Оборудование для электросварки

Для производства электросварочных работ применяют агрегаты постоянного тока и трансформаторы, преобразующие обычную электроэнергию из сети напряжением 220 или 380 в в электроэнергию нужной для сварки силы и напряжения.

Агрегаты постоянного тока обычно состоят из генератора, вырабатывающего постоянный ток, и двигателя (электрического или внутреннего сгорания), приводящего в движение генератор (рис. 43).

Технические характеристики сварочных агрегатов постоянного тока приведены в табл. 9.

Таблица 9

Тип агрегата	Тип генератора	Тип двигателя	Величина тока генератора в а	Напряжение в сварочной цепи в в	Вес агрегата в кг
С электродвигателями					
СУГ-26	СМГ-26	МКФ-29/4	250	25	550
СУГ-2р	СМГ-2г-п	А-62/4	300	30	550
СУГ-2р-У	СМГ-2г-п	А-62/4	300	30	510
ПС-300-М	СГ-300	А-62,4	340	35	570
ПС-500	СГ-500	А-72/2	500	40	960

Тип агрегата	Тип генератора	Тип двигателя	Величина тока генератора в а	Напряжение в сварочной цепи в в	Вес агрегата в кг
--------------	----------------	---------------	------------------------------	---------------------------------	-------------------

С двигателями внутреннего сгорания

САК-2-I	СМГ-2а	ГАЗ-к	250	40	1 110
САК-2-II	СМГ-2д	У-2	250	25	1 050
АСБ-300	СМГ-2г-VI	ГАЗ-МК	250	30	900
ПАС-400-VIII	СГП-3-1	ЗИС-120	400	40	1 900
АСД-3-1	СГП-3-8	ЯАЗ-204г	500	75—90	2 500

Сварочные агрегаты постоянного тока являются сравнительно сложными и дорогостоящими машинами. Дешевле и проще сварочные трансформаторы, понижающие электроэнергию напряжением 220 и 380 в до более низкого напряжения 55—65 в, необходимого для зажигания сварочной дуги.

Схема устройства трансформатора проста (рис. 44). На замкнутом железном сердечнике 1 помещена обмотка 2, имеющая большое число витков из тонкой проволоки, и обмотка 3 — из малого числа витков толстой проволоки. При прохождении переменного тока из сети по обмотке 2 сердечник намагничивается

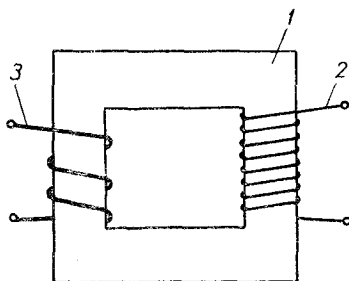


Рис. 44. Схема сварочного трансформатора

1 — железный сердечник; 2 — первичная обмотка; 3 — вторичная обмотка

и в обмотке 3 индуцируется переменный ток меньшего напряжения, но большей силы.

Силу тока можно изменять регуляторами, изготавливаемыми отдельно (к трансформаторам типа СТЭ) или вмонтированными в трансформатор (типа СТН или СТАН).

Технические характеристики сварочных трансформаторов приведены в табл. 10.

Трансформаторы типа СТЭ применяют преимущественно для ручной сварки, а более мощные трансформаторы типа СТН, ТСД — для автоматической и полуавтоматической.

Подготовка кромок под сварку

От подготовки кромок свариваемых элементов во многом зависит качество сварного шва.

Обработку кромок при монтаже редко удается выполнить механическим способом на станках, гораздо чаще она производится посредством газовой резки. В последнем случае обязательно надо снять с кромки оплавленный металл и грат, а кромки труб после резки надо запилить напильником.

Перед сваркой шов следует очистить зубилом и металлической щеткой от окалины, ржавчины, грязи, масла.

Наиболее распространенным сварным соединением является соединение в стык (рис. 45). При этом торцы соединяемых элементов должны быть расположены друг против друга без смещения кромок.

При стыковании металла толщиной от 3 до 8 мм кромки можно обрезать под прямым углом, оставляя между ними зазор от 0,5 до 1,5 мм.

Таблица 10

Тип		Напряжение в в			Пределы регулирования силы тока в а	Потребляемая мощность в ккал	Вес в кг	
трансформа- тора	регулятора	первичное	вторичное				трансфор- матора	регулято- ра
			при холо- стом ходе	номиналь- ное				
СТЭ-22	РСТЭ-22	127, 220, 380	50	30	30—350	13,5	117	63
СТЭ-23	РСТЭ-23	220, 380	65	30	50—420	19,5	140	90
СТЭ-32	РСТЭ-32	220, 380	65	30	100—700	29	186	130
СТЭ-34	РСТЭ-34	220, 380	60	30	100—700	34	200	120
СТ-150-8	РСТЭ-53	220, 380, 500	65—70	30	500—1500	65	410	185
СТАН-1	—	220, 380	60—70	30	60—480	22	185	—
СТН-500	—	220, 380	60	30	150—700	32	270	—
СТН-700	—	220, 380	60	30	200—900	43,5	380	—
ТСД-1000-3	—	220, 380	69—81	42	400—1200	76	534	—

Сварку следует вести: при толщине металла до 4 мм — с одной стороны, при большей толщине — с двух сторон. Если сварку с двух сторон выполнить невозможно, то при толщине от 4 до 26 см делают односторонний или V-образный скос кромок.

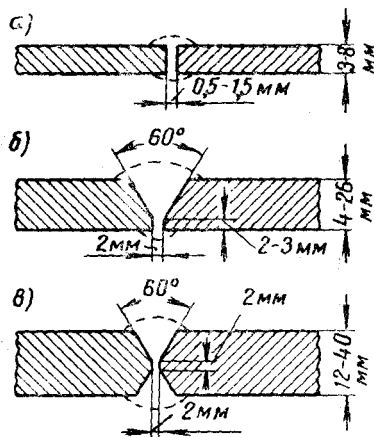


Рис. 45. Схемы стыковых сварных соединений

а — без скоса кромок; *б* — V-образный скос соединения; *в* — X-образный скос

Необходимо точно выдерживать величину зазора между стыкуемыми элементами, чтобы обеспечить требуемый провар металла и возможность подварки корня шва с обратной стороны, а также величину притупления, которое необходимо оставлять во избежание прожога.

При толщине свариваемого металла от 12 до 40 мм делают двусторонний или X-образный скос кромок.

Соединение внахлестку (рис. 46, а) применяют обычно для металла толщиной не более 10—12 мм. При этом специальной обработки кромок не производят.

Тавровое соединение (рис. 46, б) выполняют при сварке конструкций каркаса котла. В этом

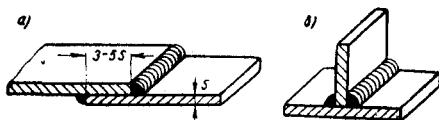


Рис. 46. Сварные соединения
а — внахлестку; б — тавровое

соединении надо следить за тем, чтобы кромка вертикального элемента была ровно обрезана и плотно прилегала к горизонтальному.

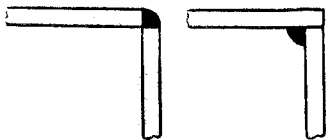


Рис. 47. Угловые соединения

Угловые соединения (рис. 47) часто встречаются при сварке прямоугольных емкостей и газопроводов. При выполнении таких соединений также необходимо следить за плотным прилеганием их друг к другу.

На рис. 48 показаны схемы стыковых соединений труб. Прямые кромки без разделки (рис.

48, а) можно применить при толщине стенок труб до 5 мм. В случае необходимости сварки труб толщиной стенок более 10 мм, располагающихся

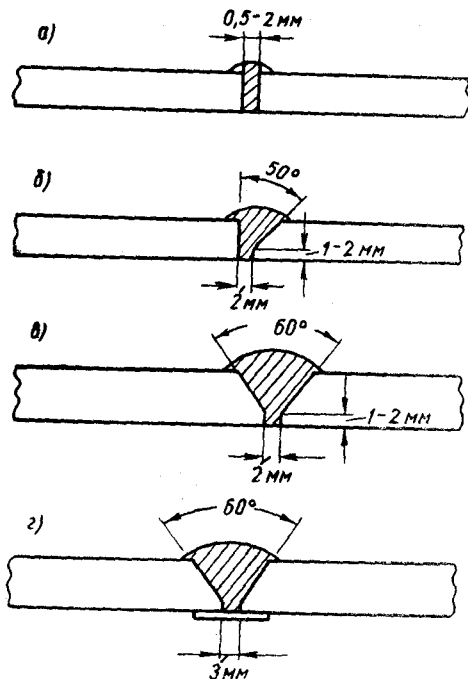


Рис. 48. Схемы стыковых соединений труб

а — без скоса кромок; б — V-образные со скосом одной кромки; в — V-образные со скосом двух кромок; г — с подкладными кольцами

в вертикальном положении, делают V-образную разделку с односторонним скосом кромки (рис. 48, б). Стыковые соединения с V-образной раз-

делкой кромок (рис. 48, в) являются основным типом соединения труб при монтаже трубопроводов. Их применяют для вертикально расположенных труб толщиной стенок до 10 мм и при горизонтальном расположении труб. Для сварки труб повышенного давления иногда применяют соединения со вставкой внутренних подкладных колец (рис. 48, г).

При стыковке труб следует обращать особое внимание на обеспечение соосности труб и отсутствие смещения кромок. Ввиду того что сварные соединения труб должны обладать не только высокой прочностью, но и плотностью, очистка кромок перед сваркой от окалины и загрязнений должна быть особенно тщательна.

Электроды

В соответствии с ГОСТ 2523-51 установлено 13 типов электродов: Э-34, Э-38, Э-42, Э-42А, Э-50, Э-50А, Э-55, Э-55А, Э-60, Э-60А, Э-70, Э-85 и Э-100. Цифры в обозначениях электродов обозначают величину предела прочности сварного соединения, буква А свидетельствует о повышенных пластических свойствах металла шва.

Проволока, из которой изготавливают электроды, должна содержать минимальное количество серы и фосфора, так как эти элементы целиком переходят в наплавленный металл и ухудшают его качество. Содержание марганца в проволоке увеличено по сравнению с основным металлом, так как он является раскислителем (соединяется с кислородом) и уменьшает вредное влияние серы. Повышенное содержание кремния в проволоке вызывает разбрызгивание металла при сварке, поэтому оно не должно превышать 0,03%.

Покрытие (обмазка) электродов должно выполнять следующие функции: создавать вокруг дуги и расплавленного металла оболочку из газа для защиты от кислорода и азота воздуха; повышать устойчивость сварочной дуги; создавать защитную корку шлака, замедляющую остывание металла и предохраняющую его от кислорода и азота окружающего воздуха; вводить в металл шва легирующие элементы, улучшающие его качество. В соответствии с этим обмазки делят на тонкие, или стабилизирующие, которые придают только устойчивость дуге, и толстые, или защитные, которые выполняют все указанные выше функции.

Наиболее распространенную тонкую обмазку делают из 80—85 частей (по весу) мела и 20—15 частей жидкого стекла. Толстые или защитные обмазки могут иметь разнообразный состав.

Технические характеристики электродов приведены в табл. 11.

Для сварки ответственных конструкций, а также труб поверхностей нагрева из малоуглеродистых сталей наиболее пригодными являются электроды ОММ-5, ЦМ-7, УОНИ-13/45, СМ-11 и УП-2/45. При этом следует учесть, что электродами ЦМ-7 трудно выполнять потолочные швы, но они обладают повышенным коэффициентом наплавки и обеспечивают увеличение производительности труда сварщиков на 30—40%. Электроды ЦМ-7с имеют более утолщенное покрытие и применяются для скоростной сварки методом опирания на козырек. Электродами УОНИ-13/45 можно сваривать только на постоянном токе. Электроды СМ-5 лучше всего применять для сварки ответственных металлоконструкций, а не трубопроводов. В состав покрытий СМ-11 входит

железный порошок, вследствие чего, кроме хороших технологических свойств, они обеспечивают повышенный коэффициент наплавки.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка

Сущность процесса автоматической сварки под флюсом заключается в использовании теплового действия электрической дуги, которая возникает между голой электрической проволокой и свариваемым металлом и горит в замкнутом пространстве, образуемом расплавленным флюсом и металлом. Сварочная проволока все время подается в дугу и перемещается вдоль шва.

Слой флюса толщиной 50—60 мм и газы расплавившейся части флюса своим давлением на жидкий металл обеспечивают хорошее формирование шва, исключают разбрызгивание и выдувание металла. Флюс надежно защищает металл от вредного воздействия атмосферного воздуха и образует плотную шлаковую корку, предохраняющую шов от быстрого остывания.

При сварке под слоем флюса становится возможным значительное увеличение плотности тока (т. е. количество ампер, приходящееся на 1 мм^2 сечения электродной проволоки), что увеличивает провар и скорость сварки.

Таким образом, при автоматической сварке увеличивается производительность труда; повышается качество сварного соединения; экономится присадочный материал за счет отсутствия разбрызгивания и увеличения проплавления основного металла; достигается экономия электроэнергии за счет ликвидации потерь на угар и лучеиспускание и улучшаются условия работы сварщика. Эти преимущества автоматической сварки

Тип электрода	Марка электрода	Марка сварочной проволоки	Механические	
			предел прочности в $Kг/мм^2$	относительное удлинение в %
Э-34	Меловые	СВ-08	34	—
Э-38	То же, с утолщенным покрытием		38	—
Э-42	ОММ-5	СВ-08; СВ-15	46—50	20—28
	СМ-5	СВ-08; СВ-08А	48—52	20—30
	ЦМ-7	СВ-08; СВ-15	41—53	18—30
	ЦМ-7С		41—44	18—21
Э-42А	УОНИ-13/45	СВ-08; СВ-08А	43—45	28—32
	СМ-11		45—50	23—38
	УП-2/45		42,3—48,7	27,9—35,6
Э-50	УП-2/55	СВ-08; СВ-08А	53,6—58,3	29,2—31,9
Э-50А	УОНИ-13/55	СВ-08	50—55	25—30
	СМ-11/50	СВ-08А	50—52	28—36
ЭП-50	ЦЛ-6	СВ-08; СВ-08А	55	23
	ЦЛ-14	СВ-08А	60,9	15,9

свойства		Рекомендуе- мый род тока и полярность	Возмож- ное поло- жение при сварке	Область применения
ударная вязкость в кгм/см^2				
— —		Переменный и постоянный	Любое Нижнее	Сварка малоответ- ственных конструкций (пы- левоздухогазопроводы, лестницы, площадки, об- шивка и т. п.)
10—12	}	То же	Любое	Сварка ответственных конструкций из малоуг- леродистой стали марок Ст. 1, 2, 3, 10, 15, 20 (рас- четные металлоконструк- ции, трубопроводы, кол- лекторы, трубы поверх- ностей нагрева и т. д.)
10—17				
8—11			Нижнее	
8—11,1				
25—30,1	}	Любое	То же, что и Э-42, но при необходимости полу- чения швов повышенной пластичности	
15—30				Постоянный, обратная по- лярность
27,7—23,1				Переменный и постоянный
27,7—33,1	То же		Любое	Ответственные конст- рукции из сталей марок Ст. 4 и 5
25—30,4	}	Любое	То же, что и Э-50, но при необходимости по- лучения швов повышен- ной пластичности и вяз- кости	
17—20				Постоянный, обратная по- лярность
9,9	}	Любое	Трубопроводы и трубы поверхностей нагрева из стали марок 15М и 20М, а также из сталей марок 15ХМ и 12МХ	
—				Переменный и постоянный

перед ручной обеспечили ей широкое внедрение в промышленность.

Автоматическая сварка имеет и недостатки, ограничивающие ее применение при монтаже: возможность выполнения сварки только в нижнем или слегка наклонном положении, а также повышенные требования к качеству подготовки кромок.

Автоматической называют сварку, при которой автоматизированы как процессы подачи сварочной проволоки ко шву по мере ее оплавления, так и передвижения ее вдоль шва. Если автоматизирован только один процесс — подача сварочной проволоки, то сварку называют полуавтоматической.

В монтажных условиях сварку коробов газопроводов (при сборке блоков), лестниц и площадок, приварку фланцев к трубам большого диаметра и т. п. можно выполнять шланговым полуавтоматом ПШ-5.

Схема установки для полуавтоматической сварки под флюсом показана на рис. 49. Питание сварочной дуги осуществляется от сварочного трансформатора 1 с дросселем и распределительной панели (аппаратного ящика) 2 через гибкий шланг 5. По этому шлангу подается и сварочная проволока сечением 1,2—2 мм из кассеты 3 с помощью механизма 4 в держатель 6, на котором смонтирована воронка для флюса. При сварке полуавтоматом ПШ-5 применяют флюс марки АН-348 Ш. Питание сварочной дуги может осуществляться и от аппарата постоянного тока.

Режимы сварки под слоем флюса полуавтоматом ПШ-5 на постоянном и переменном токе приведены в табл. 12.

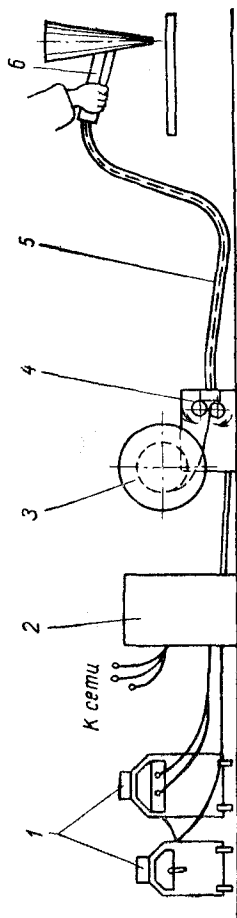


Рис. 49. Схема сварки шланговым полуавтоматом ГШ-5

1 — трансформатор; 2 — аппаратный ящик; 3 — кассета; 4 — механизм подачи; 5 — гибкий шланг; 6 — держатель

Таблица 12

Ток	Толщина сваривае- мого металла для стыковых швов в мм	Катет для угловых швов в мм	Диаметр электрода в мм	Величина силы тока в а	Скорость подачи электрода в м/час	Скорость свар- ки в м/час	
						стыковых швов без ско- са кромок	угловых швов
Перемен- ный	4	4	2	220—240	101	18—24	24—30
	5	5	2	275—300	156	18—24	24—30
	8	—	2	450—470	306	18—24	—
Постоян- ный (обрат- ная по- лярность)	—	8	2	380—420	250	—	24—30
	12	—	2	500—550	378	18—24	—
	3	—	1,6	200—210	126	40—45	—
	3	—	1,2	130—140	156	25—30	—
	4	—	2	200	79	24—30	—
	—	4	2	220	101	—	24—30
	5	5	2	300	156	30—36	24—30
	—	6	2	350	191	—	24—30

В связи с тем что применение держателя ПШ-5 возможно только при сварке в нижнем положении, «в лодочку» и подобных им положениях, при которых может удерживаться флюс, сконструирован держатель ДШ-31, которым можно производить сварку открытой дугой без флюса на установке для сварки ПШ-5. Держатель ДШ-31 не имеет бункера для флюса, а в остальном почти не отличается от держателя ПШ-5.

Режим сварки открытой дугой на постоянном токе: при диаметре проволоки 2 мм величина тока 160—170 а, скорость подачи проволоки 101 м/час; при сварке проволокой 1,6 мм величина тока 140—160 а, скорость подачи 191 м/час.

Открытой дугой можно во всех положениях вести сварку таких конструкций, как газовозду-

хотылепроводы, прямоугольные емкости, обшив-
ка котлов и воздухоподогревателей, лестницы и
площадки, стыки труб низкого давления и т. д.

В последние годы большое распространение
получила автоматическая и полуавтоматическая

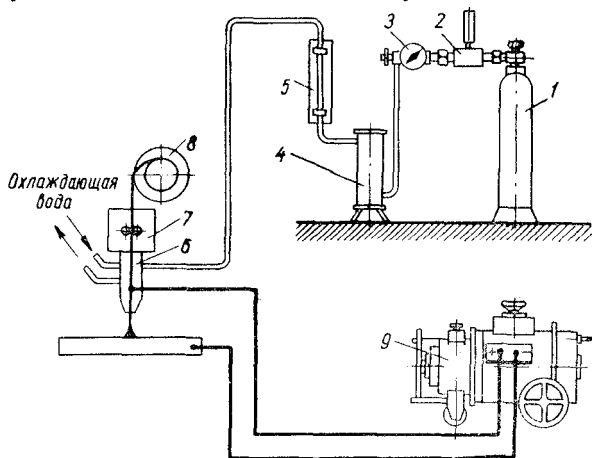


Рис. 50. Схема сварки в среде углекислого газа
1 — баллон с газом; 2 — подогреватель; 3 — редуктор; 4 —
осушитель; 5 — расходомер; 6 — горелка; 7 — механизм
подачи проволоки; 8 — бухта проволоки; 9 — агрегат по-
стоянного тока

сварка в среде углекислого газа. Принцип этого
вида сварки заключается в том, что сварочная
дуга и расплавленный металл надежно защища-
ются углекислым газом от воздействия воздуха.
Сварку в среде углекислого газа можно вести,
используя оборудование для автоматической и
полуавтоматической сварки под флюсом
(рис. 50).

Углекислый газ из баллона 1 проходит через
подогреватель 2, газовый редуктор 3, осушитель

4, расходомер 5 и поступает в сварочную горелку 6. Сварочная проволока из бухты 8 с помощью механизма подачи 7 направляется в мундштук горелки. Питание дуги осуществляется от агрегатов постоянного тока типов ПС-300, ПС-500, СУГ-2р и др. Чтобы горелка не нагревалась от воздействия тепла сварочной дуги, она охлаждается проточной водой. Горелка ПДША-500 для полуавтоматической сварки в среде углекислого газа показана на рис. 51.

Основные преимущества сварки в среде углекислого газа таковы:

- возможность производства работ во всех пространственных положениях;

- увеличение производительности по сравнению с ручной сваркой в 2—2,5 раза и высокое качество шва;

- легкость выполнения сварки и наблюдения за ней, так как она осуществляется открытой дугой;

- возможность выполнения многослойной сварки без зачистки промежуточных слоев, так как шлаковая корка отсутствует;

- низкая стоимость и недефицитность углекислого газа.

В настоящее время внедряют сварку в среде водяного пара, где вместо углекислого газа для защиты расплавленного металла от атмосферного воздуха используется пар.

Газовая сварка

Процесс газовой сварки состоит в нагревании с помощью сварочной горелки кромок соединяемых элементов и присадочной проволоки до расплавления. Для этого используют пламя, получаемое при сжигании горючего газа в смеси.

Разрез по АА-ББ

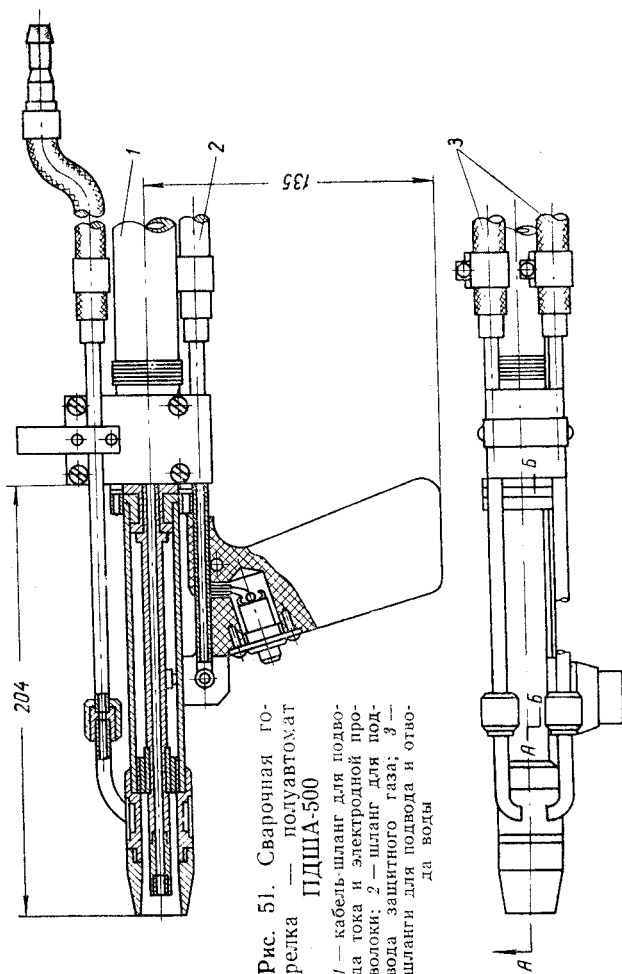


Рис. 51. Сварочная горелка — полуавтомат ПДША-500

1 — кабель-шланг для подвода тока и электродной проволоки; 2 — шланг для подвода защитного газа; 3 — шланги для подвода и отвода воды

с кислородом. В качестве газа чаще всего используется ацетилен, который получают при разложении водой карбида кальция.

Схема пламени ацетилено-кислородной сварочной горелки показана на рис. 52. Ядро имеет ярко очерченную форму; длина его возрастает с увеличением подачи кислорода. Восстановительная

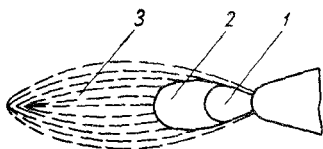


Рис. 52. Схема нормального ацетилено-кислородного пламени

1 — ядро; 2 — восстановительная зона; 3 — факел

зона имеет темный цвет, отличный от ядра и остальной части пламени, и занимает пространство примерно в 20 мм от ядра. В восстановительной зоне пламя имеет наиболее высокую температуру и потому для нагревания и расплавления

металла используется именно эта часть пламени.

Факел располагается за восстановительной зоной и имеет более низкую температуру.

В зависимости от изменения соотношения кислорода и ацетилена в сварочной горелке можно менять характер и действие пламени.

Если убавить подачу ацетилена или прибавить подачу кислорода, то пламя будет окислительным, что характеризуется укорочением и заострением ядра. При сварке таким пламенем расплавленный металл будет обогащаться кислородом и образовывать вредные примеси, сильно снижающие качество шва. При уменьшении подачи кислорода или увеличении подачи ацетилена получают науглероживающее пламя, характерное тем,

что ядро теряет свои резкие очертания и на его конце появляется зеленый ореол. Сварка науглероживающим пламенем ведет к тому, что избыточный углерод переходит в расплавленный металл.

Следовательно, при газовой сварке в отличие от электродуговой расплавленный металл может вступать в химическую реакцию с продуктами сгорания газового пламени.

Зона термического влияния шва при газовой сварке больше, чем при электродуговой.

Для получения ацетилена из карбида кальция применяют специальные аппараты — ацетиленовые генераторы. На рис. 53 приведена схема газогенератора ГНВ-1,25. Этот генератор состоит из корпуса 1 и реторты 6. Корпус разделен перегородкой 2. Нижняя часть корпуса соединена с ретортой резиновым шлангом 4 с краником 3 и с водяным затвором 8 посредством трубы 12 и резинового шланга 11. К реторте присоединен конусообразный сосуд 13.

Для подготовки газогенератора к работе необходимо: закрыть кран 3 и открыть кран 10; заполнить водой корпус через верхнюю открытую часть и водяной затвор — через воронку 9 до контрольного крана 7; наполнить корзину 5 карбидом; вставить в реторту и закрыть крышкой; открыть кран 3.

Вода из корпуса через шланг 4 поступает в реторту и разлагает карбид. Образовавшийся ацетилен поступает в нижнюю часть корпуса и вытесняет из нее воду. Когда уровень воды в нижней части генератора опустится ниже крана 3, поступление воды в реторту прекратится, но карбид будет продолжать разлагаться с образованием ацетилена, так как в реторте находится

вода. Давление ацетилена будет расти и вытеснит часть воды из реторты в сосуд 13, вследствие чего образование ацетилена уменьшится. При расходе газа давление его в газогенераторе по-

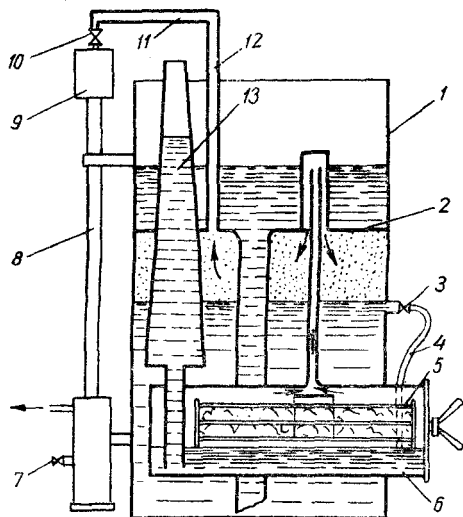


Рис. 53. Схема газогенератора ГНВ-1,25

1 — корпус; 2 — перегородка; 3 — кран; 4 — резиновый шланг; 5 — корзина; 6 — реторта; 7 — контрольный кран; 8 — водяной затвор; 9 — воронка; 10 — кран; 11 — резиновый шланг; 12 — труба; 13 — конусообразный сосуд

низится и вода из сосуда 13 вновь заполнит реторту. При дальнейшем расходе газа вода в нижней части корпуса поднимется до краника 3 и будет поступать в реторту.

Таким образом, в газогенераторе автоматически регулируется процесс выработки ацетилена.

При работе газовой горелки иногда возникают так называемые обратные удары — воспламенение газовой смеси в горелке или резаке. Это пламя может проникнуть в ацетиленовый шланг,

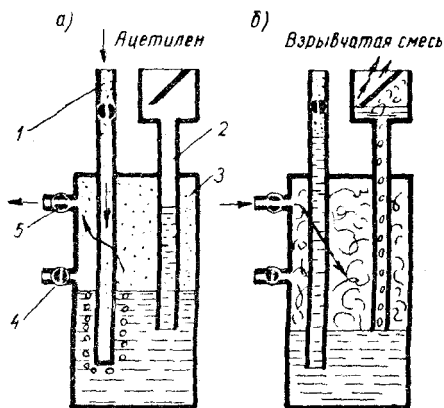


Рис. 54. Схема работы водяного затвора
 а — нормальная работа; б — момент обратного удара; 1 — газоподводящая трубка; 2 — предохранительная трубка; 3 — корпус затвора; 4 — контрольный кран; 5 — газовыпускной кран

дойти до газогенератора и вызвать его взрыв. Чтобы этого не произошло, генератор снабжен водяным затвором, который всегда должен быть в исправном состоянии и заполнен водой.

Водяной затвор (рис. 54) состоит из корпуса 3, в который по трубке 1 поступает из газогенератора ацетилен и, пройдя через воду, подается через краник 5 по шлангу к горелке. В водяной затвор по трубке 2 заливают воду до уровня контрольного краника 4. При возникновении обрат-

ного удара давление в газовом пространстве водяного затвора увеличивается и вода вытесняется в трубки 1 и 2. Ввиду того что трубка 2 короче, взрывчатая смесь выбросит воду в воронку и выйдет наружу.

Кислород для газовой сварки хранится в специальных баллонах, представляющих собой цилиндр с выпуклым днищем и горловиной, в которую ввинчивается вентиль. Давление кислорода в баллоне 150 *ати*. Для понижения давления кислорода к вентилю на баллоне присоединяют редуктор, который поддерживает рабочее давление газа почти постоянным независимо от понижения давления в баллоне.

Сварочная горелка, в которой смешивается ацетилен и кислород, является основным инструментом для газовой сварки. Принцип действия горелки заключается в том, что кислород, входящий в горелку под давлением, попадает в инжектор и, выходя из него с большой скоростью, создает разрежение в трубке для подвода ацетилена, вследствие чего ацетилен засасывается в смесительную камеру, где смешивается с кислородом.

В качестве присадочного материала при газовой сварке используют сварочную проволоку по ГОСТ 2246-54. Сварку ответственных конструкций из малоуглеродистых сталей можно вести проволокой СВ-08 и СВ-08А. Для получения швов, имеющих повышенную прочность и высокие пластические свойства, применяют проволоку СВ-08Г, СВ-08ГА и СВ-15.

Теплоустойчивую хромомолибденовую сталь марки 12ХМ и 15ХМ следует сваривать проволокой СВ-12ХМ.

Резка стали основана на свойстве железа, нагретого до температуры, близкой к температуре плавления, сгорать в струе чистого кислорода.

Ввиду того что карбид кальция является весьма дефицитным материалом, надо избегать его применения для резки, а использовать для этой цели керосин или пропан. Газовую сварку стали этими горючими материалами производить нельзя, так как они дают низкую температуру пламени, но для резки, где требуется подогрев до температуры сгорания, такие горючие материалы вполне пригодны.

В табл. 13 приведены некоторые характеристики горючих материалов.

Для ацетилено-кислородной резки нужны те же приспособления, материалы и оборудование, что и для газовой сварки, но вместо сварочной горелки применяют резак.

Принцип работы ацетилено-кислородного резака РР-53 (рис. 55) таков: кислород, поступающий по ниппелю 2, разветвляется по двум направлениям: часть кислорода, используемая для подогревательного пламени, поступает через инжектор 3 в смесительную камеру 4, где создает разрежение в каналах, по которым в инжектор поступает ацетилен.

Ацетилен через ниппель 1 и инжектор попадает в смесительную камеру 4, где образует с кислородом горячую смесь. Последняя по трубке 6 проходит в головку 7, выходит через зазор между наружным и внутренним мундштуками и сгорает. Другая часть кислорода, используемая для резки, по трубке 5 поступает в головку и выходит через центральный канал внутреннего мундштука.

Таблица 13

Название горючего материала	Температура пламени при сгорании в кислороде в град.	Вес 1 м ³ при 0° и 1 атм в кг	Количество кислорода в м ³ , подаваемого в горелки на 1 м ³ горючего	Способ хранения и перевозка
Ацетилен	3000—3150	1,17	1,05—1,15	В баллонах под давлением 15 атм. растворенный в ацетоне
Пропан	2000—2100	1,84	3—3,5	Жидкий в баллонах при давлении 16 атм
Городской газ	1900—2000	0,8—0,9	1,2—1,3	Газообразный в баллонах при давлении 150 атм
Керосин	2300	—	1,7—2,4 м ³ на 1 кг керосина	—

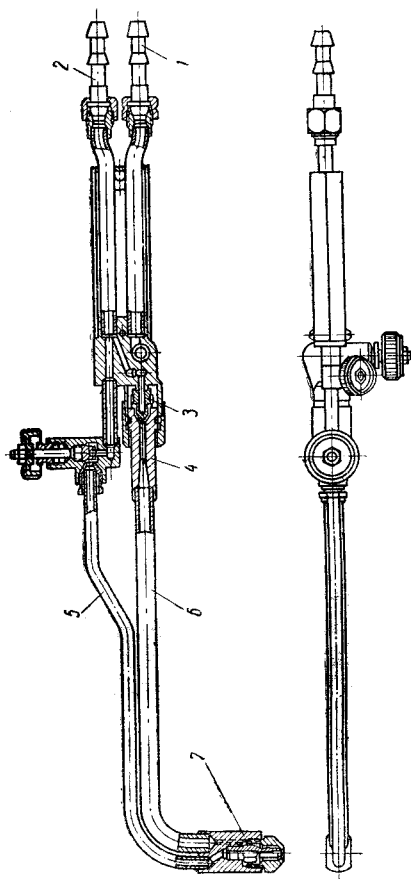


Рис. 55. Универсальный ручной резак РР-53
 1 — ниппель смешивательный; 2 — кислородный ниппель; 3 — инжектор; 4 — смешивательная камера; 5 — трубка подачи кислорода для резки; 6 — трубка подачи горючей смеси; 7 — головка

Для резки стали парами керосина применяют различные конструкции резаков, один из которых показан на рис. 56. Отличие резака керосинореза от ацетиленового заключается в том, что керосин по ниппелю 1 подается под давлением в испарительную камеру 2, наполненную асбестовой набивкой и подогреваемую соплом 5, а затем в инжектор 3. Смесь кислорода и паров керосина из смесительной камеры 4 выходит в головку 6 через щель между наружным и внутренним мундштуками. Кислород для резки проходит через центральный канал внутреннего мундштука.

Жидкое горючее следует подавать в резак под давлением 1,5—3 *ати*. Это давление создают ручным воздушным насосом, смонтированным в керосинорезной бачке.

Режимы ручной газовой резки приведены в табл. 14.

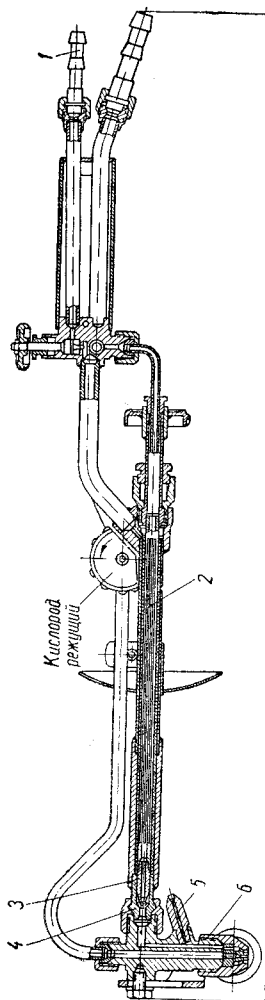
Дефекты сварных швов и методы их устранения

Дефекты формы шва: ослабленный, излишне усиленный, непостоянный по высоте и ширине шов. Ослабленный шов (рис. 57, а) может получиться при большой скорости перемещения электрода или горелки, а излишне усиленный (рис. 57, б) — при замедленном перемещении. Ослабленный шов можно подварить, предварительно тщательно очистив его поверхность от шлака.

Причинами непостоянных размеров шва являются: небрежная подготовка кромок, вследствие чего расстояние между кромками неодинаково, несоблюдение установленного режима сварки и

Таблица 14

Тип резака	Толщина разрезае- мой стали в мм	Мм мундштуков		Давление в кг/см ²		Ориентировочный расход					Скорость резки в мм/мин
						кислорода в м ³ /час	керосина в г/пог. м	г/час	специальная в м ³ /час		
		кислорода в м ³ /час	керосина								
				внут- ренних	наруж- ных					кислорода	
УР-49	5	1	1	3	—	2,6	0,8	—	—	550	
	25	2	1	4	—	5,2	0,9	—	—	970	
	50	3	1	6	—	8,5	1	—	—	260	
РР-53	5—25	1	1	3—4	—	2,5—5	0,7	—	—	550—370	
	22—50	2	1	4—6	—	5—8,5	0,8	—	—	400—260	
К-48	10	1	—	3	1,5	2,6	—	25	—	450	
	10—25	1	—	4	1,5	3,2	—	60	700—850	225	
	25—50	2	—	7	1,5	10	—	60—100	850—900	150	
К-51	До 20	1	—	4—5	1,5—3	5,4—7,6	—	25—53	700—800	450—300	
	20—50	2	—	5—7	1,5—3	7,6—9,8	—	53—100	800—900	300—150	



~585

Рис. 56. Керосино-кислородный резак К-51
 1 — керосиновый ниппель; 2 — испарительная камера; 3 — инжектор; 4 — подогревающее сопло; 5 —
 кислородная камера; 6 — смесительная камера

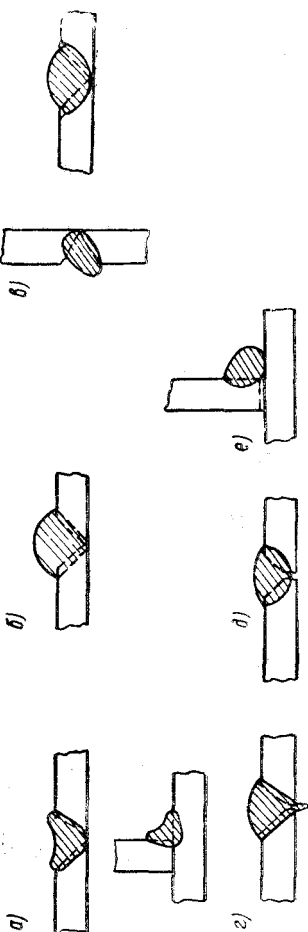


Рис. 57. Дефекты сварных швов
 а — ослабленный шов; б — излишне усиленный шов; в — подрез; г — прожог; д — непровар по сечению; е — непровар по кромке

неравномерное передвижение электрода или горелки сварщиком.

Подрез (рис. 57, в) — уменьшение сечения основного металла в зоне, прилегающей к шву, возникает при сварке на большой силе тока или горелкой большой мощности, вследствие чего металл разбрызгивается. Направление дуги или горелки на одну из свариваемых кромок тоже приводит к подрезу. Устраняют подрез путем заварки тонким валиковым швом с предварительной зачисткой поверхности.

Прожог (рис. 57, г) возникает при сварке на большой силе тока и малой скорости наложения шва или при неправильно подготовленных кромках (малая величина притупления или большой зазор между соединяемыми деталями). Ликвидируют прожоги вырубкой наплыва и подваркой с обратной стороны шва.

Кратер — наиболее слабое место сварного шва; обычно его выводят на основной металл и заваривают. При обнаружении кратера в шве следует расчистить дефектное место и заварить.

Пористость шва — наличие внутри наплавленного металла пустот, заполненных газами. Поры иногда выходят на поверхность и образуют так называемую ноздреватость шва. Этот дефект уменьшает рабочее сечение шва и его плотность. Вызывается наличием на кромках перед сваркой грязи, масла, ржавчины; сваркой длинной дугой; применением электродов с отсыревшей обмазкой.

Пористость можно обнаружить внешним осмотром, гидравлическим испытанием и просвечиванием γ -лучами. Участок шва, имеющий этот дефект, необходимо вырубить и заварить вновь.

Шлаковые включения — полости шла-

ка и окислов в металле шва — ослабляют его прочность и пластичность. Этот дефект образуется:

а) при сварке длинной дугой или окислительным пламенем горелки, когда расплавленный металл подвергается действию кислорода и азота воздуха;

б) в результате плохой очистки поверхности слоев шва при многослойной сварке;

в) при быстром охлаждении расплавленного металла, когда окислы не успевают подняться на поверхность металла шва;

г) в результате неправильного подбора силы тока или размера горелки, одновременного расплавления основного и присадочного металла.

Участки шва с крупными шлаковыми включениями надо вырубать и заваривать вновь.

Непровар (рис. 57, *д* и *е*) — несплавление основного металла с наплавленным или незаполнение металлом нижней части сечения шва. В месте непровара прочность шва резко снижается.

Основные причины непроваров:

малая сила тока или малая мощность горелки;

быстрое перемещение электрода или горелки, что приводит к недостаточному прогреву свариваемого металла;

неправильная подготовка кромок (большое притупление, малый угол скоса кромок, смещение и перекосы, малая величина зазора и т. д.);

большой диаметр электрода при наложении первого слоя шва;

плохая зачистка кромок.

Непровар выявляют просвечиванием шва γ -лучами. В местах, где непровар ослабляет шов, последний вырубает и заваривают вновь.

Трещины — самый опасный дефект сварного соединения. Они могут быть как в основном металле (в зоне термического влияния), так и в наплавленном.

Трещины могут возникнуть:

от неравномерного нагревания и охлаждения металла;

от больших усадочных напряжений (при большом угле скоса кромок или увеличенном зазоре, когда количество наплавленного металла увеличено);

при жестком закреплении свариваемых элементов (постановка частых прихваток);

при нарушении технологии сварки;

в результате наличия других дефектов шва (поры, шлаковые включения, подрезы, непровары), вокруг которых концентрируются напряжения;

при сварке на морозе.

Трещины выявляют внешним осмотром, испытанием сварных швов на плотность, а также просвечиванием.

Концы трещин засверливают, дефектные места вырубают, разделявают кромки и заваривают.

Сварочные напряжения и деформации

При нагревании металла сварочной дугой или горелкой он расширяется. Так как зона разогрева металла при сварке невелика, то при расширении он встречает сопротивление со стороны менее нагретых участков металла; это сопротивление вызывает в нем сжимающие напряжения. Чем больше нагрет металл, тем он пластичнее, поэтому под влиянием сжимающих напряжений металл выпучивается. При последующем охлаждении металл стремится сократить свой объем, но

этому мешает сцепление с соседними менее нагретыми участками металла. Вследствие этого в охлаждаемом и соседнем с ним участках возникают растягивающие напряжения. Если эти напряжения велики, то они могут вызвать деформации основного металла; при этом величина внутренних напряжений резко падает. Основной причиной образования внутренних напряжений и деформаций при сварке является неравномерный нагрев металла. Вторая причина — так называемая усадка металла, т. е. уменьшение объема расплавленного металла при затвердевании. Во время усадки в соседних с затвердевающим металлом участках будут возникать растягивающие усилия, которые вызывают соответствующие напряжения и деформации свариваемого соединения. Усадка всегда больше там, где больше наплавленного металла.

Чем больше тепла подводится к той или иной детали в процессе сварки, тем бóльший объем металла разогревается и тем сильнее будут напряжения и деформации.

Таким образом, после сварки в металле могут остаться внутренние напряжения, которые во время работы конструкции складываются с напряжениями, вызываемыми внешними силами, и могут вызвать разрушение сварного соединения.

Внутренние напряжения и деформации можно значительно уменьшить, если во время сварки принять меры предосторожности; некоторые из них описаны ниже.

Усадка зависит от длины шва: чем короче шов, тем меньше усадка. Поэтому длинные швы следует варить обратноступенчатым способом, т. е. разбить длинный шов на короткие участки и сварку каждого участка выполнять в направле-

нии, обратном общему направлению сварки (рис. 58). Для уравнивания деформаций порядок наложения швов следует выбрать такой, чтобы последующий шов вызывал деформации, противоположные тем, которые вызвал предыдущий. Например, трубы большого диаметра следует сваривать в последовательности, показанной на рис. 59.

Так как увеличение зоны термического влияния ведет к увеличению напряжений и деформаций металла, сварку элементов толщиной более 5 мм следует обязательно выполнять в два и более слоев. В этом случае при наложении отдельных слоев вводится одновременно меньше тепла, чем при сварке однослойного шва большого сечения. Кроме того, теплом, выделяющимся при наложении последующего слоя, отжигается металл предыдущего слоя, что значительно улучшает его качество.

Сравнение электрической и газовой сварки

От правильного выбора типа сварки в зависимости от конкретных местных условий иногда зависит качество сварочных работ и производительность труда.

Электродуговая сварка обладает следующими преимуществами перед газовой.

Для электросварки требуется меньшее количество оборудования, приспособлений и материалов (аппарат переменного или постоянного тока, кабель, электроды, электрододержатель), чем для выполнения газовой (газогенератор, карбид, кислород, редуктор, шланги, горелки, присадочная проволока). Кроме того, для электросварки не требуется такого дефицитного материала, как карбид кальция.

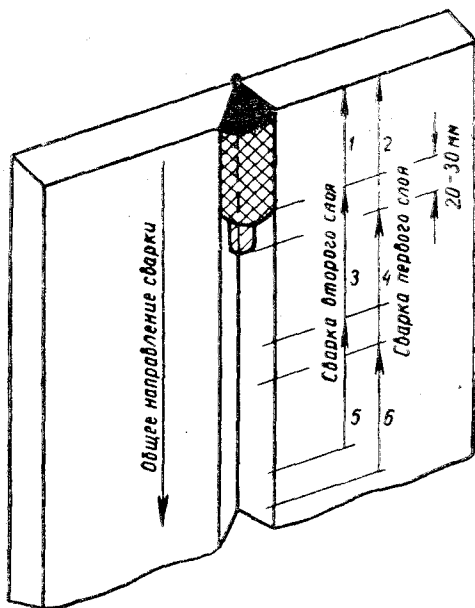


Рис. 58. Схема сварки обратноступенчатым способом в два слоя. Цифрами и стрелками показаны очередность и направление сварки

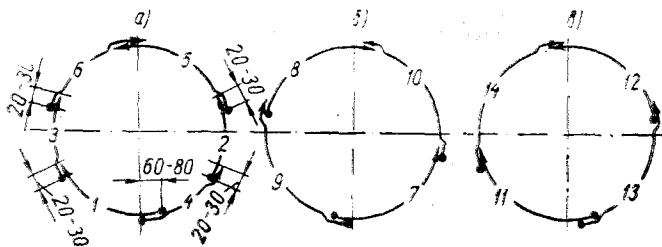


Рис. 59. Схема сварки стыков труб диаметром 400 мм
а — первый слой; б — второй слой; в — третий слой

Сварные швы, выполненные электросваркой, обладают более высокой прочностью, так как при электросварке расплавленный металл гораздо лучше защищен от влияния кислорода и азота воздуха, кроме того, в него могут вводиться легирующие добавки из обмазки.

При электросварке нагрев металла меньше и охватывает малую площадь, вследствие чего сварочные напряжения и деформации меньше, чем при газовой сварке.

Скорость электродуговой сварки выше, чем газовой; это преимущество электросварки особенно сказывается при увеличении толщины свариваемых деталей. Оборудование для электродуговой сварки более безопасно в обращении, чем оборудование для газовой.

В свою очередь газовая сварка имеет следующие преимущества перед электросваркой: возможность выполнять сварку в труднодоступных местах; возможность соединения элементов малой толщины; отсутствие потребности в электроэнергии; лучшее качество сварки таких металлов, как чугун, медь, латунь и др.

При монтаже котельных установок рекомендуется выполнять электросваркой почти все ответственные соединения в любых пространственных положениях шва, включая поверхности нагрева, экономайзеры и пароперегреватели (при наличии соответствующих марок электродов диаметром 2,5—3 мм).

Газовую сварку следует применять в соединениях тонкостенных труб малых диаметров (менее 50 мм) и в неудобных местах, а также при необходимости сварки чугуна и некоторых цветных металлов.

МОНТАЖ КОТЛОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

1. Монтаж каркаса и барабана

Приемка фундаментов под котел. До начала монтажа каркаса котельного агрегата должна быть произведена тщательная проверка и приемка фундамента, на который будет опираться каркас. Фундамент и колодцы для анкерных болтов должны быть освобождены от опалубки и очищены от мусора. В соответствии с чертежами надо разбить продольную ось котла и линию фронта котлоагрегата, причем размеры следует брать от основных колонн здания.

Для этого необходимо натянуть стальную проволоку диаметром около 0,5 мм на высоте 2 м от фундамента, чтобы можно было свободно проходить под ней и в то же время легко производить нужные измерения; концы проволоки перебрасывают через скобы из стальных прутков, закрепленные в стенах здания, и подвешивают к ним грузы весом 3—5 кг для натяжения. Оси выверяют с помощью стальной рулетки. Продольная ось и линия фронта должны быть перпендикулярны между собой. Для проверки перпендикуляр-

ности от точки пересечения их O откладывают два равных отрезка OA и OB длиной 3—4 м (рис. 60). На продольной оси на расстоянии 4—5 м отмечают произвольную точку C . Если продольная ось перпендикулярна линии фронта, то CA будет равняться CB . При отсутствии здания разметочную проволоку натягивают на деревянной обноске, сооружаемой для этой цели.

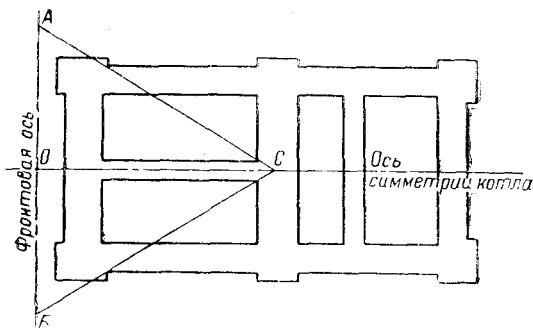


Рис. 60. Схема проверки перпендикулярности основных осей фундамента

После разбивки и проверки основных осей на скобах или обноске надо запилить риски, чтобы зафиксировать положение проволок.

Опуская отвес от натянутых осей на поверхность фундамента, несмываемой краской размечают оси колонн, а затем очертания башмаков колонн и проверяют правильность расположения колодцев для анкерных болтов.

Для проверки положения опорных поверхностей фундаментов по высоте пользуются реперами, высота которых по отношению к нулевой отметке строительной площадки точно известна.

Проверку производят с помощью гидростатического уровня или нивелира.

Допуски при приемке фундамента под котел определяются следующими требованиями. Размещение башмаков колонн должно совпадать с габаритами опорных поверхностей, причем смещение осей симметрии не должно превышать 30—40 мм. Габариты будущей обмуровки не должны выходить за пределы фундамента, а анкерные болты задевать стенки колодцев.

Приемка фундамента оформляется актом установленной формы и составлением формуляра.

Монтаж каркаса. Для сборки блоков каркаса на площадке укрупнительной сборки устраивают шпальные выкладки, верхняя поверхность которых должна лежать в одной горизонтальной плоскости. На них строго параллельно укладывают колонны так, чтобы их подошвы находились на одной прямой. Расстояния между колоннами принимается в соответствии с чертежами. К колоннам приваривают поперечные балки, связи, кронштейны и остальные детали. Затем устанавливают лестницы, площадки, ограждения и бортовые полосы.

Часто случается, что жесткость блока недостаточна и он может быть поврежден при транспортировке с площадки укрупнительной сборки или при подъеме. В таком случае для увеличения жесткости к блоку прибавчивают, а иногда и приваривают специальные раскосы и распорки.

Если на месте монтажа нет специальных кранов, то блоки каркаса можно поднять с помощью мачты или двумя стрелами, устанавливаемыми с фронта и задней стороны котла. Схема подъема с помощью мачты показана на рис. 61.

В тех случаях, когда монтаж каркаса блока-

ми по каким-либо причинам невозможен, отдельные колонны устанавливают в вертикальное положение и расчаливают. Затем устанавливают поперечные балки и связи, крепят их к колоннам монтажными болтами или электроприхватками.

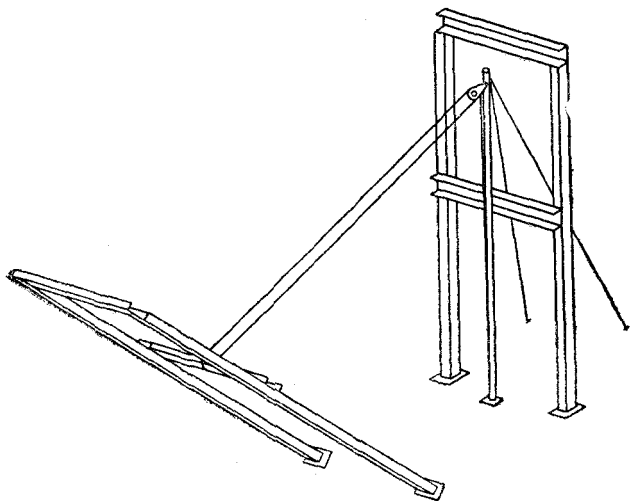


Рис. 61. Схема подъема блока каркаса с помощью мачты

По мере подъема и установки блоков каркаса их соединяют между собой временными монтажными болтами или прихватками и обязательно расчаливают тросами. Окончательная сварка элементов каркаса производится после их выверки.

Выверка начинается с точной установки башмаков колонн в горизонтальной плоскости. Отклонения центров башмаков от осей, нанесенных на поверхность фундаментов, могут быть в преде-

лах 5 мм. По высоте отклонение оснований башмаков от проектных отметок может быть ± 5 мм.

При установке под башмаки подкладок должна исключаться возможность осадки колонн до затвердевания подлитого раствора. Для этого

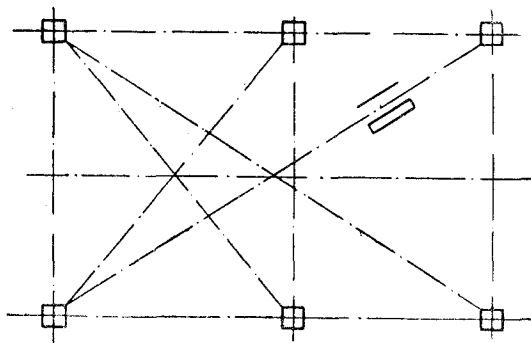


Рис. 62. Схема измерения диагоналей каркаса

следует ставить не более трех тщательно выправленных подкладок.

Далее выверяют вертикальность колонн в двух плоскостях с помощью отвеса. При этом рихтовка выверяемых элементов в нужном направлении производится путем ослабления одних расчалок и натяжения других. Отклонение колонны от вертикали допускается не больше 1 мм на 1 м высоты колонны, но не более 15 мм на всю длину. Прямоугольность каркаса проверяют измерением вверху и внизу диагоналей прямоугольников, образуемых в плане центрами колонн. Разность между диагоналями не может превышать $\pm 1,5$ мм на 1 м длины диагонали (рис. 62).

Подливку башмаков производят жидким це-

ментным раствором состава 1 : 2 (цемент: песок). В начальный период твердения раствора (примерно трое суток) его следует смачивать водой 3—4 раза в день.

Установка и выверка колонн или блоков каркаса значительно упрощается при применении закладных рам (рис. 63) из уголка 100×100×12. Длина и ширина рамы должны на 80—100 мм

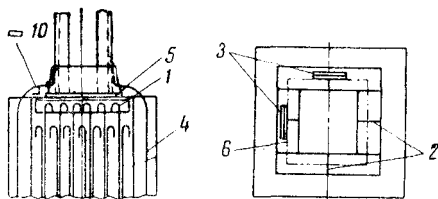


Рис. 63. Установка закладной рамы из угловой стали

1 — закладная рама; 2 — риски; 3 — ограничители из уголка; 4 — выпуски арматуры; 5 — башмак колонны; 6 — контуры башмака колонны

превышать соответствующие размеры башмаков колонн; на ней должны быть нанесены риски, соответствующие осям колонн и наружным очертаниям башмаков. Рамы при укладке выверяют по высоте и по горизонтали, подливают цементным раствором заподлицо с поверхностью уголков и приваривают к выпускам арматуры.

Установка и выверка закладных рам требует значительно меньше времени, чем выверка тяжелых колонн или блоков каркаса. Отпадает необходимость в металлических подкладках и клиньях.

При транспортировке, подъеме и установке блоков каркаса следует считаться с их большим весом и крупными габаритами. Поэтому необхо-

димо особенно строго выполнять правила техники безопасности, установленные для такелажных работ. Часто при подъеме верхнего конца блока каркаса нижний его конец должен скользить по направляющим подкладкам. При этом возможны резкие перемещения нижнего конца. При таком способе подъема нижний конец блока следует задерживать с помощью надежных оттяжек и лебедки.

Монтаж барабана. До подъема надо установить и тщательно проверить опорные подушки, или подвесные конструкции, предназначенные для крепления барабана к каркасу. Подвижная опора должна быть заклинена, чтобы ее не могли сдвинуть при установке барабана. На последнем следует наметить мелом места прилегания подушек или хомутов.

Перед подъемом барабан должен быть развернут в такое положение, чтобы при подъеме его не повело в сторону и не ударило о каркас.

Строповку барабана следует выполнять с особой тщательностью. Не допускается пропуск строп в люковые отверстия или в трубные очки, так как острые кромки отверстий не только испортят строп, но и могут его перерезать. Застропованный барабан приподнимают на 150—200 мм, измеряют расстояние между концами барабана и поверхностью грунта и оставляют висеть в таком положении на некоторое время (до 1 часа). Если за это время барабан просядет не более чем на 5—10 мм, можно начинать подъем. При большем оседании барабан следует опустить, а затем установить и устранить причину оседания.

Если по проекту организации работ барабан надо поднимать внутри каркаса, то его следует расположить по диагонали каркаса или подни-

мать в наклонном положении, так как длина барабана обычно больше ширины каркаса.

Котлы ДКВ не имеют несущего каркаса, поэтому барабаны этих котлов до монтажа труб временно опирают на инвентарные козлы, которые одновременно служат для подвески талей, поднимающих барабан (рис. 64).

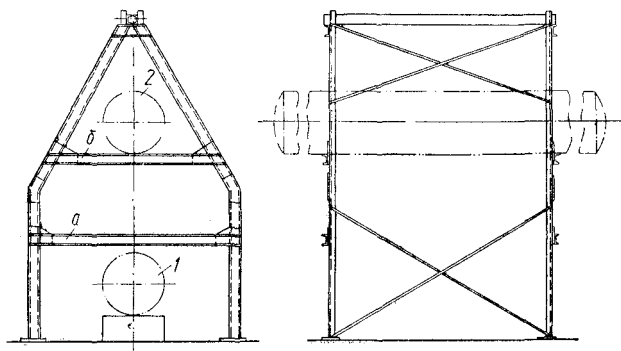


Рис. 64. Инвентарное приспособление для подъема барабана котла ДКВ

1 — положение барабана перед подъемом; 2 — окончательное положение барабана; а и б — поперечные балки, которые по мере подъема барабана поочередно снимаются, а затем устанавливаются обратно

После установки барабан надо тщательно выверить. От правильности его положения зависит успех дальнейшего монтажа поверхностей нагрева.

Снаружи на днищах барабана на заводе-изготовителе делаются по две отметки, совпадающие с вертикальной диаметральной плоскостью барабана. Выверку начинают с того, что от верхней отметки опускают отвес; если барабан уста-

новлен правильно, то шнур отвеса должен пройти у нижней отметки. Далее проверяют горизонтальность продольной оси барабана с помощью гидростатического уровня, а затем — положение барабана по отношению к колоннам каркаса и трубных отверстий по отношению к будущей обмуровке. При этом нужно учитывать тепловое удлинение барабана, которое он получит в рабочих условиях. Например, если расстояние между центром неподвижной опоры и центрами крайних трубных отверстий с другого конца барабана равно 8 м и давление пара в котле 39 атм, то тепловое удлинение барабана составит $0,000012 \cdot 8(249-20) = 0,022$ м, или 22 мм. Здесь 0,000012 — коэффициент линейного расширения стали;

249 — температура насыщенного пара при давлении 40 атм;

20 — температура окружающего воздуха при монтаже.

Допуски при установке барабанов и коллекторов приведены в табл. 15.

Таблица 15

Наименование допусков	Величина допуска в мм
Между нулевой отметкой и осью верхнего барабана	± 10
Между осью верхнего барабана и осевыми линиями фронтальных колонн каркаса	± 5
Между осями крайних очков барабанов и коллекторов (по образующей) и осями основных колонн каркаса	± 5
Между осями верхнего и нижнего барабана в вертикальной и горизонтальной плоскостях	± 3

Наименование допусков	Величина до- пуска в мм
Между осью верхнего барабана и осью верхних коллекторов экранов и верти- кальной плоскости	± 3
Между осями парных коллекторов эк- ранов в вертикальной плоскости	± 3
Отклонение барабана и коллекторов от горизонтали	± 2

2. Монтаж поверхностей нагрева

Перед сборкой труб в блоки или перед их монтажом россыпью необходимо проверить их длину и правильность погибов. Для этого в соответствии с ППР надо сделать плаз, который представляет собой ровную горизонтальную площадку из стальных листов, или деревянный настил, обитый листовой сталью. Размер плаза принимают таким, чтобы на нем можно было поместить самую длинную трубу. На плазе по заводским чертежам вычерчивают в натуральную величину сечения барабанов и коллекторов и очертание каждой из проверяемых труб. Затем к плазу следует приварить пары уголков у концов и у мест погиба труб (рис. 65). Размер a должен быть точно равен диаметру трубного гнезда, а размер b — диаметру трубы $+6$ мм. Высота уголков берется на 10—15 мм больше половины диаметра трубы. Проверяемая труба должна свободно без усилий укладываться в гнезда, образованные уголками. При небольших отклонениях трубы подгибают на месте в холодном состоянии. Даль-

нейшие операции по обрезке, отжигу и зачистке концов труб описаны в следующем разделе.

Монтаж поверхностей нагрева можно значительно ускорить, применив блочный метод. Изготовление блоков ведется на площадке укрупнительной сборки. Для этого надо установить и выверить по горизонтали опорные козлы, уложить и выверить коллекторы. Затем точно по чертежу установить крайние трубы блока, называемые контрольными или маячными; отрегулировать длину выступающих концов внутри коллекторов и закрепить их вальцовкой или сваркой.

Чтобы зафиксировать величину выступающего конца, обычно снаружи на трубу надевают ограничительный хомутик, который не позволяет трубе проваливаться в коллектор. По контрольным трубам ведется установка и развальцовка или приварка остальных труб блока. Для соблюдения правильного расстояния между трубами (шага труб) применяют деревянную шаблон-гребенку. Допуск в величине шага ± 5 мм.

Длинные трубы котлов обычно сварены из

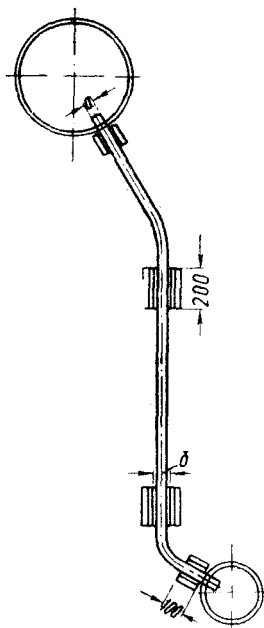


Рис. 65. Схема проверки трубы на плазе

двух или более частей. При монтаже поверхностей нагрева блоками или россыпью сварку частей трубы следует выполнять на плазе.

Перед монтажом поверхностей нагрева необходимо установить и выверить опоры под коллекторы. Опоры устанавливают по отвесу и уровню и выверяют относительно осей барабана и основных колонн каркаса.

3. Развальцовка труб

Одной из самых ответственных работ при монтаже котлов, от которой зависит в дальнейшем надежная эксплуатация всего агрегата, является развальцовка труб в стенках барабанов и коллекторов. Вальцовочное соединение должно быть прочным, чтобы противостоять усилиям, которые создаются давлением пара в котле и весом самих труб, заполненных водой. Это соединение одновременно должно быть и плотным, чтобы не пропускать воду и пар.

Прочность и плотность соединения достигаются раздачей конца трубы в отверстии барабана или коллектора (в очке трубной доски) с помощью специального инструмента — вальцовки. При этом в металле трубы появляются остаточные деформации, т. е. развальцованная труба перестает «пружинить», перестает стремиться вернуться к своим начальным размерам. В то же время металл на границах отверстия в барабане или коллекторе надо раздать настолько, чтобы в нем появились только упругие деформации, чтобы он «пружинил» и плотно сжимался вокруг трубы.

Процесс развальцовки делится на две части. Сначала производят привальцовку, т. е. трубу

раздают настолько, чтобы ее наружная поверхность слегка прижималась к стенкам очка. Вторая часть заключается в собственно развальцовке и формировании раструба (колокольчика) на конце трубы. При монтаже котлов малой и средней мощности эти операции совмещаются в одну.

Хорошее вальцовочное соединение получается при выполнении следующих условий:

надлежащей подготовке соприкасающихся поверхностей трубы и трубного гнезда (очка);

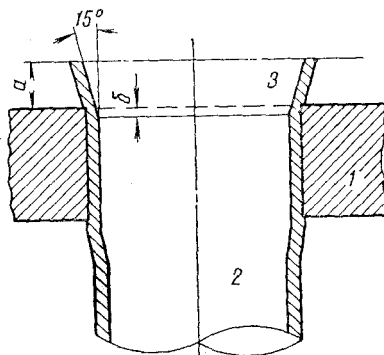


Рис. 66. Вальцовочное соединение
a — высота колокольчика; *b* — углубление
 основания колокольчика; 1 — трубная дос-
 ка; 2 — труба; 3 — колокольчик

правильной величине зазора между трубой и стенками очка;

необходимой степени развальцовки;

правильном формировании колокольчика (рис. 66).

На поверхности трубных гнезд (очков) не должно быть задиров, продольных рисок и острых краев. Отдельные кольцевые и спиральные

риски глубиной не более 0,5 мм допускаются, причем спиральная риска не должна занимать более $\frac{1}{3}$ толщины стенки гнезда и не должна доходить до кромки гнезда ближе 10 мм.

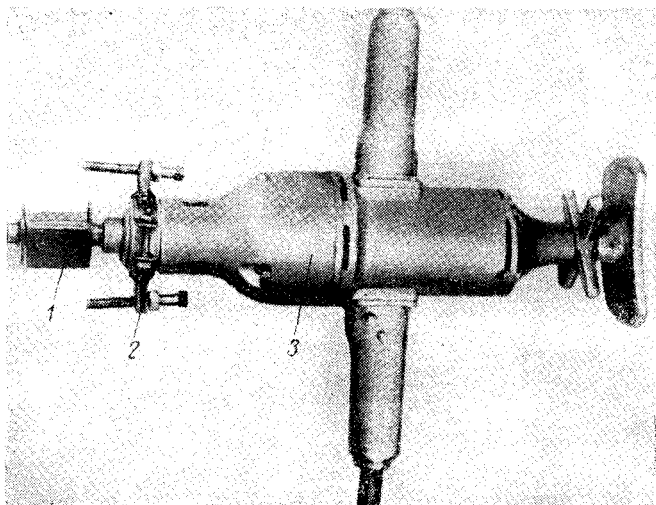


Рис. 67. Приспособление для зачистки трубных гнезд
1 — державка с абразивными камнями; 2 — установочные болты;
3 — электродрель

Грязь, ржавчина или масло, попавшие между поверхностью трубы и стенкой очка, могут совершенно исключить возможность получения плотного соединения при вальцовке. Поэтому необходимо производить зачистку очков. Для этой цели рекомендуется применять приспособления конструкции треста Промстромэнергомонтаж (рис. 67). Такое приспособление состоит из двух специальных абразивных камней, закрепленных

в державке двумя плоскими пружинами. При нажатии на камни они полностью убираются внутрь державки и в таком виде вставляются в трубное очко.

Державка вместе с камнями приводится во вращение электродрелью И-28. В процессе работы абразивные камни отжимаются пружинами к поверхности очка и зачищают его стенки.

Для точной установки абразивных камней по глубине очка и для облегчения работы на нижней части дрели закрепляется хомут с двумя установочными болтами, которыми камни устанавливаются на нужной глубине.

Промежуток времени между зачисткой очков и установкой в них труб должен быть как можно короче, чтобы очки не загрязнились снова.

Перед заводкой труб в барабан следует проверить их длину и при необходимости отрезать концы труб с таким расчетом, чтобы длина выступающих концов труб внутри барабана находилась в пределах, указанных в табл. 16.

Т а б л и ц а 16

Наружный диаметр трубы в мм	Длина выступающего конца в мм
38	6—12
51—60	7—15
76	8—16
83—108	9—18

Плоскость реза должна быть строго перпендикулярна к оси трубы, что проверяется с помощью угольника (рис. 68); отклонение допускается в пределах 2% наружного диаметра трубы.

Для обрезки концов труб применяют ножо-

вочные, а также специальные трубоотрезные станки.

На рис. 69 показан станок для резки и снятия фасок у труб диаметром 38—108 мм. Зажатую в тиски трубу разрезают два диаметрально расположенных резца. Суппорт с резцедержателями укреплен на червячном колесе редуктора, соединенного с электродвигателем. Подача резцов осуществляется ходовыми винтами, соединенными со звездочками, поворачиваемыми при зацеплении за штыри. При отрезке одновременно обеспечивается подготовка кромок труб под сварку.

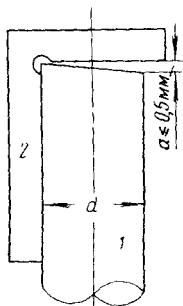


Рис. 68. Схема проверки перпендикулярности реза трубы
1 — труба; 2 — угольник

Для увеличения пластичности концов труб их обычно отжигают на заводе-изготовителе, о чем делается отметка в сертификате. Если данных об отжиге нет, то необходимость его определяют на нескольких образцах труб путем раздачи их концов бортовочной вальцовкой. Отжиг концов углеродистых труб должен быть произведен в том случае, если образцы труб туго поддаются бортованию или же при этом появляются трещины и другие повреждения концов. Если этих явлений не наблюдается, то трубы отжигать не следует. При необходимости отжига на монтажной площадке концы труб длиной 200—250 мм надо нагреть в горне до температуры 600—650° (темно-красный цвет) или до температуры глубокого отжига — 900—930° (оранжевый цвет), выдержать при этой температуре 15—20 мин. и положить в золу

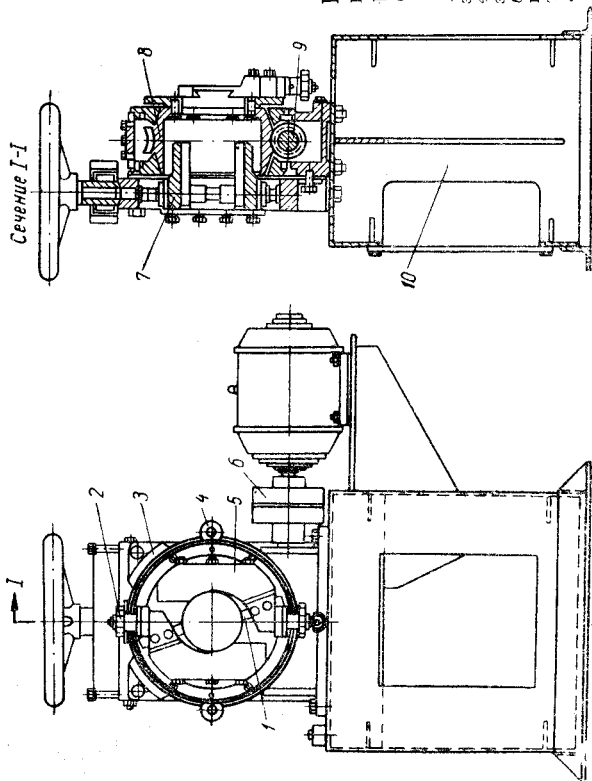


Рис. 69. Трубоотрезной станок для перерезания и снятия фасок у труб диаметром 38—108 мм

1 — резец; 2 — звездочки; 3 — корпус; 4 — штыри для поворота звездочек; 5 — суппорт; 6 — муфта электродвигателя; 7 — зажимные тиски; 8 — червячное колесо; 9 — червяк; 10 — станина

или сухой песок для медленного охлаждения. Противоположные концы труб закрывают деревянными пробками, чтобы предохранить трубу от циркуляции воздуха и слишком быстрого охлаждения нагретого конца.

Горн выкладывают из кирпича так, чтобы в нем одновременно нагревались 10—12 труб. Топливом служат древесный уголь, кокс, дрова или нефть. Каменный уголь не годится, так как содержащаяся в нем сера снижает пластичность металла трубы.

Обязательной операцией для создания высококачественного вальцовочного соединения является зачистка концов труб на длину, равную толщине трубной доски плюс 30—40 мм. Зачищенная поверхность должна быть цилиндрической, без лысок, черновин, раковин или продольных рисок. Эта операция является весьма трудоемкой и ее рекомендуется производить с помощью специальной машинки ФЛД (рис. 70).

Разжимную цангу этой машинки вставляют в трубу и закрепляют при помощи винтового шпинделя. Наждачный круг вращается высокочастотным электродвигателем и от руки поворачивается вокруг трубы, получая в то же время поступательное движение вдоль нее.

«Степень развальцовки» выражается в процентах по отношению к начальному диаметру очка и определяется по следующей формуле:

$$H = \frac{D_k - D_n}{D_0} \cdot 100,$$

где H — степень развальцовки в процентах;
 D_k — окончательный внутренний диаметр развальцованной трубы;
 D_n — внутренний диаметр трубы после при-

вальцовки, равный внутреннему диаметру трубы до начала привальцовки, сложенному с величиной зазора между трубой и стенками очка;

D_0 — диаметр очка, измеренный до начала, развальцовки.

Все измерения следует делать с точностью до десятых долей миллиметра. Для получения хороших результатов степень развальцовки должна находиться в пределах от 1 до 1,5%.

Угол между образующей колокольчика с продольной осью трубы должен составлять 15° , а начало бортовочного колокольчика должно углубляться в очко на 1—2 мм. Формирование колокольчика должно производиться одновременно с развальцовкой, так как в противном случае развальцованная часть трубы ослабевает в очке.

В настоящее время развальцовку труб выполняют почти исключительно косой самоподающей вальцовкой (рис. 71). Она состоит из корпуса, конуса и роликов. Диаметр цилиндрической части корпуса вальцовки на 2—4 мм меньше внутреннего диаметра трубы, подлежащей развальцовке. В корпусе сделаны окна (гнезда) для роликов. Конус, называемый иногда веретеном, изготавливают так же, как и ролики, из твердой стали марки У8А; конусность его поверхности обычно равна 1:20 и 1:25, т. е. его диаметр увеличивается на 1 мм на длине 20—25 мм. Поверхности конуса и роликов закалывают и шлифуют.

При работе с вальцовкой в барабане или в коллекторе, у которого отверстия лючков расположены против трубных отверстий, применяют конус полной длины, т. е. такой, который дает сразу требуемое расширение трубы. В тех слу-

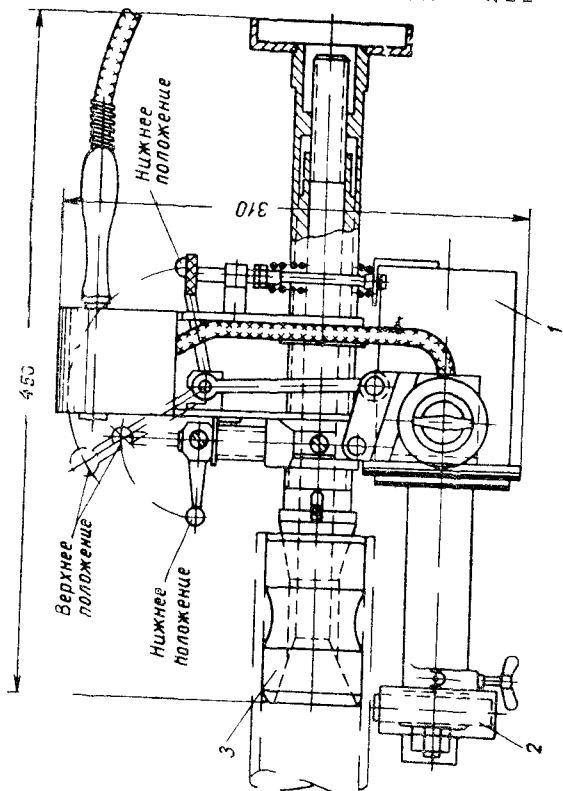


Рис 70 Схема машины для зачистки концов труб типа ФЛД

1 — электродвигатель,
2 — зачистная головка с абразивным кругом, 3 — разжимная цапга

чаях, когда трубные отверстия в коллекторах смещены относительно лючков и длинный конус не может быть вставлен, применяют набор коротких конусов. Количество их зависит от диа-

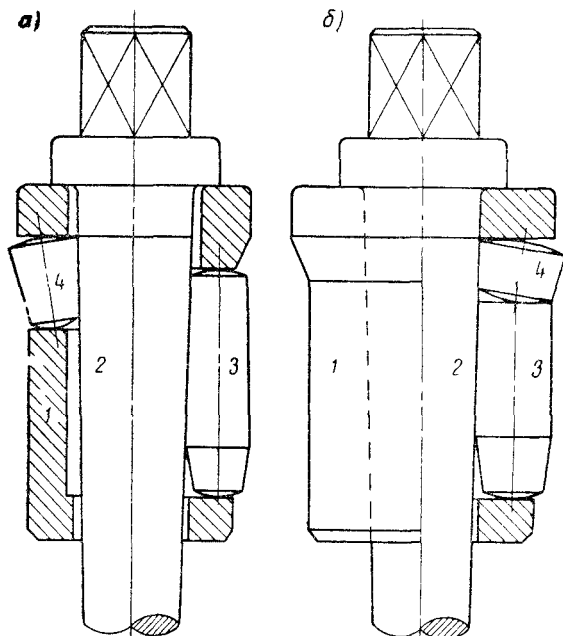


Рис. 71. Косые бортовочные вальцовки
 а — расположение роликов вразмет; б — расположение роликов гуськом, 1 — корпус, 2 — конус; 3 — ролик вальцовочный, 4 — ролик бортовочный

метра трубы и размера коллектора. Каждый короткий конус частично развальцовывает трубу, а для полной развальцовки требуется весь набор.

Конусность вальцовочных роликов равна половине конусности конуса (т. е. обычно 1:40 и 1:50).

В вальцовках для труб диаметром свыше 60 мм бортовочные и вальцовочные ролики располагаются «вразмет» т. е. помещаются в от-

дельных окнах, расположенных в шахматном порядке. В вальцовках малого диаметра ролики из-за недостатка места располагаются «гуськом», т. е. бортовочные ролики находятся над вальцовочными в одном окне. В этих вальцовках из трех роликов — два коротких бортовочных и один развальцовочный. Расположение «вразмет» дает лучшие результаты, так как получается более плавный переход к бортовочному колокольчику.

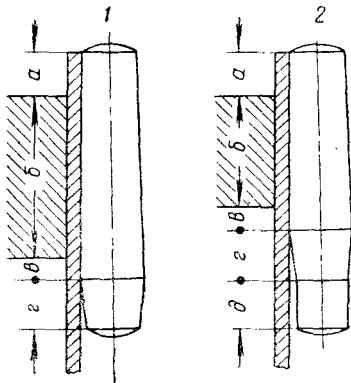


Рис. 72. Конфигурация роликов
1 — длинный вальцовочный ролик без талии; 2 — длинный вальцовочный ролик с талией; а — часть, выступающая внутрь барабана; б — толщина трубной доски; в — часть, выходящая за пределы очка; г — сбеги; д — талия

На нижнем конце вальцовочный ролик имеет «сбег» (рис. 72) длиной 10—15 мм для плавного перехода от развальцованного участка трубы к неразвальцованному. Кроме того, ролик может еще иметь часть, называемую талией. Последняя делается для того, чтобы один и тот же корпус вальцовки можно было использовать для

трубных досок разной толщины и, следовательно, для разной рабочей длины роликов.

Вальцовка называется косой, так как оси окон для роликов в ее корпусе расположены под углом $1\frac{1}{2}$ — 2° к продольной оси. Вследствие этого при вращении вальцовка как бы ввинчивается в трубу, раздавая ее стенки. Получается зависимость между поступательным движением корпуса и увеличением диаметра вальцуемой трубы. Благодаря этому можно судить о степени развальцовки по перемещению корпуса инструмента внутрь трубы. Эта величина перемещения корпуса называется установочным расстоянием. Установочное расстояние $У$ (в мм) равняется степени развальцовки (в десятичной дроби), умноженной на наружный диаметр трубы (в мм) и деленной на конусность конуса. Например, при наружном диаметре трубы 76 мм, степени развальцовки 1,25% и конусности конуса, равной $\frac{1}{25}$, установочное расстояние равняется

$$У = \frac{0,0125 \cdot 76}{\frac{1}{25}} = 24 \text{ мм.}$$

Очевидно, что при совмещении операций по привальцовке и развальцовке установочное расстояние будет бóльшим. Для его вычисления нужно вместо степени развальцовки брать величину, равную $\frac{D_k - D_b}{D_0}$ т. е. разность между окончательным внутренним диаметром развальцованной трубы D_k и внутренним диаметром неразвальцованной трубы D_b , деленную на диаметр оча до развальцовки D_0 .

Учитывая, что труба после окончания вальцовки слегка пружинит, установочное расстояние увеличивают на 4—5 мм.

На рис. 73 показана схема применения шаблонов для контроля процесса развальцовки по установочному расстоянию.

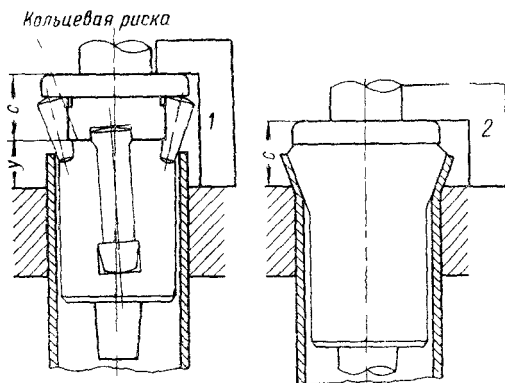


Рис. 73. Схема контроля развальцовки с помощью шаблонов

1 — начальный шаблон; 2 — конечный шаблон;
У — установочное расстояние; С — расстояние от кольцевой риски на корпусе вальцовки до верха вальцовки

Вальцовку вставляют в трубу таким образом, чтобы упор отстоял от конца ее на 10—20 мм. После установки подают конус рукой внутрь трубы, при этом ролики раздвигаются и корпус вальцовки закрепляется. Затем вращением конуса трубу развальцовывают.

При выполнении вальцовочных работ необходимо соблюдать следующие правила:

перед установкой в очки концы труб и стен-

ки отверстий тщательно протереть сухими тряпками; на этих поверхностях не должно быть ржавчины, масла или грязи;

привальцовку начинать сразу после установки труб.

Пользоваться только вполне исправными вальцовками, правильно подобранными по начальным и конечным диаметрам вальцевания и по длине роликов; рабочие поверхности роликов и конуса должны быть хорошо отшлифованы и не иметь повреждений; конус не должен иметь кривизны — просвет между стальной линейкой и боковой образующей конуса допускается не более 0,1 мм; при опущенном до отказа конусе ролики должны свободно вращаться в окнах; не разрешается пользоваться вальцовками с выпадающими роликами или с окнами, разработанными по ширине более 1 мм;

до начала работы проверить качество вальцовки на пробном образце трубы;

во время работы ролики и конус надо смазывать тавотом или техническим вазелином после развальцовки 10—15 концов труб; перед смазкой вальцовку промывают керосином и насухо протирают;

при работе в зимнее время тщательно следить, чтобы в зазоры между трубами и очками не попал снег или лед; пробную вальцовку производить при той же температуре, при которой будет вестись работа;

если при гидравлических испытаниях вальцовочных соединений появляется течь, то повторная вальцовка допускается не более трех раз, так как иначе происходят изменения в структуре металла и в форме очка. Если повторные вальцовки не устранили течь, забракованную

трубу следует обрезать на расстоянии не менее 50—60 мм от стенки барабана, легкими ударами ручника обсадить обрезанный конец, выколотить его внутрь барабана (рис. 74), а затем нарастить трубу путем сварки и завальцевать новый конец.

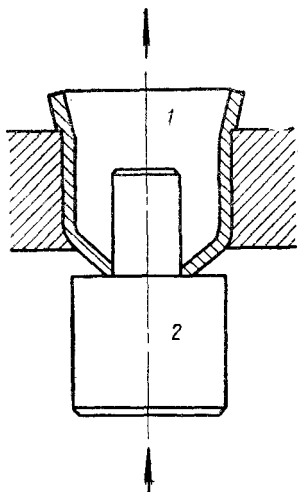


Рис. 74. Схема удаления отрезанного конца трубы
1 — конец трубы; 2 — выколотка

К основным дефектам развальцовки относятся:

1) перевальцовка, определяемая удлиненным колокольчиком, раздутым выходом трубы из очка, образованием пояса у наружной кромки очка. Дефект исправить невозможно и труба подлежит замене;

2) недовальцовка, определяемая мало заметным переходом от развальцованной части трубы к неразвальцованной, иногда зазором

между трубой и трубной доской снаружи барабана или коллектора. Недовальцовку обычно обнаруживают при гидравлическом испытании, что связано с потерей времени и средств на повторную подвальцовку и испытание. Поэтому до гидравлического испытания следует тщательно осмотреть все вальцовочные соединения, чтобы обнаружить этот дефект;

3) однобокая развальцовка, получающаяся вследствие перекоса трубы в очке. Дефект не исправим и труба подлежит замене;

4) внутренний подрез трубы как результат неправильного сбег ролика. Характерен резким переходом от развальцованной части трубы к невальцованной. Дефект неустраним и при сильном подрезе труба подлежит замене;

5) разрыв колокольчика. Небольшой надрыв может быть аккуратно срезан, если после подрезки остается допустимая длина колокольчика. В противном случае труба должна быть заменена.

Развальцовка является очень трудоемкой работой, требующей большого навыка. Поэтому создано много различных конструкций для механизации этого процесса. Однако существующие в настоящее время устройства для этой цели имеют большой вес, что ограничивает их применение. Так, например, пневматическая машинка ПМ-2, применяемая при вальцевании, весит 36 кг.

При производстве работ по вальцеванию нужно составлять формуляры, в которых указывается, кем и когда завальцовано данное соединение.

4. Монтаж пароперегревателей

Пароперегреватель, как и другие поверхности нагрева, состоящие из труб, рекомендуется монтировать после предварительной сборки в блоки. Для монтажа удобнее всего соединять в один блок змеевики пароперегревателя и потолочное перекрытие, находящееся над ним. Если вес пароперегревателя оказывается слишком большим, то его делят на два или более блоков.

При установке опор коллекторов пароперегревателя допускаются отступления от размеров чертежа в пределах 2 мм. Горизонтальность опор проверяют гидростатическим или слесарным уровнем с линейкой; допуск составляет ± 1 мм.

Допуски при установке коллекторов находятся в следующих пределах: расстояние осей коллекторов между собой и от оси барабана ± 3 мм; параллельность осей ± 3 мм.

Трубы пароперегревателя соединяют с коллекторами развальцовкой или сваркой. При развальцовке следует соблюдать все указания, данные в предыдущем разделе. Необходимо особенно заботиться о том, чтобы в змеевики пароперегревателя не могли попасть посторонние предметы, так как всякое засорение может вызвать пережог труб. Перед закрытием лючков змеевики должны быть продуты сжатым воздухом.

При монтаже пароперегревателя необходимо в соответствии с чертежом оставлять зазоры для теплового расширения его частей.

В случае монтажа пароперегревателя «россыпью» после установки барабана и коллектора в проектное положение отдельные змеевики его поднимают и присоединяют к соответствующим очкам или штуцерам при помощи вальцовки или сварки.

5. Монтаж чугунных и стальных экономайзеров

Монтаж экономайзеров начинают с осмотра и приемки фундамента, после чего приступают к установке опорной рамы и каркаса. Предварительно проверяют прямоугольность, правильность положения осей и горизонтальность рамы. Разница в длине ее диагоналей не должна превышать 5 мм; отклонение осей от проектных раз-

меров допускается ± 3 мм; отклонение от горизонтальной плоскости в пределах 3 мм.

По окончании выверки раму подливают цементным раствором и через 3—4 дня приступают к укладке ребристых труб. Для каждого горизонтального ряда трубы следует подобрать так, чтобы разница длин не превышала 1 мм. Трубы с прямоугольными фланцами надо укладывать короткими сторонами фланцев вверх. Ребра горизонтального и вертикального рядов должны приходиться между ребрами следующего ряда.

В канавки фланцев необходимо заложить круглый асбестовый шнур диаметром 20 мм для создания плотности в торцовых стенках экономайзеров и исключения подсосов воздуха.

Соединительные калачи устанавливаются на прокладках из паранита толщиной 2—3 мм.

Монтаж стальных водяных экономайзеров змеевикового типа.

Поднятые и установленные на каркасе котла блоки водяного стального экономайзера змеевикового типа проверяют по следующим показателям:

расположению коллекторов по отношению осей колонн каркаса, допуск ± 5 мм;

расположению коллекторов относительно оси симметрии котла, допуск ± 5 мм;

высоте от отметки 0,0, допуск ± 5 мм.

Гидравлическое испытание экономайзеров производят на давление, равное 1,25 рабочего давления котла; испытание проводится в присутствии инженера-контролера Госгортехнадзора.

Монтаж змеевиковых экономайзеров «россыпью» заключается в установке на место каждого змеевика в отдельности, выверке его и присоединении к коллектору.

6. Монтаж арматуры и трубопроводов в пределах котла

Трубопроводы и арматура в пределах котла располагаются на высоте и, часто в тесных местах, где затруднительно вести сборочные работы. Поэтому монтаж их следует вести блочным методом, т. е. заготавливать по возможности крупные узлы-блоки на сборочной площадке, чтобы на месте установки выполнять только сварку или сборку на болтах.

При приемке арматуры от заказчика ее следует осмотреть, обратив внимание на следующее. Литье корпуса должно быть чистым, без свищей, трещин и раковин; шпindel должен быть ровным, гладко отполированным, должен свободно ходить во втулке, не иметь забоин винтовой нарезки.

При приемке арматуры должно проверяться наличие документации завода-изготовителя. Если в сопроводительных документах указано, что арматура подвергалась гидравлическому испытанию на заводе и если осмотр нескольких разобранных задвижек и вентиля покажет хорошее состояние уплотняющих поверхностей, то испытывать арматуру не требуется. В противном случае арматура, обязательно должна пройти ревизию и гидравлическое испытание на рабочее давление.

На рис. 75 показано приспособление для испытания. Закрытую арматуру кладут на диск 8 и прижимают винтом диск 2. Затем подают воду до появления ее в воронке 5, после чего закрывают вентиль 6 и гидропрессом создают необходимое давление. Температура воды, применяемой для испытания, должна быть ниже 100°.

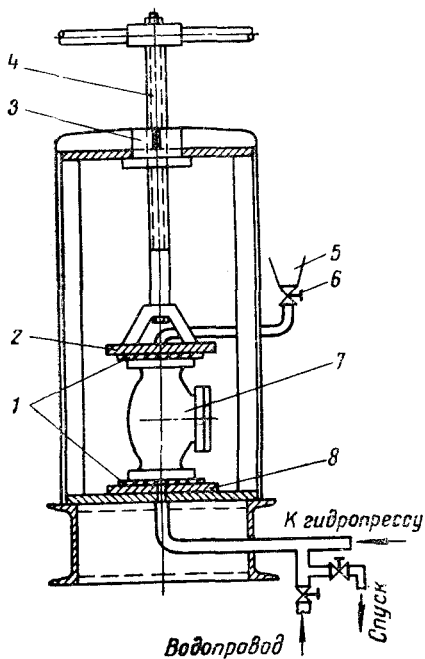


Рис. 75. Приспособление для гидравлического испытания арматуры

1—резиновые прокладки; 2—верхний диск;
3—гайка; 4—винт; 5—воронка; 6—вентиль воздушника; 7—испытываемая арматура; 8—нижний диск

Уплотнительные поверхности арматуры, не выдержавшей испытание, надо тщательно осмотреть. Если на них имеются вмятины и царапины, глубина которых не превышает 0,05 мм, то поверхности притирают. При более глубоких повреждениях поверхности до притирки следует проточить на станке. Для притирки применяют специальные ручные приспособления (рис. 76).

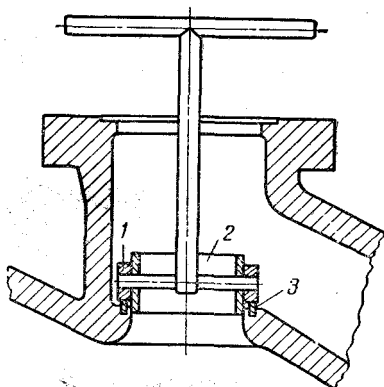


Рис. 76. Приспособление для притирки уплотняющих поверхностей арматуры вручную

1 — притир; 2 — направляющая втулка; 3 — обрабатываемое уплотнительное кольцо

Притир приспособления изготавливается из мягкого металла, вследствие чего абразивные зерна вдавливаются в него и при вращении притира обрабатывают уплотнительные поверхности арматуры.

Притирочные порошки изготавливают из естественного и искусственного корунда, наждака, стекла и т. п. в смеси с машинным маслом или другими смазывающими веществами. Можно пользоваться готовыми притирочными пастами ГОИ, выпускаемыми трех сортов: грубая, средняя и тонкая.

Притиру придаётся вращательное движение попеременно вправо и влево; вправо притир поворачивают несколько больше, чем на $\frac{1}{4}$ окружности, а влево — несколько меньше.

Таким образом, притир постепенно поворачивается вокруг своей оси на полную окружность. Перед началом притирки и после каждой смены притирочного материала притирающая и притираемая поверхности должны быть промыты бензином и насухо вытерты чистой тряпкой.

Для проверки качества притирки уплотнительные поверхности, например тарелки и седла клапана, насухо вытирают и слегка смазывают чистым машинным маслом. Тарелка с небольшим давлением поворачивается несколько раз на седле вправо и влево на $20-30^\circ$. Хорошо притертые и насухо вытертые поверхности должны иметь ровный одинаковый отблеск.

Притирка является довольно трудоемкой работой, требующей определенного навыка.

Процесс притирки можно механизировать с помощью вертикально-сверлильного станка (рис. 77).

Сальниковые уплотнения шпинделей должны быть осмотрены, и если набивка, произведенная на заводе, выполнена неудовлетворительно, то их набивают заново. К этой работе следует относиться очень внимательно, так как смена набивки у вентиля или задвижки, когда котлоагрегат находится под паром, затруднительна.

Размеры асбестовой прографиченной набивки должны соответствовать кольцевому отверстию между шпинделем и стенками сальника. Набивку надо нарезать на отдельные кольца с косым

стыком, причем при укладке стыки соседних колец должны быть сдвинуты на 90° один относительно другого. Между кольцами насыпают слой

- серебристого графита толщиной 3—5 мм, а кольца при укладке обжимают с помощью специальной разъемной втулки. Окончательную затяжку сальников до требуемых пределов производят при паровом опробовании, когда набивка приобретает рабочую температуру.

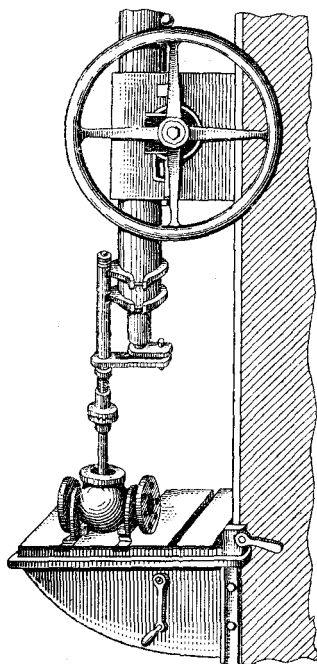


Рис. 77. Приспособление для притирки арматуры на сверлильном станке

Арматуру, прошедшую ревизию и испытание, следует закрыть деревянными пробками от засорения. Чугунные маховички (штурвалы) во избежание их поломки при монтаже лучше снять и установить на место только после окончания всех монтажных работ на трубопроводе.

При монтаже трубопроводов в пределах котла следует сверить с чертежами место расположения подвижных и неподвижных опор и проследить, чтобы труба на неподвижной опоре лежала без зазора, а хомут плотно прилегал к телу

трубы; подвижная же опора не должна препятствовать свободному перемещению трубы.

7. Монтаж обдувочных аппаратов

Головки обдувочных аппаратов поступают на монтаж в собранном виде и монтаж их заключается в креплении на месте и присоединении к ним труб. В трубах, подводящих пар или сжатый воздух, обычно много подвижных соединений, на качество сальниковых уплотнений которых должно быть обращено особое внимание. В противном случае может произойти утечка воздуха или пара и в результате — размыв и нарушение целостности обмуровки. Нельзя также допускать перекосов в соединениях.

8. Монтаж топок

Монтаж топок с простыми колосниковыми решетками и полумеханических топок не представляет затруднений. При их монтаже следует помнить о необходимости оставления зазоров для теплового расширения отдельных элементов; места и размеры зазоров указываются в чертежах.

Более сложным является монтаж механических или цепных решеток (рис. 78), сокращенно называемых БЦР (беспровальная цепная решетка). В этой топке имеется бесконечная лента, составленная из небольших колосников, между которыми уголь почти не проваливается. Колосники закрепляются к цепям Галля при помощи держателей. Несколько параллельно идущих цепей огибают звездочки в передней части решетки и гладкие шкивы в задней части. Звездочки насажены на вал, вращаемый электродвигателем че-

рез редуктор. Этот вал имеет несколько скоростей вращения; следовательно, скорость движения решетки во время работы можно установить такой, чтобы уголь, поступающий на решетку, успевал сгорать полностью. По мере того как полотно решетки, огибая шкивы заднего вала, проходит вниз, образовавшийся при горении шлак сваливается в шлаковый бункер.

Толщина слоя угля на решетке регулируется чугунной плитой на фронте, передвигаемой вверх и вниз посредством специального механизма. Плита защищена от воздействия высоких температур со стороны топки фасонными шамотными кирпичами.

Горячий воздух проходит по воздухоподводящим патрубкам в камеры дутья и через отверстия между колосниками поступает в слой горящего топлива.

Для зажигания свежего топлива, попадающего из воронки на решетку, в задней и передней частях топки предусмотрен «зажигательный» свод из огнеупорных материалов. Он располагается так, чтобы тепловые лучи горящего топлива отражались от свода и падали на свежий уголь.

Монтаж цепной решетки начинают после приемки фундаментов. Сначала собирают и устанавливают топочную раму. Боковые продольные стенки 15 (боковины) надо установить на место, выверить по диагоналям и связать поперечными клепаными конструкциями, которые одновременно служат перегородками между камерами дутья.

Собранную раму нужно приподнять домкратами и подвести под нее по два крайних башмака 7 с каждой стороны, после чего выверить раму в отношении оси котла, а также ее горизонталь-

ность. Далее следует подвести вплотную к нижней поверхности рамы остальные башмаки и затянуть фундаментные болты. Затем на раму укладывают чугунные уплотнительные коробки 3 и между ними опорные балки с шинами 17. Оси балок должны быть параллельны, а поверхность шин и уплотнительных коробок находиться в одной горизонтальной плоскости. Одновременно с монтажом топочной рамы надо установить две крайние нижние опорные балки, проверить их параллельность, расстояние между ними и разность по высоте, заданные в чертеже, затем установить остальные промежуточные балки, после чего закрепить их фундаментными болтами и подлить цементным раствором. По этим поперечным балкам укладывают продольные балки 9, служащие опорами для нижней части полотна решетки.

Далее устанавливают подшипники переднего и заднего валов, проверяют правильность положения звездочек и шкивов, укладывают валы в подшипники и проверяют их горизонтальность, параллельность, а также положение по отношению к продольной оси. При проверке валов руководствуются следующими допусками:

- горизонтальность ± 1 мм на 1 м длины вала;
- разность диагоналей, замеренных по симметричным точкам на заднем и переднем валах (проверка на параллельность), ± 5 мм;

- расстояние от продольной оси рамы до звездочек и шкивов ± 2 мм.

Валы должны свободно от руки проворачиваться в подшипниках.

После проверки валов подливают цементным раствором опорные башмаки под рамой.

Перед установкой цепей необходимо проверить их длину и подвижность отдельных звеньев

(допуск по длине составляет ± 8 мм). Для этого цепи сортируют и маркируют, начиная с самой короткой и кончая самой длинной. На место их надо укладывать, начиная с первого номера. Параллельно с монтажом цепей устанавливают дистанционные трубки с чугунными роликами и стяжные болты. Боковые зазоры между зубьями звездочек и звеньями цепей должны быть не менее 5—6 мм. При несоблюдении этого условия звездочку необходимо передвинуть на валу для достижения требуемого зазора.

Одновременно со сборкой цепей устанавливают редуктор и электродвигатель. Редуктор надо проверить на горизонтальность и прицентровать к переднему валу решетки, после чего его фундаментную плиту и болты полить цементным раствором. Зазор между полумуфтами, соединяющими вал редуктора с валом решетки, должен быть равен 10—15 мм. В сдвоенных решетках зазор между полумуфтами вала решетки и редуктора должен быть не менее 15 мм для обеспечения свободного теплового расширения переднего вала.

Редуктор следует вскрыть, промыть и залить маслом.

Собранные цепи с затянутыми стяжными болтами медленно проворачивают, проверяя величину зазоров между зубьями звездочек и звеньями цепи. После этого полотно цепей приводят в движение вхолостую, сначала на самой малой скорости, а затем на остальных.

Убедившись в правильности сборки цепей, можно устанавливать держатели и колосники. Поверхности держателей должны находиться в одной горизонтальной плоскости, а колосники — свободно вращаться в гнездах и иметь зазоры,

установленные чертежом, с допуском $\pm 0,5$ мм. Затем монтируются воздухоподводящие патрубки с шиберами, для чего прорезают отверстия в боковых заглушках рамы. Установку охлаждающих панелей производят одновременно с обмуровочными работами.

На боковины рамы укладывают уплотняющие плиты, а поверх них — асбестовый шнур. Затем устанавливают подпанельные плиты. При этом должны быть строго соблюдены зазоры a и b (рис. 79), причем первый из них должен равняться 35 ± 5 мм, а зазор b — 10—15 мм. Зазор между подпанельными плитами и бортовыми колосниками должен составлять 5 мм.

На плиты укладывают охлаждающие панели и соединяют с трубопроводами охлаждающей воды. Концы панелей не должны доходить до заднего листа загрузочной воронки на 18—20 мм. После этого можно заканчивать обмуровку.

После монтажа шлакоснимателя, загрузочной воронки и регулятора слоя надо очистить решетку от мусора, попавшего на нее в процессе монтажа и обмуровки; проверить систему водяного охлаждения и смазки и пустить топку в обкатку,

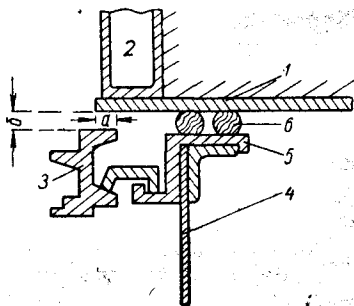


Рис. 79. Схема установки охлаждающих панелей

1 — подпанельная плита; 2 — охлаждающая панель; 3 — крайний держатель колосников; 4 — боковина рамы; 5 — уплотняющая плита; 6 — асбестовый шнур

которая продолжается в течение 24 час. на всех скоростях. После обкатки нужно установить на место фронтной кожух.

9. Гидравлическое испытание котла и трубопроводов

После того как закончены все монтажные и сварочные работы, котел подготавливают к осмотру инспектором Госгортехнадзора. Для этого на котле нужно открыть все люки; тщательно очистить барабаны, коллекторы и трубы от мусора, грязи и ржавчины; все прямые грубы поверхностей нагрева котла просмотреть на свет, а все изогнутые трубы проверить прокаткой металлическими шарами диаметром равным 0,85 внутреннего диаметра трубы.

После наружного и внутреннего осмотра представителем Госгортехнадзора котел надо подготовить к гидравлическому испытанию. Для этого следует закрыть люки, присоединить к котлу гидравлический пресс с манометром, тройником для контрольного манометра и вентилем для отключения пресса от котла.

Предварительно должны быть смонтированы трубопроводы для наполнения котла водой и спуска воды из котлоагрегата. В самой верхней точке котла необходимо установить воздушный кран для выпуска воздуха при заполнении котла водой и закрепить рычаги предохранительных клапанов металлическими клиньями, чтобы воспрепятствовать их открыванию при испытании.

Котел лучше заполнять водой несколько более высокой температуры, чем окружающий воздух, для того чтобы на его поверхности не появилось потение, усложняющее обнаружение течей и

неплотностей. Температура воды не должна превышать 50—60°, так как вследствие неравномерного расширения отдельных частей могут разстроиться вальцовочные соединения. При наполнении котла воздушный кран должен быть открыт, пока не выйдет весь воздух.

До вызова представителя Госгортехнадзора котел можно испытывать на давление не выше рабочего. В присутствии представителя Госгортехнадзора давление на котле доводится до пробного. Одновременно на это давление испытывают пароперегреватель и экономайзер, если последний не отделяется от котла вентилем или задвижкой. Величины пробных давлений согласно правилам Госгортехнадзора указаны в табл. 17.

Таблица 17

Наименование оборудования	Рабочее давление в котле P в <i>ати</i>	Пробное давление в <i>ати</i>
Паровой котел	Свыше пяти	$1,25 P$, но не менее $P+3$
То же	Пять и ниже	$1,5 P$, но не менее 2
Пароперегреватель	Независимо от давления	Пробное давление для котла
Отключаемый экономайзер	То же	$1,25 P+5$

Пробное давление выдерживают в течение 5 мин., если давление за это время падает, то на котле имеется течь, которую необходимо обнаружить. Через 5 мин. открывают спускной кран на гидравлическом прессе и понижают давление до рабочего. При рабочем давлении котел тщатель-

но осматривают. Мелкая водяная пыль или мелкие капли в местах завальцовки труб, заклепках и заклепочных швах не считаются течью. Но появление водяной пыли и мелких капель в сварных швах является дефектом, с которым котел не может быть допущен к работе. Такие места должны быть вырублены и заварены снова.

Гидравлическое испытание следует осуществлять при положительной температуре в котельной, но в случае крайней необходимости разрешается испытание при температуре до -5° . В этом случае должны быть приняты самые тщательные меры против замерзания воды в отдельных частях котла. Там, где вода не может быть спущена самотеком, например в змеевиках пароперегревателя, она должна быть удалена сжатым воздухом.

О гидравлическом испытании котла, пароперегревателя и экономайзера следует обязательно составить акт.

10. Обмуровочные работы

Обмуровка парового котла должна служить тепловой изоляцией между горячими газами, идущими по газоходам, и наружным воздухом и одновременно не допускать просачивания наружного воздуха в газоходы.

В топке и первых газоходах поверхность обмуровки, обращенную в сторону высоких температур, выполняют из огнеупорных материалов. Для этой цели применяется шамотный кирпич двух размеров: $250 \times 123 \times 65$ мм и $230 \times 112 \times 65$ мм. Кроме того, выпускаются клинья ребровый и торцовый и по специальным заказам фасонный кирпич. По огнеупорности шамотный кирпич де-

лится на три класса: А — огнеупорностью 1730°. Б — огнеупорностью 1670°, В — огнеупорностью 1580°. Классы А и Б в зависимости от прочности при сжатии делятся на три сорта, а класс В — на два сорта.

Наружную часть обмуровки выкладывают из обыкновенного красного кирпича размером 250×120×65 мм. Красный кирпич можно применять до температуры 600°.

Для тепловой изоляции служат диатомитовый кирпич, минеральная вата, совелит и другие теплоизоляционные материалы.

Сложными обмуровочными работами является кладка арочных и подвесных сводов и потолочных перекрытий.

Успех кладки арочного свода зависит от хорошего выполнения опалубки и точности пригонки кирпичей. Подвесные своды применяют в тех случаях, когда пролет свода слишком велик для арочного. Подвесной свод набирают из специальных фасонных кирпичей, подвешиваемых к балкам, которые в свою очередь крепятся к каркасу. Потолочные перекрытия могут выполняться в виде подвесного свода или непосредственно опираться на трубы котла, как это имеет место в котлоагрегатах ДКВ.

В тех случаях, когда сквозь обмуровку проходят трубы котла, необходимо обеспечить возможность их теплового перемещения и воспрепятствовать просачиванию воздуха. Для этого в обмуровке оставляют достаточно большие отверстия, а промежуток между трубой и обмуровкой забивают шнуровым асбестом. Вообще все металлические части котлоагрегата в местах прилегания к обмуровке должны быть изолированы асбестовым картоном или шнуром.

В зонах высоких температур внутренняя часть обмуровки получает значительные тепловые расширения (до 5 мм на 1 м длины). Чтобы избежать больших напряжений в кладке, которые могут вызвать выпучины и трещины, предусматриваются температурные швы. Эти швы делают только в огнеупорной кладке, так как наружная кладка из красного кирпича нагревается незначительно и швы ее могут воспринимать небольшие расширения. Температурные швы устраивают преимущественно в углах обмуровки и уплотняют асбестом.

Огнеупорная обмуровка из шамотного кирпича выдерживает температуру до 1400°. В тех местах, где температура не превышает 1200—1250°, кладка из шамотного кирпича может быть заменена огнеупорным бетоном. Такая обмуровка дешевле и проще в изготовлении. В настоящее время существует много различных составов огнеупорных бетонов, связывающими веществами в которых служат огнеупорная глина, жидкое стекло или глиноземистый цемент. В бетоне устраивают температурные швы путем закладки бумажного картона или фанеры в соответствии с проектом обмуровки.

Для защиты котельных барабанов, коллекторов и других металлических поверхностей от действия горячих газов эти поверхности торкретируют с помощью цемент-пушки различными составами, в которые входят молотый шамот и огнеупорная глина. Их наносят на сетку размером ячеек 40—50 мм из стальной проволоки диаметром 1,5—2 мм; сетку крепят к каркасу из круглой стали диаметром 10—12 мм, расстояние между прутьями которого принимается 300—400 мм. Сетка должна находиться в середине торкретно-

го слоя. Трубы, проходящие сквозь слой торкрета, изолируют толем или листовым картоном. Торкретную массу наносят слоями толщиной 20—30 мм; каждый следующий слой наносится после того, как схватится предыдущий.

Облегченную обмуровку можно выполнять блочным способом, примером служит обмуровка блоков котлов Д-9-39 и СУ-9-39. Стены топки обмурованы плитами из легковесного шамота, покрытого с обогреваемой стороны хромомagneзитовой обмазкой. Изоляционный слой позади шамотных плит выполнен из совелитовых плит. Между шамотными и изоляционными плитами находится слой газонепроницаемой обмазки, состоящей из 40% шамотного порошка, 40% порошка из обожженного диатомита, 10% мелкого асбеста и 10% жидкого стекла. Обмуровка крепится к стальной сетке, приваренной к каркасу; с наружной стороны последнего устанавливается обшивка из тонких стальных листов.

11. Активирование работ и порядок заполнения монтажных формуляров

В процессе монтажа котлоагрегата монтажная организация с участием представителей заказчика и генерального подрядчика составляет акты на:

- 1) приемку и дефекты частей котлоагрегата;
- 2) приемку фундаментов под котел;
- 3) предварительную проверку шарами отдельных змеевиков пароперегревателя и экономайзера;
- 4) начало монтажа котлоагрегата с указанием состояния строительных работ;

5) проверку смонтированного основного каркаса котла;

6) проверку подливки цементным раствором колонн каркаса;

7) проверку установки барабана, сухопарника и коллекторов котла;

8) проверку смонтированных кипяtilьной системы, экранов, пароперегревателя и экономайзеров;

9) гидравлическое испытание котла, пароперегревателя и экономайзера;

10) проверку монтажа деталей внутри барабана и сухопарника;

11) окончание обмуровки котлоагрегата;

12) приемку пылегазовоздухопроводов;

13) окончание монтажа и опрессовку воздухоподогревателя;

14) гидравлическое испытание трубопроводов;

15) окончание монтажа и опробование топки.

Монтажный формуляр должен заполняться комиссией в процессе приемки каждого узла оборудования. Порядок заполнения монтажных формуляров таков: на бланке формуляра в соответствии с чертежами указываются над размерными линиями проектные размеры; в прямоугольники под размерными линиями заносятся результаты замеров, полученные комиссией.

ГЛАВА VII

БЛОЧНЫЙ МЕТОД МОНТАЖА *

В настоящее время при производстве монтажных работ широко применяется передовой метод блочного монтажа котлоагрегатов малой и средней паропроизводительности.

Монтаж «россыпью» применяют только в исключительных случаях, например при отсутствии площадок для сборки блоков; при установке одного котлоагрегата в действующей котельной; если нет возможности сделать проемы для подачи блоков в помещение реконструируемого объекта, а также в случае отсутствия устройств и механизмов соответствующей грузоподъемности, обеспечивающих перемещение и подъем груза.

Детали и узлы парового котлоагрегата изготавливаются на котельных и машиностроительных заводах. Детальными котлоагрегата называются, например, заготовки труб циркуляционного контура, имеющие обработанные под сварку кромки; балки и другие виды проката, нарезанные по необходимым размерам с высверленными отверстиями под болты, и т. д.

Узлом котлоагрегата называют комплект деталей, соединенных при помощи сварки или других видов крепления (вальцовки, болтовых соединений), например: щиты верхнего потолка

* Глава составлена инж. Н. М. Обуховым.

ЩП-3, ЩП-4 и ЩП-5, коллектор экрана или куб воздухонагревателя. Болты, шпильки, гайки, винты и другие крепежные изделия поставляются готовыми.

Как указывалось, блочный метод монтажа обладает рядом преимуществ перед монтажом «россыпью». Эти преимущества заключаются в следующем.

1. Работы по сборке блоков могут быть начаты при отсутствии фундаментов под котлоагрегаты и, таким образом, основной объем работ выполняется до начала монтажа. Необходимо лишь предварительно сделать планировку и устройство площадки укрупнительной сборки, обеспечив ее соответствующими механизмами для такелажных работ, сварочной аппаратурой и приспособлениями малой механизации.

2. Расширяется фронт работ, так как можно одновременно вести сборку нескольких блоков оборудования вне зоны монтажа, обычно загроможденной при производстве работ.

3. Повышается производительность труда и улучшается качество работы, так как внизу при укрупнительной сборке удобнее применять приспособления малой механизации, электроинструмент и вести сварочные работы, чем в стесненных условиях на месте.

4. Монтаж собранных блоков ведется быстрее, чем сборка «россыпью», так как уменьшается количество монтажных подъемов, а готовые узлы оборудования можно устанавливать на место по графику.

5. Улучшается безопасность работ, так как уменьшается объем опасных работ, выполняемых монтажниками-верхолазами и сварщиками.

Показателями блочного метода монтажа являются коэффициенты блочности и индивидуальной сборки.

Первый показатель представляет собой отношение веса деталей, собранных в блоки, к общему весу металлоконструкций котлоагрегата. Этот показатель стремятся всегда увеличить.

Например, для котлоагрегата БГ-35/39 вначале был достигнут коэффициент блочности 0,76. Это означало, что вес деталей, собранных в блоки, составлял 76% от всего веса металлической части котлоагрегата. В последующем коэффициент блочности удалось увеличить до 0,89.

Укрупнение самих блоков с увеличением их веса лимитируется грузоподъемностью имеющихся в наличии механизмов, а также габаритами блоков (с учетом удобства транспортирования и монтажа).

Второй показатель — коэффициент индивидуальной сборки — определяет количество деталей, не вошедших в блоки и собираемых россыпью:

$$K_{н.с} = 1 - \frac{m_6}{m_{с.в}},$$

где m_6 — количество деталей, собранных в блоки;
 $m_{с.в}$ — количество деталей по списочным (отправочным) ведомостям завода-изготовителя.

Например: полученный $K_{н.с} = 0,35$ показывает, что 35% деталей устанавливают индивидуально.

В проекте производства работ предусматривают наиболее возможное уменьшение коэффициента индивидуальной сборки.

Ниже приводится описание блочного монтажа котла БГ-35/39 с камерными топками для газа. Принципы членения, сборки и монтажа блоков таких котлов разработаны на основании опыта монтажных организаций треста Промстромэнергомонтаж; эти принципы закладывают в основу монтажа и других котлоагрегатов средней паропроизводительности.

В качестве основного монтажного крана принят гусеничный кран типа СКГ-25 грузоподъемностью 25 т.

1. Организация монтажной площадки

Как правило, монтажную площадку располагают у места будущей торцевой стены котельной и предварительно планируют (рис. 80). На ней отводят места для сборки и раскладки укрупненных блоков котлоагрегатов, сборки блоков трубопроводов с плазом и котельно-вспомогательного оборудования (газовоздухопроводы и т. д.).

Вблизи площадки размещают подсобные временные помещения: небольшую механическую мастерскую (с токарным, строгальным, сверлильным, трубоотрезным и точильным станками и сварочным постом); газогенера-

Рис. 80. План монтажной площадки

1 — площадка для сборки и складирования блоков; 2 — площадка КВО; 3 — площадка для открытого хранения тепломеханического оборудования; 4 — склад красного кирпича; 5 — газогенераторная; 6 — кислородораздаточная; 7 — временная мастерская; 8 — конторка; 9 — умывальник; 10 — плаз 20×8 м; 11 — площадка для хранения сборного железобетона; 12 — трубоотрезной станок; 13 — трубогибочный станок; 14 — сварочные трансформаторы; 15 — пресс-ножницы; 16 — правильная плита; 17 — разметочная плита; 18 — пресс для правки сортового металла; 19 — наждачное точило; 20 — сверлильный станок; 21 — автокран К-51; 22 — площадка для сборки блоков трубопроводов; 23 — трубоукладчик; 24 — уборная

торную, кислородораздаточную, навес для хранения огнеупорных обмуровочных материалов, закрытое помещение для хранения арматуры, контору производителя работ и санузел. Предусмотрены места открытого хранения тепломеханического оборудования и красного кирпича для обмуровки котлоагрегатов.

2. Механизмы, сварочная аппаратура и электроинструмент

На площадке у мест укрупнения блоков котлоагрегатов, узлов трубопроводов и котельно-вспомогательного оборудования сосредоточивают механизмы для перемещения и подъема деталей

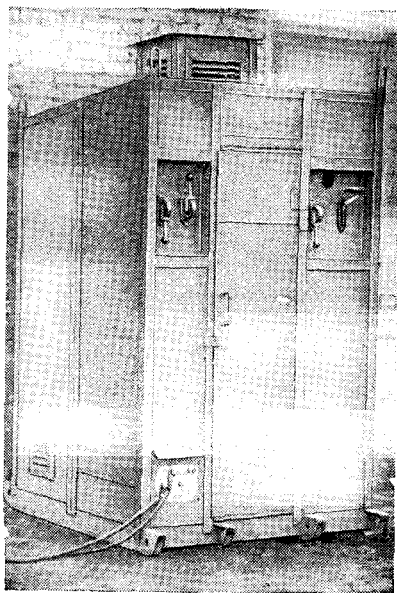


Рис. 81. Передвижной сварочно-трансформаторный пункт ПСТТ-3

оборудования и трубопроводов в процессе сборки блоков, например автокран К-32, К-51 или К-102, трубоукладчик грузоподъемностью 10 т. Основной монтажный кран также периодически используют на раскладке укрупненных блоков.

Устанавливают переносные сварочно-трансформаторные пункты ПСТП-3 в закрытом исполнении, в которых помещены электросварочные трансформаторы типа СТЭ-34, СТН-500 (рис. 81). Такой пункт, оборудованный тремя сварочными аппаратами, может обеспечить до 5—6 сварочных постов.

В случае недостатка электроэнергии на строительстве используют агрегаты АСБ-300 с приводом от бензинового двигателя. В газогенераторной станции размещают газогенераторы типа ГВР-1,25 и ГВР-3 производительностью соответственно 1,25 и 3 м³/час газа. Если имеется возможность, гораздо удобнее пользоваться для газовой сварки ацетиленом в баллонах, а для газовой резки — пропаном.

Для механизации отдельных сборочных операций используют: трубоотрезные станки типа ТС-108, трубогибочные станки типа С-288 для гибки труб диаметром до 75 мм, машинки системы ФЛД для зачистки концов труб, приспособление для зачистки трубных гнезд конструкции треста Промстромэнергомонтаж, электросверлилки И-59, высокочастотные преобразователи тока И-75Б для питания электроинструментов, рычажные ручные лебедки и т. д.

При монтаже котлоагрегатов блоками применяют инвентарные стропы, имеющие соответствующие паспорта. Характеристики стропов различной грузоподъемности приведены в табл. 18.

3. Членение котлоагрегата на блоки

Рационализаторы и новаторы производства внесли предложения по членению котлоагрегатов на блоки, которые, как показала практика работы, позволяют ускорить монтаж.

Так, на ТЭЦ Курганинского сахарозавода в Краснодарском крае блок наклонного потолка топки был объединен с блоком щита ЩП-1, а верхняя и средняя части водяного экономайзера собраны в конструкции из балок БЭ-1, БЭ-2 и стоек СЭ-1.

Нижняя часть экономайзера также была собрана в клетке из балок БЭ-1 и стоек СЭ-2. Это позволило не изготавливать специальную конструкцию для сборки и последующего подъема экономайзера, а также исключило работу по удалению ее после монтажного подъема.

Рациональным оказалось и членение пароперегревателя на передний пакет и блок заднего пакета пароперегревателя со щитом ЩП-4.

В результате изменений, внесенных в процессе монтажа в проект производства работ по укрупнению монтажных блоков, принято окончательное членение котлоагрегата БГ-35/39 на блоки (табл. 19).

4. Сборка блоков

Сборку блоков котлоагрегата БГ-35/39 производят в определенных местах монтажной площадки, предусмотренных их раскладкой, которая диктуется условиями технологической последовательности монтажа и типом основного монтажного крана или других грузоподъемных приспособлений.

Таблица 19

№ п/п	Наименование блока	Количество блоков	Вес в т	
			одного блока	всего
1	Боковые стенки каркаса (левая и правая)	2	12,2	24,4
2	Задняя (топочная)	1	0,53	0,53
3	Фронтальная (топочная)	1	1,96	1,96
4	Щит ЩП-3 (с обмуровкой)	1	4,1	4,1
5	Змеевики переднего пакета пароперегревателя	1	2,94	2,94
6	Экраны боковые (правый и левый)	2	1,87	3,74
7	Экран задний	1	2,79	2,79
8	Экран фронтальный	1	2,55	2,55
9	Щиты ЩП-1 и ЩП-2 с обмуровкой	2	8,43	16,86
10	Щит ЩП-5 с обмуровкой	1	6,48	6,48
11	Щит ЩТ-1 с обмуровкой	1	7,31	7,31
12	Щит ЩТ-2 с бункерами и обмуровкой	1	2,42	2,42
13	Переходной патрубок (газоход из нижней части водяного экономайзера в воздухоподогреватель)	1	2,5	2,5
14	Задний пакет пароперегревателя со щитом ЩП-4	1	14,5	14,5
15	Верхняя и средняя секции водяного экономайзера змеевикового типа	1	12,9	12,9
16	Нижняя секция водяного змеевикового экономайзера	1	5	5
17	Воздухоподогреватель	1	12,1	12,1
18	Барaban котла	1	13,4	13,4
19	Специальные помосты на отметке 2450 (правый и левый)	2	0,76	* 1,52
20	Помост между колоннами К-2 и К-3	1	0,86	0,86
21	Помост на задней стенке водяного экономайзера (на отметке 4750)	1	0,49	0,49
22	Помосты на отметках 9650, 7250, 5850 и 3850	4	0,43	1,7

Перед доставкой деталей и узлов оборудования на сборочную площадку проверяют на складе оборудования их комплектность.

Обычно в середине площадки по всей длине оставляют проезд для автокрана, трубоукладчика или трактора, с помощью которых осуществляют сборку и перемещение готовых блоков в зону монтажа. Этот проезд может быть использован и для основного монтажного крана на гусеничном ходу при подаче тяжеловесных блоков на место установки.

Раскладка блоков для параллельного монтажа двух котлов гусеничным краном СКГ-25 показана на рис. 80. Ближе к временной торцовой стене котельной по обе стороны проезда располагают блоки каркаса котлоагрегата, далее на одной стороне — задний и боковые экраны, барабаны и фронтальный экран, а с другой стороны проезда — передний и задний пакеты пароперегревателя, щиты ЩП-1 и ЩП-2 с обмуровкой, воздухоперегреватель с перепускными патрубками, блоки водяного экономайзера и помосты.

Блоки каркасов котлоагрегатов собирают на шпальной выкладке или инвентарной металлической конструкции, установленных строго горизонтально и жестко закрепленных.

Описание проверки колонн и других деталей каркаса по размерам, а также допуски на отклонение от проекта приведены в главе IV.

Блоки каркаса состоят из двух боковых стенок (левой и правой), а также задней и фронтальной топочных стенок.

Боковые стенки (рис. 82) в свою очередь состоят из несущих колонн с башмаками, боковых связей и балок, а также площадок и лестниц с ограждениями, что дает возможность в

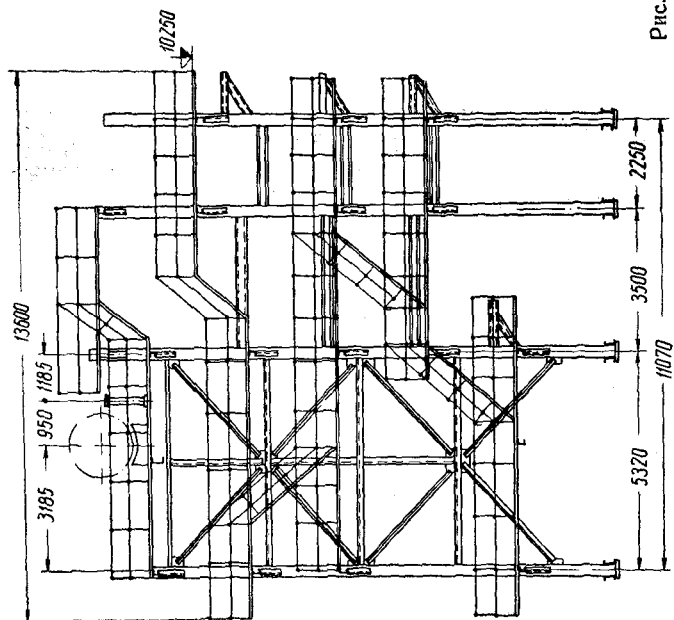


Рис. 82. Боковая стенка каркаса (левая)

последующем избежать устройства монтажных лесов при работе на высоте. Поэтому при наличии соответствующего грузоподъемного механизма площадки с лестницами и ограждениями необходимо включать в блоки каркаса.

Боковую стенку собирают в такой последовательности. При помощи автокрана укладывают несущие колонны на шпальную выкладку и проверяют их горизонтальность с помощью уровня. Затем производят сборку других деталей блока (балок и связей) и после окончательной выверки прочно соединяют монтажные стыки при помощи электросварки.

Установкой площадок, лестниц с ограждениями и опоры под барабан и закреплением их заканчивают изготовление блока.

Готовый к установке монтажный блок с дополнительно поставленными для жесткости бревнами или балками с хомутами транспортируют к месту подъема, где стропуют посредством инвентарных строп.

Задняя (топочная) стенка (рис. 83) представляет собой сравнительно легкий блок, состоящий из связей, выполненных из угловой, двутавровой и швеллерной стали. Ввиду того что вес отдельных деталей превышает 100 кг, при сборке необходимо применение автокрана.

Собирают заднюю стенку так. Вначале на шпальную выкладку или стеллажи при помощи уровня укладывают связи из двутавровой и швеллерной стали. Затем устанавливают связи из угловой стали, придавая всей стенке геометрическую форму строго по чертежу.

После сборки и окончательной выверки сваривают монтажные стыки.

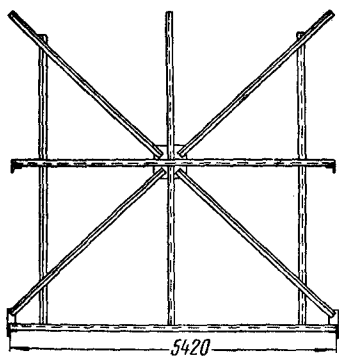


Рис. 83. Стенка каркаса задняя (топочная)

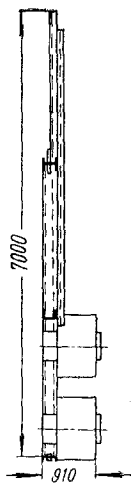
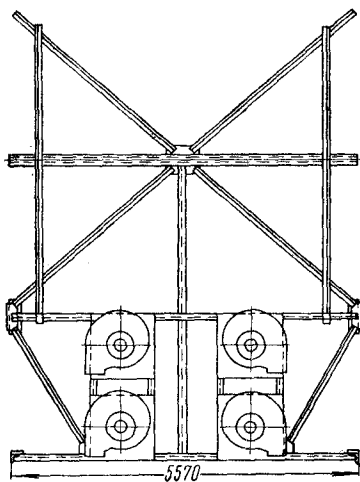


Рис. 84. Стенка каркаса фронтальная (топочная)

Фронтальная (топочная) стенка (рис. 84), так же как и задняя, состоит из связей, но в нижней части стенки располагается рама, на которой размещены горелки.

Сборку блока производят аналогично блоку задней стенки; горелки устанавливают в последнюю очередь.

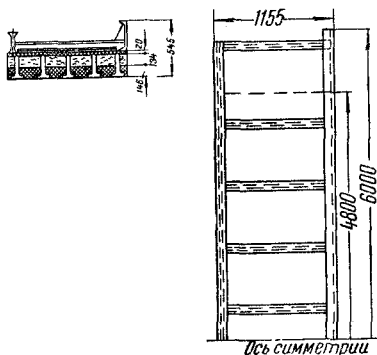


Рис. 85. Щит ЩП-3

Щит ЩП-3 (рис. 85) представляет собой металлическую рамную конструкцию заводского изготовления.

Перед сборкой щит укладывают на стеллаж и проверяют правильность его формы, а также соответствие размеров данным чертежам. В случае обнаружения дефектов транспортировки их устраняют рихтовкой и сваркой. Далее к щиту приваривают стальные листы, подвески, серьги и другие детали. Затем обмуровщики укладывают жароупорный бетон, после затвердения которого блок готов к установке на место.

Змеевики переднего пакета пароперегревателя (рис. 86) проверяют на плазе, прогоняют через них воздух с деревянным шариком и поднимают на щит ЩТ-1 или другую временную опору вертикально, т. е. в рабочем положении.

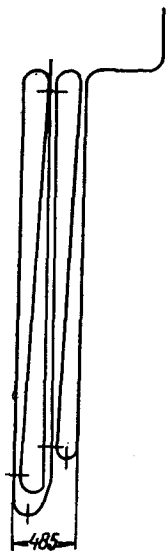


Рис. 86. Змеевики переднего пакета пароперегревателя

Боковые экраны (рис. 87) являются сложными ответственными блоками, их сборку производят особенно тщательно. Для сборки используют специальные конструкции, которые устанавливают строго горизонтально по уровню и закрепляют.

Все трубы экранов проверяют на плазе, в случае необходимости исправляют погибы с предварительным нагревом газовой горелкой и сваривают монтажные стыки. Затем проверяют проходимость труб деревянным шариком с помощью сжатого воздуха.

Далее на подкладках выставляют коллектор и проверяют его горизонтальность. Концы труб экрана зачищают до металлического блеска и заводят в отверстие коллектора на длину, соответствующую указаниям чертежа.

Приварку труб экрана к коллектору производят после закрепления и выверки собранного блока в такой последовательности: первая труба, десятая, двадцатая и т. д.; затем вторая, одиннадцатая, двадцать первая и т. д.

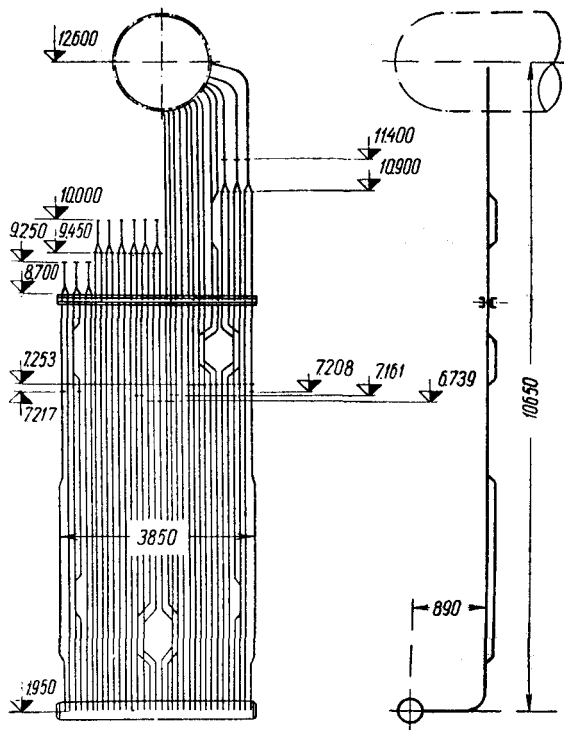


Рис. 87. Экран боковой

Блоки заднего (рис. 88) и фронтального (рис. 89) экранов собирают на специальных конструкциях аналогично блокам боковых экранов.

Щит ЩП-2 объединяют в один блок со щи-

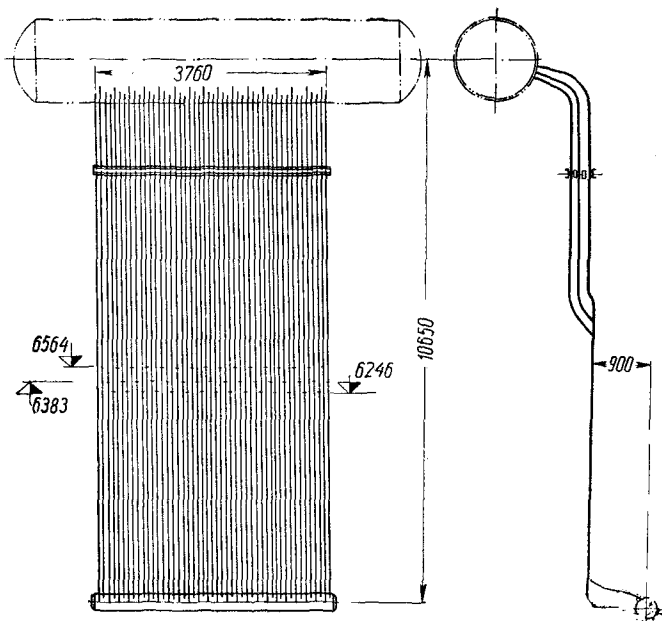


Рис. 88. Экран задний

том ЩП-1 (рис. 90), обетонируют, а затем устанавливают помосты с ограждениями.

Щит ЩП-5 (рис. 91), являющийся составной частью заднего, горизонтального потолка, а также щиты ЩТ-1 (рис. 92) и ЩТ-2 с бункерами (рис. 93), располагаемые под пароперегревате-

лем, перед сборкой проверяют на выкладках, устраняют дефекты транспортировки, а затем приваривают монтажные детали, доставляемые в упаковке с каждым щитом, затем щиты бетони-

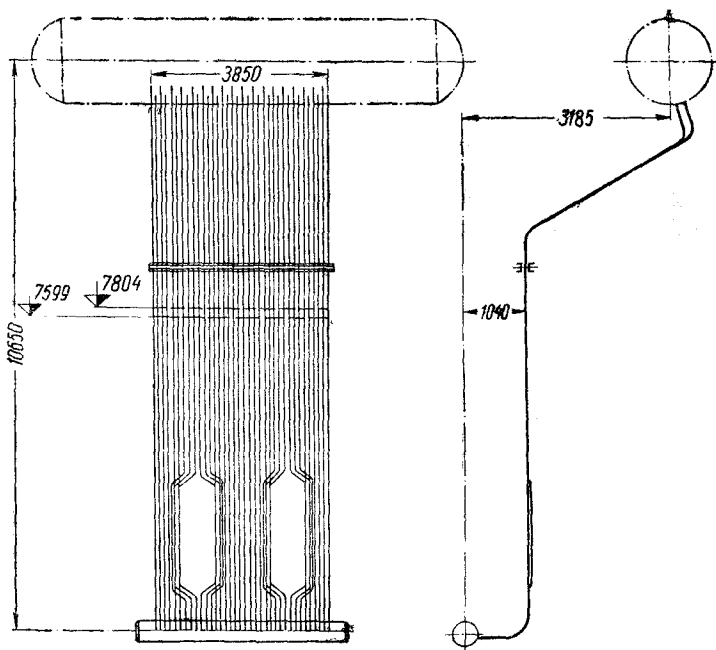


Рис. 89. Экран фронтowej

руют жароупорным бетоном аналогично ЩП-2 и ЩП-3. После затвердевания бетона блоки готовы к транспортировке и монтажу.

Переходной патрубком (рис. 94), служащий газоходом из нижней части водяного

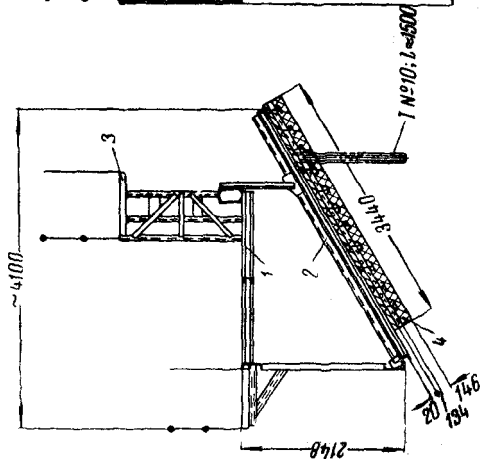


Рис. 90. Щиты ЩП-1 и ЩП-2 с обмуровкой

1 — щит ЩП-1; 2 — щит ЩП-2; 3 — площадка для обслуживания барабана; 4 — жароупорный бетон

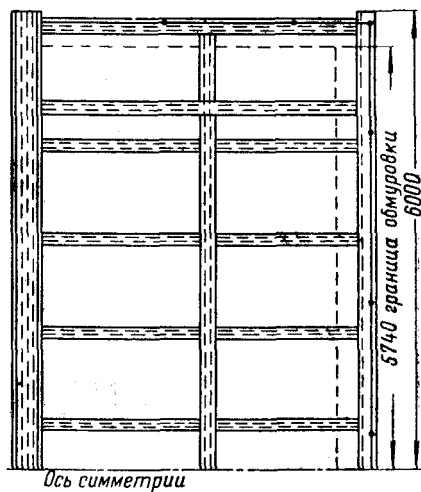
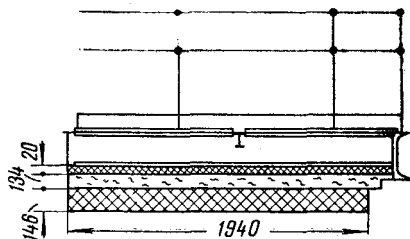


Рис. 91. ЩП-5 с обмуровкой

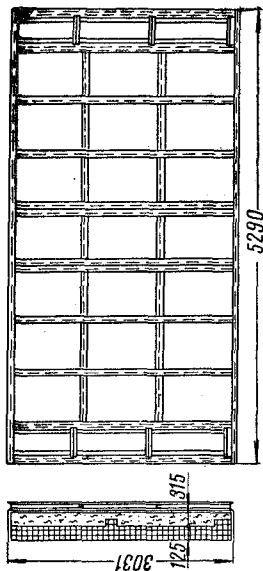


Рис. 92. Щит ЩТ-1 с обмуровкой

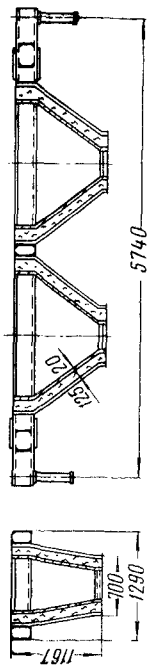


Рис. 93. Щит ЩТ-2 с бункерами и обмуровкой

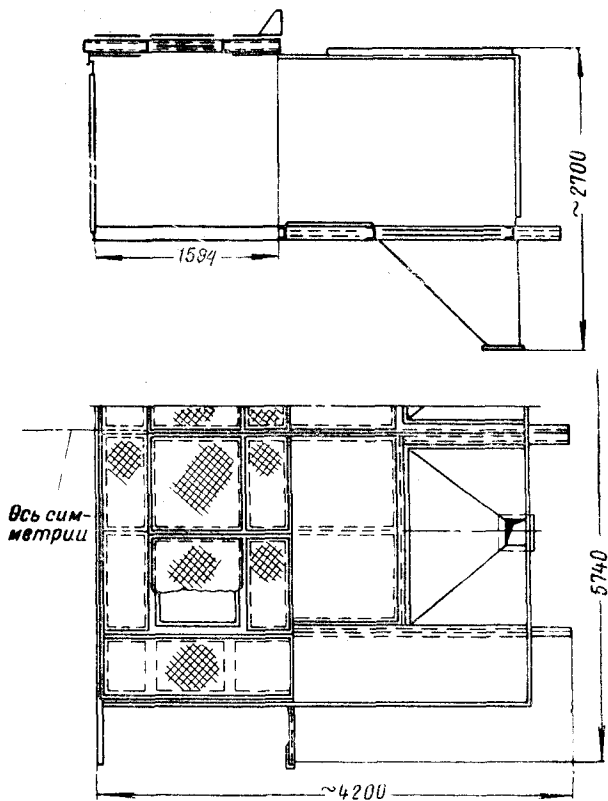


Рис. 94. Переходной патрубок

экономайзера в воздухоподогреватель, представляет собой короб с бункерами.

Короб собирают по чертежу из специальных щитов, доставляемых готовыми с завода-изготовителя. Бункера также доставляются сваренными.

Задний пакет пароперегревателя со щитом ЩП-4 (рис. 95). Щит ЩП-4 поступает на монтажную площадку в собранном виде. Его следует уложить на козлы, проверить по уровню и приварить к нему подвески для змеевиков, а затем укрепить регулятор температуры перегретого пара.

Параллельно с этой работой проверяют на плазе элементы змеевиков; сваривают монтажные стыки и продувают трубы сжатым воздухом с деревянным шариком, чтобы убедиться в отсутствии засорения; концы труб, подлежащие ввальцовке в барабан, зачищают до металлического блеска. Установку змеевиков на подвески начинают от середины, причем расстояние между змеевиками фиксируют, устанавливая дистанционные гребенки.

Верхнюю и среднюю секции водяного экономайзера (рис. 96) объединяют в один блок, сборку которого ведут в такой последовательности.

На связанных между собой подкладках из шпал устанавливают две нижние балки и выверяют их горизонтальность.

Затем устанавливают четыре стойки с двумя опорными балками, проверяют вертикальность стоек и прихватывают их электросваркой. Далее устанавливают две верхние балки: выверяют уровнем и также прихватывают.

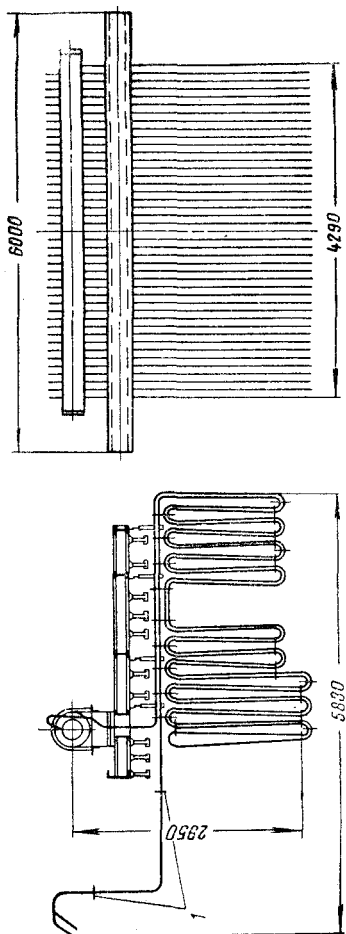


Рис. 95. Задний пакет пароперегревателя со щитом ЩП-4

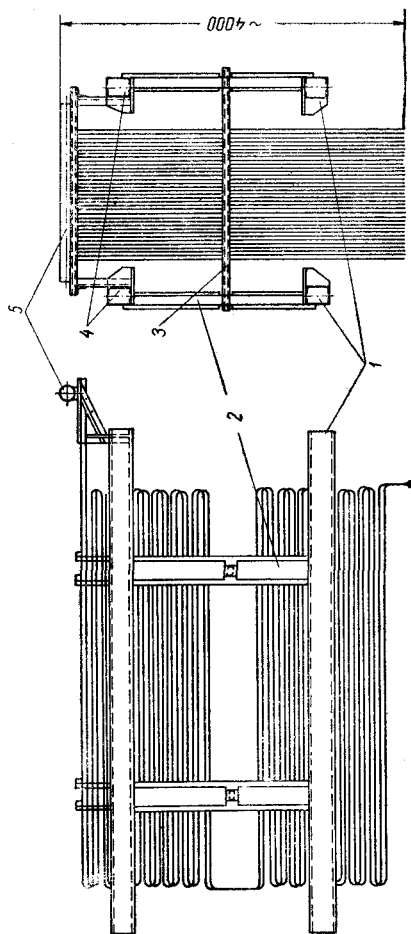


Рис. 96. Верхняя и средняя секции водяного экономайзера
 1 — нижние балки; 2 — стойки; 3 — опорные балки; 4 — верхние балки; 5 — верхняя камера

После тщательной проверки всей конструкции сваривают монтажные стыки.

Проверку погибов труб и отсутствие засорения ведут так же, как и при сборке пароперегревателя. Установку змеевиков начинают со средней секции экономайзера, последовательно приваривая к опорным балкам подвески каждого витка; затем переходят к набору змеевиков верхней секции. На временных кронштейнах, приваренных к верхним балкам, выставляют и выверяют по уровню выходную камеру. Затем сваривают между собой трубы верхней и средней секций экономайзера и приваривают к выходной камере труб верхней секции.

Блок нижней секции водяного экономайзера (рис. 97) собирают аналогично предыдущему блоку.

В блок воздухоподогревателя (рис. 98) включены четыре трубчатые секции, перепускной воздушный короб с направляющими, опорная рама, внутренний и верхний компенсаторы. Завод-изготовитель поставляет указанные выше части блока в виде готовых узлов.

Барабан котлоагрегата (рис. 99) на площадке укрупнительной сборки устанавливают на подкладки строго в рабочем положении и присоединяют к нему на фланцах и сварке арматуру (предохранительные клапаны, питательные и воздушные вентили, водомерные колонки и др.).

5. Монтаж котлоагрегата

При монтаже котлоагрегата блоки оборудования поднимают и устанавливают в проектное положение с помощью гусеничного крана СКГ-25.

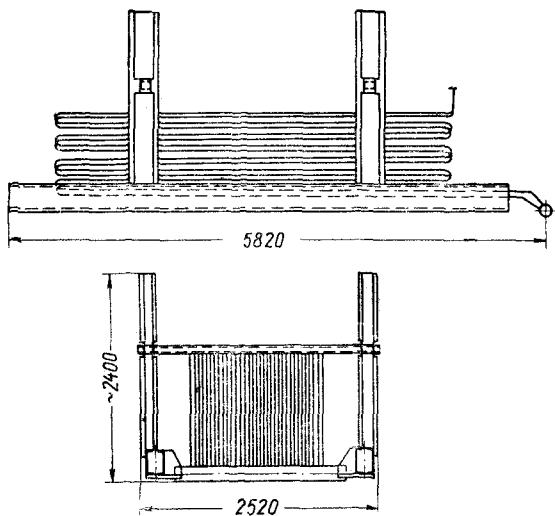


Рис. 97. Нижняя секция водяного экономайзера

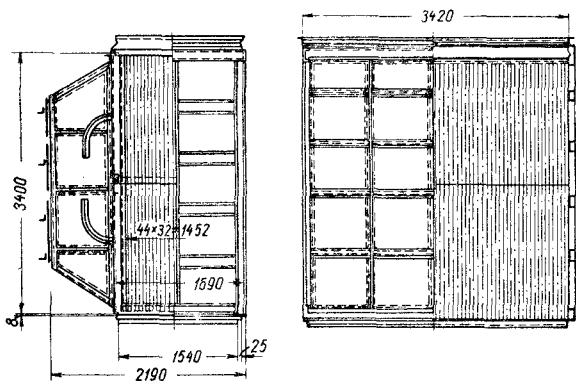


Рис. 98. Воздухоподогреватель

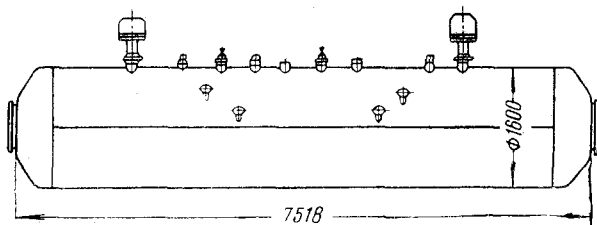


Рис. 99. Барабан котла

В начале монтажа кран располагается перед фронтом, а после установки определенного количества элементов оборудования переводится на сторону хвостовой части котлоагрегатов. Ниже приводится технологическая последовательность монтажа блоков.

После приемки фундаментов поднимают левую стенку каркаса, устанавливая башмаки колонны на опорные поверхности — закладные металлические рамы (рис. 100). Поднятую стенку надежно раскрепляют расчалками, снабженными талрепами, которые обеспечивают точную выверку и установку блока. Затем поднимают правую боковую стенку.

Далее устанавливают и прихватывают к колоннам каркаса балки, расположенные снизу и сверху задней стенки топки, блок задней (топочной) стенки и нижнюю балку, связывающую фронтальные колонны. Собранный таким образом основная часть каркаса после сварки монтажных соединений представляет собой устойчивую конструкцию.

После окончательной выверки блоков стенок и балок, а также проверки размеров по чертежам сваривают все монтажные стыки, а арматуру фундамента прочно приваривают к башмакам колонн. Смонтированная конструкция способна принять нагрузку.

Далее производят предварительную установку блоков заднего, боковых (рис. 101) и фронтального экранов, прикрепляя их тросами к колоннам каркаса. После этого поднимают барабан котла (рис. 102), укладывают его на опоры, выверяют и закрепляют; устанавливают блок фронтальной (топочной) стенки с горелками, выверяют его и сваривают монтажные стыки. Затем мон-

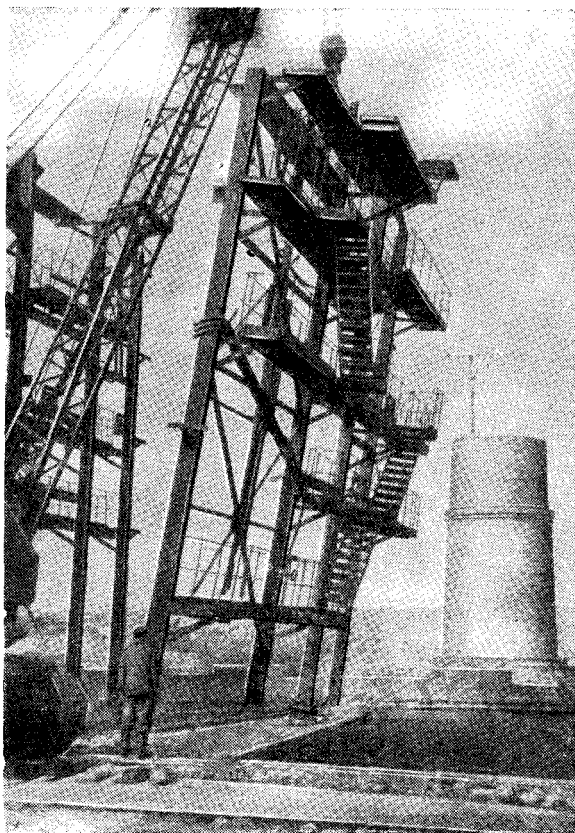


Рис. 100. Монтаж блока боковой стенки каркаса

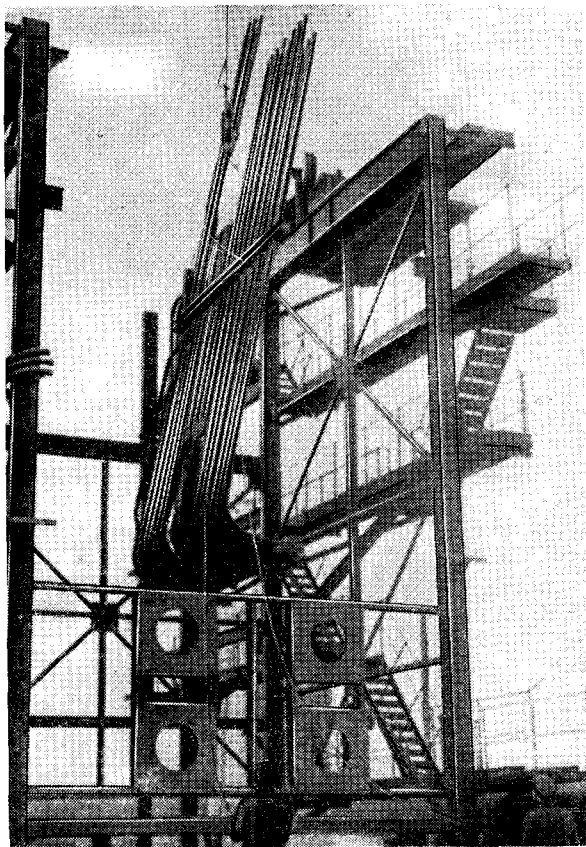


Рис. 101. Монтаж блока бокового экрана

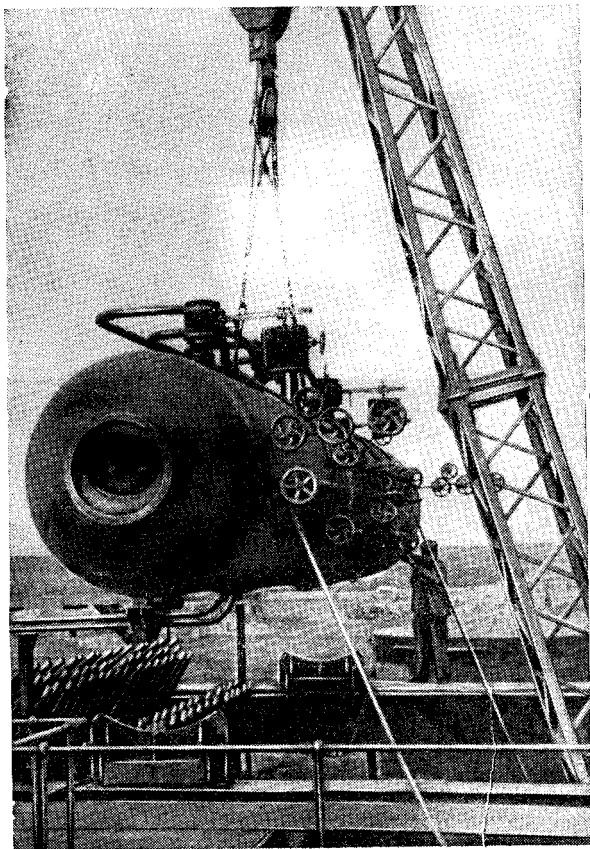


Рис. 102. Момент подъема барабана котла

тируют блок, состоящий из наклонного обмурованного щита, горизонтального потолочного щита и верхней фронтальной балки (рис. 103).

Блок заднего экрана поднимают таями, заводят трубы, предварительно зачищенные до металлического блеска, в очки барабана и привальцовывают их концы. Таким же образом устанавливают трубы фронтального экрана.

Концы труб боковых экранов, не вошедших в блок, устанавливают россыпью в очки барабана, поднимают блоки боковых экранов и сваривают монтажные стыки. Потом монтируют опускающие трубы и помосты (площадки) на отметках 2450 и 5830 мм. На этом работа крана СКГ-25 по монтажу фронтальной части котла заканчивается. Монтаж хвостовой части котлоагрегата начинают с установки блока воздухоподогревателя. Стройовку его следует выполнить особенно тщательно, так как блок имеет значительный вес. Установленный воздухоподогреватель выверяют и уплотняют асбестом места соединения его с фундаментом.

Далее монтируют площадку с лестницами между топкой и воздухоподогревателем, переходной патрубком, лестницу с отметки +3650 мм на отметку +5300 мм. Затем устанавливают блок щита с бункерами и стойками, находящийся под задним пакетом пароперегревателя, и наклонный щит, после чего передний пакет пароперегревателя укладывают на этот щит и временно прикрепляют к колоннам тросом (рис. 104). Каждый указанный выше блок следует выверить и соединить монтажные стыки, руководствуясь чертежом.

Далее монтируют потолочный щит, расположенный между камерой перегретого пара и ба-

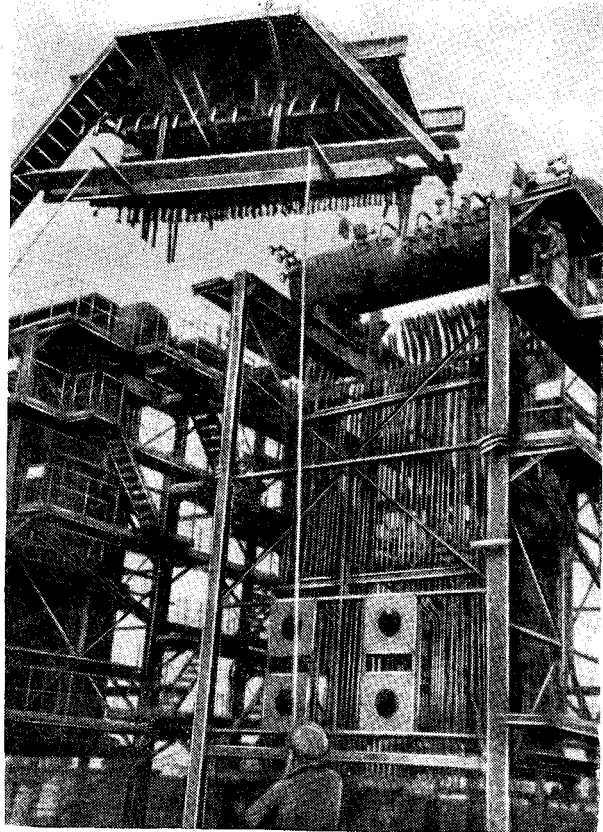


Рис. 103. Монтаж блока щитов ЩП-1 и ЩП-2 с обмуровкой и балкой БФ-1

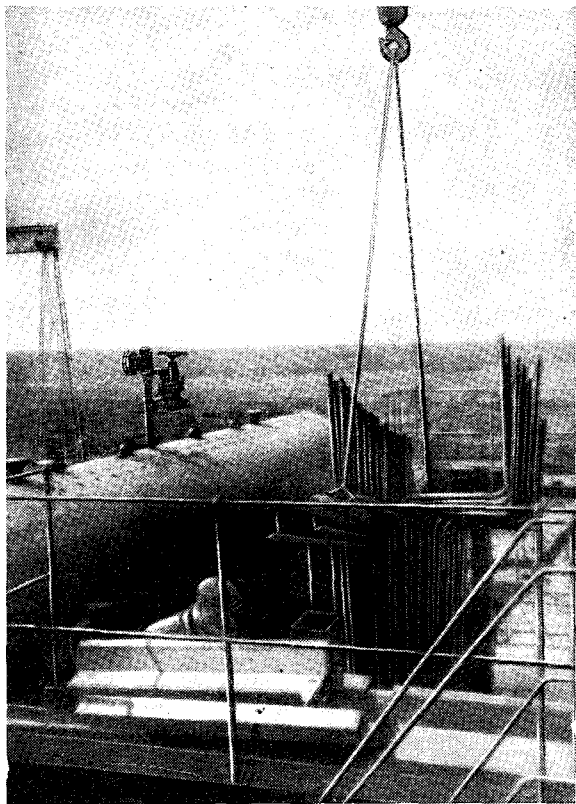


Рис. 104. Установка переднего пакета паро-перегревателя

рабаном, камеру перегретого пара и блок заднего пакета пароперегревателя с регулятором температуры (рис. 105). После выверки положения этих блоков заводят трубы заднего пакета пароперегревателя в очки барабана и привальцовывают. Затем каждый змеевик переднего па-

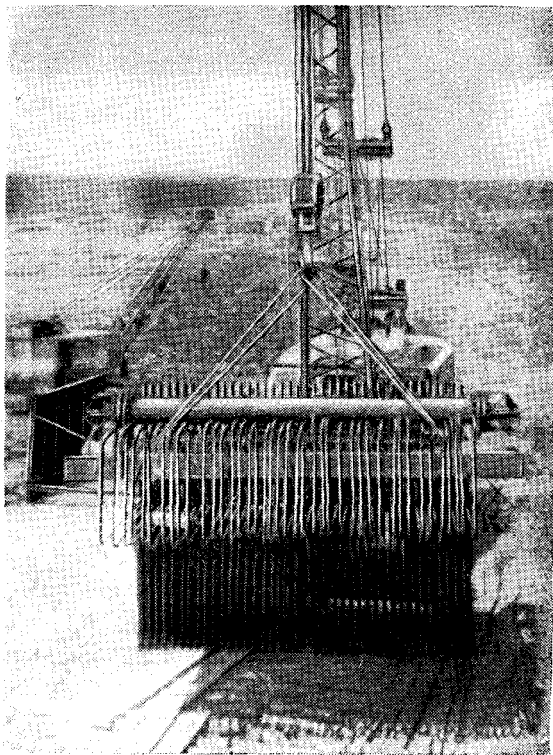


Рис. 105. Подъем блока заднего пакета пароперегревателя

кета приподнимают и приваривают к штуцерам камеры перегретого пара и регулятора температуры.

Далее поднимают и заводят на место (рис. 106) оба блока водяного экономайзера (сначала

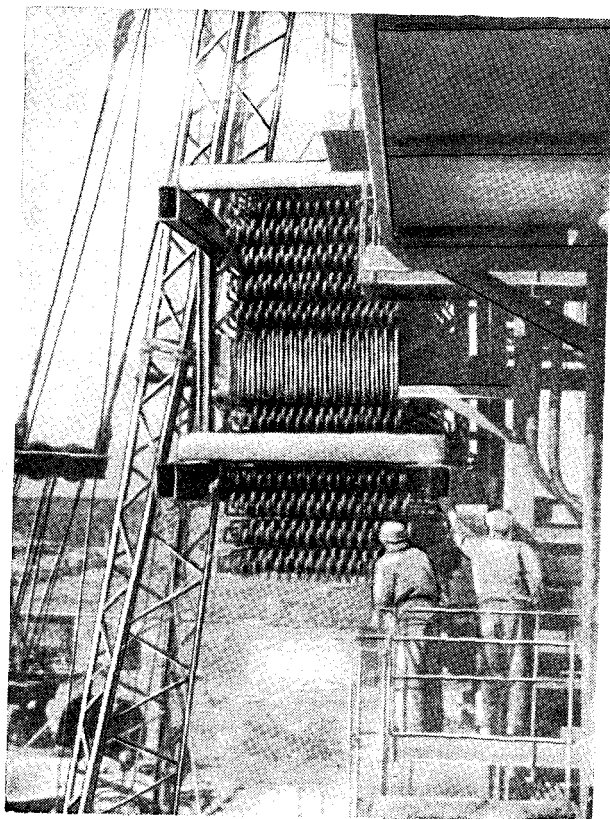


Рис. 106. Монтаж блока средней и верхней секций водяного экономайзера

нижнюю секцию). Работы в хвостовой части котла заканчивают укладкой заднего щита горизонтального потолка и установкой оставшихся площадок. Ниже приведена схема одновременного монтажа двух котлоагрегатов БГ-35/39 с использованием одного крана СКГ-25.

Схема одновременного монтажа двух котлоагрегатов БГ-35 одним краном СКГ-25

Порядковые номера основ- ных подъемов	Монтажные операции по котлу № 1	Наименование работ	Порядковые номера основ- ных подъемов	Монтажные операции по котлу № 2
		<i>Кран находится перед фронтом котлов</i>		
1	1	Монтаж левой стены кар-	7	1
2	2	каса	8	2
3	3	Монтаж правой стены кар-	9	3
4	4	каса	10	4
5	5	Монтаж балки БТ-2	11	5
6	6	Монтаж связей задней стен-	12	6
	7	ки		
		Монтаж балки БТ-1		
		Монтаж балки БФ-2		
	7	Окончательная установка и сварка по операциям 1—6		7
13	8	Предварительная установка заднего экрана	19	8
14	9	То же, боковых экранов	20	9
15	10	То же, фронтального экрана	21	10
16	11	Монтаж барабана котла	22	11
17	12	Монтаж фронтальной (топоч-	23	12
		ной) стенки с горелками		
18	13	Монтаж щитов ЩП-1 и	24	13
		ЩП-2 с балкой БФ-1		
	14	Окончательная установка и сварка по операциям 8—13	—	14

Порядковые номера основ- ных подъемов	Монтажные операции по котлу № 1	Наименование работ	Порядковые номера основ- ных подъемов	Монтажные операции по котлу № 2
25	15	Предварительная установка опускных труб	28	15
26	16	Монтаж фронтовых площа- док на отметке +2 450 мм .	29	16
27	17	То же, на отметке +5 830 мм	30	17
	18	Окончательная установка и сварка по операциям 15—17 .		18
		<i>Кран находится в хвостовой части котлов</i>		
31	19	Монтаж воздухоподогрева- теля	37	19
32	20	Монтаж площадки с лест- ницей на отметке +3 650 мм	38	20
33	21	Монтаж переходного пат- рубка	39	21
34	22	Монтаж лестницы с отметки +3 650 на отметку +5 300 . .	40	22
35	23	Монтаж щита ЩТ-2 с бун- керами и стойками	41	23
36	24	Монтаж щита ЩТ-1	42	24
	25	Окончательная установка и сварка по операциям 19—24 .		25
43	26	Предварительная установка переднего пакета паропере- гревателя на щит ЩТ-1	47	26
44	27	Монтаж щита ЩП-3	48	27
45	28	Монтаж камеры перегрето- го пара	49	28
46	29	Монтаж заднего пакета па- роперегревателя со щитом ЩП-4 и регулятором темпе- ратуры пара	50	29
	30	Окончательная установка и сварка по операциям 28—29 .		30

Порядковые номера основ- ных подъемов	Монтажные операции по котлу № 1	Наименование работ	Порядковые номера основ- ных подъемов	Монтажные операции по котлу № 2
51	31	Монтаж нижней секции водяного экономайзера с балками БЭ-1 и стойками СЭ-2 . .	58	31
52	32	Монтаж средней и верхней секций водяного экономайзера с балками БЭ-1, БЭ-2 и стойками СЭ-1	59	32
53	33	Монтаж щита ЩП-5 . . .	60	33
54	34	Монтаж площадки на отметке + 4 750 мм	61	34
55	35	То же, на отметке + 7 250 мм	62	35
56	36	То же, на отметке + 9 650 мм	63	36
57	37	Монтаж арматуры и других деталей	64	37
	38	Окончательная установка и сварка по операциям 31—37 .	—	38

ГЛАВА VIII

МОНТАЖ КОТЕЛЬНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО И НЕСТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Приемка оборудования и фундаментов

Для сокращения сроков монтажа котельной установки необходимо максимально расширять фронт работ и вести монтаж вспомогательного оборудования одновременно с монтажом котла. Применение блочного метода при монтаже котельно-вспомогательного оборудования также ускоряет и облегчает работу.

Приемку котельно-вспомогательного оборудования, как и частей котла, производят по заводским спецификациям или детальным описям. При приемке проверяется комплектность механизмов и особенно таких изделий, как мелкая арматура и крепежные детали (болты, гайки и т. п.). Мелкие изделия и крепежные детали часто теряют или используют для других работ, поэтому после сортировки по размерам и сортам их следует укладывать в ящики и хранить на складе.

Приемку фундаментов под котельно-вспомогательное оборудование следует производить за 10—15 дней до начала монтажа, чтобы иметь

резерв времени для исправления возможных ошибок строителей. Фундаменты и отверстия для фундаментных болтов предварительно должны быть очищены от мусора и опалубки. Положение продольной и поперечной осей фундамента определяют по чертежу, где указано их расстояние от определенных точек здания.

По найденным осям натягивают стальную проволоку примерно на 2 м выше поверхности фундамента (см. «Приемка фундамента котла»).

С помощью отвеса оси переносят на поверхность фундамента, затем стальной рулеткой проверяют расстояния центров отверстий для фундаментных болтов и наружные очертания фундамента. Одновременно сравнивают с чертежом глубину отверстий для болтов и высоту фундамента относительно проектной отметки или репера. Фундамент считается принятым, если отклонение его размеров от проектных находится в пределах допусков, приведенных в табл. 20.

Т а б л и ц а 20

Наименование допуска	Величина допуска в мм
Отклонение осей фундаментов от проектного положения	± 10
Минимальный зазор для подливки между опорными плоскостями фундамента и подошвами рам	25—30
Отклонение расположения отверстий для фундаментных болтов от проектного	± 10
Отклонение глубины отверстий для фундаментных болтов от проектного	+20, —30
Отклонение высотных отметок фундаментов от проектных	—20,—30

Действительные и проектные размеры заносятся в формуляр, прилагаемый к акту на приемку фундамента.

2. Монтаж механизмов для пылеприготовления

Как отмечалось выше, для помола каменного угля в пыль перед сжиганием его в топках используют преимущественно шахтные мельницы. Только при необходимости размалывать твердый антрацит приходится устанавливать шаровые мельницы. Для установок малой и средней мощности шахтные мельницы поставляются обычно в собранном виде. Монтаж в таком случае заключается в следующем.

После приемки фундамента мельницу в собранном виде вместе с фундаментной рамой устанавливают на него строго горизонтально на металлических подкладках или клиньях. Допуск на отклонение от горизонтальности фундаментной рамы составляет ± 1 мм на 1 пог. м. Вслед за этим надо вскрыть крышки подшипников и проверить горизонтальность вала; промыть подшипники керосином и залить свежим маслом; проверить легкость вращения, проворачивая мельницу вручную.

Далее необходимо установить и выверить фундаментную раму для электродвигателя и присоединить ее к раме мельницы. Затем электродвигатель нужно установить на место, прицентровать к мельнице и закрепить. После этого фундаментные болты и рамы мельницы и электродвигателя подливают цементным раствором.

Когда цементная подливка схватится, можно готовить мельницу к пробному пуску и обкатке. Для этого следует осмотреть размольную каме-

ру, чтобы убедиться в отсутствии посторонних предметов и прочном закреплении билодержателей, бил и др.; проверить исправность всех люков, креплений фундаментных болтов, подшипников и т. д.; промыть подшипники электродвигателя керосином и залить их свежим маслом. Электродвигатель сначала проворачивают вручную, а затем включают под напряжение и прокручивают в течение одного часа.

Затем надо соединить пальцами полумуфты мельницы и двигателя и обкатать установку на холостом ходу в течение 6—8 час.; при этом температура масла в подшипниках должна составлять не более 60°.

Мельница должна работать без вибраций или ударов движущихся частей внутри корпуса. В случае появления вибраций следует проверить вес бил и билодержателей. Разность весов билодержателей в каждом ряду может быть не более 20 г, а бил — не более 50 г. На дальнейшее опробование мельницы продолжают при пробном пуске котлоагрегата. На опробование мельницы составляют акт, в котором указывают продолжительность обкатки и замеченные дефекты; к акту прилагается монтажный формуляр.

3. Монтаж вентиляторов и дымососов

В котельных установках малой и средней мощности применяют вентиляторы и дымососы с односторонним всасыванием.

При приемке этих механизмов следует обращать внимание на следующее:

1) заклепки рабочего колеса (ротора) не должны иметь слабой посадки. Проба производится на ощупь при легком постукивании молотком по головке заклепки;

2) надрывы и трещины в местах изгибов лопаток не допускаются;

3) лопатки должны плотно без зазоров прилегать к дискам и кольцам.

Монтаж начинают с установки рам под кожух дымососа и электродвигатель, выверки их и закрепления фундаментными болтами. Рамы устанавливают на подкладках горизонтально по уровню. Общая толщина подкладок должна составлять 25—30 мм. При установке рам дымососов и вентиляторов необходимо соблюдать допуски, приведенные в табл. 21.

Таблица 21

Наименование допуска	Размер допуска в мм
Отклонения осей	± 2
Отклонения от проекта по высоте	± 2
Горизонтальность рамы . .	1 на 1 пог. м, но не более 3

На раму устанавливают стойки подшипников и нижнюю часть кожуха, которую после выверки прихватывают электросваркой к раме.

Если электродвигатель устанавливается на отдельной раме, то последнюю ставят на 3—4 мм ниже рамы вентилятора для облегчения прицентровки электродвигателя.

Подшипники дымососов и вентиляторов делаются на опорные и опорно-упорные. Во время работы дымососа или вентилятора горячие газы или воздух нагревают вал ротора. Назначение опорно-упорного подшипника заключается в том, чтобы направить тепловое удлинение вала в сторону от электродвигателя, и поэтому этот под-

шипник ставится ближе к электродвигателю. Осовой разбег вала в опорно-упорном подшипнике регулируют величиной зазора между вкладышем подшипника и галтелью вала; он должен быть не больше 0,15—0,2 мм (рис. 107).

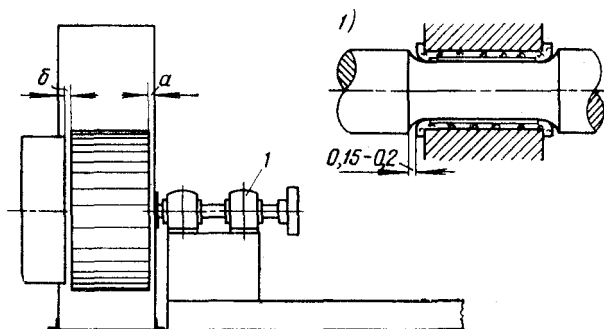


Рис. 107. Схема установки дымососа
1 — опорно-упорный подшипник

Перед установкой на место подшипники следует разобрать, вкладыши их очистить, промыть и пригнать по шейке вала шабровкой. После этого собранные подшипники надо установить на стойке рамы и выверить на подкладках по струне, уровню и по расстоянию между торцами; уложить вал с ротором и провернуть от руки; проверить горизонтальность вала и отсутствие биения вала и полумуфты.

Отклонение вала от горизонтали не должно превышать ± 1 мм на 1 пог. м. Допуск на радиальное биение полумуфты составляет 0,08—0,1 мм и на аксиальное биение — 0,05—0,08 мм (на расстоянии 150 мм от центра вала).

Необходимо проверить положение ротора (рис. 107) по отношению к кожуху с учетом тепловых расширений. Если в чертеже не дана величина зазора, то зазор *a* между глухим диском и задней стенкой вентилятора или дымососа (кожухом) должен быть возможно меньшим, порядка 3 мм. Зазор на стороне всасывающего патрубка (зазор *b*) в работающем дымососе не должен превышать 5—7 мм.

Затем нужно приварить сплошным швом кожух к раме, установить направляющий аппарат или шибер, проверить отсутствие посторонних предметов внутри кожуха и поставить на прокладки верхнюю часть кожуха. Одновременно монтируют и испытывают охлаждающую водопроводную линию. В заключение следует прицентровать электродвигатель к валу дымососа или вентилятора.

Перед пробным пуском дымососа необходимо:

подшипники дымососа и электродвигателя тщательно промыть керосином (подшипники качения — бензином) и залить их свежим чистым маслом марки Д; проверить правильность установки и надежность открывания и закрывания шиберов; убедиться в нормальном поступлении воды для охлаждения подшипников;

провернуть вручную дымосос с электродвигателем, чтобы убедиться в свободном вращении; закрыть шибер на нагнетательной или всасывающей стороне;

пустить воду для охлаждения подшипника; отключить электродвигатель от дымососа и опробовать его под напряжением, а затем снова соединить полумуфты дымососа и электродвигателя.

При пуске электродвигатель включают сначала толчками, т. е. кратковременным включением.

Первый пуск продолжается не более 8—10 мин., после чего агрегат останавливают, даже если не обнаружено никаких неполадок, так как подшипник может подплавиться, прежде чем прогреется вкладыш и корпус. Затем дымосос пускают вторично и постепенно открывают входные и выходные шиберы.

Второй пробный пуск продолжают 45 мин. После остановки и осмотра механизм пускают вновь на 8 час. Первое время при приработке подшипники могут иметь температуру, достигающую до 65—70°, но в дальнейшем температура должна быть в пределах 35—45°; допускается повышение температуры подшипников на 30—40° против температуры окружающего воздуха, но не более 60°.

По истечении 8-часовой работы подшипники вскрывают и осматривают. Осмотру подлежат также соединительные пальцы полумуфт; на поверхности каждого из них должны быть ясно видны следы соприкосновения с полумуфтами. Если таких следов нет, то необходимо добиться участия всех пальцев в работе путем частичной опиловки нагруженных пальцев или поворота их на 90—180° вокруг своих осей.

В табл. 22 указаны допустимые величины вибрации дымососов и вентиляторов, измеряемые посредством индикатора на внешней окружности полумуфт.

Амплитуда вибрации понимается равной двойной амплитуде колебания.

Возможные причины вибрации: неправильная центровка валов; вибрация электродвигателя;

Число оборотов в мин.	Амплитуда вибрации в мм		
	отлично	хорошо	допустимо
750	0,07	0,12	0,16
900	0,06	0,11	0,15
1 000	0,055	0,1	0,14
1 200	0,05	0,09	0,13
1 500	0,04	0,07	0,11

прогиб вала вентилятора; слабая посадка втулки ротора на валу; неправильное соединение муфты; отсутствие необходимых зазоров в подшипниках; слабое крепление подшипников или опорных лап электродвигателя; не обеспечена беспрепятственность температурного удлинения вала; рабочее колесо задевает за кожух.

4. Монтаж питательных насосов

К питательным устройствам парового котла предъявляются особенно строгие требования, так как от их исправного действия зависит безопасность работы котлоагрегата.

Насосы, как поршневые, так и центробежные, поступают на монтаж в собранном виде и перед установкой подвергаются ревизии.

Для осмотра поршневого парового насоса следует снять крышки паровых цилиндров, золотниковых и клапанных коробок; осмотреть стенки цилиндров, рабочие поверхности золотников и золотниковых коробок, плотность прилегания клапанов и целостность пружин; набить сальники и проверить наличие мелкой арматуры: крапов, масленок и пр.

При установке парового насоса, после приемки фундамента, необходимо проверить в зависимости от конструкции горизонтальность или вертикальность парового цилиндра.

На трубопроводе, отводящем мятый пар, не должно быть никаких запорных устройств.

Для центробежных насосов с приводом от электродвигателя установлены следующие допуски:

а) прилегание опорных лап к плоскости рамы должно быть равномерным по всей поверхности; плотность прилегания проверяют щупом толщиной 0,04 мм;

б) concentричность положения ротора в корпусе проверяют по отношению к расточкам для сальников; допускаемая разность размеров по диаметру — не более 0,08 мм;

в) при проверке совпадения осей выходных каналов рабочих колес с каналами диффузоров — допустимое отклонение в пределах 1 мм;

г) при установке каналов колес точно по оси диффузоров осевой зазор a (рис. 108) у разгрузочного диска должен быть в пределах 0,1—0,25 мм;

д) зазор b между втулкой колеса и уплотнительным кольцом допускается 0,15—0,2 мм, а зазор c между упорным кольцом сальникового уплотнения и втулкой или валом — 0,2—0,3 мм.

При сборке соединительных муфт с кожаными или резиновыми манжетами надо проверить точность совпадения центров всех соединительных болтов полумуфты с центрами соответствующих отверстий другой полумуфты.

Если фундамент под насос не готов к началу монтажа, то в целях ускорения производства ра-

бот рекомендуется собирать насосы на фундаментных рамах в стороне от фундамента.

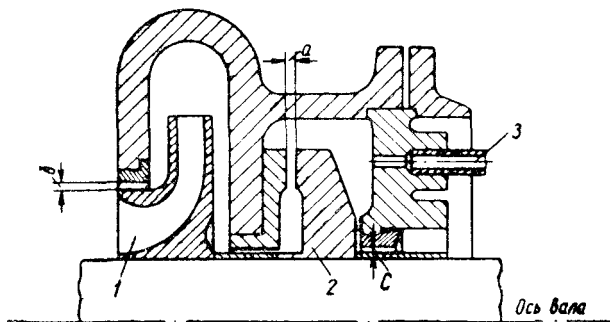


Рис. 108. Продольный разрез центробежного насоса с разгрузочным диском

1 — рабочее колесо; 2 — разгрузочный диск; 3 — патрубок для отвода воды во всасывающую трубу

5. Монтаж воздухопроводов, пылепроводов и газопроводов

Воздухопроводы, пылепроводы, газопроводы и течи для угля входят в состав так называемого нестандартного оборудования, которое часто изготавливается силами самой монтажной организации. С целью ускорения работ и повышения их качества изготовление такого оборудования целесообразно вести в центральных мастерских, лучше оснащенных, чем монтажная площадка.

К монтажу воздухо-, пыле-газопроводов и угольных течек обычно приступают после того, как все механизмы, соединяемые ими, уже установлены на место. Однако во многих случаях удобнее вести монтаж параллельно с установкой механизмов.

Так же как и при монтаже остального оборудования, здесь рационально использовать блочный метод, который значительно ускоряет и упрощает монтаж. Особенностью блоков, воздухо-, пыле- и газопроводов является их громоздкость при небольшом весе. Блоки приходится устанавливать в тесных местах и поэтому до сборки необходимо убедиться в возможности подачи блоков на место установки. При сборке блоков необходимо соблюдать допуски, приведенные в табл. 23.

Таблица 2

Наименование допусков	Величина допусков
По длине труб или патрубков	± 2 мм на 1 м длины
По стреле прогиба труб и патрубков	До 0,002 общей длины
По разнице диагоналей прямоугольных сечений	$\pm 0,002$ длины диагоналей
По длине сторон прямоугольных сечений	$\pm 0,002$ длины стороны
По диаметрам круглых сечений	$\pm 0,003$ диаметра
По отклонению отверстий во фланцах под болты от центральной окружности	± 1 мм
По высоте компенсаторов	± 5 мм
По длине штуцеров	± 3 мм

В процессе сборки должны быть тщательно проверены все сварные швы и болтовые соединения, причем швы газопроводов следует проверять керосином. Дефекты швов, не обнаруженные на площадке укрупнительной сборки, гораздо труднее устранять после монтажа.

На пыле-, газо- и воздухопроводах ставят компенсаторы, воспринимающие тепловые удлинения. Компенсаторы до установки на место надо растянуть на величину «холодного натяга». Для сохранения его на время монтажа к растянутым компенсаторам прикрепляют стальные планки, прихватывая их электросваркой.

Монтаж всегда необходимо начинать с разметки и установки опор и подвесок. Часть их — в местах, где воздухо-, пыле-газопроводы имеют сложную конфигурацию, — устанавливают временно и заменяют постоянными после установки конструкций. При монтаже неподвижных и подвижных опор следует соблюдать те же правила, что при монтаже опор и подвесок для трубопроводов. Недопустимо, чтобы часть веса газозухопроводов передавалась на механизмы (дымосос, вентилятор и пр.); весь вес должен восприниматься опорами или подвесками.

Плотность соединений в собранных пыле-, газо- и воздухопроводах проверяют таким образом: в них вентилятором нагнетают воздух и вдоль швов и фланцевых соединений проносят горящую свечу; отклонение пламени показывает место утечки воздуха. Другой способ заключается в забрасывании в нагнетающий вентилятор мела в порошке; вокруг неплотностей на поверхности пыле-, газо- или воздухопровода появляются белые пятна.

6. Монтаж батарейных циклонов (мультициклонов)

Мультициклоны состоят из большого количества отдельных элементов (см. рис. 13), заключенных в наружный корпус с воронкой для вы-

пуска золы вниз и камерой чистого газа вверх.

Монтаж батарейного циклона начинают с установки воронки и нижней решетки, на которую опираются фланцы элементов циклона. При установке корпусов элементов на место между их фланцами и решеткой укладывают асбестовые прокладки, а пространство между элементами засыпают мелким просеянным шлаком.

Трубы, отводящие газ из элементов (выхлопные), с приваренными фланцами и направляющими винтовыми поверхностями устанавливают сквозь верхнюю опорную решетку также на асбестовых прокладках.

В собранном мультициклоне не должно быть подсосов воздуха и пропуска дымовых газов. Плотность сварных швов в корпусе проверяют керосином, а общую плотность корпуса — так же, как пылегазопроводов.

7. Монтаж стальных дымовых труб

Стальные дымовые трубы собирают из отдельных цилиндров, называемых царгами или обечайками, и соединяют между собой при помощи сварки или, реже, на болтах.

Трубы можно монтировать в собранном виде или отдельными царгами. В первом случае трубу собирают на месте установки в горизонтальном положении. При сборке трубу укладывают так, чтобы ее ось проходила через основание, на котором будет стоять труба, и чтобы верхняя треть длины трубы приходилась по одну сторону основания, остальные две трети по другую сторону.

Сборку ведут на деревянных подкладках — катках; по бокам трубы устанавливают две монтажные мачты; высота каждой из них должна быть не меньше двух третей высоты трубы плюс длина полиспастов в стянутом виде с креплениями.

Если трубу надо установить на крыше дымо-сосного помещения, то сборку ведут там же.

Труба должна быть собрана полностью, т. е. с молниеотводами, лестницей и вантами. К вершине трубы перед подъемом укрепляют два отвеса на определенном расстоянии от центра трубы. Они служат для выверки вертикальности трубы после ее установки.

При сборке необходимо соблюдать следующие допуски:

- овальность отдельных звеньев — до 0,8% диаметра;

- отклонение длины звена от заданного размера — не более ± 10 мм;

- прогиб собранной трубы — 2 мм на 1 м длины, но не более 25 мм на всю длину;

- смещение шага в отверстиях под болты во фланцевых соединениях — в пределах 3 мм.

На рис. 109 показана схема установки стальной дымовой трубы в собранном виде при помощи двух мачт.

Другой способ монтажа дымовых труб — отдельными звеньями — значительно более трудоемок. Его можно осуществить подращиванием снизу или наращиванием сверху. В первом случае монтаж начинают с верхнего звена. Такими же двумя мачтами, как и при подъеме трубы в собранном виде, верхнюю царгу приподнимают и под нее подводят вторую. После сварки или соединения на болтах подводят третью царгу и т. д.

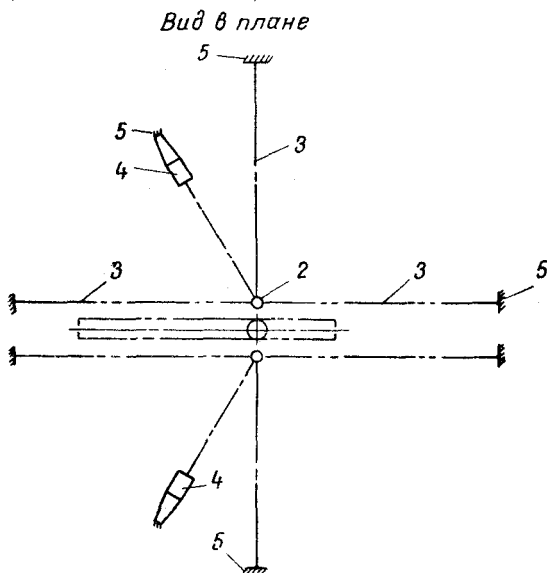
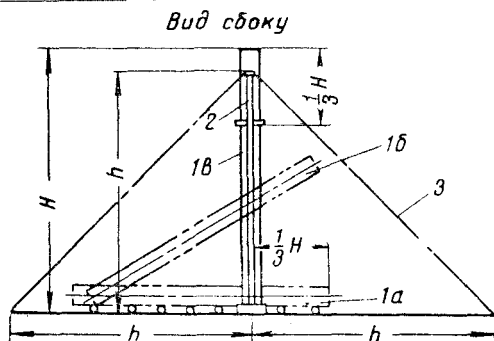


Рис. 109. Схема установки трубы с помощью двух мачт

1а, 1б, 1в — три последовательных положения трубы;
2 — мачты; 3 — ванны; 4 — лебедки; 5 — якоря

Перед подъемом к царгам должны быть приварены соответствующие звенья лестницы, а также прикреплены постоянные и временные расчалки. В процессе подъема приходится несколько раз перестрапливать полиспасты подъема, что является существенным недостатком этого способа.

Монтаж трубы наращиванием сверху наиболее сложен. В этом случае монтаж начинают с нижней царги. На нее устанавливают вторую царгу, затем третью и т. д. Для этого способа необходимо сооружение мачты высотой, достаточной для подъема и установки на место верхней царги.

Наиболее целесообразен подъем трубы в собранном виде одним блоком, что и рекомендуется во всех случаях, когда можно предварительно собрать трубу в горизонтальном положении.

При подъеме и монтаже дымовых труб следует особенно строго соблюдать правила производства такелажных работ и правила техники безопасности. Руководство подъемом поручается только опытному мастеру, хорошо знакомому с техникой подъема. Вся бригада, участвующая в подъеме, должна быть тщательно проинструктирована.

Подъем можно производить только в безветренную погоду. Во время монтажа собранной трубы не разрешается делать перерыв в работе до окончания ее подъема и надежного закрепления.

При монтаже методом наращивания сверху или снизу оставлять собранную часть трубы или ее отдельные звенья на весу на застопоренных лебедках запрещается. Перед длительным перерывом собранная часть трубы должна быть надежно раскреплена временными растяжками.

Вертикальность трубы проверяют с помощью

отвесов или теодолита. Достичь вертикального положения трубы можно изменением натяжения оттяжек, для чего пользуются талью или талрепом.

Натяжение вант (растяжек) у правильно установленной трубы должно быть одинаково, что проверяют нажимом руки на растяжку.

Немедленно после установки трубы следует заземлить молниеотвод.

8. Монтаж оборудования для химической обработки воды

Оборудование для химической очистки воды имеет сравнительно небольшой вес, но довольно значительные размеры. Поэтому для втаскивания фильтров в помещение, где они должны быть установлены, используют ворота или монтажный проем в стене.

На корпусах фильтров и солерастворителей приходится монтировать довольно много измерительных приборов, трубопроводов и арматуры; эти работы лучше всего выполнить до установки корпусов на фундаменты (рис. 110 и 111).

Фильтры на фундаментах следует развернуть в такое положение, чтобы было удобно обслуживать их при эксплуатации и иметь свободный доступ к загрузочным люкам. Солерастворитель и фильтры устанавливают так, чтобы их вертикальная ось была строго отвесна; трубки дренажных устройств должны быть горизонтальны.

Монтаж трубопроводов в отделении водоочистки является довольно большой частью всей работы и здесь следует применить блочные методы монтажа.

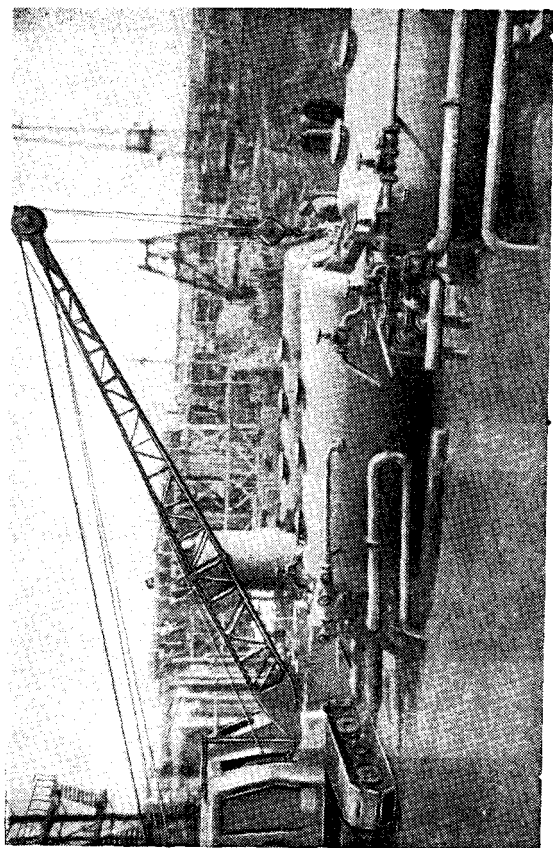


Рис. 110. Монтаж обвязки катионитовых фильтров

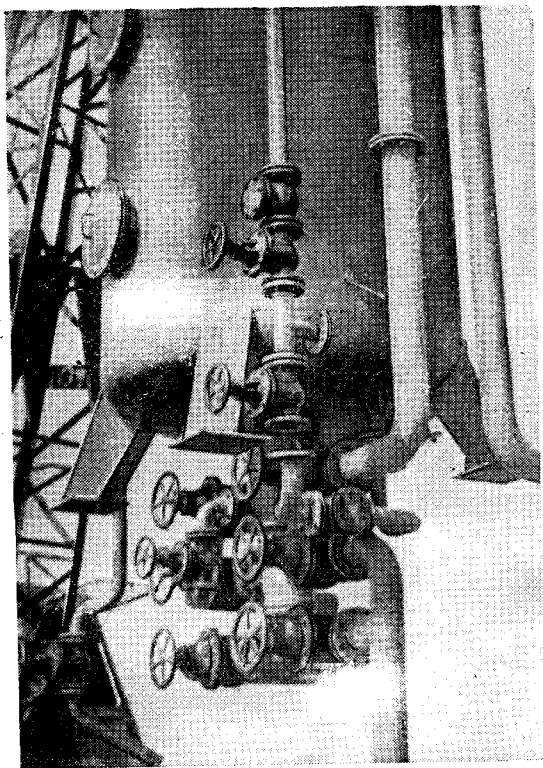


Рис. 111. Установка фильтра с заранее смонтированными трубами и арматурой

После окончания монтажа всю систему испытывают водой под давлением 6 *ати*. Затем на дно фильтров укладывают бетон (состав 1:3:6) до уровня на 20 мм ниже коллекторной трубы, а затем укладывают слой цементного раствора толщиной 20 мм, поверхность которого должна быть строго горизонтальна.

После затвердения раствора фильтры загружают. Эту работу надо выполнять под руководством наладчиков, а при отсутствии их — по указаниям химика — представителя заказчика. Укладываемые слои кварцевого песка и катионита следует равномерно уплотнять.

На загрузку фильтров составляют акт, в котором указывают наименование загруженного материала, его фракции (размер зерен) и высоту слоев.

МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

По действующим правилам Госгортехнадзора трубопроводы тепловых электростанций и котельных делят на четыре категории (табл. 24) в зависимости от параметров пара и воды (давление и температура) и качества пара (перегретый, насыщенный).

Трубы для трубопроводов котельной установки повышенного давления должны иметь заводские сертификаты, где указывается их соответствие техническим условиям, результаты испытаний металла и пр. В случае отсутствия сертификата трубы должны быть подвергнуты обязательным испытаниям: химическому анализу, испытаниям на разрыв, сплющивание, холодный загиб или раздачу оправкой.

Работы по устройству трубопроводов весьма трудоемки и отличаются значительным разнообразием в зависимости от места установки, очертания трубопроводов, диаметра и сортамента применяемых труб и арматуры.

Для повышения производительности труда и улучшения качества трубопроводных работ необходимо перенести трубозаготовительные операции в мастерские или на заводы монтажных заготовок; обеспечить монтаж разнообразными

Таблица 24

Категория трубопроводов	Наименование среды	Параметры среды		Вид трубы
		давление в кг/см ²	температура в град.	
1	Перегретый пар	Свыше 40	Свыше 450	Бесшовные высококачественные по специальным ТУ Бесшовные качественные по ГОСТ Бесшовные высококачественные по специальным ТУ
	То же	29—40	От 425 до 450	
	Питательная вода	Свыше 80	Независимо от температуры	
2	Перегретый пар	29—39	До 424	Бесшовные по ГОСТ То же
	Насыщенный пар, питательная вода	До 80	Независимо от температуры	
3	Перегретый и насыщенный пар, питательная вода	8—28	До 375	Бесшовные по ГОСТ Бесшовные и сварные по ГОСТ
	Перегретый и насыщенный пар, горячая вода	8—21	„ 300	
4	Перегретый и насыщенный пар, горячая вода	1—7	До 250	Бесшовные и сварные по ГОСТ

трубными деталями: сварными, гнутыми и круто-изогнутыми отводами, патрубками с фланцами, тройниками и переходами, опорами, арматурой, прошедшей ревизию, притирку и гидравлическое испытание, и др.

Изготовление узлов трубопроводов повышенного давления организовано на котельных заводах.

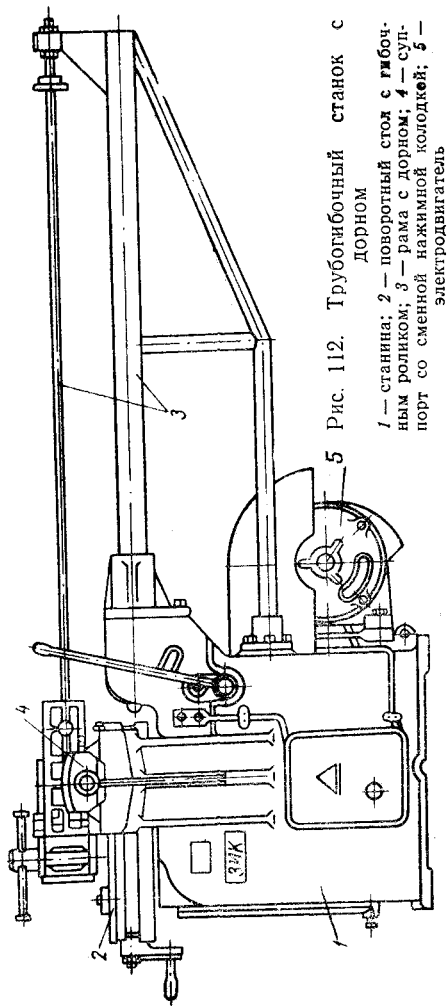
Так как в чертежах обычно дается только схема трубопроводов, то перед изготовлением узлов надо сделать замеры по месту с точными размерами и разбивкой на отдельные блоки.

1. Гибка труб

Наиболее трудоемкой работой при изготовлении трубопроводов является гибка труб. Выполнение этой работы на монтажной площадке может быть допущено только в исключительных случаях, когда по каким-либо причинам нет возможности получить готовые отводы или изогнутые трубы из мастерских.

Трубы диаметром до 51 мм изгибают без подогрева на станках с ручным приводом. Для гибки в холодном состоянии труб большого диаметра применяют станки с механическим и гидравлическим приводами (рис. 112). Так как при гнутье труба несколько сплющивается, в нее вставляют стержень-дорн, диаметр которого немного меньше внутреннего диаметра трубы.

Радиусгиба в холодном состоянии должен быть не менее четырех наружных диаметров трубы. Угол загиба делается на 3—5° больше заданного, так как согнутая труба стремится затем несколько разогнуться.



По правилам Госгортехнадзора расстояние сварного шва от начала закругления на трубе должно быть не меньше диаметра трубы, но не меньше 100 мм. При установке крутозагнутых отводов сварной шов разрешается делать у начала закругления.

Для условных давлений 40 ата и ниже можно применять сварные отводы, размеры которых регламентированы межведомственными нормами Министерства электростанций. Такие отводы изготовляют путем сварки секторов, нарезанных из трубы газовым резаком.

2. Компенсаторы и опоры

Для нормальной работы трубопровода необходимо обеспечить его беспрепятственное расширение и сжатие, чтобы в нем не возникало нежелательных напряжений или деформаций металла.

При небольшой длине трубопровода колено под углом 90° может быть достаточным для компенсации изменения длины.

На длинных трубопроводах среднего и высокого давлений устанавливают горизонтально П-образные компенсаторы. Их сваривают из четырех отводов или из отдельных секторов. Размеры компенсаторов в зависимости от давления и диаметра трубы установлены межведомственными нормами. При установке П-образных компенсаторов необходимо придать им холодный натяг, величина которого указана в чертежах. Это значит, что перед вваркой в трубопровод компенсатор надо растянуть с помощью тали, струбцин, или другого приспособления. Холодный натяг увеличивает компенсирующую способность:

при тепловом расширении трубопровода часть расширения поглотится за счет холодного натяга компенсатора.

Значительно реже и для более низких давлений применяют линзовые и сальниковые компенсаторы. При установке линзовых компенсаторов их также растягивают.

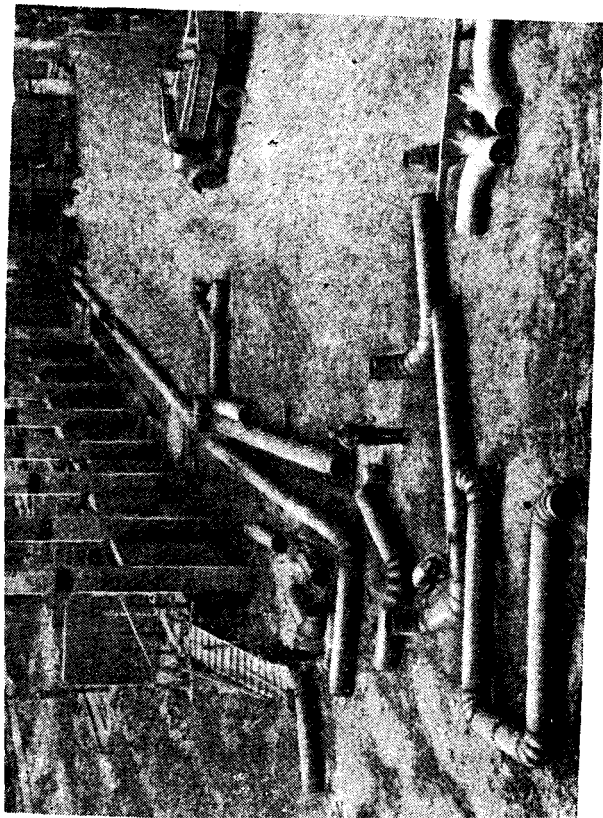
При монтаже трубопроводы укладывают по неподвижным и подвижным опорам и подвескам. Назначение неподвижных опор (мертвых точек) заключается в том, чтобы закрепить трубопровод и исключить возможность каких-либо перемещений его в определенных местах, а также чтобы тепловое удлинение было направлено в обе стороны от такой опоры. Подвижные опоры и подвески, поддерживая трубопровод, в то же время создают ему возможность перемещения. В зависимости от конструкции опоры трубопровод может перемещаться только вдоль своей оси или также и в поперечном направлении.

3. Монтаж трубопроводов

Передовым методом производства работ по монтажу трубопроводов является блочный метод. Трубопровод, подлежащий монтажу, следует расчленить на возможно меньшее число участков, учитывая при этом габариты каждого участка, удобство сборки и монтажа и наличие подъемных механизмов. Затем надо собрать блоки трубопроводов с выполнением всех работ: сварки, установки арматуры, прокладок, компенсаторов, сбалчиванием фланцевых соединений.

На рис. 113 представлен общий вид площадки для сборки крупных блоков трубопровода из го-

Рис. 113. Об-
щий вид пло-
щадки для
сборки крупных
блоков трубо-
проводов



товых деталей. В качестве площадки временно использована территория будущего машинного зала электростанции.

На рис. 114 показан подъем крупного блока трубопровода, изготовленного на этой площадке.

Работы по укладке трубопроводов начинают с разметки мест для опор и подвесок и установки их. При этом необходимо соблюдать следующие правила:

1) опоры или подвески устанавливать так, чтобы трубопровод для пара имел уклон в сторону движения пара не менее 0,002 при средних давлениях пара и 0,004—0,006 — при высоких давлениях; трубопровод для воды должен, наоборот, иметь уклон в сторону, противоположную движению воды, чтобы не образовались воздушные подушки;

2) минимальное расстояние между трубопроводами и стенами, колоннами и оборудованием определять исходя из возможности выполнения сварочных и изоляционных работ;

3) ролики и шарики подвижных опор должны свободно (без заедания) вращаться в своих гнездах;

4) пружинам опор надо придать предварительный натяг на величину, указанную в чертеже;

5) тяги подвесок трубопроводов установить с наклоном в сторону, обратную тепловым перемещениям, на половину величины перемещения.

На неподвижной опоре труба должна плотно, без зазоров лежать в подушке, а хомут должен плотно прилегать к телу трубы.

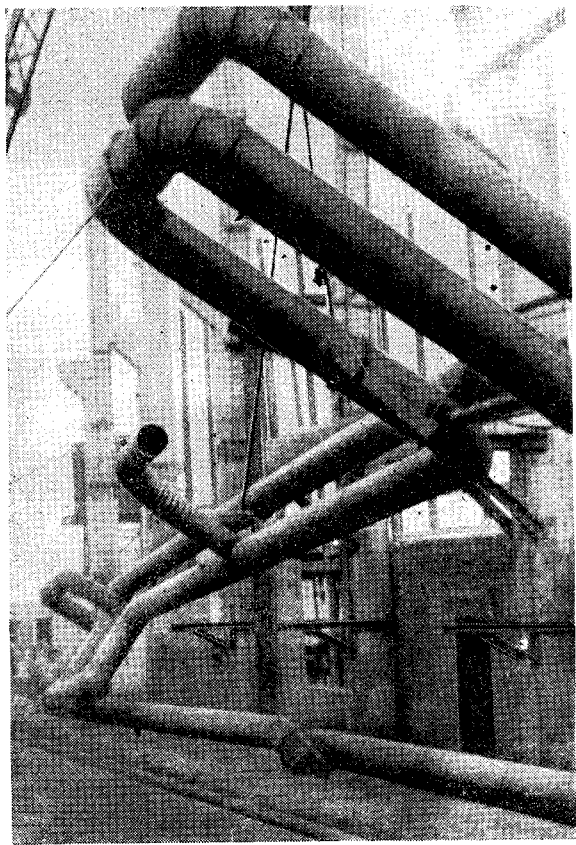


Рис. 114. Подъем крупного блока трубопровода

Для устройства холодного натяга на участке между неподвижными опорами в стык трубопровода вставляют кольцо из трубы, длина которого должна быть равна величине холодного натяга. Затем этот стык затягивают с помощью вспомогательных хомутов и шпилек (рис. 115).

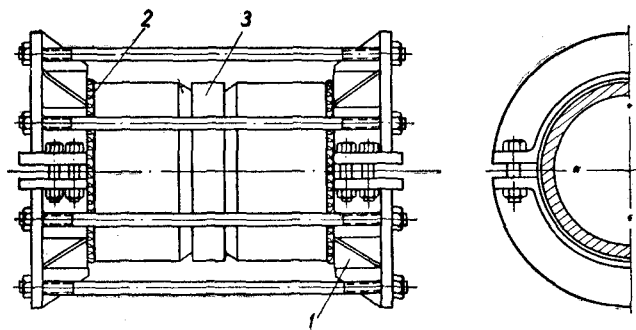


Рис. 115. Установка кольца для последующего холодного натяга

1 — хомуты; 2 — круговая наплавка против скольжения хомутов; 3 — кольцо

Смонтированные трубопроводы 1-й категории условным проходом более 70 мм, 2 и 3-й категории условным проходом более 100 мм подлежат регистрации и освидетельствованию представителем Госгортехнадзора. Гидравлическое испытание трубопроводов, непосредственно связанных с котлом (при отсутствии отключающих устройств), производят в том же порядке, как и собственно котла. Остальные трубопроводы испытывают пробным давлением, равным 1,25 рабочего. Для питательных линий в качестве рабочего давления принимается напор, развиваемый

питательными насосами при закрытых задвижках.

Пробное давление следует выдержать в течение 5 мин., после чего снизить до рабочего, при котором надо осмотреть трубопроводы, а сварные швы обстучать молотком весом не более 1,5 кг.

Результаты испытания признаются удовлетворительными, если во время испытания не обнаружено падения давления по манометру, а в сварных швах не обнаружено течи и потения.

После гидравлического испытания трубопроводы покрывают тепловой изоляцией (если по ним протекает пар или горячая вода) и окрашивают.

В табл. 25 указана принятая окраска трубопроводов, позволяющая узнавать их назначение.

Т а б л и ц а 2

Наименование рабочей среды	Условное обозначение трубопровода	Цвет окраски	
		основной	кольца
Перегретый пар	ПП	Красный	Без колец
Насыщенный пар	ПН	"	Желтые
Пар отбора и противодавления	ПО	"	Зеленые
Химически очищенная вода	ВХ	Зеленый	Белые
Конденсат	ВК	"	Синие
Питательная вода	ВП	"	Без колец
Дренаж и продувка	ВД	"	Красные
Техническая вода	ВТ	Черный	Без колец
Пожарный водопровод	ВПЖ	Оранжевый	То же
Тепловые сети:			
прямая	ПС	Зеленый	Желтые
обратная	ОС	"	Коричневые

4. Монтаж газопроводов

В последнее время природный газ все более вытесняет в котельных и ТЭЦ остальные виды топлива.

В связи с огне- и взрывоопасностью газа, а также опасностью отравления людей в случае утечки монтаж и испытания газопроводов и арматуры имеют свои особенности и отличаются от монтажа водо- и паропроводов.

В зависимости от максимального рабочего давления газовые магистрали делятся на:

а) газопроводы низкого давления до $0,02 \text{ кг/см}^2$, а при условии установки на каждом вводе регуляторов давления — до $0,05 \text{ кг/см}^2$;

б) газопроводы среднего давления — от $0,05$ до 3 кг/см^2 ;

в) газопроводы высокого давления — от 3 до 6 кг/см^2 , а при подаче газа промышленным предприятиям — до 12 кг/см^2 .

При подаче осушенного газа могут прокладываться надземные вводы по несгораемым стенам и на опорах на высоте не менее $4,5 \text{ м}$ от низа трубы до поверхности земли. Газопроводы влажного газа укладывают в земле ниже глубины промерзания. Они должны иметь минимальный уклон $0,0015$ для стока влаги (т. е. $1,5 \text{ м}$ на 1000 м). В низших точках трассы газопровода устанавливают сборники конденсата.

Минимальная толщина стенок труб для газопроводов, укладываемых в землю, составляет 4 мм .

Для устройства газопроводов применяют стальные трубы I класса, изготовленные из сталей марок Ст. 2 — Ст. 4, МСт 2 — МСт 4. Трубы

и листовая сталь для газопроводов должны иметь сертификаты заводов-поставщиков.

Соединение стальных труб осуществляют электросваркой. Газовая сварка допускается при наружном диаметре газопровода не более 114 мм и давлении до 3 кг/см². К сварке газопроводов допускаются только сварщики, имеющие удостоверение на право сварки труб в соответствии с правилами Госгортехнадзора. Фланцевые соединения газопроводов могут быть допущены только в местах установки задвижек, компенсаторов и другой арматуры, а также как изолирующие при наличии блуждающих токов. В качестве прокладочного материала для фланцевых соединений применяют клингерит, паранит и промасленный асбестовый или тряпичный картон.

Усиление стыков газопроводов муфтами применяют на ответственных переходах (например, при пересечении железнодорожного пути). Стенки трубы в этом случае должны быть толщиной не менее 6 мм.

Электросварку труб выполняют электродами марок Э42 и Э42А или аналогичными по качеству. Присадочная проволока — по ГОСТ 2246-54 марок Св-08, Св-08А. Electroды и проволока должны иметь сертификаты заводов-изготовителей. Electroды с отсыревшей обмазкой не допускаются. Контроль сваренных стыков производят путем просвечивания γ -лучами и механическими испытаниями вырезанных образцов.

Укладываемые в земле стальные газопроводы покрываются противокоррозийной изоляцией. Прокладка газопроводов вместе с силовыми и осветительными кабелями не разрешается; укладка с трубопроводами другого назначения возможна

при условии постоянной приточно-вытяжной вентиляции коллектора.

Дно траншей перед укладкой газопроводов должно быть хорошо спланировано. Опускать трубы в траншею надо на специальных широких полотенцах во избежание повреждения изоляции.

Перед испытанием на прочность и плотность газопровод следует продуть воздухом для удаления всякого рода засорений. Испытание газопроводов производят воздухом. До начала испытания температура воздуха в трубопроводе должна быть выравнена с температурой грунта. При испытании, продолжающемся 24 часа, измеряют падение давления воздуха, которое не должно превышать величины, определяемой из формулы

$$P = \frac{300T}{D} \text{ для стального трубопровода и}$$

$$P = \frac{660T}{D} \text{ для чугунного трубопровода.}$$

Здесь P — падение давления в мм рт. ст.;

T — продолжительность испытаний в час.;

D — внутренний диаметр трубопровода в мм.

Дефектные места выявляют с помощью мыльной воды.

ПОДГОТОВКА КОТЛОАГРЕГАТА К ПУСКУ

1. Сушка обмуровки

После окончания обмуровочных работ котлоагрегат подготавливают к сушке. Для этого надо убрать все временные сооружения — леса, подмости и пр., тщательно очистить дымоходы и стены обмуровки снаружи и изнутри, проверить арматуру и гарнитуру котла, открыть воздушные краны на котле. После этого котел наполняют водой. Так как при нагревании вода в котле расширяется, то уровень холодной воды должен быть не выше нижней гайки водомерного стекла. Воздушный краник в верхней части котла остается открытым при заполнении котла и при его нагревании до тех пор, пока образующийся пар не вытеснит воздух из барабана.

Основной задачей при сушке является медленный и постепенный разогрев обмуровки без резких температурных скачков.

Сушка обмуровки осуществляется горячими газами от сжигания дров, угля, газа или нефти. В действующей котельной сушку можно производить горячим воздухом, подведенным от существующего воздухопровода. В течение послед-

них 1—2 суток сушки надо использовать горячие газы от сжигаемого топлива.

Процесс сушки контролируют путем измерения температуры наружной кладки из красного кирпича на высоте $1\frac{1}{2}$ — 2 м от колосниковой решетки или от уровня пылеугольной, газовой или нефтяной горелок и на глубине 100 мм от наружной поверхности кладки. Температуру измеряют в двух взаимно-перпендикулярных стенах обмуровки. Для измерения температуры ртутный термометр вставляют в выдолбленное отверстие в красной кладке; промежуток между термометром и боковыми стенками отверстия заполняют асбестом. Температуру в указанных точках нужно довести до 50° и выдержать в течение двух суток. Во время сушки ведется журнал, в котором записываются фамилии дежурных кочегаров и показания термометров.

Ориентировочные сроки сушки обмуровки котлов малой и средней мощности в сутках приведены в табл. 26.

Т а б л и ц а 26

Условия производства обмуровки	Продолжительность работ по обмуровке в сутках		
	меньше 45	45—60	свыше 60
Летний период, котельная с действующими котлами	7	6	5
Летний период, котельная с бездействующими котлами	8	7	6
Зимний период, котельная с действующими котлами	8	7	6
Зимний период, котельная с бездействующими котлами	10	9	8

На рис. 116 показан график постепенного повышения температуры при сушке обмуровки вертикального водотрубного котла.

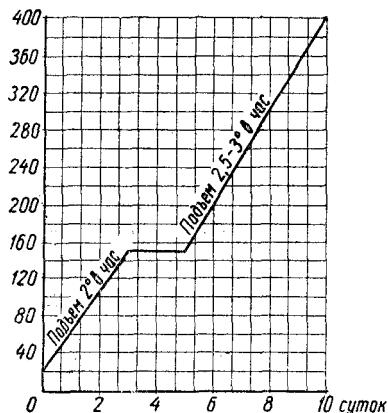


Рис. 116. График сушки обмуровки вертикального водотрубного котла

2. Щелочение и промывка

За три дня до окончания сушки обмуровки проводится щелочение котла с целью удаления с его внутренних поверхностей грязи, ржавчины и остатков масел.

Для щелочения применяют кальцинированную соду в количестве 6—10 кг на 1 т воды, находящейся в котле, или каустическую соду (едкий натр) в количестве 5—8 кг на 1 т воды. Меньшее количество берется для довольно чистых поверхностей, а большее — для сильно загрязненных.

Реагенты до ввода в котел растворяют в воде в пропорции приблизительно 1 кг на 5 л воды. Раствор приготавливают в бачке, установленном на барабане и соединенном с одним из верхних штуцеров последнего. Уровень воды в котле при заливке поддерживают на уровне нижней гайки водомерного стекла.

После ввода реагента давление постепенно увеличивают, уровень воды при этом повышают до верхней гайки водомерного стекла и поддерживают таким в течение всего периода щелочения. При давлении в 3—4 *ати* производят обтяжку болтовых соединений на котле.

Через 12—15 час. после начала щелочения надо сделать первую продувку для удаления грязи, скопившейся в нижних частях котла. Одновременно котел подпитывают водой, а давление понижают до атмосферного.

После этого через 8 час., когда давление поднимается до 10—15 *ати*, снова продувают котел; при этом давление понижают до 3—4 *ати*. После второй продувки давление поднимают до максимального, установленного для процесса щелочения, выдерживают котел при этом давлении около 8 час., после чего котловую воду полностью сменяют путем многократных продувок и подпиток, на что затрачивается также около 8 час.

При щелочении котлов малой и средней мощности максимальное давление можно доводить до 75—100% рабочего, но не выше 20÷25 *ати*.

Пароперегреватель щелочению не подвергается и не заполняется водой или щелочным раствором. Для очистки его продувают паром во время щелочения. Следует следить, чтобы вода из барабана не попала в пароперегреватель.

Во время приготовления раствора и ввода реагентов в котел необходимо соблюдать следующие основные правила безопасности:

а) персонал, занятый приготовлением раствора, должен быть проинструктирован и снабжен спецодеждой — резиновыми фартуками, резиновыми перчатками и сапогами, лицевыми масками с защитными очками; разбивание реагента на куски должно производиться в отдельном месте;

б) при установке бачка для приготовления раствора следует обеспечить невозможность попадания раствора на нижерасположенные лестницы и площадки, бачок должен иметь плотную крышку;

спускной штуцер из бачка должен располагаться так, чтобы весь раствор без остатка переливался в котел и не требовалось ручного удаления щелочи из бачка;

в) вводить раствор из бачка в котел можно только при полном отсутствии давления в котле; поэтому прежде чем открыть спускной ventиль из бачка, нужно открыть воздушный ventиль.

3. Паровое опробование

После окончания щелочения и полной смены воды давление пара в котле доводят до рабочего. При этом проверяют отсутствие течи, свищей и пропаривания по всему котлоагрегату, плотность арматуры котла. Проверяют также состояние всех пружин, опор и подвесок коллекторов и трубопроводов в пределах котла.

Во время щелочения и парового опробования надо замерить по заранее приваренным реперам величину горизонтальных и вертикальных тепловых перемещений всех элементов котла и убе-

даться в отсутствии заземлений этих элементов. Запись перемещений ведут в следующем порядке:

- 1) до заполнения котла водой;
- 2) после заполнения перед растопкой;
- 3) при давлении 1 *ати*;
- 4) при давлении 3 *ати*;
- 5) при давлении 30% от рабочего;
- 6) при давлении 60% от рабочего;
- 7) при рабочем давлении;
- 8) при охлаждении котла после паровой плотности.

При рабочем давлении производят регулирование предохранительных клапанов в соответствии с данными табл. 27.

Т а б л и ц а 27

Место установки предохранительного клапана	Рабочее давление P в барабане в <i>ати</i>	Характеристика клапана	На какое давление регулируется
Барабан или су- хопарник	7—13	Контрольный	$P+0,2 \text{ ат}$
То же	7—13	Рабочий	$P+0,3 \text{ ат}$
"	13—60	Контрольный	1,03 P
"	13—60	Рабочий	1,05 P
"	Более 60	Контрольный	1,05 P
"	" 60	Рабочий	1,08 P
Выходной коллектор пароперегревателя	" 13	—	1,02 P
Выходной коллектор водяного экономайзера	Для всех давлений	—	1,1 P
Входной коллектор водяного экономайзера	То же	—	1,25 P

Во время парового опробования продувают главный паропровод для удаления грязи, ржавчины, грата и пр.

На сушку обмуровки, щелочение, паровое опробование и продувку главного паропровода составляют акты по установленным формам.

Обычно после парового опробования котел остужают, спускают воду и открывают люки для осмотра и очистки. С той же целью осматривают водомерные колонки и дренажные вентили.

4. Комплексное опробование

Заключительное (сдаточное) испытание котлоагрегата проводят одновременно с испытанием всех вспомогательных механизмов. Котлоагрегат считается выдержавшим опробование, если он проработал непрерывно с полной нагрузкой 72 часа при исправной работе всех вспомогательных механизмов.

На комплексное испытание составляют акт с перечислением всего сданного в эксплуатацию оборудования и показателями работы этого оборудования.

ГЛАВА XI

ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ *

1. Организация монтажной площадки и рабочего места

1. Все вновь принимаемые рабочие должны перед началом работы пройти вводный (общий) инструктаж по технике безопасности, а также инструктаж на рабочем месте по работам, выполняемым бригадой. Прохождение вводного инструктажа на рабочем месте должно быть отмечено в специальном журнале и скреплено подписями рабочих и инструктора.

Инструктаж нужно повторить при переводе рабочих с одной работы на другую, отличающуюся от предыдущей, или с участка на участок. Прохождение повторного инструктажа также должно быть отмечено в специальном журнале.

Рабочих, не прошедших инструктажа, запрещается допускать к производству работ.

2. Все рабочие, помимо вводного инструктажа, должны пройти курсовое обучение безопасным методам работы по специальным программам. Такое обучение должно производиться не позднее трех месяцев со дня приема рабочего на работу.

* Глава составлена инж. Ю. М. Ривкиным.

3. Приступать к строительно-монтажным работам разрешается только при наличии проекта производства работ.

В отдельных случаях (для несложных объектов монтажа) проект производства работ может быть заменен технологической картой или основными указаниями по выполнению процесса.

Как в проекте производства работ, так и в технологической карте должны быть обязательно предусмотрены и разработаны все вопросы безопасного производства работ, а именно:

а) конструкция и размещение лесов, подмостей, рабочих переходов, лестниц, стремянок, настилов, ограждений, защитных козырьков;

б) способы строповки и расстроповки оборудования, конструкций и трубопроводов при их монтаже;

в) меры по устранению опасных напряжений, возникающих при выполнении монтажных работ, например при подъеме и установке оборудования и конструкций;

г) мероприятия, исключающие возможность поражения рабочих электрическим током, и др.

4. При одновременном ведении работ на разных уровнях по одной вертикали или в других случаях производства работ в сложных условиях несколькими организациями руководитель монтажных работ обязан потребовать от генерального подрядчика разработки общего плана мероприятий, согласованного со всеми заинтересованными организациями.

Эти мероприятия должны предусматривать обязательное устройство сплошного настила или сплошной сети между рабочими уровнями и прочие меры для защиты работающих внизу.

При невозможности устройства сплошных настилов или других ограждений должен быть составлен график производства отдельных видов работ в различные смены.

5. Территория монтажной площадки до начала работ должна быть очищена от строительных и других материалов, мусора и грязи, а зимой — от снега и льда.

6. Находящиеся на территории монтажной площадки ямы должны быть ограждены или засыпаны. Монтажные проемы, оставленные в перекрытиях и стенах для транспортировки технологического оборудования внутри помещений, должны быть закрыты сплошными щитами или ограждены (высота ограждения 1 м по всему периметру).

7. Для оказания первой помощи работающим на монтажной площадке должны иметься аптечки с необходимым набором медикаментов, перевязочных средств и т. п.

8. Рабочие места монтажников в соответствии с указаниями проекта производства работ следует обеспечить инструментом и грузоподъемными механизмами, которые должны отвечать характеру выполняемых монтажных работ.

9. Рабочие места монтажников должны быть очищены от предметов и инструментов, не применяющихся при монтаже данного агрегата; проходы и проезды к оборудованию должны быть свободны и содержаться в чистоте и порядке.

10. Ширина настила монтажных подмостей должна быть не менее 1 м. Расстояние от края настила до монтируемых конструкций не может превышать 10 см. Ограждение настила выполняется высотой 1 м и должно иметь перильную, среднюю и бортовую доски.

11. Ступени (перекладины) деревянных приставных лестниц должны быть врезаны в тетивы, которые не реже чем через 2 м следует скреплять стяжными болтами. Применение лестниц, сбитых на гвоздях, без врезки перекалидин в тетивы и без крепления тетив болтами, запрещается.

12. Общая длина (высота) приставной лестницы должна быть такой, чтобы рабочий имел возможность работать стоя на ступени, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы, но во всех случаях не должна превышать 5 м.

13. Нижние концы приставных лестниц должны иметь упоры в виде острых металлических шипов, резиновых наконечников и т. п. (в зависимости от материала и состояния опорной поверхности), а верхние концы — закрепляться к прочным конструкциям (лесам, балкам, элементам каркаса и др.).

14. Временные рабочие места, располагаемые у автодорог, во избежание несчастных случаев должны быть надежно ограждены.

15. Руководство монтажного управления (участка) обязано вести контроль за состоянием и исправностью выдаваемого и находящегося на руках у рабочих-монтажников слесарного, котельно-кузнечного, механизированного, режущего, мерительного и тому подобного инструмента. Для работы надо выдавать только исправный инструмент с надежно насаженными рукоятками; работа неисправным инструментом запрещается.

16. К работе механизированным (электрическим, пневматическим) инструментом допускаются только слесари-монтажники, прошедшие специальное обучение.

17. Производство работ с помощью механизированных инструментов с приставных лестниц воспрещается. В этих случаях должны применяться инвентарные монтажные леса.

18. Молотки и кувалды должны отвечать следующим требованиям:

а) боек молотка или кувалды должен быть без трещин и заусенцев; боек, кроме того, должен иметь слегка выпуклую поверхность;

б) молотки и кувалды должны иметь рукоятки, расклиненные металлическим клином;

в) рукоятка должна быть вытесана из прочной выдержанной древесины твердых пород (кизила, клена, рябины, дуба), гладко острогана и иметь овальное сечение с утолщением к свободному концу.

19. Ручные инструменты для рубки металла — зубила и др. — должны удовлетворять следующим требованиям:

а) на рабочем конце не должно быть повреждений;

б) боковые грани в местах зажима их рукой не должны иметь острых ребер;

в) затылочная часть должна быть гладкой и не иметь трещин, заусенцев и сколов;

г) длина рукоятки должна быть не менее 150 мм.

20. Зев гаечных ключей не должен иметь заусенцев и завалов и должен соответствовать размеру гайки или головки болта.

Отвертывание и заворачивание гаек с применением металлических прокладок между гранями гайки и ключом, а также с удлинением гаечных ключей путем присоединения другого ключа запрещается.

21. Электрический инструмент должен иметь надежную изоляцию, исправность которой следует проверять при выдаче его рабочему.

22. Разборка слесарями-монтажниками ручного электроинструмента и ремонт проводов и штепсельных розеток запрещаются. Рабочий, обнаруживший дефект, обязан немедленно сообщить об этом своему руководителю для вызова электромонтера.

23. Применение светильников стационарного освещения в качестве ручных переносных ламп запрещается.

Для переносных светильников напряжение должно быть не выше 36 в, а в помещениях, особо опасных по условиям поражения электрическим током (особо сырые места, траншеи, шахты, колодцы, металлические резервуары, котлы и др.), и вне помещений—не выше 12 в. Ручной переносный светильник должен быть снабжен металлической сеткой для защиты лампы, а также вилкой, исключающей возможность включения ее в розетку сети напряжением 110 в и выше.

В местах, где предусмотрена возможность безопасного подключения к сети переносных приемников тока, должны быть сделаны соответствующие надписи.

2. Погрузочно-разгрузочные и такелажные работы

1. Погрузочно-разгрузочные работы должны выполнять прошедшие специальный инструктаж рабочие под руководством опытного бригадира, хорошо знающего безопасные методы производства этих работ.

2. Кантовка тяжелых штучных материалов, а также ящиков с оборудованием должна производиться при помощи специальных ломов, катков или других приспособлений.

3. При перемещении баллонов со сжатым газом, барабанов с карбидом кальция, а также материалов в стеклянной таре следует избегать толчков и ударов.

4. При разгрузке и погрузке с помощью подъемных механизмов запрещается стоять и проходить под поднимаемым грузом.

5. Расстроповка оборудования и металлоконструкций при разгрузке и монтаже допускается только после обеспечения их устойчивости.

6. Грузовые бортовые автомобили, предназначенные для перевозки людей, должны быть оборудованы скамьями, надежно прикреплены к кузову на уровне 15 см ниже верхней кромки бортов. Скамьи, расположенные по бортам, должны иметь прочные спинки высотой не менее 30 см. Бортовые крюки следует надежно закреплять при помощи чеки.

7. Автомобили, в которых перевозятся баллоны со сжатым газом, должны быть оборудованы специальными стеллажами с выемками по диаметру баллонов, обитыми войлоком. Баллоны необходимо транспортировать в лежачем положении с навинченными предохранительными колпаками. При перевозке баллонов, уложенных в два и более ряда, между рядами следует помещать прокладки с выемками, запирающиеся крючками. В жаркое время баллоны необходимо укрывать брезентом, который не должен иметь жирных (масляных) пятен.

Перевозка баллонов в кузове автомобиля совместно с другими грузами не допускается.

8. До начала такелажных работ прораб или мастер обязан ознакомить членов бригады со способами проведения работ, отобрать, подготовить и проверить подъемные механизмы, приспособления и материалы, а также проверить крепления сооружений и устройств, применяемых при производстве такелажных работ.

Бригадир обязан:

а) проверить исправность рукояток, тормозов и остановов подъемных механизмов;

б) просмотреть и подготовить пути перемещения и места установки технологического оборудования;

в) не допускать производства работ при помощи неиспытанного и неисправного такелажного оборудования;

г) обо всех дефектах, обнаруженных в подъемных механизмах и приспособлениях, немедленно заявлять мастеру или производителю работ.

9. Подвеска и крепление грузоподъемных приспособлений к элементам любого сооружения, если это не предусмотрено проектом производства работ, запрещается. В исключительных случаях, когда подвеску или укрепление все же необходимо сделать, производитель работ обязан получить письменное разрешение от генподрядчика или заказчика.

10. При работе с подъемными механизмами команда подается одним лицом (бригадиром) при помощи специальных условных сигналов — движением руки и др.

11. Во время подъема или опускания технологического оборудования запрещается:

а) находиться на перемещаемом оборудовании;

б) производить исправления такелажных приспособлений одновременно с подъемом или опусканием груза;

в) оставлять поднятые детали или оборудование на весу, кроме случаев, предусмотренных проектом производства работ;

г) стоять у отводных блоков и канатов.

12. Отрыв примерзшего к грунту технологического оборудования кранами, лебедками или другими грузоподъемными приспособлениями запрещается. Запрещается также транспортирование волоком оборудования, осевшего в грунт.

Примерзшее оборудование должно быть освобождено путем оттаивания или обкалывания, а осевшее в грунт — поднято и уложено на подкладки.

13. Если перемещение технологического оборудования производится при помощи катков, то последние подбираются такой длины, чтобы края их выступали не более чем на 300—400 мм с каждой стороны перемещаемого груза. До полного освобождения катков из-под груза поправлять их руками или ногами запрещается.

14. К управлению такелажными устройствами и приспособлениями с механическим приводом допускаются только рабочие-монтажники, прошедшие специальное обучение и практику и имеющие соответствующее удостоверение.

15. Все движущиеся части механизмов, могущие вызвать несчастный случай, должны быть ограждены.

16. Для такелажных работ и на всех грузоподъемных механизмах необходимо применять тросы, свитые крестовой свивкой шести прядей вокруг пенькового сердечника.

17. В работе запрещается применять тросы, имеющие:

- а) более 10% оборванных проволок на один шаг свивки;
- б) одну оборванную прядь;
- в) заломы (жучки);
- г) поверхностный износ, ржавчину или потертость, достигающие 40% первоначального диаметра проволок.

Для быстрого определения качества троса и стропа необходимо запомнить, что при наличии в тросе 6×19 двенадцати, в тросе 6×37 двадцати двух и в тросе 6×61 тридцати шести оборванных проволок на одном шаге свивки такой трос бракуется. За состоянием тросов должно быть установлено постоянное наблюдение.

18. Перед использованием тросы и стропы должны быть тщательно осмотрены.

19. Длина подъемного каната должна быть такой, чтобы при опускании грузового крюка до нижнего предела на барабане лебедки оставалось не менее трех витков.

20. Соприкосновение и пересечение стальных канатов с проводами (в том числе сварочными) и металлическими частями, находящимися под током, не допускается. При производстве сварки вблизи каната последний должен быть защищен от попадания брызг расплавленного металла.

21. Вес поднимаемого груза должен соответствовать грузоподъемности крана при определенном вылете стрелы. Перед началом подъема лица, подающее команду, должно сообщить машинисту вес груза.

22. Подъем краном груза независимо от его веса должен производиться при отвесном положении тросов грузового полиспаста. Подтягива-

ние или перекатывание грузов при наклонном положении тросов грузового полиспаста воспрещается.

23. Подъем грузов должен выполняться в два приема: сначала груз приподнимают на 10—15 см, проверяют устойчивость крана, исправность тормозов, правильность строповки, после чего приступают к окончательному подъему.

24. Оставлять груз в подвешенном состоянии на продолжительное время не разрешается.

25. Коэффициент запаса прочности вантовых канатов и растяжек стреловых кранов и монтажных стрел должен составлять не менее 3,5.

26. Ванты должны быть закреплены за якоря, заложенные согласно расчету и снабженные тяжами для крепления вант. Замена тяжей стропами, засыпаемыми землей, не допускается.

Крепление вант к тяжам якорей производится посредством клиновых зажимов или коушей. Клиновой зажим закрепляется полным комплектом болтов, а коуш — полным комплектом сжимов, соответствующих диаметру вантового троса.

27. Все лебедки, применяемые при установке и монтаже оборудования, должны быть исправны, освидетельствованы и статически испытаны грузом, на 10% превышающим их грузоподъемность.

28. Лебедки, применяемые при монтаже технологического оборудования и трубопроводов, должны иметь зубчатую или червячную передачу и соответствующие тормоза. Применение лебедок с фрикционной или ременной передачей не допускается.

Все вращающиеся части лебедок должны иметь надежные ограждения. Рубильники должны быть снабжены закрытыми металлическими

кожухами и деревянными ящиками, запирающимися на замок. Корпус электролебедки, электродвигатель и кожух рубильника должны быть заземлены.

В электрических лебедках зазор между тормозными поверхностями должен быть не более: 1 мм для колодных и не более 1,5 мм для ленточных тормозов. Большая величина зазора может привести к отказу тормоза.

29. Если на ручной лебедке работает один человек, длина ее ручки должна быть не менее 30—35 см, при работе двух человек — 45—50 см.

30. При ответственных подъемах (крупногабаритного оборудования или груза, близкого по весу к предельно допускаемой грузоподъемности, при работе в стесненных условиях) необходимо поднять груз на высоту 100—200 мм и убедиться в устойчивости лебедки и исправности тормозов. После этого, опустив груз на землю, следует проверить правильность строповки и лишь затем произвести подъем груза на требуемую высоту.

31. Поднимать груз одновременно двумя лебедками разрешается только под руководством бригадира.

32. Во время работы электролебедки запрещается:

а) надевать канат на ролики и блоки в случае его спадания;

б) производить какой-либо ремонт или регулировку движущихся частей лебедки (тормозного устройства и др.);

в) тормозить барабан лебедки при помощи деревянных ваг во время спуска груза;

г) стоять вблизи натянутого каната;

д) смазывать и чистить лебедку;

е) исправлять неправильное наматывание троса на барабан лебедки.

33. Тали и лебедки после их установки, перед пуском в работу, а также периодически через 12 месяцев должны подвергаться техническому освидетельствованию.

34. Грузоподъемные блоки должны иметь заводское клеймо с указанием их грузоподъемности; при отсутствии клейма блоки должны быть испытаны.

35. У блоков перед началом работы следует проверить: состояние оси, отсутствие трещин на роликах, оси и крюке. Подвешивать блоки необходимо только к хорошо закрепленным, проверенным расчетом конструкциям.

3. Электро- и газосварочные работы

1. Разводить огонь, курить, зажигать спички и т. д. в пределах 10 м от газогенераторов и бензо-керосиновых бачков запрещается.

2. Перед присоединением редуктора к баллону необходимо:

а) тщательно осмотреть редуктор;

б) проверить исправность резьбы накидной гайки и наличие в ней чистой непромасленной прокладки для обеспечения плотного и прочного соединения;

в) произвести предохранительную продувку штуцера кратковременным открыванием вентиля для удаления посторонних частиц;

г) убедиться в исправности манометров высокого и низкого давлений.

3. Присоединять редуктор к баллону необходимо при закрытом вентиле специальным ключом, постоянно находящимся у газосварщика.

4. После присоединения редуктора к баллону открывать кислородный вентиль следует медленно, причем открывающему запрещается находиться против редуктора.

5. Отогревать замерзшие вентили можно только чистой горячей водой или паром; при этом надо пользоваться чистыми тряпками, смоченными в чистой горячей воде.

6. Шланги необходимо прочно закреплять на редукторе, горелке, генераторе и резаке с помощью специальных хомутов; применять для этой цели проволочные скрутки запрещается.

7. Барабаны с карбидом кальция следует хранить в закрытом сухом помещении, защищенном от огня и электрических искр; хранение барабанов с карбидом кальция в деревянных ящиках и на открытом воздухе запрещается.

8. Раскупоривать барабаны с карбидом кальция можно только при помощи специальных ножей, исключающих возможность образования искр.

9. При дроблении карбида кальция во избежание возникновения искр следует пользоваться медной кувалдой или неметаллическими предметами; рабочие, занятые на этой операции, должны иметь респираторы и защитные очки.

10. Во время производства газосварочных работ генератор по возможности следует устанавливать вне помещения; установка генераторов в производственном помещении допускается, если объем последнего превышает 300 м³.

В зданиях эксплуатируемых котельных, кузницах и других подобных помещениях установка переносных ацетиленовых генераторов запрещается.

11. Рабочие, занятые на зарядке генераторов, а также выгрузке карбида кальция, должны работать только в резиновых перчатках.

12. Техническое состояние газогенератора должно проверяться перед началом каждой смены. Использование генератора без водяного затвора или с неисправным затвором запрещается.

Перед работой сварщик должен проверить уровень жидкости в водяном затворе и во время работы следить, чтобы вода в нем была на надлежащей высоте.

13. Иловые остатки карбида необходимо тщательно, не проливая на пол, удалять из генератора и в железных ящиках отвозить на специальные свалки.

14. Генератор следует очищать не реже одного раза в месяц и промывать не реже одного раза в три месяца. Промывка генератора должна сопровождаться полной его разборкой и регистрироваться в специальном журнале.

15. Водяной затвор не реже одного раза в месяц необходимо осматривать и очищать от грязи и ржавчины.

Отогревать замерзший водяной затвор можно только горячей водой.

16. При появлении хлопков в результате обратного удара необходимо прекратить доступ ацетилена, проверить уровень воды в водяном затворе и охладить горелку (резак) при закрытом ацетиленовом и открытом кислородном кра-нах.

17. Керосинорезы должны заправляться только керосином.

Во время работы давление в керосиновом бачке следует поддерживать на уровне не ниже 1,5 ати; бачок обязательно должен быть снабжен

манометром. Разность давлений кислорода и керосина должна быть не менее 0,5 *ати*.

18. При появлении в резаке хлопков во время зажигания надо закрыть краны, затем снова открыть и произвести повторное зажигание.

Во избежание перегрева керосинорез следует периодически охлаждать холодной водой, предварительно погасив пламя.

19. Подвергать баллоны ударам, толчкам, а также сбрасывать и сгружать их предохранительным колпаком вниз не допускается.

20. Во избежание взрыва необходимо тщательно предохранять баллон и вентиль от загрязнения жиром и маслом.

21. Переносить баллоны на руках или на плечах запрещается. Для переноски баллонов следует применять специальные носилки или тележки. Поднимать баллоны на высоту нужно в контейнерах. Во время перевозки и переноски баллонов следует оберегать их от ударов, а вентили закрывать предохранительными колпаками.

22. Кислородные и ацетиленовые баллоны, подготовленные к работе, должны быть укрыты от действия прямых лучей солнца и установлены на специальные подставки в вертикальном или несколько наклонном положении в стороне от проходов, электрических проводов и нагретых приборов.

23. Электросварщик должен следить за тщательной заправкой спецодежды и обуви, обеспечивающей надежную защиту от брызг расплавленного металла. Брезентовые куртки и брюки должны быть надеты навывпуск; карманы куртки прикрыты клапанами, ботинки плотно зашнурованы.

24. Перед началом работ электросварщик обязан проверить изоляцию электропровода электродержателя, наличие и правильность заземления корпуса сварочного аппарата, свариваемой детали и кожуха рубильника, плотность соединения электропроводов с аппаратом, а также убедиться в отсутствии вблизи места сварки легковоспламеняющихся веществ.

25. Производить сварочные работы с приставных лестниц запрещается.

26. При появлении боли в глазах у лиц, занятых или присутствующих при электросварке, необходимо немедленно обращаться к врачу, а если медицинский пункт находится далеко, промывать глаза 5-процентным раствором пищевой соды.

27. Подключать сварочные машины и аппараты к силовой сети и отключать от нее необходимо при помощи рубильника с защитным кожухом из изолирующего материала. Рубильник должен помещаться в запирающемся ящике.

28. Все работы по установке, ремонту, а также наблюдению за электросварочными агрегатами должны производиться только электромонтерами.

29. Электросварщики, работающие внутри закрытых сосудов, резервуаров, труб больших диаметров, должны быть снабжены резиновыми ковриками, диэлектрическими галошами и перчатками. Сварочные провода должны быть тщательно изолированы или продеты в резиновые шланги. Освещение рабочего места должно производиться прожекторами, установленными снаружи, или переносными лампами напряжением не выше 12 в.

30. Для оказания помощи при поражении электрическим током следует:

а) снять напряжение с провода путем отключения ближайшего рубильника или разорвать электропровод с помощью сухого, неметаллического предмета (доской, веревкой и др.);

б) оказывающему помощь стать на сухую доску, на сухую ткань или же надеть диэлектрические резиновые галоши, изолировать руки резиновыми перчатками, какой-либо частью одежды или сухой тканью, а затем освободить пострадавшего от соприкосновения с проводом.

Пострадавшему после освобождения его от действия электрического тока необходимо оказать следующие меры первой помощи:

а) если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под действием тока, его необходимо немедленно доставить к врачу, а при тяжелом состоянии — вызвать скорую медицинскую помощь;

б) при бессознательном состоянии, но ровном, спокойном дыхании пострадавшего надо удобно уложить, расстегнуть одежду, создать приток воздуха, удалить лишних людей; пострадавшему следует давать нюхать нашатырный спирт, обрызгивать водой, растирать и согревать; до прибытия врача непрерывно следить за дыханием и в случае ухудшения его — делать искусственное дыхание;

в) при отсутствии признаков жизни или очень редком и судорожном дыхании пострадавшему до прибытия скорой помощи необходимо непрерывно делать искусственное дыхание; если пострадавший сделает движение губами или веками, следует прекратить искусственное дыхание и проверить, не стал ли пострадавший дышать самостоятельно. После того, как пострадавший начнет дышать самостоятельно, делать искусственное ды-

хание не следует. Если затем дыхание пострадавшего вновь прекратится или ухудшится, необходимо продолжать искусственное дыхание.

Искусственное дыхание можно делать так. Уложить пострадавшего на спину, подложив ему под лопатки сверток одежды, чтобы грудная клетка расширялась. Вытянуть и удерживать язык пострадавшего. Встать на колени со стороны головы пострадавшего, прижать руки у локтей к его груди (выдох). Считая «раз, два, три», поднять руки пострадавшего кверху и закинуть их за голову (вдох). Считая «четыре, пять, шесть», вновь прижать руки к груди и т. д.

При правильно проводимом искусственном дыхании возникает звук, похожий на стон от прохождения звука через дыхательное горло пострадавшего, когда грудная клетка сдавливается и отпускается. Отсутствие звука указывает обычно на то, что язык запал и мешает прохождению воздуха. В этом случае необходимо язык вытянуть больше.

4. Монтаж и испытание теплосиловых установок

1. Не разрешается подниматься или опускаться по колоннам каркаса; для этого следует пользоваться привариваемыми к колоннам ступеньками из круглого железа.

2. Ходить по площадкам и лестницам котла при отсутствии перил запрещается.

3. Оставлять детали оборудования на перекрытиях площадок дымососной, котельной, насосной, машинного зала и т. п. разрешается не ближе 1—2 м от обреза перекрытия и тщательно подклиненными.

4. Опробование дымососа и вентилятора до удаления людей из топки и по всей трассе газоходов и воздухопроводов запрещается.

5. Разлитое или вытекшее из монтируемых и установленных агрегатов масло должно регулярно удаляться.

6. Рабочие всех специальностей, назначенные для выполнения работ на высоте (1,5 м от земли и выше) без подмостей, как-то: монтажники, газорезчики, электросварщики и т. п., должны быть снабжены предохранительными поясами и обувью с нескользящей подошвой.

7. Предохранительные пояса должны иметь маркировку и ежегодно испытываться согласно ГОСТ 5718-51. На внутренней стороне каждого пояса должно быть клеймо с наименованием или товарным знаком завода-изготовителя, а также клеймо отдела технического контроля (ОТК) завода-изготовителя.

Пояс следует ежегодно осматривать и испытывать на прочность статической нагрузкой. Для испытания пояс, застегнутый на обе пряжки, подвешивают вертикально. К карабину с закрытым замком цепи подвешивают груз в 300 кг. По истечении 5 мин. груз снимают, при этом на поясе и его деталях не должно быть следов повреждения. Замок карабина должен правильно и плотно входить в вырезы карабина. Результаты и дата испытания заносятся в индивидуальный паспорт пояса. Пояс должен иметь номерное клеймо, соответствующее номеру паспорта. Использование неиспытанных поясов запрещается.

8. Бункера пыли и сырого угля до начала монтажа питателей должны быть перекрыты: первый — сплошным дощатым настилом, второй — шибером.

9. При установке циклона нижний фланец воронки должен быть закрыт заглушкой до присоединения к нему пылепровода.

10. Во время испытания системы пылеприготовления на плотность находиться напротив взрывных клапанов запрещается.

11. При монтаже котельных установок все работы необходимо выполнять звеньями или бригадами, состоящими не менее чем из двух человек. Запрещается производить в одиночку следующие работы:

а) присоединение котлов к действующим магистралям;

б) продувку и очистку котлов;

в) ремонт арматуры в колодцах и камерах;

г) разборку трубопроводов;

д) проверку оборудования котельных установок;

е) осмотр котлов;

ж) устранение утечки пара, воды, газа из труб и арматуры котлов.

12. При балансировке и проворачивании ротора тягодутьевых агрегатов и выверке осевых зазоров следует следить за тем, чтобы пальцы рук рабочего не попали между крыльчаткой и кожухом или приспособлением для балансировки.

13. Проходы и проезды в зоне подъема и монтажа конструкций должны быть закрыты и ограждены с выставлением предупредительных надписей.

14. Производство работ, связанных с монтажом трубопроводов на высоте (монтаж труб, арматуры, компенсаторов, пробивка отверстий, сварка и т. д.), допускается только с лесов, подмостей или стремянок. При работе с кровель мон-

тажники должны быть снабжены предохранительными поясами и обязаны привязываться.

15. Крепление подмостей, настилов и тому подобных устройств, а также тросов и тяг непосредственно к смонтированным трубопроводам запрещается.

16. В местах пробивки дыр, во избежание ранения проходящих или работающих внизу людей отлетающими кусками бетона или кирпича, необходимо устраивать специальные защитные козырьки. При отсутствии козырьков у опасных мест в момент пробивки должны стоять специальные дежурные.

17. При транспортировании волоком звена труб запрещается находиться рядом с ним или с тяговым тросом.

18. До начала гидравлического испытания котельного агрегата должны быть тщательно проверены запорные приборы и заглушки.

19. При подъеме давления в котле производить на нем какие-либо работы, а также допускать к нему лиц, не занятых на испытании, запрещается.

20. Обстукивать места завальцовки кипятильных и экранных труб, труб пароперегревателя и водяного экономайзера, находящихся под давлением, запрещается.

21. Лица, занятые на гидравлическом испытании, должны располагаться так, чтобы исключалась возможность травмирования их вырвавшимися из мест завальцовки трубами, сорванными с болтов люками, заглушками и т. д.

22. Подъем и снижение давления должны производиться постепенно; давление необходимо проверять по контрольному манометру.

23. При гидравлическом испытании необходимо удалить полностью воздух из котла.

24. Во время продувки труб запрещается находиться против или вблизи открытого конца трубы. Против открытого конца трубы должен быть установлен прочный щит для улавливания вылетающей из трубы окалины, а также находившихся в ней посторонних предметов. При невозможности установки предохранительного щита опасная зона должна быть ограждена и доступ в нее прекращен.

25. В процессе испытания на паровую плотность котел должен быть немедленно остановлен, если:

а) в заклепочных или сварных швах и в местах развальцовки труб обнаружена течь;

б) на трубах котла, экрана, экономайзера, пароперегревателя обнаружена трещина;

в) в котле наблюдаются шум, удары, стук.

26. При испытании котла на паровую плотность следует избегать нахождения рабочих вблизи фланцевых соединений и арматуры паропроводов и трубопроводов питательной воды, предохранительных клапанов, люков, лазов, газоходов, сигнальных и переливных труб, где возможны случайные ожоги и повреждения рабочих в случае нарушения плотности соединений, действия клапанов и выброса теплоносителя.

27. Растопка котла должна производиться только с разрешения администрации котельной с соответствующей записью в оперативном журнале. О времени растопки должен быть осведомлен персонал смены.

28. Перед растопкой котла персонал котельной должен тщательно проверить готовность котла и его оборудования к растопке, а именно:

а) перед закрытием люка и лаза котла убедиться, что в котле, газоходах и топке нет посторонних предметов, а также в том, что там не находятся люди;

б) убедиться в отсутствии заглушек у предохранительных клапанов и на трубопроводах, отсоединяющих котел от паропровода и питательной линии (установка заглушек при монтаже котла обязательна);

в) проверить исправность арматуры, гарнитуры и питательных приборов, а также взрывных клапанов топки и газоходов, если они имеются;

г) убедиться, что котел наполнен водой до низшего уровня, а у котлов с водяным экономайзером проверить также заполнение экономайзера водой;

д) проверить исправность топочного устройства.

29. При наличии у пароперегревателя устройства, предохраняющего его от перегрева при растопке, это устройство необходимо включить; заливка пароперегревателя водой для охлаждения его при растопке запрещается.

30. Растопка котла должна производиться при слабом огне, уменьшенной естественной тяге, при закрытом паровом вентиле и открытом предохранительном клапане или вентиле (кране) для выпуска воздуха; при наличии устройства для прогрева воды в нижнем барабане котла оно должно быть заблаговременно включено.

Длительность растопки котлов устанавливается инструкцией.

31. Для котлов с рабочим давлением свыше 6 атм подтягивание болтов лазов и люков допускается при давлении в котле не более 3 атм, а

для котлов с рабочим давлением до 6 атм — при давлении не более 50% рабочего.

32. Включение котла в паропровод должно производиться медленно, после тщательного прогрева и продувки паропровода.

33. По мере повышения давления в котле продувку пароперегревателя следует уменьшать, прекратить полностью после включения котла в паропровод и еще раз проверить исправность действия арматуры и уровень воды в котле.

34. Во время работы котла стрелка манометра не должна переходить через красную черту, указывающую высшее допускаемое рабочее давление в котле; при переходе стрелки манометра за красную черту нужно открывать предохранительный клапан и выпускать пар.

35. Заклинивать рычаги и пружины предохранительных клапанов, подвешивать добавочные грузы, перемещать имеющийся груз рычага запрещается.

36. Персонал, непосредственно обслуживающий котел, обязан немедленно остановить котел и довести об этом до сведения администрации в случаях:

а) если давление в котле поднимается выше допускаемого и продолжает расти, несмотря на уменьшение тяги и дутья и усиленное питание котла водой;

б) если произошел выпуск воды;

в) если уровень воды в котле, несмотря на питание его водой, быстро понижается;

г) если перестанут действовать питательные приборы котла;

д) если разрушится обмуровка и обнажится часть котла или если стенки котла или каркас накалятся докрасна;

е) если перестанут действовать водоуказательные приборы и предохранительные клапаны;

ж) если в основных элементах котла (барабанах, коллекторе, трубной решетке) будут обнаружены какие-либо дефекты, трещины, выпучины или произойдет разрыв кипятильных, экранных и других труб;

з) если уровень воды поднялся выше верхней кромки водомерного стекла;

и) если будет обнаружено горение топлива в газоходах хвостовой части котла, а также если будут обнаружены какие-либо другие опасные для котла или обслуживающего персонала недостатки, например сильная вибрация котла, повреждение паропровода или арматуры, взрывы газов в газоходах и др.

37. При аварийной остановке котла необходимо:

а) прекратить подачу топлива, прекратить дутье и ослабить тягу;

б) удалить горящее топливо из топки или в исключительных случаях осторожно залить горящее топливо водой, направляя струю воды на топливо, а не на стенки котла;

в) после прекращения горения топлива в топке открыть на некоторое время полностью дымовую заслонку, а в ручных топках — топочные дверцы;

г) отключить котел от главного паропровода;

д) произвести питание котла водой, если не было перед остановкой упуска воды;

е) постепенно спускать пар (через предохранительные клапаны или через аварийный выхлопной вентиль, если он имеется).

Запрещается тушить горящее в топке котла топливо водой, кроме особых случаев, предусмотренных инструкцией.

38. В случае возникновения пожара в котельной персонал котельной должен немедленно сообщить об этом пожарной охране и принять меры к тушению пожара, не прекращая наблюдения за котлами.

Если пожар угрожает котлам и нет возможности его быстро потушить, необходимо остановить котлы в аварийном порядке, усиленно питая их водой, и травить пар в атмосферу вне помещения.

ЛИТЕРАТУРА

Справочник по котлонадзору, Госэнергоиздат, 1954.

Теплотехнический справочник, т. 1 и 2, Госэнергоиздат, 1957—1958.

Справочник по монтажу тепломеханического оборудования под ред. Т. Е. Григорьева и В. А. Зайделя, Госэнергоиздат, 1953.

Бутенко Н. Л., Руководство по монтажу поверхности нагрева паровых котлов, Госэнергоиздат, 1954.

Гончаров С. П., Технология монтажных работ при сооружении котельных установок электростанций, Госэнергоиздат, 1957.

Зайдель В. А., Монтаж котельного оборудования, Госэнергоиздат, 1958.

Керцелли Л. И., Рыжкин В. Я., Тепловые электрические станции, Госэнергоиздат, 1956.

Куликовский П. П., Швецов П. Д., Семенов А. С., Паровые двигатели, Машгиз, 1955.

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Углетехиздат, 1957.

Рябоконь Н. Г., Гальчинский Л. В., Учебник электросварщика, Машгиз, 1957.

С л о б о д к и н М. С., Трубопроводная арматура, Машгиз, 1948.

Теплоэнергетические установки малой и средней мощности, под ред. И. Т. Швеца и П. Д. Швецова, Машгиз, 1952.

Я к о в л е в В. Н., Справочник слесаря-монтажника, Машгиз, 1957.

Правила техники безопасности для строительно-монтажных работ, Стройиздат, 1958.

Справочник строителя промышленных печей, Стройиздат, 1952.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
-----------------------	---

Глава I.

Материалы и детали, применяемые при монтаже

1. Сталь и чугун	7
2. Механические и термические свойства металлов	10
3. Трубы	12
4. Фланцы	13
5. Болты, шпильки и гайки	14
6. Смазочные и уплотнительные материалы . .	15

Глава II.

Основные сведения о работе котлов

1. Теплота	19
2. Передача тепла	21
3. Газы и водяной пар	24
4. Топливо	26

Глава III.

Котельные установки

1. Элементы котельного агрегата	29
2. Основные типы котлов малой и средней мощности	40
3. Вспомогательные устройства котельного агрегата	47
4. Обескислороживание питательной воды	55
5. Химическая обработка питательной воды	57

Глава IV.

Подготовительные и такелажные работы

1. Подготовка к монтажу	62
2. Приемка оборудования	64
3. Такелажные работы	70

Глава V.

Слесарные и сварочные работы

1. Слесарные работы	94
2. Сварочные работы	99
Электродуговая сварка	100
Оборудование для электросварки	104
Подготовка кромок под сварку	106
Электроды	111
Автоматическая и полуавтоматическая сварка	113
Газовая сварка	120
Газокислородная резка металлов	127
Дефекты сварных швов и методы их устранения	130

Сварочные напряжения и деформации . . .	136
Сравнение электрической и газовой сварки . .	138

Глава VI.

Монтаж котлов малой и средней мощности

1. Монтаж каркаса и барабана	141
2. Монтаж поверхностей нагрева	150
3. Развальцовка труб	152
4. Монтаж пароперегревателей	167
5. Монтаж чугунных и стальных экономайзеров .	168
6. Монтаж арматуры и трубопроводов в пределах котла	170
7. Монтаж обдувочных аппаратов	175
8. Монтаж топок	—
9. Гидравлическое испытание котла и трубопроводов	180
10. Обмуровочные работы	182
11. Активирование работ и порядок заполнения монтажных формуляров	185

Глава VII.

Блочный метод монтажа

1. Организация монтажной площадки	190
2. Механизмы, сварочная аппаратура и электроинструмент	192
3. Членение котлоагрегата на блоки	195
4. Сборка блоков	—
5. Монтаж котлоагрегата	213

Глава VIII.

Монтаж котельно-вспомогательного и нестандартного оборудования

1. Приемка оборудования и фундаментов	228
2. Монтаж механизмов для пылеприготовления	230
3. Монтаж вентиляторов и дымососов	231
4. Монтаж питательных насосов	236
5. Монтаж воздухопроводов, пылепроводов и газопроводов	238
6. Монтаж батарейных циклонов (мультициклонов)	240
7. Монтаж стальных дымовых труб	241
8. Монтаж оборудования для химической обработки воды	245

Глава IX.

Монтаж трубопроводов

1. Гибка труб	251
2. Компенсаторы и опоры	253
3. Монтаж трубопроводов	254
4. Монтаж газопроводов	260

Глава X.

Подготовка котлоагрегата к пуску

1. Сушка обмуровки	263
2. Щелочение и промывка	265
3. Паровое опробование	267
4. Комплексное опробование	269

Глава XI.

Требования по технике безопасности на монтажных работах

1. Организация монтажной площадки и рабочего места	270
2. Погрузочно-разгрузочные и такелажные работы	275
3. Электро- и газосварочные работы	282
4. Монтаж и испытание теплосиловых установок	288
