



РЕМОНТ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ТИПА ДКВР



В. Н. СЕРОГОДСКИЙ

РЕМОНТ
ПАРОВЫХ КОТЛОВ
ТИПА ДКВР



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ

1985

ББК 31.361

С 32

УДК 621.181.004.67

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Банник В. П., Бережной Ю. С., Волков А. В., Волобуева И. В.,
Гирнис В. В., Иванов Н. И., Кузнецов А. А., Малкин А. Б., Сали-
мов Ю. Т., Семенов Л. А., Сидоров В. Я., Якобсон С. С.

Рецензент А. А. Ахтырский

Серогодский В. Н.

С 32 Ремонт паровых котлов типа ДКВР.— М.: Энергоатом-
издат, 1985.— 80 с., ил.— (Б-ка тепломонтажника).

30 к. 20 000 экз.

В книге приведены характеристики котлов типа ДКВР, основные положения системы планово-предупредительных ремонтов. Рассмотрены планирование, организация и механизация ремонтных работ. Описаны технологические ремонтные операции по устранению дефектов, допуски и методы контроля при изготовлении отдельных деталей и ремонте котла.

Книга рассчитана на бригадиров, мастеров и квалифицированных рабочих ремонтных служб энергетических и промышленных предприятий.

2303020100-250
С _____ **161-85**
051(01)-85

ББК 31.361
6П2.22

ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ СЕРОГОДСКИЙ

Ремонт паровых котлов типа ДКВР

Редактор А. Л. Зыкин
Редактор издательства А. А. Кузнецов
Художественный редактор В. А. Гозак-Хозак
Технический редактор Г. В. Преображенская
Корректор Л. С. Тимохова
ИБ № 295

Сдано в набор 17.01.85. Подписано в печать 10.06.85. Т-13682. Формат 84×108^{1/32}. Бумага типографская № 3. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,2. Усл. кр.-отг. 4,52. Уч.-изд. л. 5,26. Тираж 20 000 экз. Заказ 663. Цена 30 к.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113054, Москва, Валовая, 28.

© Энергоатомиздат, 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время в котельных промышленных предприятий эксплуатируются вертикально-водотрубные паровые котлы типа ДКВР производительностью от 2,5 до 20 т. Бийским котельным заводом выпущено несколько десятков тысяч котлов типа ДКВР различной производительности. Повышение надежности работы котлов, сокращение сроков ремонта, уменьшение количества ремонтного персонала на единицу установленной мощности могут быть решены не только за счет повышения культуры эксплуатации, но и путем улучшения системы технологической подготовки ремонтных работ, внедрения передовой технологии ремонта, новых методов организации и механизации ремонтов.

Для оказания помощи службам главного механика и энергетика промышленных предприятий, а также среднему техническому персоналу и бригадирам специализированных ремонтных организаций при выполнении ремонтных работ на котлах ДКВР написана данная книга.

В книге автором использован опыт применения технологических и нормативно-технических руководящих материалов ремонтных подразделений производственного объединения Союзхимпромэнерго, приводятся организация ремонтных работ с использованием средств механизации и такелажной оснастки; краткое описание механизмов, описание технологического процесса ремонта основных узлов и элементов котла, требования к материалам, допуски при изготовлении элементов котлов и осуществлении ремонтных операций. Отражены также вопросы контроля качества при изготовлении элементов и узлов и при выполнении ремонтных работ, требования по охране труда и технике безопасности при выполнении ремонтных работ.

Книга может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке высококвалифицированных рабочих по ремонту котлов.

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

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛОВ ПАРОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ОТ 2,5 ДО 25 Т/Ч, ВЫПУСКАЕМЫХ БИЙСКИМ КОТЕЛЬНОМ ЗАВОДОМ

1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛОВ ТИПА ДКВР

Котлы типа ДКВР — вертикально-водотрубные котлы, двухбарабанные, экранированные (рис. 1). Основные характеристики котлов типа ДКВР приведены [3] в табл. 1.

Обозначение котлов:

ДКВР — двухбарабанный котел, водотрубный, реконструированный.

Первое число после наименования котла обозначает паропроизводительность, т/ч.

Второе число — давление пара в барабане котла или за пароперегревателем, кгс/см².

Типовая компоновка котельной с тремя паровыми котлами ДКВР-10-13 показана на рис. 2. Котлы и основная часть вспомогательного оборудования размещены в котельном зале размерами в плане 30,0×18,0 м, высотой до низа ферм 7,20 м и установлены с шагом 6,0 м. Водяные экономайзеры котлов приближены к задней стене котельной, вентиляторы устанавливаются между котлами и экономайзерами на нулевой отметке. К достоинствам такой компоновки котельной можно отнести хорошую естественную освещенность фронта обслуживания котлов и компактность установки оборудования. Но стесненная расстановка питательных насосов и оборудования химводоочистки затрудняет обслуживание и выполнение ремонтных работ [18].

Таблица 1. Характеристики котлов типа ДКВР

Наименование	Марка котла				
	ДКВР-2,5-13	ДКВР-4-13	ДКВР-6,5-13	ДКВР-10-13	ДКВР-20-13
Паропроизводительность котла, т/ч	2,5	4,0	6,5	10,0	20,0
Давление пара, МПа (кгс/см ²)	1,3(13)	1,3(13)	1,3; 2,3 (13; 23)	1,3; 2,3 (13; 23)	1,3(13)
Радиационная поверхность нагрева, м ²	17,7	21,4	27,9	47,9	51,3
Конвективная поверхность нагрева, м ² (без пароперегревателя)	73,6	116,9	197,4	229,1	357,4

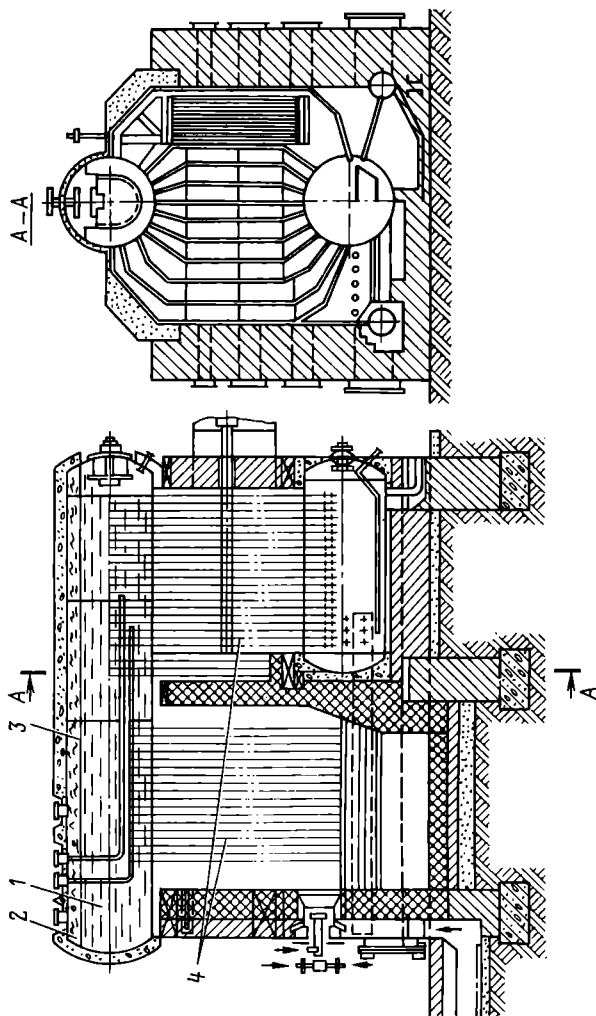


Рис. 1. Паровой двухбарабанный водотрубный котел ДКВР:

1—водяной объем (пространство); 2—паровой объем (пространство); 3—зеркало испарения; 4—радиационные и конвективные поверхности нагрева

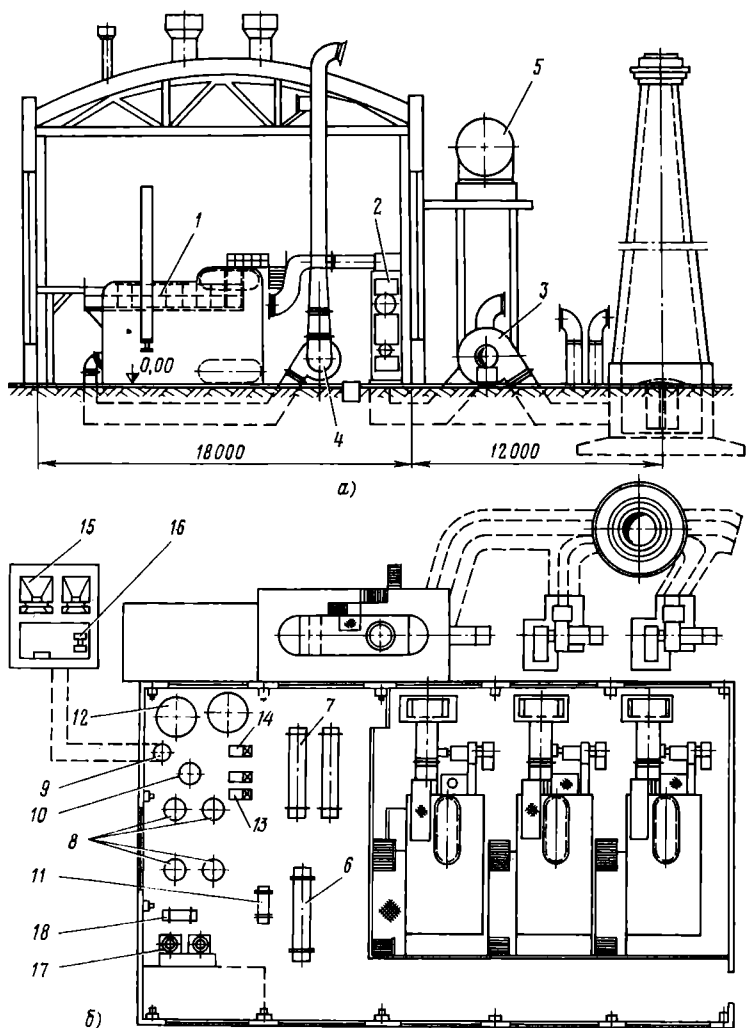


Рис. 2. Компонновка котельной с тремя паровыми котлами ДКВР-10-13:
 а—разрез; б—план: 1—котел паровой типа ДКВР-10-13; 2—экономайзер; 3—дымо-
 сос; 4—вентилятор; 5—деаэратор; 6, 7—блоки подогревателей сетевой воды;
 8—фильтр Na-катионитовый; 9—фильтр раствора соли; 10—бак крепкого раствора
 соли; 11—подогреватель сырой воды; 12—бак промывочной воды; 13—насос сырой
 воды; 14—насос промывочной воды; 15—бак мокрого хранения соли; 16—насос
 раствора соли; 17—сепаратор непрерывной продувки; 18—теплообменник непрерыв-
 ной продувки

На рис. 3 приводятся схемы компоновок котлов типа ДКВР с различными топочными устройствами [21].

Барабаны котлов соединены системой гнутых цельнотянутых стальных труб (наружный диаметр труб 51 мм), образующих развитую конвективную поверхность нагрева. Трубы расположены в коридорном порядке, своими верхними концами завальцованы в барабаны, нижними — приварены к коллекторам. Водяные экраны расположены по боковым стенкам топки котла.

Трубно-барабанная система, например, котлов ДКВР-10-13 состоит из радиационных и конвективных поверхностей нагрева, барабанов и камер (коллекторов) (рис. 4, 5).

Котлы ДКВР-10-13 с укороченным верхним барабаном имеют низкую компоновку топочной камеры. Верхний и нижний барабаны соединены между собой пучком кипяtilьных труб. Конвективный пучок труб разделен чугунной перегородкой на два газодода. Трубы радиационной поверхности нагрева соединены между собой верхними и нижними коллекторами, образуют потолочный и боковые экраны топочной камеры [17].

Котлы для предварительного отделения пара от воды в верхних коллекторах и экранах оборудуются двумя выносными вертикальными циклонами, расположенными снаружи боковых стенок котла. Циклоны соединены трубами с верхними и нижними коллекторами (камерами). Из пароводяной смеси, поступающей с верхних коллекторов, пар отделяется от воды в циклоне и по пароотводящим трубам направляется в сепарационное устройство верхнего барабана, а затем потребителю; отсепарированная вода из циклона поступает в нижний коллектор. Питание котлов осуществляется через питательные трубы, расположенные в верхнем барабане. На верхнем барабане установлены предохранительные клапаны. Из верхнего барабана к фронту котла выведены трубы, на которых установлены водоуказательные стекла и манометр.

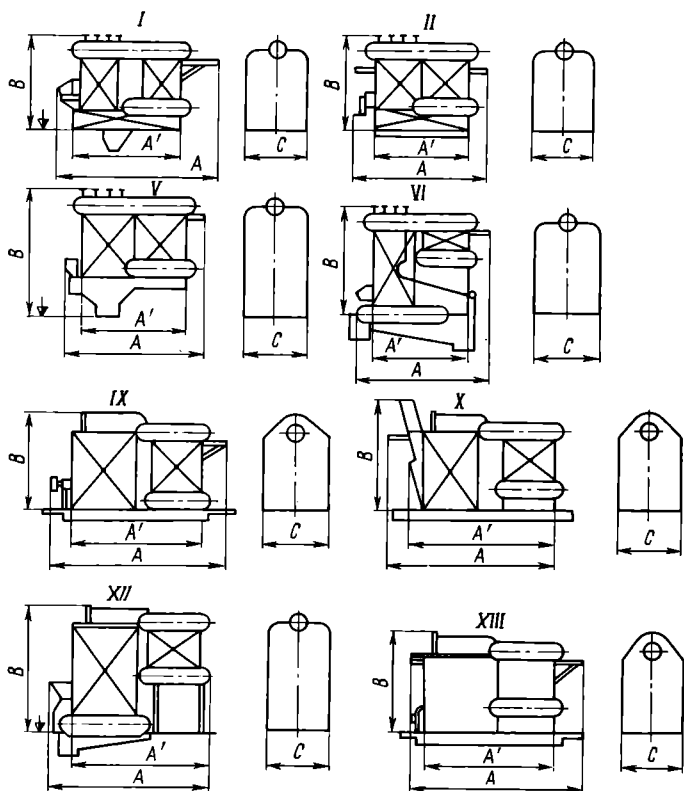
Нижний барабан и коллекторы экрана закреплены на стальной опорной раме (рис. 6). Рама сварена из швеллеров и двутавров, имеет опоры для нижнего барабана и коллекторов экранов. Тепловое расширение направлено по вертикали вверх и по горизонтали от фронта вдоль оси барабанов. На раму опираются только металлическая часть котла и золовые бункера. Масса слоевой решетки и обмуровки передается на другие рамы и на фундамент.

Для радиационных и конвективных поверхностей нагрева используются стальные бесшовные трубы, изготовленные из углеродистой качественной стали марок 10 или 20 [2].

Радиационные поверхности нагрева выполняются из стальных труб, размещаемых вертикально в один ряд по стенкам (боковые и задний экран) или в объеме топочной камеры (фронтальной экран).

Теплота, заключенная в уходящих дымовых газах, частично используется — питательная вода подогревается в теплообменнике, называемом водяным экономайзером.

Экономайзер располагается по ходу воды между питательным насосом и котлом. При подогреве вода в чугунном экономайзере не



доводится до кипения, так как чугунные трубы, из которых обычно выполняется экономайзер, разрушаются от возникающих гидравлических ударов. Поэтому нагрев воды в чугунном экономайзере должен быть на $40\text{--}60^\circ\text{C}$ ниже температуры кипения воды [1].

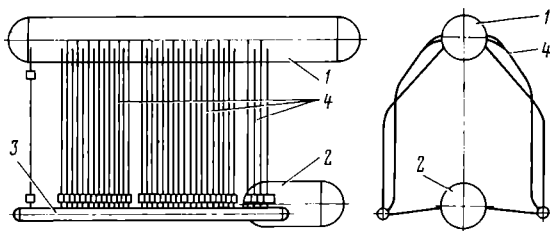


Рис. 4. Схема расположения барабанов, коллекторов и экранных труб котла типа ДКВР:

1—верхний барабан; 2—нижний барабан; 3—коллекторы; 4—экранные трубы

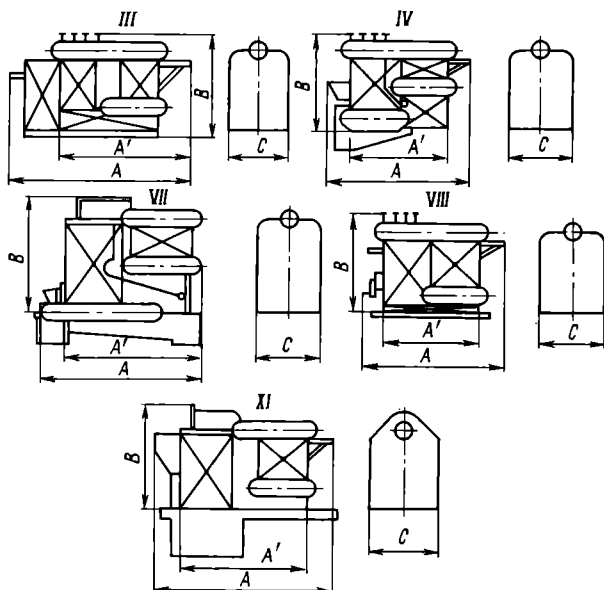


Рис. 3. Схема компоновок котлов типа ДКВР с различными топочными устройствами:

I—ДКВР-2,5; ДКВР-4 и ДКВР-6,5 с топкой ПМЗ-РПК; II—ДКВР-2,5; ДКВР-4; ДКВР-6,5 и ДКВР с топкой для сжигания газа и мазута; III—ДКВР-2,5; ДКВР-4; ДКВР-6,5 и ДКВР-10 с топкой Померанцева; IV—ДКВР-10 с топкой ПМЗ-ЧЦР; V—ДКВР-2,5; ДКВР-4; ДКВР-6,5 и ДКВР-10 с топкой Шершнева; VI—ДКВР-10 с решеткой ЧЦР; VII—ДКВР-20 с решеткой ЧЦР и ступенчатым испарением; VIII—ДКВР-2,5; ДКВР-4; ДКВР-6,5 с топкой для сжигания газа и мазута, с облегченной обмуровкой и обшивкой; IX—ДКВР-10 в облегченной обмуровке, с топкой для сжигания газа и мазута, с двухступенчатым испарением; X—ДКВР-10-39 с топкой Померанцева; XI—ДКВР-10-39 с топкой ПМЗ-РПК; XII—ДКВР-20 с решеткой ПМЗ-ЧЦР и ПМЗ-ЛЦР; XIII—ДКВР-10 и ДКВР-20 с топкой для сжигания газа и мазута; компоновки IX, X, XI, XII и XIII с укороченным верхним барабаном; компоновки X, XI, XII и XIII с двухступенчатым испарением

Стальные водяные экономайзеры состоят из труб, согнутых в виде змеевиков, вваренных в коллекторы круглого сечения. В стальных водяных экономайзерах допускается закипание воды, и в этих случаях их называют экономайзерами кипящего типа (рис. 7).

Воздухоподогреватель, воспринимая теплоту уходящих газов и передавая ее воздуху, уменьшает потери теплоты с уходящими газами (рис. 8). Подогретый воздух от воздухоподогревателя направляется в топку котла, улучшая условия сгорания топлива. При этом увеличивается температура горения топлива и коэффициент полезного действия установки.

При работе воздухоподогревателя требуется искусственное дутье и тяга, т. е. установка вентилятора для подачи воздуха в топку и дымососа для отсоса дымовых газов. При наличии в котлах экономайзера и воздухоподогревателя первым по ходу газов уста-

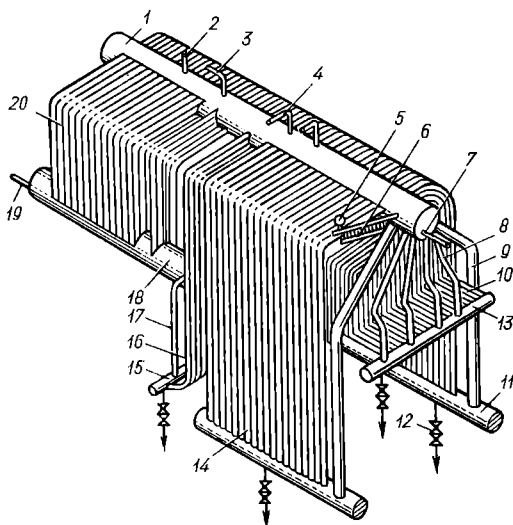


Рис. 5. Трубная система котла ДКВР:

1—верхний барабан; 2—выход пара; 3—предохранительный клапан; 4—подвод питательной воды; 5—манометр; 6—водоуказательная колонка; 7—непрерывная продувка; 8—водоотпускные трубы фронтального экрана; 9—водоотпускные трубы боковых экранов; 10—фронтальный экран; 11—коллектор бокового экрана; 12—дренаж (периодическая продувка); 13—коллектор фронтального экрана; 14—боковой экран; 15—коллектор заднего экрана; 16—задний экран; 17—водоотпускные трубы заднего экрана; 18—нижний барабан; 19—продувка нижнего барабана; 20—конвективный пучок труб

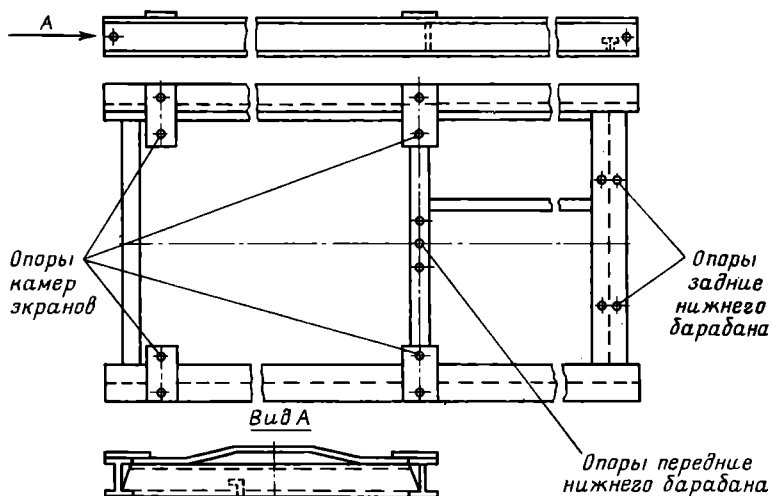


Рис. 6. Опорная рама котла типа ДКВР

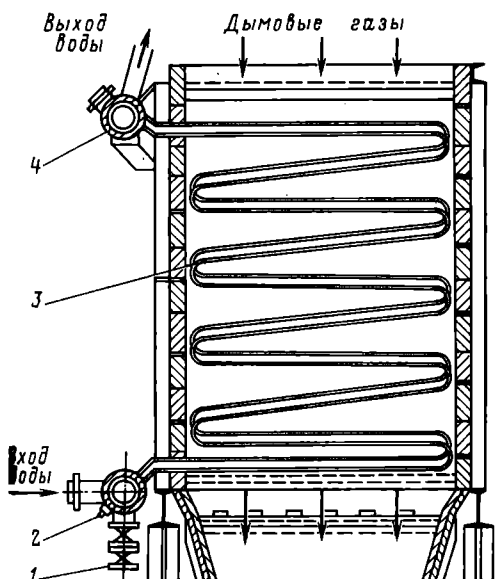


Рис. 7. Стальной экономайзер кипящего типа:
1—спускной вентиль; 2—входной коллектор; 3—
трубки; 4—выходной коллектор

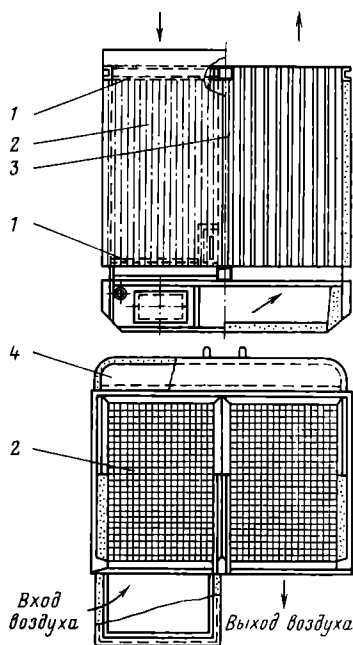


Рис. 8. Воздухонагреватель (рекуперативный):
1—трубные доски; 2—трубы;
3—перегородка; 4—перепускной короб

навливают экономайзер, а вторым — воздухонагреватель [1]. Как правило, трубчатыми воздухонагревателями снабжены котлы, работающие на давлении 3,82 МПа (39 кгс/см²).

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛОВ ТИПОВ ДЕ И КЕ

Котлы типа ДКВР, выпущенные Бийским котельным заводом, с газомазутными топками, кроме ряда эксплуатационных преимуществ, имеют и недостатки, основными из которых являются высокая металлоемкость, тяжелая обмуровка, неудовлетворительная облегченная обмуровка и значительные затраты при монтаже. В этой связи Бийский котельный завод начал выпуск газомазутных котлов типа ДЕ. Основные параметры этих котлов приведены в табл. 2.

Котлы типа ДЕ представляют собой конструкцию из двух барабанов одинаковой длины, соединенных пучком гнутых кипящих труб.

Топочная камера для газообразного и жидкого топлива размещена

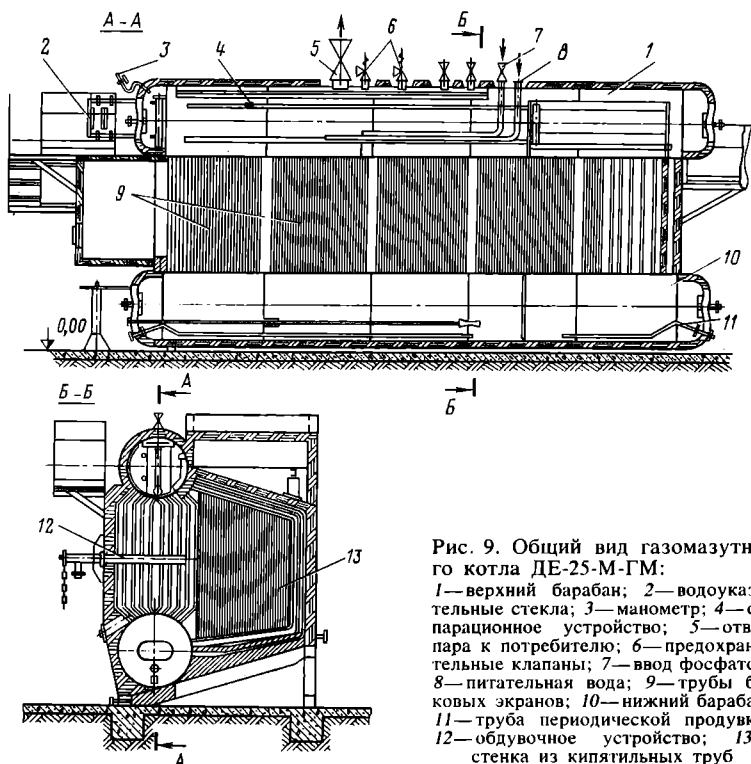


Рис. 9. Общий вид газомазутного котла ДЕ-25-М-ГМ:

1—верхний барабан; 2—водоуказательные стекла; 3—манометр; 4—сепарационное устройство; 5—отвод пара к потребителю; 6—предохранительные клапаны; 7—ввод фосфатов; 8—питательная вода; 9—трубы боковых экранов; 10—нижний барабан; 11—труба периодической продувки; 12—обдувочное устройство; 13—стенка из кипяtilьных труб

Таблица 2. Основные параметры котлов типа ДЕ-ГМ

Марка котла	Паропроизводительность, т/ч	Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)	Температура пара, °С	
			насыщенного	перегретого
ДЕ-4-14ГМ/3	4	1,4(14)	194	225
ДЕ-6,5-14ГМ/3	6,5	1,4(14)	194	225
ДЕ-6,5-24ГМ/3	6,5	2,4(24)	220	250
ДЕ-10-14ГМ/3	10	1,4(14)	194	225
ДЕ-10-24ГМ/3	10	2,4(24)	220	250
ДЕ-16-14ГМ/2	16	1,4(14)	194	225
ДЕ-16-24ГМ/2	16	2,4(24)	220	250
ДЕ-25-14ГМ/1	25	1,4(14)	194	225
ДЕ-25-24ГМ/1	25	2,4(24)	220	250

рядом с пучком труб параллельно осям барабанов. С фронтальной стороны котла расположены горелка, водоуказательные стекла, манометр, устройства для продувки котла и обдувки наружных конвективных поверхностей нагрева. Дымовые газы из топочной камеры уходят в конвективный пучок через отверстие в конце топки по всей высоте кипяtilьных труб.

Конвективный пучок отделен от топочной камеры глухой мембранной стенкой, выполненной из кипяtilьных труб с вваренными между ними стальными полосками. В пучке газы осуществляют несколько подъемно-опускных ходов или омывают трубы поперечными потоками в один ход. Выйдя на фронт котла, дымовые газы поднимаются по специальному коробу вверх и направляются в газоход, размещенный под потолочными участками экранных труб топочной камеры. Далее газы направляются в водяной экономайзер и дымовую трубу.

Общий вид котла ДЕ-25-14ГМ показан на рис. 9. Для обеспечения надежной циркуляции в кипяtilьных трубах котельного пучка верхний и нижний барабаны соединены между собой опускными трубами $\varnothing 159$ мм, количество которых в зависимости от производительности котла может быть от 1 до 4 шт. Изоляция облегченная, толщиной 110—120 мм. Экранирование пода, потолка и внешней боковой стены топочной камеры выполнено трубами, соединенными с нижним и верхним барабанами. Фронтальная и задняя стены топочной камеры экранированы трубами $\varnothing 51$ мм с вваренными между ними стальными полосками.

Котлы типа ДЕ запроектированы для работы с уравновешенной тягой и снабжаются дутьевым вентилятором и дымососом. Хвостовые поверхности котлов при номинальной нагрузке обеспечивают температуру уходящих газов при работе на мазуте 175—180° С, а на природном газе 140—150° С. Принятые по расчету в котлах типа ДЕ сопротивления проходу газов при одинаковых нагрузках выше, чем в котлах типа ДКВР. По данным завода-изготовителя удельный расход металла на 1 т паропроизводительности в этих котлах меньше, чем в котлах типа ДКВР, примерно на 10%.

Однако необходимо учитывать, что котлы типа ДЕ не снабжены ступенчатым испарением и поэтому применение этих котлов в целом ряде районов страны неэкономично из-за большого объема непрерывной продувки. Возможность применения в котлах этого типа ступенчатого испарения встречает серьезные затруднения. Поскольку котлы этой серии имеют по сравнению с котлами типа ДКВР ширину топочной камеры почти в 2 раза меньшую, требования к качеству питательной и котловой воды для этих котлов должны быть очень высокие, особенно в отношении железистых соединений [16].

В настоящее время выпускаются паровые котлы типа КЕ паропроизводительностью от 2,5 до 25 т/ч, работающие на твердом топливе. Котлы типа КЕ вырабатывают насыщенный или перегретый пар давлением 1,4 или 2,4 МПа (14 или 24 кгс/см²) для технологических нужд промышленных предприятий, систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Котлы типа КЕ паропроизводительностью 2,5; 4; 6,5; 10 и 25 т/ч комплектуются слоевыми механическими топками с пневмомеханическими забрасывателями и решетками обратного хода. Топки котлов КЕ предназначены для сжигания каменных и бурых углей [16].

Сравнительные характеристики котлов типов ДКВР, КЕ и ДЕ приведены в табл. 3.

Таблица 3. Характеристики

Обозначение по ГОСТ 3619-76	Заводская маркировка		
	ДКВР	КЕ	ДЕ
Е-2, 5-14	ДКВР-2,5-13	—	—
Е-2, 5-14ГМ	ДКВР-2,5-13	—	—
Е-2, 5-14Р	—	КЕ-2,5-14С	—
Е-4-14	ДКВР-4-13	—	—
Е-4-14ГМ	ДКВР-4-13	—	ДЕ-4-14ГМ
Е-4-14Р	—	КЕ-4-14С	—
Е-6,5-14	ДКВР-6,5-13	—	—
Е-6,5-14ГМ	ДКВР-6,5-13	—	ДЕ-6,5-14ГМ
Е-6,5-14-225ГМ	ДКВР-6,5-13-225	—	—
Е-6,5-14Р	—	КЕ-6,5-14С	—
Е-6,5-14Р	—	КЕ-6,5-14-225С	—
Е-10-14	ДКВР-10-13	—	—
Е-10-14ГМ	ДКВР-10-13	—	ДЕ-10-14ГМ
Е-10-14Р	—	КЕ-10-14С	—
Е-10-14-225ГМ	ДКВР-10-13-225	—	—
Е-10-24ГМ	ДКВР-10-23	—	ДЕ-10-24ГМ
Е-10-24Р	—	КЕ-10-24С	—
Е-10-24Р	—	КЕ-10-24-250С	—
Е-10-24-370ГМ	ДКВР-10-23-370	—	—
Е-10-40Р	ДКВР-10-39	—	—
Е-10-40Р	ДКВР-10-39-440	—	—
Е-10-40	ДКВР-10-39-440ПМ	—	—
Е-10-40ГМ	ДКВР-10-39ГМ	—	—
Е-10-40ГМ	ДКВР-10-39-440ГМ	—	—
Е-16-14	—	—	ДЕ-16-14ГМ
Е-20-14ГМ	ДКВР-20-13	—	ДЕ-20-14ГМ
Е-20-14	ДКВР-20-13-250ГМ	—	—
Е-20-24ГМ	ДКВР-20-23	—	ДЕ-20-24ГМ
Е-20-24-370	ДКВР-20-23-370	—	—
Е-20-24-250	ДКВР-20-23-250	—	—
Е-25-14Р	—	КЕ-25-14С	—
Е-25-14Р	—	КЕ-25-14-225С	—
Е-25-14ГМ	—	—	ДЕ-25-14ГМ
Е-25-14ГМ	—	—	ДЕ-25-14-225ГМ
Е-25-24Р	—	КЕ-25-24С	—
Е-25-24Р	—	КЕ-25-24-250С	—
Е-25-24Р	—	КЕ-25-24-350С	—
Е-25-24ГМ	—	—	ДЕ-25-24ГМ
Е-25-24ГМ	—	—	ДЕ-25-24-250ГМ

Примечания: 1. Котлы типа КЕ паропроизводительностью 2,5; 4; 6,5; 10 и 25 т/ч решетками обратного хода. Топки котлов типа КЕ предназначены для сжигания

2. Котлы типа ДЕ паропроизводительностью 4; 6,5; 10; 16 и 25 т/ч предназначены

3. Е — паровой стационарный котел с естественной циркуляцией с перегревом и без топлива — природный газ и мазут.

котлов типов ДКВР, КЕ и ДЕ

Паропроиз- водитель- ность котлов, т/ч	Давление пара, МПа (кгс/см ²)	Характеристи- ка и темпера- тура пара, °С	Темпера- тура пи- тательной воды, °С
2,5	1,4(14)	Насыщенный	100
4	1,4(14)	Насыщенный	100
6,5	1,4(14)	Насыщенный, 225	100
10	1,4(14)	Насыщенный, 225	100
10	2,4(24)	Насыщенный	100
		250	
		370	
10	4,0(40)	Насыщенный	145
		440	
		Насыщенный, 440	
16	1,4(14)	Насыщенный	100
20	1,4(14)	Насыщенный, 250	
20	2,4(24)	Насыщенный 370 250	100
25	1,4(14)	Насыщенный, 225	100
25	1,4(14)		
25	2,4(24)	Насыщенный 250	100
		350	
		Насыщенный, 250	

комплекуются слоевыми механическими топками с пневматическими забрасывателями и каменных и бурых углей.
ны для сжигания газа и мазута.
перегрева пара; ГМ — вид топлива — газ и мазут; С — котел со слоевой топкой; ПМ — вид

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

3. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

Техническое обслуживание и виды ремонта

Система технического обслуживания — комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования для заданных условий эксплуатации, который обеспечивает показатели качества, предусмотренные в нормативной документации соответствующего производства. Техническое обслуживание и ремонт обеспечивают: поддержание оборудования в работоспособном состоянии и предотвращение неожиданного выхода его из строя; возможность выполнения ремонтных работ по плану, без ущерба для плана производства; своевременную подготовку необходимых для ремонта запасных частей и материалов; правильную и безопасную организацию технического обслуживания и ремонта оборудования; увеличение коэффициента технического использования оборудования за счет повышения качества ремонта и сокращения сроков выполнения ремонтных работ.

В зависимости от особенностей повреждений и износа составных частей котла, а также трудоемкости ремонтных работ системой технического обслуживания и ремонта предусматривается проведение текущего и капитального ремонтов [4].

Текущий ремонт состоит в восстановлении или замене отдельных элементов. Работы текущего ремонта паровых котлов типа ДКВР включают: устранение мелких по глубине и протяженности дефектов на внутренней поверхности барабана; восстановление уплотнительных поверхностей лючковых затворов с устранением язвин, раковин, забоин; ремонт и замену штуцеров барабана при износе штуцера менее 50%; устранение небольших по объему дефектов или замену отдельных элементов испарителя и пароперегревателя; ремонт трубопроводов вне котла; ремонт запорной арматуры с набивкой сальников и заменой прокладок; ремонт, проверку и настройку средств автоматики и измерительных приборов.

Капитальный ремонт котлов типа ДКВР осуществляется для полного или близкого к полному восстановления их ресурса и предусматривает замену или восстановление любых его частей, включая базовые. Объем капитального ремонта включает: объем текущего ремонта; ремонт барабана котла; замену или бандажирование штуцеров барабана; замену труб поверхностей нагрева; замену соединительных труб в пределах котла; замену коллекторов; ремонт и замену металлоконструкций котла и восстановление антикоррозийного покрытия металлоконструкций.

Системой технического обслуживания и ремонта оборудования определена периодичность проведения капитальных ремонтов котлов.

Ремонтно-технологическая документация

Обеспечение ремонтных работ ремонтно-технологической документацией—одна из главных задач, решение которой позволяет перейти от уровня качества ремонта, определяемого индивидуальной квалификацией каждого исполнителя, к качеству, определяемому качеством соответствующей подготовки ремонтного производства.

Базой для разработки ремонтно-технологической документации является действующая Государственная система стандартизации (ГСС), устанавливающая единую организационно-методическую основу проведения работ по стандартизации на всех уровнях управления народным хозяйством: государственном (ГОСТ), отраслевом (ОСТ), республиканском (РСТ), предприятия или объединения (СТП).

По этой системе организуется деятельность по стандартизации министерств и ведомств, головных и базовых организаций по стандартизации, служб стандартизации на предприятиях и организациях. Такая структура позволяет внедрять в промышленность комплексы стандартов Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической документации (ЕСТД).

ЕСТПП устанавливает порядок разработки технологической документации и предусматривает широкое применение типовых технологических процессов, стандартной оснастки и оборудования. Основные положения ЕСТПП определяют единые общие принципы и методы технологической подготовки производства каждого уровня управления (общесоюзного, отраслевого, предприятия и объединения). В ЕСТПП в свою очередь используются системы ЕСКД и ЕСТД.

ЕСКД содержит государственные стандарты, определяющие единый порядок оформления и обращения конструкторской документации, обеспечивает повышение производительности труда конструкторов, взаимообмен конструкторскими документами между организациями и предприятиями без переоформления, улучшение условий эксплуатации и ремонта изделий, уменьшение объема документации.

ЕСТД содержит государственные стандарты, определяющие единые стадии разработки, виды и комплектность технологической документации, методы и правила учета применяемых деталей, сборочных единиц и оснастки, систему обеспечения технологических документов, рациональную организацию технологических работ, повышение уровня типизации технологических процессов, возможность взаимообмена технологической документацией без переоформления, повышение уровня унификации оснастки и инструмента [5].

В предусмотренную ЕСКД номенклатуру нормативно-технических и конструкторских ремонтных документов (ГОСТ 2.602-68) должны входить:

- общие технические условия на капитальный ремонт;
- технические условия на капитальный ремонт;
- общее руководство по капитальному ремонту;
- руководство по капитальному ремонту;
- нормы расхода запасных частей;
- нормы расхода материалов для ремонта;
- ведомость документов для ремонта;
- чертежи ремонтные [6].

Исполнительную документацию на проведение капитального ремонта парового котла типа ДКВР можно разделить на подготовительную, оперативную, заключительную (отчетную).

Подготовительная документация включает в себя:

- ведомость объема работ;
- график проведения подготовительных работ;
- график выполнения ремонта;
- акт о техническом состоянии котла до ремонта;
- проект организации (механизации) работ и технологические указания на выполнение сварочных работ;

- спецификацию на оборудование, запасные элементы, инструмент, оснастку, такелажные приспособления к механизмам, инвентарь, противопожарное оборудование;

- дефектную ведомость;
- смету затрат на ремонт котла.

Оперативная документация включает:

- журнал ремонтных работ;
- наряд-допуск;
- дополнительную ведомость дефектов, выявленных в процессе ремонта;

- акт передачи котла в ремонт.

Заключительная (отчетная) документация включает:

- всю подготовительную и оперативную документацию;

- заключения и протоколы по результатам контроля сварных соединений;

- копии сертификатов на материалы и копии удостоверений сварщиков;

- акт о гидравлических испытаниях котла;
- акт (протокол) приемки котла из ремонта;
- гарантийный паспорт (свидетельство) о качестве ремонта.

Для своевременной подготовки и выполнения ремонтов разрабатываются перспективные, годовые и месячные планы выполнения ремонтов паровых котлов типа ДКВР, предусматриваются также работы по реконструкции или модернизации [5].

Подготовительные работы

Подготовительные работы осуществляются по трем направлениям: организационное, инженерное и материальное.

Организационная подготовка включает составление перспективных, годовых и месячных планов капитального ремонта.

Планы-графики ремонта разрабатываются на основе ремонтных нормативов и производственных программ, а также с учетом возможностей ремонтных служб предприятий и специализированных ремонтных организаций. Ремонтными нормативами определяются структура межремонтного цикла, межремонтный период и продолжительность простоя паровых котлов типа ДКВР в ремонте.

В годовых планах-графиках устанавливаются квартал и месяц, в течение которых котлы должны быть отремонтированы. На основании годовых планов-графиков составляются квартальные и месячные графики ремонтов; в них указываются календарные дни простоя каждого объекта в ремонте. Проект плана-графика капитального ремонта предварительно согласовывается со специализированными ремонтными организациями, которые должны принимать участие в ремонте или выполнять ремонт.

Началу каждого ремонта предшествует составление ведомостей дефектов, где подетально перечисляются все работы, выполняемые в соответствии с плановым ремонтом. Независимо от формы ведомости содержат сведения, позволяющие определить потребность в материалах и запасных частях.

В ведомость дефектов могут быть включены работы, вызванные производственной необходимостью (незначительные переключения коммуникаций, конструктивные изменения и т. п.), направленные на улучшение условий труда (работы по обеспечению безопасных условий), а также работы по частичной или полной модернизации паровых котлов типа ДКВР.

Подготовка ведомостей дефектов поручается высококвалифицированным исполнителям, знающим состояние ремонтируемых элементов котла, технологию производства ремонтных работ, характер и размеры износа элементов котла, способы устранения дефектов и т. д.

Для составления ведомости дефектов необходимо учесть мнение эксплуатирующего котел персонала (операторов, машинистов, дежурных слесарей и др.). Ведомость утверждается главным инженером или главным механиком (энергетиком) предприятия. На основании ведомости составляется смета на выполнение ремонтных работ, расходуемые материалы и запасные части в соответствии с действующими прейскурантами и ценниками.

При вскрытии котла и тщательном техническом осмотре могут быть выявлены новые, не предусмотренные ведомостью дефекты, или некоторые предполагаемые дефекты могут отсутствовать, поэтому составленная и утвержденная ведомость дефектов может быть дополнена новыми пунктами или сокращена. В этом случае составляется дополнительная смета.

В графике подготовительных работ указываются исполнители и сроки завершения разработки технической документации на капитальный ремонт (реконструкцию или модернизацию) котла и вспомогательного оборудования; проверки готовности подъемных и

транспортных механизмов и такелажных приспособлений; проверки готовности станочного парка, имеющегося у заказчика и подрядчика; проверки готовности энергетических разводов, сборок, постов; проверки готовности средств механизации, инструмента и инвентаря; изготовления заменяемых элементов котла; подготовки запчастей и материалов, проверки их качества; размещения заказов на механическую обработку крупногабаритных деталей, необходимых при ремонте; проверки готовности производственных и бытовых помещений и площадок.

Инженерная подготовка включает разработку нормативно-технической и технологической документации на капитальный ремонт и конструкторской документации для реконструкции или модернизации котла. Разработку документации на типовой капитальный ремонт выполняют службы предприятия-владельца котла или специализированной ремонтной организации.

На работы, связанные с повышенной опасностью (на высоте или в стесненных условиях), по снятию, установке и сборке крупногабаритного оборудования подрядчиком независимо от наряда-допуска разрабатываются проекты организации (механизации) работ.

В зависимости от характера ремонтных работ проекты организации работ должны быть согласованы с администрацией цеха, а при необходимости и с главным механиком, главным энергетиком.

Выполнение капитального ремонта котла специализированной организацией, имеющей возможность изготовления запасных элементов, разрабатывающей технологию ремонта и проект механизации (организации) работ и осуществляющей ремонт, обеспечивает:

сокращение времени капитального ремонта и доведение его до оптимального срока за счет замены вышедших из строя элементов на изготовленные заранее за счет концентрации ремонтного персонала и полного его обеспечения механизмами и оснасткой;

ограничение численности ремонтного персонала за счет целенаправленного планирования ремонтных работ и своевременной подготовки производства;

повышение качества ремонтных работ и рост производительности труда за счет обобщения опыта проведения капитальных ремонтов;

более полную занятость ремонтного персонала и повышение коэффициента использования механизмов и оборудования ремонтных мастерских (баз).

При этом предприятие-владелец котла должно выполнить следующие требования:

обеспечить свободный доступ к котлу для облегчения его ремонта (демонтажа и повторного монтажа);

иметь в здании, где установлен котел, монорельсы, кран-балки или какие-либо металлоконструкции для крепления и настройки такелажа;

освободить пространство до самой верхней отметки потолка над проемами, предназначенными для подъема элементов котла;

оборудовать удобные площадки и леса для обеспечения свободного доступа ремонтного персонала к ремонтируемому оборудованию;

разместить склады хранения материалов и ремонтные мастерские по возможности ближе к местам применения материалов и выполнения ремонтных работ.

Материальная подготовка включает своевременное обеспечение запасными частями (элементами котла), технологической оснасткой, механизмами, оборудованием и материалами для ремонтных работ. Сроки обеспечения материальной подготовки и исполнители устанавливаются графиком подготовительных работ [5].

Изготовление элементов котлов можно отнести к разряду металлоемких производств, и в этой связи повышение эффективности таких производств в значительной мере зависит от разработки и внедрения технически обоснованных норм расхода материалов.

Норма расхода материальных ресурсов—это максимально допустимое количество сырья и материалов для производства единицы продукции установленного качества при заданных производственных условиях.

Важным условием материальной подготовки капитальных ремонтов котлов является оптимальная механовооруженность, необходимый уровень оснащенности оборудованием, механизмами, инструментом. При этом руководствуются нормативами комплектации оборудованием, средствами механизации и инструментом бригад, участков и цехов, выполняющих ремонтные работы.

Нормативы комплектации оборудования средствами малой механизации, инструментом определяют оптимальный уровень оснащенности бригад, производственных участков и ремонтных цехов для выполнения ими капитальных ремонтов паровых котлов типа ДКВР, а также устанавливают ежегодную потребность в ремонтной оснастке, исходя из сроков службы, коэффициента использования и ежегодного пополнения по каждой позиции [10].

4. ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ (МЕХАНИЗАЦИИ) РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Для обеспечения выполнения ремонтных работ, уменьшения трудовых и материальных затрат, сокращения сроков ремонта разрабатываются проекты организации работ (ПОР) или механизации работ (ПМР).

Проект организации работ—это конструкторско-технологическое и организационное решение метода одновременного ремонта нескольких котлов или цеха с указанием нетиповых способов производства работ. Проект организации работ включает в себя: паспортные данные, характеристику ремонтируемого объекта; объем ремонтных работ, выполняемых на данном объекте; мероприятия, подлежащие выполнению до вывода объекта в ремонт, и сроки их выполнения;

организацию производства ремонтных работ;

перечень документов, по которым будут выполняться ремонтные работы (технологические указания, инструкции и т. п.);

планы ремонтных площадок с указанием на них размещения материалов, запчастей, оборудования, механизмов и оснастки;

схему энергоснабжения (силовая электропроводка, дополнительное освещение, сварочные посты, разводки воздуха, воды, пара, ацетилен и др.);

такелажную схему с размещением грузоподъемного оборудования и способов его закрепления;

схему грузопотоков в зоне производства работ;

конструкцию лесов и специальных ограждений;

специальные указания по технике безопасности и противопожарным мероприятиям;

расчет потребности в механизмах и транспортных средствах с приложением графика их использования;

перечень материалов, запчастей, оборудования, механизмов, приспособлений, инструмента и т. д.;

технологический график (сетевой) с оптимизацией численности рабочего персонала;

календарный график совмещенных работ, выполняемых несколькими организациями;

перечень технической документации на сдачу выполненных работ с приложением форм документов.

Проект организации работ разрабатывают на особо сложные ремонтные работы, связанные с полной реконструкцией нескольких котлов или цеха и выполняемые несколькими подрядными организациями [8].

Проект механизации работ — это конструктивное и технологическое решение метода производства такелажных работ при ремонте или реконструкции одного котла или его отдельных узлов. В составе проекта механизации работ разрабатываются:

такелажная схема с размещением грузоподъемного оборудования и механизмов и способы их закрепления с приложением рабочих чертежей нестандартных приспособлений. Схему разрабатывают с учетом компоновки котла и имеющихся в наличии такелажных средств. Особое внимание при рассмотрении различных вариантов схем уделяют использованию типовых грузоподъемных механизмов и приспособлений;

перечень необходимых грузозахватных приспособлений и устройств;

схема грузопотоков в зоне производства работ (схема позволяет заранее предусмотреть необходимый транспорт, подготовить проходы, проезды, согласовать действия ремонтного персонала);

рабочие чертежи вспомогательных металлоконструкций и площадок для выполнения такелажных работ (при необходимости);

заявочная спецификация на такелажное оборудование и материалы;

пояснительная записка с кратким описанием работ, порядок их выполнения, специальные указания по технике безопасности, характерные для выбранного метода работ в заданных условиях.

При разработке ПМР необходимо предусматривать возможность повторного использования проекта, т. е. типизацию ПМР для данного цеха, зоны и т. п. [8].

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ К КОТЛАМ ТИПА ДКВР

Общие положения

Для своевременного и качественного ремонта котлов заранее должны быть изготовлены запасные части по требуемой номенклатуре. Запасные части изготавливаются как централизованно котлостроительными заводами или специализированными ремонтными организациями, так и силами эксплуатации.

Внутриотраслевая централизация позволяет значительно снизить затраты на изготовление запасных частей. Поэтому необходимо создавать специализированные подразделения по централизованному изготовлению запасных частей определенной номенклатуры.

Запасные части к котлам (барабаны, экраны, коллекторы и пр.) являются объектами котлонадзора, и поэтому предприятия и организации, осуществляющие изготовление элементов котлов, обязаны на право изготовления иметь разрешение местных органов Госгортехнадзора СССР.

Основными условиями для получения разрешения органов Госгортехнадзора СССР на право изготовления элементов котлов являются:

- наличие на предприятии (организации) соответствующего оборудования, необходимого для изготовления узлов и элементов;

- наличие средств контроля качества сварки, позволяющих обеспечить выполнение требований Правил по котлонадзору, действующих государственных стандартов и технических условий при изготовлении;

- наличие аттестованных на знание Правил котлонадзора (по разделу изготовления) инженерно-технических работников (в том числе работников технического контроля), связанных с изготовлением объектов котлонадзора, и аттестованных сварщиков [5].

Для получения разрешения предприятия представляют заявление с указанием узлов (элементов), подлежащих изготовлению, и их характеристик; чертежи узлов и элементов, подлежащих изготовлению, с детализацией; технические условия на изготовление, в которых наряду с другими требованиями должны быть данные о применяемых материалах, объем контроля и нормы оценки качества сварных соединений, допуски при изготовлении и порядок приемки готового изделия; образец паспорта на объект котлонадзора с инструкцией по эксплуатации; выписку из Устава предприятия или другой документ, подтверждающий, что изготовление указанных в заявлении объектов котлонадзора на данном предприятии-изготовителе утверждено министерством (ведомством), в ведении которого находится предприятие; акт обследования участковым инспектором (или комиссией) Госгортехнадзора СССР.

Состав инженерно-технических работников специализированного участка должен быть укомплектован аттестованным персоналом — инженерами-технологами, мастерами, начальниками участков и бюро, работниками бюро технического контроля, сварщиками.

Оборудование для изготовления запасных частей

Механический участок для изготовления запасных частей должен иметь оборудование — токарные, фрезерные, строгальные и шлифовальные станки для обработки запасных частей и подготовки контрольных образцов для механических испытаний и металлографических исследований. Служба контроля качества оснащается оборудованием и приборами, например разрывной машиной ГМС-20 с усилием 20 тс; маятниковым копром МК-30А для проведения испытаний на ударную вязкость; микроскопами МИМ-7 и ММР-2Р для проведения металлографических исследований; прибором ПМТ-3 для определения микротвердости фаз; твердомерами типов ТП и ТК для определения твердости по Виккерсу и Роквеллу; рентгеновскими переносными аппаратами РУП-120-5-1, РУП-200-4-1, РИНА-1Д, ИРА-2Д, МИРА-2Д; гамма-аппаратом с источником излучения цезий-137 или другим, которые позволяют просвечивать металлы и сварные соединения толщиной до 60 мм; ультразвуковыми дефектоскопами УДМ-1 и УДМ-3; толщиномером «Кварц»; устройствами для проведения магнитно-порошковой дефектоскопии; передвижной лабораторией дефектоскопии для выполнения работ по контролю сварных соединений на ремонтных (монтажных) площадках.

Обечайки барабанов котлов изготавливаются сварными из листов на соответствующих листогибочных машинах. Обечайки должны изготавливаться по техническим условиям и иметь не более двух продольных швов. Гибку обечаек из листов производят на трехвалковых или четырехвалковых листогибочных вальцах. Гибка листа осуществляется вращающимися вальцами.

В трехвалковых машинах гибочным является средний валок, а в четырехвалковой — боковые валки. Лист, подлежащий вальцовке, вводится в валки и изгибается перемещением вниз среднего валка (см. схему трехвалковой листогибочной машины, рис. 10) или подъемом вверх боковых валков (см. схему четырехвалковой листогибочной машины, рис. 11). Гибка производится за несколько пропусков листа. После каждого пропуска листа кривизну увеличивают до получения замкнутой цилиндрической обечайки.

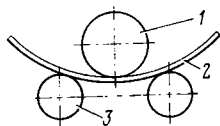


Рис. 10. Схема трехвалковой листогибочной машины:
1 — гибочный валок; 2 — изгибаемый лист металла; 3 — приводные валки

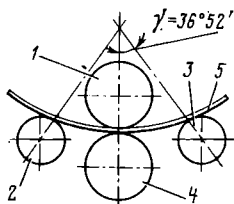


Рис. 11. Схема четырехвалковой листогибочной машины:
1 — верхний валок (приводной); 2, 3 — боковые гибочные валки; 4 — нижний валок; 5 — изгибаемый лист; γ — угол, под которым перемещаются боковые валки

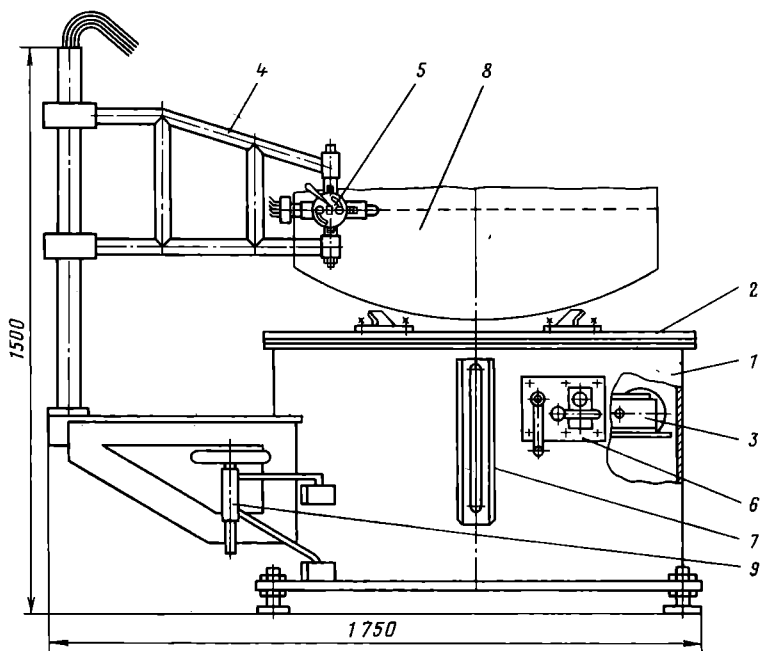


Рис. 12. Установка для подрезки и разделки фасок днищ:
 1—корпус; 2—стол вращающийся; 3—привод стола; 4—подвижная стойка; 5—специальное устройство с резаком и регулированием его положения; 6—блок управления;
 7—шкала режимов резания; 8—днище; 9—место оператора

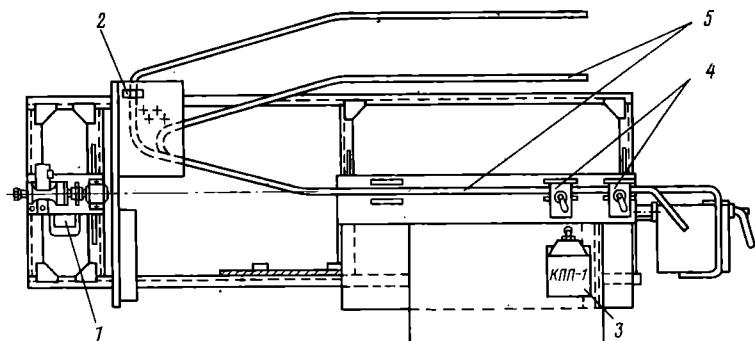


Рис. 13. Кантователь для сварки трубных элементов:
 1—механизм привода; 2—планшайба-кантователь; 3—панель управления; 4—фиксирующее приспособление; 5—свариваемая труба

Трехвалковые машины не позволяют согнуть кромки листа при вальцовке. На длине, несколько меньшей половины расстояния между боковыми валками, кромки остаются плоскими. Поэтому для

получения правильной цилиндрической формы обечаек кромки предварительно подгибают. Операцию подгибки кромок обычно выполняют на гидравлическом прессе. При вальцовке обечаек на четырехвалковой машине дополнительного оборудования для подгибки кромок не требуется [12].

Готовые днища для барабанов котлов типа ДКВР должны отвечать требованиям ОСТ 24.030.39-74. Для подготовки кромок днищ

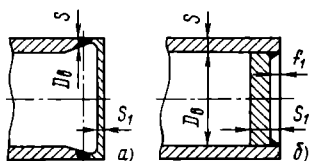


Рис. 14. Приварка доньшка к коллектору:

а—стыковое соединение; б—угловое соединение

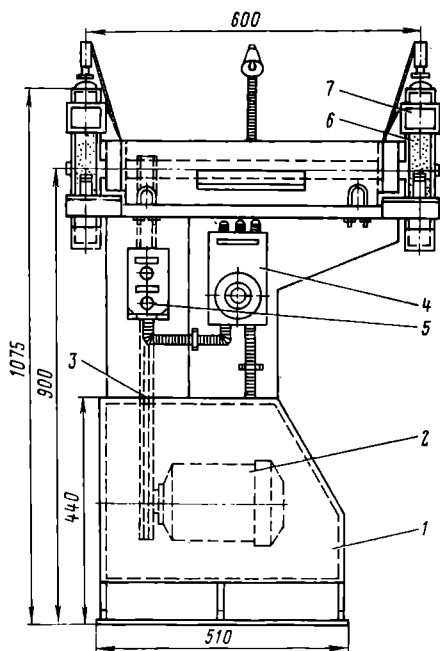


Рис. 15. Станок заточный двухсторонний:

1—станина; 2—электродвигатель; 3—клиноременная передача; 4—магнитный пускатель; 5—кнопки управления; 6—абразивный круг; 7—защитный экран

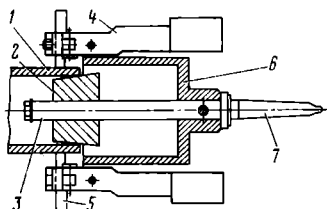


Рис. 16. Приспособление для наружной зачистки концов труб:

1—обрабатываемая труба; 2—направляющая; 3—оправка; 4—губка; 5—абразивный брусок; 6—стакан; 7—конус Морзе

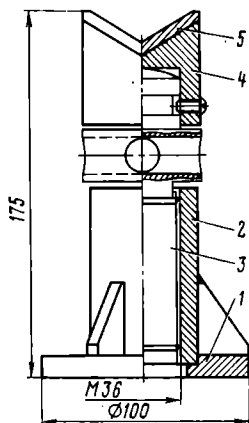


Рис. 17. Домкрат специальный:

1—пята; 2—корпус; 3—винт подъема; 4—стакан; 5—призма

к сварке с обечайками барабанов используются различные механизированные установки. Описание установки для подрезки и разделки фасок днищ, разработанной в производственном объединении Союзхимпромэнерго, приводится на рис. 12. На рис. 13 показан кантователь для сварки трубных элементов, также разработанный Союзхимпромэнерго.

В случае отсутствия эллиптических днищ $\varnothing 219$ мм для изготовления коллекторов Правилами Госгортехнадзора СССР допускается применение плоских доннышек, сваренных стыковым или угловым соединением (рис. 14, а, б).

При изготовлении и ремонте элементов котлов выполняется значительный объем обдирочных операций и работ по заточке

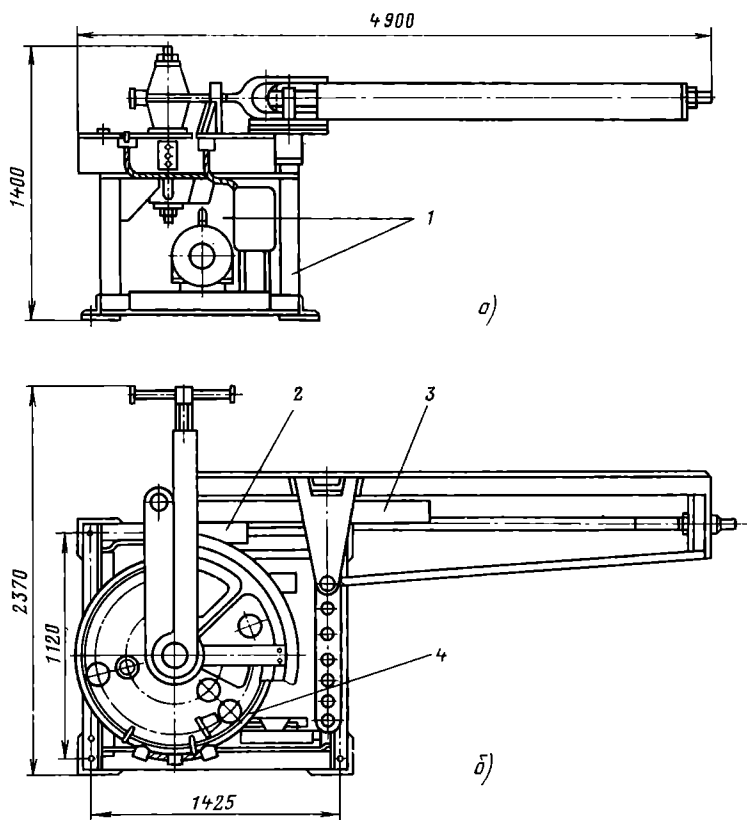


Рис. 18. Машина трубогибочная с механическим приводом И-3432А:
а—вид сбоку; б—вид сверху; 1—станина с электродвигателем и редуктором;
2—двигатель; 3—желоб; 4—сектор с желобом

режущего инструмента с использованием заточных двухсторонних станков (рис. 15).

При подготовке концов экранных труб под сварку при изготовлении и ремонте котлов ДКВР или под вальцовку в барабан при ремонте применяется приспособление, показанное на рис. 16,— приспособление для наружной зачистки концов труб, насаживаемое с помощью конуса Морзе на электродрель с двойной изоляцией.

Для подъема и установки различных деталей при выполнении ремонтных операций применяется специальный домкрат (рис. 17).

Для гибки труб в холодном состоянии на любой угол до 210° предназначена машина трубогибочная с механическим приводом И-3432А (рис. 18).

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СВАРОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Общие требования

Для обеспечения высокого качества сварных соединений при изготовлении элементов и ремонте котлов большое внимание уделяется подготовке электродов для сварки.

Технологическими указаниями предусмотрена просушка (прокалка) сварочных электродов в специальной печи (рис. 19) по режимам, приведенным в табл. 4.

Таблица 4. Характеристика сварочных электродов

Марка электродов	Тип электродов по ГОСТ 9467-60, ГОСТ 10052-62; ГОСТ 10051-62, ТУ	Тип покрытия электродов	Температура просушки, $^\circ\text{C}$	Время выдержки в печи, ч
ОЗС-4 ОЗС-6 МР-3 АНО-4	Э-46	Рутитовый	150—200	1—1,5
УОНИ-13/45 УОНИ-13/55 ЦУ-5 ЦТ-28 ЦЛ-39 ЦТ-32 ОЗЛ-4 ОЗЛ-6 ОЗЛ-8 ЦТ-26 ЦА-4 ЦЛ-11 ЦЛ-14 НИАТ ЭА 400/10У	Э-46 Э-50А Э-50А Э-ХМФ ЭФ-Х12ВМНФ ЭА-2 ЭА-1М2 ЭА-1Б Э-МХ	Фтористо-кальциевый	200—250	1—1,5

Примечание. Допускается прокалка электродов с фтористо-кальциевым покрытием при температуре $250\text{—}350^\circ\text{C}$ в течение $30\text{—}45$ мин. Выдержка при просушке электродов более 1,5 ч с любым покрытием не рекомендуется, так как при этом снижается технологичность электродов.

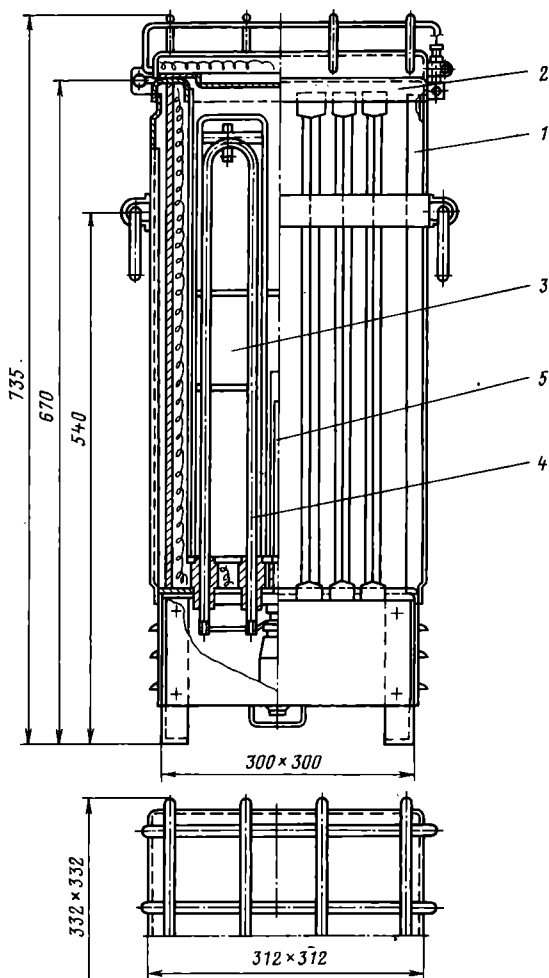


Рис. 19. Печь для сушки электродов:

1—каркас; 2—крышка; 3—пенал для электродов; 4—нагревательный элемент;
5—терморегулятор

К сварке деталей при изготовлении допускаются сварщики, имеющие право производства ответственных работ в соответствии с требованиями Правил Госгортехнадзора СССР. Для отработки оптимальных режимов, проверки применяемой партии электродов и свариваемости материалов каждый сварщик должен сваривать контрольные соединения в условиях, идентичных производственным условиям (пространственное положение шва, диаметр трубы, толщина и марка стали).

Количество контрольных сварных соединений, выполненных одним сварщиком, должно относиться к партии, при этом в одну партию может быть объединено не более 30 изделий одного вида с циклом изготовления их не более 3 мес.

Контрольные стыковые сварные соединения подвергают рентгенопросвечиванию, после получения положительного заключения вырезают из них образцы для испытаний (два — на растяжение, два — на загиб и один — для металлографических исследований). Из углового соединения вырезают образец (темплет) для металлографических исследований. После положительных заключений сварщик допускается к производству сварочных работ [7].

Производить сварку при дожде, снегопаде, ветре без применения защитных устройств не разрешается. Влагу на кромках и участках, прилегающих к стыку, удаляют либо сухими салфетками, либо пламенем газовой горелки. Ширина зоны просушки должна быть не менее 100 мм, температура пламени не должна превышать 300° С. Контроль температуры нагрева осуществляют при помощи термокарандашей или термокрасок.

Сварку элементов, предназначенных для работы под давлением, выполняют при температуре окружающего воздуха не ниже 0° С.

Сварочные работы производят под руководством инженерно-технического работника (производителя работ), имеющего опыт по изготовлению оборудования, поднадзорного Госгортехнадзору СССР, с соблюдением правил техники безопасности производства сварочных работ.

Заготовку деталей начинают согласно чертежам, резку труб и подготовку кромок под сварку, как правило, выполняют механическим способом. Разделительную газовую или плазменную резку применяют при обеспечении последующей механической обработки торцов разрезанных труб, а также при обеспечении условий, исключающих попадание грата в трубы. Детали после механической обработки и газовой резки зачищают от заусенцев, грата и окалины.

Плоскость подготавливаемого под сварку торца должна быть перпендикулярна к оси заготовки. Отклонение плоскости реза от угольника (рис. 20) не должно превышать следующие величины:

Номинальный внутренний диаметр трубы,

мм
Допускаемый перекося плоскости, мм

До 65
0,5

66—125
1,0

126—225
1,5

Форма и качество подготовки кромок должны соответствовать рабочим чертежам, а также требованиям ГОСТ 5264-80 «Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка»; ГОСТ 16037-80

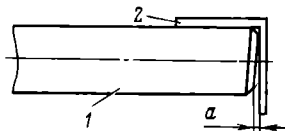


Рис. 20. Замер отклонения плоскости торца трубы:

1 — труба; 2 — угольник; а — перекося плоскости торца

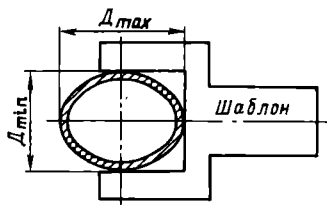


Рис. 21. Замер овальности трубы с помощью шаблона

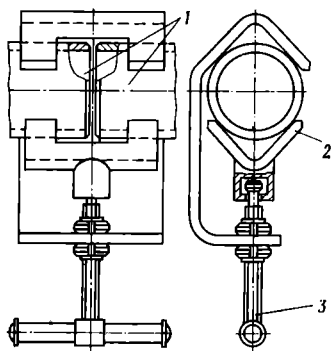


Рис. 22. Сборка стыка труб с помощью центровочного приспособления:

1—стыкуемые трубы; 2—струбцины; 3—зажимный винт

«Швы сварных соединений стальных трубопроводов»; ГОСТ 14771-76 «Электродуговая сварка в защитных газах. Основные типы и конструктивные элементы».

Изготовленные детали проверяют на соответствие чертежам и техническим условиям. Не менее 10% числа труб проверяют на овальность и утонение (рис. 21), величины которых не должны быть выше 20%.

Сборку под сварку выполняют в соответствии с рабочими чертежами, требованиями стандартов и разработанной технологии.

Перед сборкой поверхности кромок и прилегающих зон должны быть очищены до металлического блеска от ржавчины, краски и прочих загрязнений и обезжирены растворителем.

Сборка стыков труб должна осуществляться в центровочных приспособлениях (рис. 22). При сборке необходимо контролировать смещения кромок и угловые отклонения (излом осей) стыкуемых труб.

Отклонение соосности собранных (но не приваренных) труб не должно превышать 1,5 мм. Проверку осуществляют, прикладывая линейку длиной 400 мм в трех-четырех местах, равномерно расположенных по окружности так, чтобы зазор между концом линейки и трубой на расстоянии 200 мм от стыка не превышал 1,5 мм. В сваренном стыке этот зазор должен быть не более 3 мм (рис. 23).

Прихватку выполняют равномерно по периметру стыка: при трубе

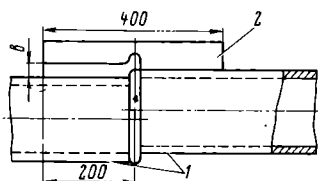


Рис. 23. Проверка соосности собранных труб:

1—стыкуемые трубы; 2—шаблон; δ —величина отклонения

диаметром до $D_y = 89$ мм в одном-двух местах, а $D_y = 108 \div 219$ мм в трех-четырех местах.

Длину прихваток рекомендуется выдерживать в пределах 15—30 мм, а высота прихваток должна составлять 0,6—0,7 S , но не менее 3 мм при выполнении их ручной электродуговой сваркой.

Каждый собранный стык зачищают и контролируют внешним осмотром. Дефектные прихватки должны быть удалены. Прихватки взамен дефектных рекомендуется выполнять в новых местах.

При многослойной сварке перед наложением последующего слоя предыдущий слой тщательно зачищают от шлака, металлических брызг и загрязнений; замок последующего слоя смещают относительно предыдущего слоя на 10—15 мм.

Каждый стык коллекторов по окончании сварки должен быть зачищен и замаркирован личным клеймом сварщика.

Контроль качества изделий

Для обеспечения высокого качества изготовления запасных частей к котлам все контрольные операции разбивают на три основных этапа:

- предварительный контроль;
- пооперационный контроль в процессе выполнения сборки и сварки;
- контроль готовых сварных соединений.

Предварительный контроль включает проверку квалификации сварщиков, бригадиров, дефектоскопистов, ИТР. К сварке могут быть допущены только сварщики, сдавшие испытания и имеющие удостоверения установленного образца. При этом сварщик допускается только к тем видам работ, которые указаны в удостоверении. Перед допуском сварщика к сложным или специфическим работам необходимо провести специальную подготовку и испытания сварщика (сварка и испытания контрольных образцов). Проверка квалификации ИТР и дефектоскопистов проводится 1 раз в 3 года.

Внеочередная проверка квалификации проводится в следующих случаях:

- а) при переводе на работу, требующую дополнительной специализации;
 - б) при освоении новых видов сварки, термообработки и контроля;
 - в) в случаях нарушения технологической дисциплины на производственных или контрольных операциях;
 - г) для сварщиков и бригадиров—в случае выявления брака.
- Контроль материалов (листа, труб, днищ, отводов, фланцев, электродов, сварочной проволоки, флюса и т. д.).

Листы должны иметь ровную, чистую поверхность, без пузырей, плен, раковин, трещин, закатов, шлаковых включений и расслоений.

Каждый стальной лист должен иметь заводскую маркировку,

нанесенную ударным способом или краской на расстоянии 150 мм от края листа, место маркировки обведено краской. Данные маркировки должны совпадать с данными сертификата.

На наружной поверхности труб, отводов, днищ не допускаются трещины, плены, раковины, закаты, расслоения.

Отдельные, незначительные забоины, не препятствующие осмотру, окалина, вмятины, риски и следы зачистки дефектов допускаются, если они не выводят размеры за пределы допускаемых отклонений.

Маркировка днищ наносится на выпуклой поверхности.

Поверхность сварочной проволоки должна быть чистой и гладкой, без окалины, ржавчины и масла. Покрытие электродов должно быть плотным, прочным, без трещин, вздутий и комков и должно располагаться концентрично относительно стержня. Перед применением электроды должны быть просушены в специальной печи (см. рис. 19).

На листах, принятых для изготовления обечаек, должна быть сохранена маркировка завода-поставщика металла. Когда лист разрезают на части, на каждой части наносится маркировка завода, заверенная клеймом ОТК. Место маркировки располагается в углу раскроенного листа на расстоянии 30 мм от кромок.

Обечайки диаметром до 600 мм должны изготавливаться с одним продольным швом или из двух полуобечаек. Обечайки диаметром свыше 600 мм допускается изготавливать из нескольких листов максимально возможной длины. Допускается вставка шириной не менее 400 мм.

Ппооперационный контроль включает проверку расположения сварных швов, отверстий, конструкции днищ.

Заготовки плоских днищ диаметром до 500 мм для элементов котлов обязательно проверяются УЗД на отсутствие внутренних пороков. Эллиптические днища допускается изготавливать из двух или более листов с толщиной стенки не более 30 мм, сваренных между собой до штамповки. Шов должен быть расположен по диаметру или хорде, отстоящей от центра на расстоянии не более 0,2 диаметра днища. Расстояние от оси стыкового сварного шва до начала закругления днища или другого отбортованного элемента должно быть не менее следующих величин:

Толщина стенки отбортованного элемента, мм	Расстояние (не менее), мм
До 10	25
10—20	+15
Свыше 20	+25

Днища, изготовленные по ГОСТ, должны соответствовать требованиям стандарта. Отклонения от основных размеров эллиптических днищ не должны превышать пределы допусков (табл. 5).

При сварке стыковых соединений разной толщины предусматривается плавный переход от одного элемента к другому с постепенным утонением. Угол наклона поверхности перехода не должен

Таблица 5. Пределы допусков эллиптических днищ

Диаметр днища, мм	Допуски на диаметр, мм	Овальность	Торцевое биснение, мм
219—720	2	В пределах до- пуска на диа- метр	2
800—1200	3		3
1400—1600	4		4
1800—2400	5		5
2600—3000	6		8

превышать 15°. Если разница в толщине элементов не более 30% толщины тонкого элемента и не превышает 5 мм, допускается сварка без утонения с обеспечением плавного перехода за счет сварного шва. Отклонение наружного диаметра барабанов и других цилиндрических элементов не должно превышать $\pm 1\%$ номинального наружного диаметра.

Контроль за технологичностью используемых сварочных материалов в процессе выполнения сварки осуществляется сварщиком путем наблюдения за внешним видом, характером плавления, за формированием швов.

При выполнении контрольного сварного соединения на серию однотипных производственных сварных соединений, различных по условиям доступности, должны быть имитированы условия сварки наиболее труднодоступных производственных соединений из контролируемой серии. Все контрольные сварные соединения должны выполняться в тот же период времени, что и контролируемые ими производственные сварные соединения. После окончания сварки следует проверить наличие на сварных соединениях клейм сварщика. Трубы клеймятся с толщиной стенки не менее 6 мм. На поперечные сварные швы клеймо ставится через каждые 2 м, но не менее трех клейм. Продольные швы клеймятся в начале, середине и в конце. Клеймо ставится с наружной стороны на расстоянии 10—20 мм от шва.

Прогонка шара диаметром 0,80 внутреннего номинального диаметра трубы проводится для удаления внутреннего граты или протектов металла и обеспечения заданного проходного сечения в сварном соединении и в местах гибов труб.

Контроль готовых сварных соединений включает:

внешний осмотр;

механические испытания;

металлографические исследования;

ультразвуковую и рентген(гамма)-дефектоскопию;

гидравлические испытания.

Внешний осмотр и измерения сварных швов производятся после очистки сварных швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Осмотр и измерения производят с двух сторон в доступных местах по всей протяженности швов. Выявляемые дефекты: подрезы, наплывы, поверхностные поры, незаплавленные кратеры, несо-

ответствие размеров шва данным чертежей, трещины, шлаковые включения.

Механические испытания. Растяжение (разрыв) характеризует прочностные свойства наплавленного металла шва. Механические испытания не являются обязательными при условии 100%-ного контроля ультразвуком или рентген(гамма)-просвечиванием. Изгиб (загиб) или сплющивание (для труб) характеризует пластические свойства сварного соединения.

Металлографические исследования проводятся на стыковых, тавровых и угловых сварных соединениях с целью выявления возможных внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений) и участков со структурой, отрицательно влияющей на свойства сварных соединений, выполняется анализ макроструктуры и микроструктуры.

Ультразвуковой или рентген(гамма)-контроль производится для выявления внутренних дефектов в сварных соединениях (непроваров, трещин, шлаков, скопления пор и т. п.).

Гидравлические испытания. Для гидравлических испытаний применяется вода с температурой не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

Таблица 6. Давление при гидравлическом испытании

Наименование	Рабочее давление котла	Пробное давление
Паровой котел	Не более 0,5 МПа (5 кгс/см ²)	1,5 p , но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см ²)
То же	Более 0,5 МПа (5 кгс/см ²)	1,25 p , но не менее $p+0,3$ МПа (3 кгс/см ²)
Пароперегреватель	Независимо	Пробное давление для котла
Отключаемый экономайзер	То же	1,25 $p+0,3$ МПа (3 кгс/см ²)
Водогрейный котел	» »	1,25 p , но не менее $p+0,4$ МПа (4 кгс/см ²)

Время выдержки не менее 5 мин. Изделия считаются выдержавшими гидравлические испытания, если при остукивании (молоток 0,5—1,5 кг) и при осмотре не обнаружено: признаков разрыва, течи, среза и отпотевания, остаточных деформаций. Выявленные дефекты после удаления воды устраняются, сварные швы контролируются всеми предусмотренными методами.

В соответствии с ГОСТ 24569-81 (СТ СЭВ 1370-78) «Котлы паровые и водогрейные. Маркировка» в случае если все сварные соединения котла или его элемента (барабана, коллектора, ширмы и др.) выполнены одним сварщиком, то маркировку каждого сварного соединения допускается не наносить. В этом случае клеймо сварщика должно быть поставлено около заводской таблички или на другом открытом участке изделия, и место маркировки заключено в хорошо видимую рамку, наносимую несмываемой краской.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА КОТЛОВ ТИПА ДКВР

7. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Капитальный ремонт проводится для доведения технических параметров котла до проектных и расчетных значений. В объем капитального ремонта котлов типа ДКВР входят полные наружный и внутренний осмотры с определением степени износа поверхностей нагрева, барабанов, коллекторов, трубопроводов, арматуры, каркаса, вращающихся механизмов и т. д. При этом производится замена и восстановление изношенных узлов и деталей. Одновременно с капитальным ремонтом производят усовершенствование узлов котла по специально разработанным проектам.

Началом ремонта котла считается отключение его от паровой магистрали, концом — включение в паровую магистраль.

До начала ремонта необходимо проверить наличие сертификатов на основной металл и соответствие данных сертификатов требованиям технических условий на поставку, а также провести контрольный осмотр поверхностей с целью обнаружения дефектов (трещин, надрывов, закатов, окалин, различных включений) и отбраковку деталей и заготовок, не отвечающих этим требованиям. Химический состав и механические свойства сталей, применяемых для ремонта элементов котла, должны соответствовать требованиям ГОСТ 1050-74, ГОСТ 8733-74, ГОСТ 8731-74 и ГОСТ 380-71.

Сварочные материалы должны поставляться в соответствии с требованиями следующих стандартов и технических условий:

электроды по ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75;

сварочная проволока по ГОСТ 2246-70;

углеводородные сжиженные газы (пропан-бутан) по ГОСТ 10196-62;

ацетилен растворенный технический по ГОСТ 5457-75;

кислород газообразный технический по ГОСТ 5583-78;

аргон газообразный чистый (сорт 1 или 2) по ГОСТ 10157-73;

электроды вольфрамовые лантанированные по ВТУ ВЛ-24-5-62 или ТУ 48-19-27-72; электроды вольфрамовые иттрированные по ТУ 48-42-73-71 или ЦМТУ-08-35-68.

Каждая партия сварочных материалов должна сопровождаться документом (сертификатом, паспортом), удостоверяющим соответствие материалов требованиям действующих стандартов и технических условий.

Владельцем котла до начала ремонта составляется дефектная ведомость, отражающая техническое состояние узлов котла до ремонта, необходимый объем ремонтных работ, требуемые запасные части, основные материалы и трудозатраты. Ведомость по дефектам уточняется после остановки котла совместно с подрядной организацией, выполняющей ремонт.

Основными дефектами и повреждениями элементов поверхностей нагрева являются:

дефекты сварных соединений труб;
остаточная деформация труб в результате ползучести;
абразивный износ труб;
коррозия и окалинообразование на наружной и внутренней поверхностях труб;
нарушение рихтовки труб;
трещины, риски и расслоения металла труб;
свищи и разрывы труб.

В сварных соединениях труб, выполненных контактной сваркой на стыкосварочных машинах, чаще других встречаются дефекты в виде несплавления стыкуемых кромок, развития кольцевых трещин и перегрева прилежащего к стыку участка трубы из-за ускоренного развития ползучести, вызванной неудаленным внутренним гратом.

Основными видами повреждений сварных стыков, выполненных ручной электродуговой и газовой сваркой, являются свищи, возникающие из-за непроваров, шлаковых включений, газовых пор, несплавления по кромкам трубы.

Повреждения угловых швов приварки штуцеров к коллекторам имеют вид кольцевых трещин вдоль линии сплавления со стороны змеевика или штуцера. Трещины образуются из-за нарушения технологии сварки, а также при недостаточной компенсации термических удлинений труб.

Повреждения прямых труб из-за ползучести характеризуются увеличением диаметра и продольным растрескиванием. У гибов труб и сварных соединений направления деформации и растрескивания могут быть различными. Разрушение труб из-за кратковременного перегрева характеризуется значительным увеличением диаметра труб и утонением их стенок у кромки разрыва.

Коррозия внутренней поверхности труб проявляется в образовании оспин, язвин, раковин и трещин.

К внутренней коррозии труб также относятся:

кислородная стояночная коррозия;
подшламовая щелочная коррозия кипятильных и экранных труб;
коррозионная усталость, проявляющаяся в виде трещин в кипятильных и экранных трубах.

Окалинообразование на трубах происходит из-за их перегрева до температуры, значительно превышающей расчетную.

На основе дефектной ведомости составляют график ремонта котла, где в технологической последовательности дается перечень работ, указываются сроки производства работ по отдельным узлам, определяются лица, ответственные за выполнение работ, дается плановая продолжительность работ по узлам [11].

Подготовленный к ремонту котел (согласно системе ППР) владелец сдает по акту руководителю ремонта совместно с дефектной ведомостью работ.

Техническое руководство ремонтом может быть поручено инженерно-техническому работнику, прошедшему проверку знаний в комиссии согласно инструкции по обучению и аттестации персонала, обслуживающего объекты, подведомственные Госгортехнадзору СССР.

Основанием для производства ремонтных работ в действующем цехе котельной является приказ (распоряжение) по предприятию (цеху) с указанием лиц, ответственных за подготовку котла к

указанным работам, за проведение мероприятий для обеспечения безопасности работ и для оперативной связи с подрядчиками или ремонтной службой заказчика. Приказ (распоряжение) доводится до персонала цеха с отметкой об этом в журнале рапортов начальника смены (мастера).

Если ремонтные работы производятся несколькими подрядными организациями или совместно с заказчиком и подрядными организациями, общая координация ремонтных работ осуществляется начальником объекта или лицом, назначенным им. Привлекаемые к выполнению ремонтных работ подразделения находятся в организационном и техническом отношениях в подчинении основного исполнителя ремонтных работ, к которому командировается ремонтный персонал.

На производство работ заказчик передает подрядчику в согласованный срок техническую документацию: ведомость дефектов, сметы, чертежи, технические условия или инструкции на ремонт и приемку из ремонта оборудования. Передаваемая документация должна быть оформлена в соответствии с требованиями Положения о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений (утверждено Госстроем СССР 29 декабря 1973 года).

К выполнению работ по ремонту паровых и водогрейных котлов допускаются рабочие, прошедшие обучение и проверку знаний в установленном порядке.

Руководитель ремонта допускает бригаду к работе только после оформления наряда-допуска.

Руководитель ремонтных работ совместно с бригадиром обеспечивают рабочие места грузоподъемным, сварочным и такелажным оборудованием, а также средствами малой механизации [10].

Подключение к электросети сварочных трансформаторов, электрифицированного инструмента и переносного освещения производит электрослужба заказчика.

Пользование действующими сетями сжатого воздуха, воды, кислорода и ацетиленом для проведения ремонтных работ разрешает начальник цеха (котельной), а подключение производит ремонтный персонал.

Перед началом работы руководитель ремонта инструктирует бригаду непосредственно на рабочем месте с оформлением инструктажа в специальном журнале.

8. ОЧИСТКА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБ

Работы по очистке поверхностей нагрева проводят после остановки и расхолаживания котла до температуры не выше 40° С.

Внутреннюю механическую очистку экранных, перепускных и других труб котла от накипи осуществляют шарошечными головками различных типов и конструкций, приводимыми в движение электро- или пневмоприводом.

Электропривод состоит из электродвигателя напряжением

36 В, мощностью 2,8—3,0 кВт, с частотой вращения 1500—3000 об/мин (двухскоростной), пусковой аппаратуры, смонтированной в специальном ящике и гибкого вала. Управление электродвигателем осуществляется при помощи магнитного пускателя и пусковых кнопок, установленных непосредственно на рабочем месте. Соединение гибкого вала с валом электродвигателя производится с помощью специальной цанговой муфты с текстолитовой прокладкой, изолирующей электродвигатель от гибкого вала в случае повреждения оболочек электродвигателя.

Пневмопривод состоит из пневмотурбины, соединенной шарниром Гука с шарошечной головкой, и двух резиновых шлангов с установленным между ними пробковым краном.

Для очистки внутренних поверхностей труб и барабанов механическим способом применяют раскидные, нераскидные и эллипсоидные шарошечные головки (рис. 24) [1].

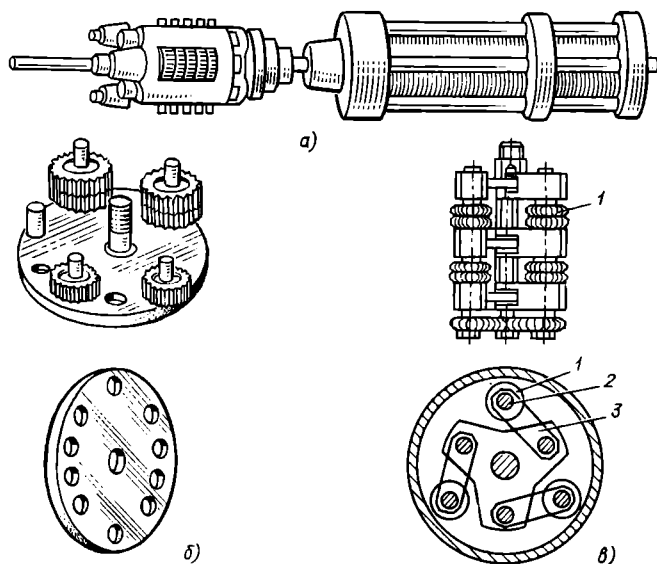


Рис. 24. Трубоочистительные шарошки:

а — общий вид головки; б — нераскидная шарошечная головка; в — раскидная шарошечная головка; 1 — шестеренки; 2 — перемещающиеся оси шестеренок; 3 — серьга

Трубы с толстым слоем отложений накипи предварительно очищают эллипсоидными головками. После предварительной очистки слой отложений в трубах не должен превышать 0,5—1,0 мм. Для очистки внутренних поверхностей труб, имеющих отложения толщиной до 0,5 мм, применяют головки раскидного и нераскидного типа. Очистку внутренних поверхностей труб с более толстым слоем отложений производят только шарошечными головками раскидного типа.

Подбор шарошечных головок выполняют в зависимости от диаметра труб и степени их загрязнения. Диаметр применяемой шарошечной головки в сложенном виде должен быть на 3—4 мм меньше свободного от отложений накали внутреннего диаметра трубы (в свету).

В процессе очистки труб шарошечными головками места зачистки обмывают водой для охлаждения шарошек и смывания удаляемых отложений.

Для механической очистки используются гибкие валы, заключаемые в гибкий металлический броневого рукав, который свободно надевается на вал.

При очистке экранных и других труб длиной более 7 м гибкие валы и броню к ним наращивают с помощью соединительных муфт.

При соединении валов разных диаметров удлиненный вал присоединяют к электроприводу валом большего диаметра.

Во избежание выхода из строя шарошек во время очистки гибкий вал пропускают в трубу до закрепленного на броне вала хомутика. Пропускать вал в трубу дальше контрольной отметки (хомутика) запрещается.

Очистку труб от незначительных отложений производят равномерной подачей гибкого вала с шарошечной головкой вперед, а от более прочных отложений возвратно-поступательной подачей вала. Гибкий вал во время работы во избежание излишнего трения и преждевременного износа укладывают кольцами возможно большего диаметра, без резких перегибов и излома.

Признаками исправной работы установки служат равномерный шум головки и легкая вибрация гибкого вала. Если гибкий вал работает беспокойно, рывками или образует петли, следует разгрузить вал ослаблением нажима на головку, снижением частоты вращения двигателя. В случае, если эти меры не достигают цели, необходимо воспользоваться валом большего диаметра.

Качество очистки прямых труб проверяют путем подсвечивания внутренней поверхности электрической лампой и осмотром, кроме того, через все гнутые трубы должен быть пропущен шар диаметром, равным 0,8 номинального внутреннего диаметра трубы. Проверка качества внутренней очистки труб, недоступных осмотру на свет, производится контрольной очисткой шарошками в местах наиболее вероятных отложений (7—8% числа очищенных труб).

Контрольную очистку шарошками производят без подачи воды. Удаленную накипь взвешивают. Если масса очищенной накипи составит 40—50 г на 1 м² поверхности, очистка считается удовлетворительной. При этом в снятых отложениях не допускается появление металлической пыли [1].

Нагар в трубках воздухоподогревателя пробивают (с нижней стороны) пиками, удаляют проволоочными ершами и промывают. Отложения сыпучей золы удаляют сжатым воздухом с примесью воды или сначала разрыхляют стальными прорезками либо круглыми стержнями, а затем сдувают сжатым воздухом с примесью воды (или без нее). Окончательную обдувку производят по ходу газов и

при усиленной тяге в газоходе. Пробивку труб воздухоподогревателей следует выполнять осторожно, чтобы не повредить металл и не нарушить вальцовочные соединения труб. Не поддающиеся очистке кубы воздухоподогревателей снимают с места установки для очистки их вне газоходов.

9. ОЧИСТКА НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБ

К наружной очистке экранных и других труб при капитальном ремонте котла приступают после установки лесов и обеспечения безопасных условий производства работ.

При кратковременной остановке котла не более чем на сутки удаление шлаковых наростов с наружной поверхности экранных труб производят пиками через лазы, лючки, гляделки.

Для обдувки поверхностей труб сжатым воздухом резиновые шланги снабжаются длинными металлическими наконечниками с установленными на них запорными воздушными вентилями.

Наружную очистку труб при капитальном ремонте котла производят:

- при рыхлых отложениях — металлическими щетками;

- при твердых отложениях — шаберами, металлическими щетками, изогнутыми профильными скребками, затупленными зубилами, вытянутыми по форме трубы;

- очень твердый нагар очищают нераскидными шарошечными головками.

Наружная очистка поверхностей труб, особенно с использованием пневмопривода, должна производиться с особой осторожностью. Во избежание повреждений металла направление режущей кромки инструмента параллельно наружной поверхности трубы, а сам инструмент устанавливают под острым углом к очищаемой поверхности [1].

По окончании наружной чистки производят обдувку труб сжатым воздухом или обмывку водой. При промывке водой необходимо обеспечить дренаж воды и защитить от разрушения обмуровку.

Очистку экономайзера осуществляют прорезками с последующим обдувом сжатым воздухом или обмывкой водой.

Очистку газоходов котла, экономайзера от шлака, золы и сажи производят после отсоединения их от газоходов соседних работающих котлов.

Для производства работ по очистке газоходов в газоходах должна быть создана необходимая тяга. Газоходы следует очищать инструментом с длинными ручками, чтобы осыпающаяся зола и сажа не попадали на работающего. При обивке шлака в верхней части топки внизу не должны находиться люди. Обивку шлака начинают только сверху. Выполняют эту работу с особой предосторожностью во избежание внезапных обвалов шлака.

Общие положения

Наиболее ответственной и распространенной операцией при ремонте котлов является сварка трубных элементов.

Для получения высококачественных сварных соединений строго регламентируются: разделка кромок стыкуемых элементов, методы и технология сварки, качество основных и присадочных материалов, температура и влажность окружающего воздуха и ряд других факторов.

При ремонтной сварке трубных систем котлов, работающих под давлением, разрешается применение всех видов сварки, обеспечивающих необходимую эксплуатационную надежность сварных соединений.

В настоящее время используется электродуговая сварка электродами, ручная и автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, газовая ацетилено-кислородная и для поверхностей нагрева — контактная сварка.

Работы по сварке трубных систем котлов, а также изготовление трубопроводов должны выполняться в соответствии с «Руководящими техническими материалами по сварке при монтаже тепловых электростанций (РТМ 1С-81)».

Все сварочные работы по изготовлению и ремонту элементов котлов, подведомственных Госгортехнадзору СССР, могут выполняться только сварщиками, которые выдержали теоретические и практические испытания в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков», утвержденными Госгортехнадзором СССР 22 июня 1971 года. Сварщики должны иметь удостоверение с указанием вида сварочных работ, к которым они допускаются.

Если сварщик впервые приступает в данной организации к сварке изделий, подведомственных Госгортехнадзору СССР, то он должен обязательно пройти проверку по сварке контрольных стыков (несмотря на наличие у него удостоверения). Количество контрольных стыков, методы и объем контроля устанавливаются руководителем сварочных работ.

Все используемые при ремонте блоки и детали должны иметь клейма и маркировку, а также сертификатные данные завода-изготовителя или поставщика, подтверждающие соответствие материалов требованию проекта.

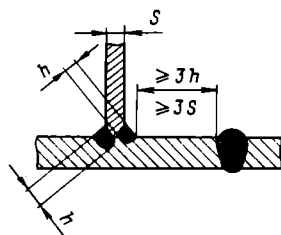
Ручная и автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом и газовая ацетилено-кислородная сварка в зависимости от материала свариваемых труб выполняется с применением соответствующей присадочной проволоки. Каждая партия проволоки должна иметь сертификат с указанием завода-изготовителя, марки, диаметра, номера плавки и химического состава проволоки. К каждой бухте проволоки должна быть прикреплена бирка с указанием завода-изготовителя, номера плавки, марки и диаметра проволоки.

В соответствии с ГОСТ 24663-81 (СТ СЭВ 1369-78) «Котлы паровые и водогрейные. Требования к сварке сталей» сварные соединения котлов не должны соприкасаться с опорами. При расположении опор над (под) сварными соединениями расстояние от опоры до шва должно быть достаточным для проведения необходимого контроля за состоянием сварного соединения в процессе эксплуатации.

Допускается перекрывать опорами поперечные кольцевые сварные соединения цилиндрических корпусов котлов, эксплуатируемых в горизонтальном положении, при условии, что перекрываемые участки сварных соединений были подвергнуты сплошному радиографическому или ультразвуковому контролю. Не допускается перекрывать опорами места пересечения и сопряжения сварных соединений.

На наружных и внутренних поверхностях сборочных единиц котлов минимальное расстояние от края углового шва приварки труб, штуцеров (патрубков), сепарационных устройств, перегородок и других деталей до края шва любого соседнего сварного соединения должно составлять не менее трехкратной расчетной высоты углового шва, но не менее трех номинальных толщин привариваемых деталей (рис. 25).

Рис. 25. Схема приварки опор (труб, перегородок, штуцеров и т. п.):
 h — высота углового шва; S — толщина привариваемой детали



Расстояние от края шва основного стыкового сварного соединения до края отверстия под развальцовку труб во всех случаях должно быть не менее 0,9 диаметра отверстия [20].

Подготовка под сварку

Остатки наплавленного металла вокруг отверстий зачищают абразивным кругом заподлицо с поверхностью коллектора.

Поверхность коллектора вокруг отверстий на 10—15 мм, сами отверстия на всю глубину и поверхности заготовленных труб в зоне наложения сварного шва тщательно зачищают от ржавчины, окалины, краски и прочих загрязнений. При наличии следов масла места сварки протирают ветошью, смоченной керосином или уайт-спиритом.

Заготовки для элементов поверхностей нагрева из трубы $\varnothing 51 \times 2,5$ мм нарезают в соответствии с размерами чертежа.

Для сварки стыков снимают фаски на трубах, обеспечив перпендикулярность плоскости торца к оси трубы (рис. 26).

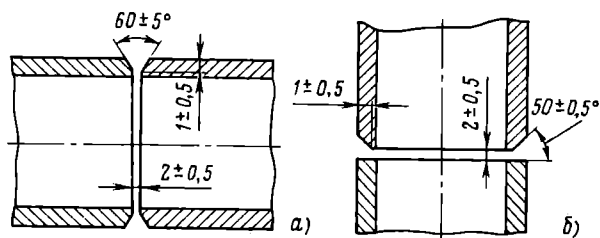


Рис. 26. Подготовка концов экранных труб под сварку:

а—V-образная разделка кромок под сварку горизонтальных стыков (со скосом двух кромок); б—V-образная разделка кромок под сварку вертикальных стыков (со скосом одной кромки)

Гибку труб в холодном состоянии производят в соответствии с чертежами на специальном приспособлении.

Производят выборочный контроль гнутых участков труб на овальность и утонение не менее 10% числа гибов. Овальность не должна быть выше 20%, утонение стенок не более 20%.

Сборку стыков труб производят с использованием стыковочного приспособления.

Смещение внутренних кромок собранного стыка не должно превышать 1,5 мм; излом оси в месте стыка также не более 1,5 мм на расстоянии 200 мм от оси шва.

Собранные стыки труб прихватывают электродуговой сваркой в двух диаметрально противоположных местах, длина прихватки 10—15 мм. Прихватки зачищают от шлака, металлических брызг и производят сварку стыков.

Подготовленные экранные трубы заводят в отверстия барабана котла и коллектора, устанавливают, обеспечив равномерный зазор по окружности между экранной трубой и отверстием, и прихватывают их к коллектору электросваркой в двух диаметрально противоположных местах.

Производится контроль установленных элементов на соответствие чертежам и техническим условиям.

Сварка стыковых соединений экранных труб

Сварку стыков производят ручной электродуговой сваркой двухслойным швом или комбинированным способом: корневым слоем шва—ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом, последующий слой—ручной электродуговой сваркой.

Ручную электродуговую сварку выполняют электродами типа Э46-Т марки ОЗС-4 или МР-3 диаметром 3 мм, сила сварочного тока 90—110 А.

Аргонодуговую сварку выполняют от источника постоянного тока на прямой полярности вольфрамовым электродом Ø2—3 мм с присадочной проволокой Св-08Г2С Ø1,6—2,0 мм, сила сварочного тока 70—85 А.

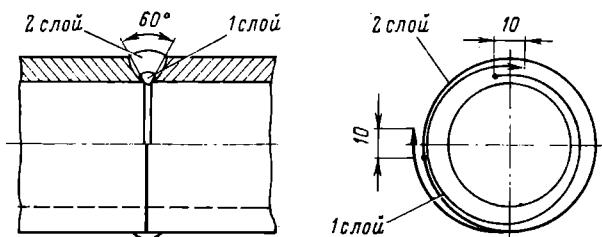


Рис. 27. Схема стыкового сварного соединения экранной трубы диаметром 51×2,5 мм

Перед наложением второго слоя шва (рис. 27) предыдущий слой зачищают от шлака, металлических брызг и загрязнений, замок последующего слоя смещается относительно замка предыдущего слоя на 10—15 мм [9].

После окончания сварки шов и прилегающие к нему участки основного металла зачищают от шлака и металлических брызг. Производят внешний осмотр всех швов, обнаруженные дефекты (поры, трещины, шлаковые включения и т. п.) удаляют абразивным инструментом с последующей заваркой.

Рентгенопросвечивание стыковых сварных соединений производят в объеме не менее 5% общего количества стыков, но не менее пяти стыков, выполненных каждым сварщиком.

Приварка экранных труб к коллектору

Приварку труб к коллектору (рис. 28) производят ручной электродуговой сваркой двухслойным швом электродами типа Э46-Т марки МР-3 или ОЗС-4 диаметром 3 мм, сила сварочного тока 90—110 А.

Перед наложением второго слоя шва предыдущий слой зачищают от шлака, металлических брызг и загрязнений, замок последующего слоя смещают относительно замка предыдущего слоя на 10—15 мм.

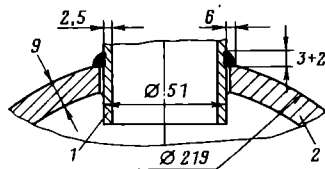


Рис. 28. Схема приварки экранной трубы к коллектору:

1—труба; 2—коллектор

Во избежание деформаций коллектора приварку труб чередуют по рядам и в каждом ряду ведут ее не менее чем через пять-шесть труб (рис. 29).

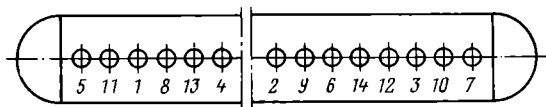


Рис. 29. Схема очередности приварки экранных труб к коллектору

После окончания сварки швы и прилегающие к ним участки основного металла зачищают от шлака и металлических брызг.

Производят внешний осмотр всех швов, обнаруженные дефекты (поры, трещины, шлаковые включения и т. п.) удаляют абразивным инструментом с последующей заваркой.

Устранение коробления труб

Покоробленные трубы со стрелой прогиба более 10 мм необходимо рихтовать. Перед рихтовкой восстанавливают оборванные и обгоревшие крепления труб.

Небольшие смещения или прогибы труб выправляют без нагрева при помощи винтовых приспособлений, клиньев и т. д.

Значительно деформированные трубы из углеродистой стали перед правкой в местах искривлений нагревают газовой горелкой до 1050°C (светло-красный цвет). Правят трубы в интервале температур $1050\text{—}750^{\circ}\text{C}$ (светло-красный—темно-вишневый цвет) [9].

При нагреве и правке труб предохраняют от повреждения вальцовочные соединения.

Устранение неплотностей вальцовочных соединений

Небольшие неплотности (отпотевание, слезки, капли) устраняют подвальцовыванием бортовочной вальцовкой. Допускается произвести подвальцовку не более 2 раз.

Неплотности, возникшие из-за перевальцовки, кольцевые трещины развальцованной части труб, разрывы колокольчиков, накипь или окалина между трубой и стенкой отверстия подвальцеванием не устраняются. Необходимо провести замену всей трубы или ее развальцованного участка.

Устранение механических повреждений труб

Зарубки, глубокие риски и тому подобные повреждения труб, выводящие толщину стенки трубы за 80% номинальной, т. е. менее 2 мм, подлежат устранению. В этом случае необходимо заменить или всю трубу или ее деформированную часть.

Длина вставки должна быть не менее 200 мм.

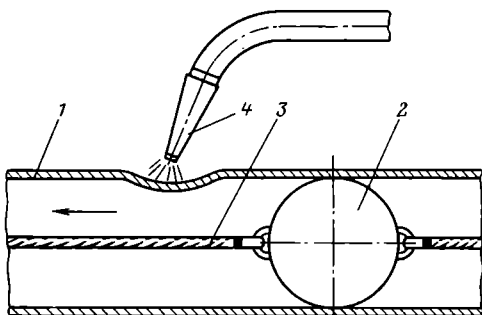
Вмятины на трубах устраняют сжатым воздухом или протягиванием шара через деформированную трубу (рис. 30). При устранении вмятины сжатым воздухом в оба конца трубы устанавливают заглушки для индивидуальной опрессовки труб. Через одну из заглушек подают сжатый воздух под давлением 0,4—0,6 МПа (4—6 кгс/см²). Вмятину нагревают газовой горелкой до $750\text{—}800^{\circ}\text{C}$.

При этих условиях вмятина выправляется. Чтобы в месте выправления вмятины не образовалась отдулина, необходимо предусмотреть своевременный и быстрый сброс давления воздуха в трубе.

При выправлении шаром изготавливают шар диаметром на 2—2,5 мм меньше внутреннего диаметра трубы. На шар с двух

Рис. 30. Исправление деформированной трубы протягиванием шара:

1—деформированная труба;
2—стальной шар с рым-болтами;
3—трос; 4—газовая горелка



сторон его устанавливают на резьбе или приваривают два рым-болта для закрепления цепи или троса $\varnothing 5-6$ мм. Цепь (трос) продергивают через деформированную трубу, установив механизм для протягивания (лебедку, таль) и закрепив в нем конец троса. Нагревают место вмятины газовой горелкой до $750-800^{\circ}\text{C}$ и протягивают шар через деформированный участок трубы. При прохождении шара вмятина выправляется [9].

Частичная замена экранных и кипятильных труб

Помечают трубы, подлежащие замене. Удаляют поврежденные трубы и изготавливают трубы всех заменяемых позиций. В качестве шаблона допускается использовать трубы, подлежащие замене и сохранившие первоначальную конфигурацию. Изготовленные трубы устанавливают на котел.

Полная замена экранных и кипятильных труб

Полную замену труб поверхностей нагрева котла производят в три этапа:

- удаляют и устанавливают вновь изготовленные экранные трубы;
- удаляют и устанавливают трубы кипятильного пучка с 1-го ряда по 15-й ряд (т. е. до чугунной перегородки), считая от фронта котла;
- вырезают один комплект труб, т. е. по одной трубе каждой позиции, для использования в качестве шаблонов при изготовлении новых труб поверхности нагрева котла. В качестве шаблонов используют трубы, не потерявшие первоначальной конфигурации.

Одновременно с проведением ремонтных работ на котле приступают к изготовлению новых труб поверхности нагрева. В первую очередь подготавливают экранные трубы. Удаляют все трубы экранной поверхности и подготавливают трубные отверстия для установки новых труб. Устанавливают вновь изготовленные трубы экранной поверхности. Удаляют трубы кипятильного пучка с 1 по 15-й ряд, считая от фронта котла (до чугунной перегородки).

Разбирают чугунную перегородку, проверяют состояние плит и болтовых соединений. Собирают чугунную перегородку, предвари-

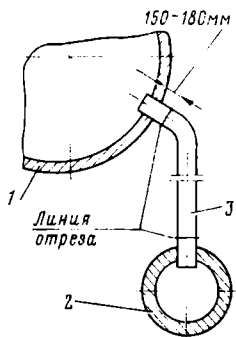


Рис. 31. Удаление экранных труб, подлежащих замене:

1—барабан котла; 2—коллектор; 3—экранная труба

тельно промазав торцевые поверхности плит специальной замазкой. При отсутствии замазки между стыками закладывают асбестовый шнур, пропитанный жидким стеклом.

Устанавливают первый ряд кипяtilьных труб. Устанавливают новую или ремонтируют шамотную перегородку, стоящую между первым и вторым рядами кипяtilьных труб. Устанавливают второй ряд кипяtilьных труб. При наличии обдувочного устройства между трубами первой позиции второго ряда приваривают втулку для закрепления обдувочной трубы. Устанавливают последующие 13 рядов кипяtilьных труб.

Удаляют кипяtilьные трубы с 16-го по 24-й ряд. Подготавливают трубные отверстия к установке новых труб. Устанавливают изготовленные кипяtilьные трубы с 16-го по 24-й ряд.

На рис. 31—33 показана последовательность удаления подлежащих замене экранных труб.

Экранные трубы, подлежащие замене, вырезают газокислородным резаком, оставляя патрубки длиной 150—180 мм. В том случае, когда необходима замена всей трубы, патрубки в местах сварки их с коллектором вырезают тем же способом, предохраняя тело коллектора.

Во избежание деформации коллектора патрубки вырезают при наличии воды в коллекторе на $\frac{2}{3}$ величины его внутреннего диаметра.

Далее слесарным инструментом удаляют оставшиеся в барабане завальцованные колокольчики и остатки труб из отверстий коллектора. Если в барабане котла вальцовочные соединения были заменены ранее на сварные, то порядок удаления концов труб тот же, что и в коллекторе.

При стыковке оставшегося патрубка с вновь устанавливаемой трубой конец патрубка обрабатывают механическим способом под сварку (торцовка, снятие фаски, зачистка).

Заменяемые экранные трубы крепятся в барабане вальцовкой или сваркой.

11. ВАЛЬЦОВКА ТРУБ

Надежность вальцовочного соединения труб с барабаном достигается при выполнении трех этапов: раздача трубы до соприкосновения ее с поверхностью трубного отверстия, раздача трубного отверстия и окончательная подвальцовка и отделка.

Сцепление трубы со стенкой барабана происходит на втором этапе в результате пластической деформации трубы.

Чистота поверхности трубных отверстий должна быть не ниже $R_{\Sigma 40}$. На поверхности трубных отверстий не допускаются раковины,

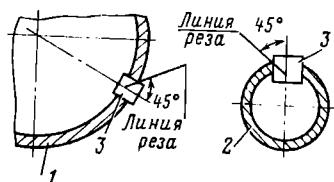


Рис. 32. Вырезка патрубков из коллектора и «колокольчиков» из барабана:
1—барабан котла; 2—коллектор; 3—«колокольчики»

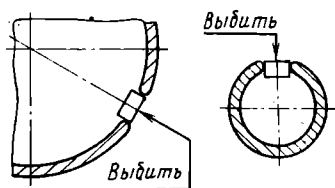


Рис. 33. Удаление остатков труб из коллектора и «колокольчиков» из барабана

забоины, задиры, острые края, продольные риски и шероховатости. Края отверстий не должны иметь острых кромок и заусенцев, кромки отверстий должны быть округлены радиусом 1,5—2 мм.

Перед началом вальцовки концы труб подвергают отжигу, при этом концы труб нагревают до 600—650° С (коричнево-красный цвет) с выдержкой при этой температуре из расчета 3 мин на каждый 1 мм толщины стенки трубы. Нагрев проводят на горне, обогреваемом древесным углем, коксом, дровами, газом, или на специальной установке с газовым нагревом (рис. 34). Для обеспечения медленного охлаждения нагретых концов труб их погружают в сухой песок или закрывают на длине 250—300 мм листовым асбестом. Отожженные концы труб зачищают снаружи до металлического блеска, внутреннюю поверхность очищают от коррозии, окалины и загрязнений на длине 60—100 мм [12].

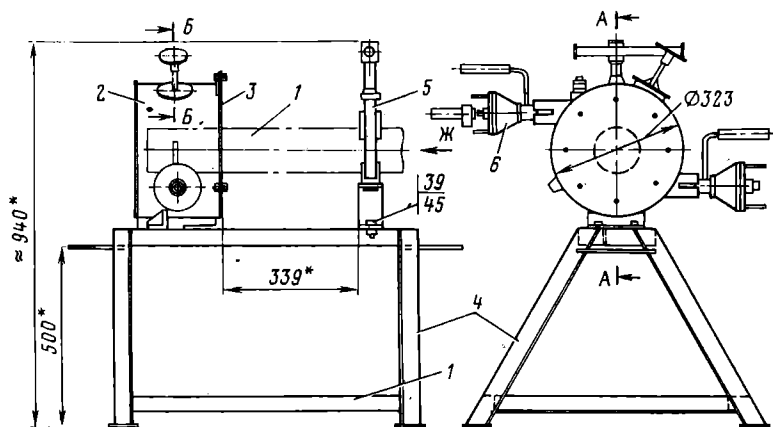


Рис. 34. Установка для отжига концов труб перед вальцовкой:
1—отжигаемая труба; 2—камера отжига; 3—крышка камеры; 4—станина; 5—приспособление для фиксации трубы; 6—газовая горелка

При установке экранных труб не допускается перекося их концы в трубных отверстиях (рис. 35). Длина выступающих концов труб должна находиться в пределах от 8 до 15 мм.

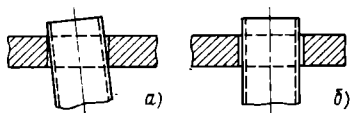


Рис. 35. Установка трубы в трубном отверстии:

а — с перекосом, неправильно; б — по центру, правильно

Подачу конца выверяемой трубы внутрь барабана осуществляют ударами по трубам деревянным молотком, а подачу конца наружу — стальными кувалдами через накладки или стальные выколотки.

Установленные в трубные отверстия трубы выверяют по выступающим концам и по шагу. Выверенные трубы закрепляют в трубных отверстиях крепежными вальцовками. Процесс закрепления (прихватки) считается законченным, если после выборки всего зазора между трубой и очком труба не качается в очке и малое постукивание молотком по трубе вызывает чистый, без дребезжания, звук.

Если у закрепленных концов труб будут выявлены трещины, рваные края, плены или слоистость, то трубы подлежат замене на новые.

В процессе развальцовки удобно контролировать степень ее по ходу вальцовки. Этот способ прост и легко осуществим. Требуемая степень развальцовки устанавливается до начала развальцовки на пробных образцах по установленному расстоянию (рис. 36).

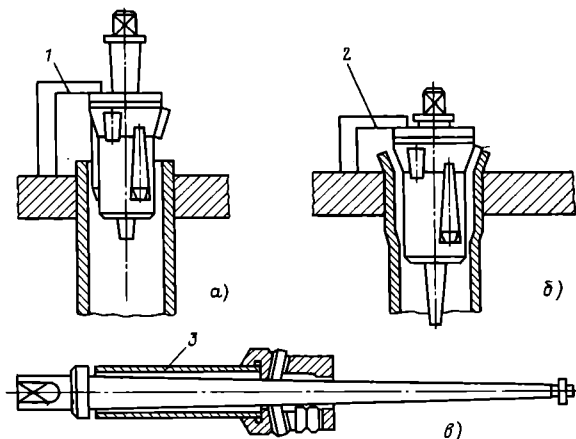


Рис. 36. Контроль степени развальцовки по величине установочного расстояния:

а — положение вальцовки перед началом развальцовки; б — положение вальцовки в конце процесса развальцовки; в — применение ограничительной трубки; 1 — начальный шаблон; 2 — конечный шаблон; 3 — ограничительная трубка

Угол развальцовки бортовочного колокольчика должен составлять 15° . Колокольчик должен начинаться за 2—3 мм до верхней кромки трубного отверстия. Переход от развальцованной части к бортовочному колокольчику должен быть выполнен чисто, без следов подреза или заката трубы.

После окончания вальцовочных работ проверяют качество вальцовочных соединений, при этом не допускаются:

трещины, плены, расслоения на концах труб;

разрывы на развальцованных участках труб;

подрезы и резкие накаты в местах перехода;

отжатия трубы в гнезде;

щели и загрязнения между трубой и вальцовочным гнездом;

отступления по минимальной и максимальной величине выступающих концов труб;

отклонения угла разбортовки от 15° ;

уменьшение толщины стенки конца разбортованной трубы более чем на 20%;

шероховатая поверхность внутри развальцованного участка трубы;

недоход основания бортовочного колокольчика до кромки трубной доски или заход его за кромку на расстояние свыше 4 мм.

Вальцовочные соединения, забракованные по указанным признакам, подлежат замене. Для этого дефектный конец трубы удаляют и на его место устанавливают новый отрезок трубы. Завальцованный с соблюдением всех требований отрезок трубы соединяют с оставшейся трубой сваркой.

Если при ремонте вальцовочных соединений будут выявлены дефекты, устранение которых требует расточки трубных отверстий, то вальцовочное соединение восстанавливают подбором отрезка трубы большего диаметра, применением точеного штуцера с наружным диаметром, соответствующим внутреннему диаметру трубы.

В случае применения для вальцовки в увеличенном трубном отверстии отрезка трубы большего диаметра один из концов отрезка обсаживают до размера, удобного для стыковки с трубой (рис. 37).

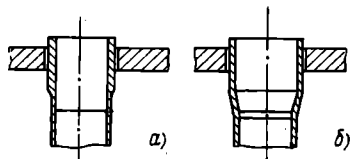


Рис. 37. Вальцовка трубы в увеличенном трубном отверстии:

а — при помощи точеного штуцера; б — с применением отрезка трубы большего диаметра

При необходимости дополнительно применяют раздачу конца трубы. Раздачу и обсадку концов труб выполняют, нагревая их до 900°C .

Плотность завальцованных соединений проверяют гидравлическим испытанием. Устранение неплотностей подвальцовкой возможно только при отсутствии недопустимых дефектов, перечисленных выше.

Подвальцовка неэффективна при перевальцованных концах труб или при наличии кольцевых трещин, осевых рисок, трещин на колокольчике. В этих случаях заменяют конец трубы или всю трубу. Иногда для устранения неплотностей вальцовочных соединений возможно применение обварки завальцованных концов труб по специально разработанной технологии [12].

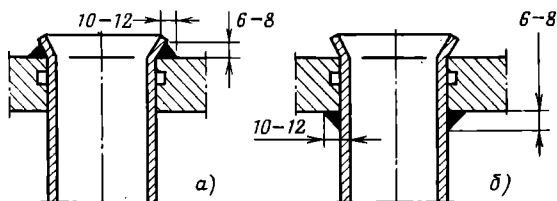


Рис. 38. Устранение неплотностей вальцовочных соединений с применением сварки:

а—обварка внутри барабана; *б*—обварка снаружи барабана

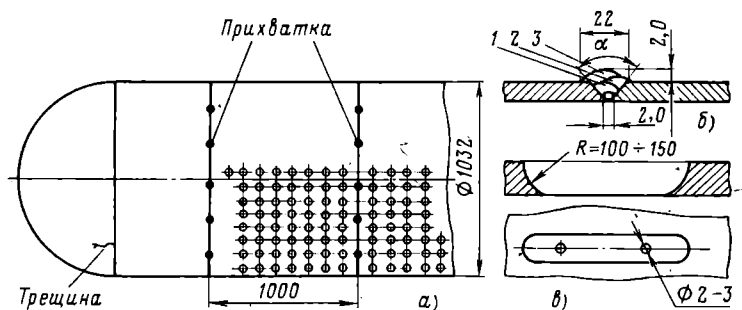


Рис. 39. Замена части барабана котла и устранение трещины в отбортованной части днища:

а—схема выполнения прихваток при замене обечайки; *б*—схемы выполнения кольцевого сварного шва при замене обечайки; *в*—удаление трещины; 1—3—порядок наложения слоев

На рис. 38 и 39 показаны примеры применения сварки при устранении неплотностей вальцовочных соединений и трещин в барабане.

12. ВОЗДУШНО-ДУГОВАЯ СТРОЖКА (РЕЗКА) УГОЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Воздушно-дуговая строжка (резка) применяется преимущественно для поверхностной обработки при удалении дефектных участков и снятии усиления сварных швов, разделке кромок в ремонтных условиях при двухсторонней стыковой сварке и т. п. Ширина реза зависит от диаметра электрода, при этом ширина канавки на 1—3 мм шире диаметра электрода. Высокая производительность строжки достигается при диаметрах электрода от 6 до 12 мм. Сила тока составляет от 300 до 1500 А, напряжение дуги 30—40 В, давление воздуха 0,4—0,7 МПа (4—7 кгс/см²), расход воздуха 20—30 м³/ч.

Закрепленный в резаче электрод (рабочий вылет от 120—100 до 60—50 мм) направляют под углом 30—45° в точку начала строжки и, сохраняя его положение, перемещают в направлении строжки,

углубив конец электрода в образующуюся канавку. Небольшое количество застывших шлаков, оказавшихся вдоль кромок канавки, легко удаляется по окончании строжки [13].

В табл. 7 приводятся примерные режимы поверхностной воздушно-дуговой строжки (резки) для углеродистой стали при постоянном токе обратной полярности.

Таблица 7. Режимы поверхностной воздушно-дуговой строжки (резки) для углеродистой стали при постоянном токе

Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Интенсивность выплавки стали, кг/ч
6,0	280	9,5
8,0	380	12,9
10,0	500	15,5
12,0	600	16,4

Примечание. Давление воздуха 0,4—0,7 МПа ($4-7 \text{ кгс/см}^2$), расход воздуха 20—30 м³/ч.

Ручной воздушно-дуговой резак представляет собой устройство для контактного закрепления электрода, снабженное каналами и сопловой системой для подачи струи сжатого воздуха в зону режущей дуги. В качестве электродов при воздушно-дуговой строжке используют угольные, графитовые или графитированные стержни, для уменьшения окислительного износа покрытые тонким слоем меди (обмедненные), длиной 250—350 мм, диаметром от 6 до 12 мм.

Основные части воздушно-дугового резака: головка с контактными зажимными и сопловыми устройствами и рукоятка с узлом крепления токо- и воздухоподводящих коммуникаций. Контактные-зажимные устройства монтажных и универсальных резаков, как правило, имеют две сжимаемые пружинами контактные поверхности (колодки), между которыми закрепляется электрод (рис. 40). Это обеспечивает быструю смену электродов и установку электрода под любым углом к рукоятке.

Сопловые устройства современных воздушно-дуговых резаков, как правило, выполняют в виде цилиндрических каналов в контактных колодках. Такие сопла формируют наиболее целесообразные для строжки воздушные струи, направленные под небольшим углом вдоль боковой поверхности электрода [9, 13].

Для подачи воздуха в резак применяют резиноканевые рукава, в воздушном канале которых прокладывают гибкий провод, подводящий рабочий ток. Источником тока при воздушно-дуговой строжке служат сварочные трансформаторы или выпрямители постоянного тока повышенной мощности, а при строжке на переменном токе — трансформаторы с ппологопадающей или жесткой вольт-амперной характеристикой. Сжатый воздух отбирают из заводской магистрали или от передвижного компрессора. Присутствие влаги в воздухе не является вредным для воздушно-дуговой строжки, однако наличие масла нежелательно, поэтому сжатый воздух перед подачей в резак должен быть осушен с помощью маслосепаратора.

Качество поверхности реза и прилегающего к ней металла после строжки удовлетворительное. Однако в поверхностном слое глубиной 0,1—0,3 мм может наблюдаться заметное повышение содержания углерода. Для снижения науглероживания следует избегать возбуждения дуги без подачи воздуха, не касаться электродом раскаленного металла, не выплав-

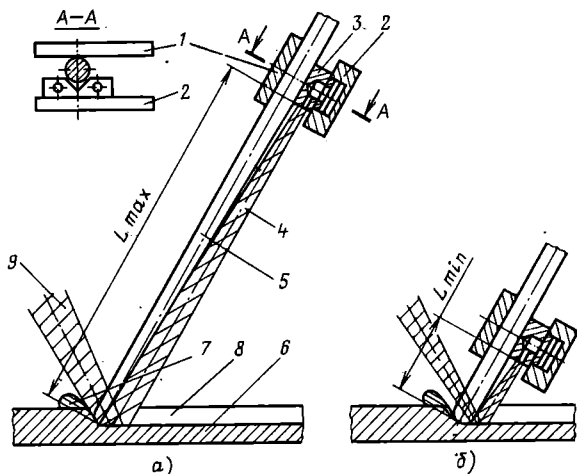


Рис. 40. Воздушно-дуговая строжка (резка) металла. Схема расположения угольного электрода в резаче и направление воздушных струй в начале (а) и в конце (б) резки:

1—неподвижная контактная колодка; 2—подвижная колодка; 3—поворотная сопловая губка; 4—воздушная струя; 5—электрод; 6—обрабатываемая обечайка; 7—продукты строжки (шлаки); 8—выстроганная канавка; 9—направление выброса струи; 120—100 мм—максимальный и 60—50 мм—минимальный свободный вылет электрода

лать слишком глубокие канавки. Во всех случаях после воздушно-дуговой строжки необходимо выполнять тщательную зачистку поверхностей стальной щеткой до металлического блеска и производить осмотр для выявления поверхностных дефектов. В наиболее ответственных случаях поверхностный слой снимают шлифованием на глубину до 0,5 мм.

Опасность, вызываемую при смене электрода высоким напряжением холостого хода, можно легко устранить, применяя ограничители холостого хода различных систем, в том числе разработанный Союзхимпромэнерго [13].

Замена обечайки при ремонте барабана котла

В результате длительной эксплуатации и, вероятно, несоблюдения водного режима в нижней части барабана котла ДКВР-10-13 на длине 700—800 мм возникли коррозионные повреждения, которые привели к утонению стенки барабана с 16 до 8—10 мм. Принято решение удалить часть барабана котла (обечайку длиной 1000 мм) и сварить новую обечайку. Для выполнения этой работы необходимы: источник питания сварочной дуги, оборудование для газокислородной резки, графитовые электроды диаметром 10—12 мм, электроды типа Э50-А, марки УОНИ-13/55 диаметром 5 мм, оборудование и инструмент для зачистки швов.

Воздушно-дуговой строжкой (резкой) угольным обмедненным электродом удаляют кольцевые сварные швы, а затем обечайку с утоненной стенкой. Изготовленную по размеру (1036×16 мм) вставку (обечайку) из стали марки 20К (основной металл барабана котла) устанавливают с равномерным зазором и прихватывают через каждые 250—300 мм. Сварку

выполняют электродами УОНИ-13/55 диаметром 5 мм, сварочного тока 170—210 А, в три слоя.

На отбортованной части барабана того же котла необходимо устранить выявленную трещину. Люминесцентным или магнитно-порошковым методом контроля определяют точные размеры трещины, концы трещины засверливают сверлом диаметром 2—3 мм. Трещину с прилегающей зоной выбирают бормашиной и затем высверливают.

Вварку вставки (обечайки) и ликвидацию трещины выполняют по специально разработанной технологии, предусматривающей выполнение требований Госгортехнадзора СССР по необходимому объему контроля качества.

13. РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ БАРАБАНОВ

При осуществлении капитальных ремонтов котлов ДКВР возможна замена обмуровки верхнего или нижнего барабана, трубной системы, а при реконструкции (перевод на большую производительность) возникает необходимость демонтажа, а затем установки верхнего и нижнего барабанов котла (рис. 41). Такие работы

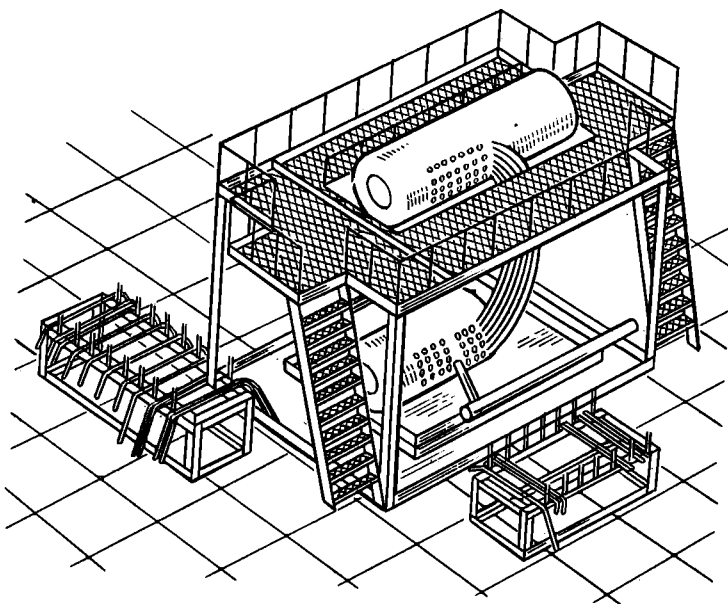


Рис. 41. Полная замена обмуровки и трубной системы котла ДКВР-6,5-13

выполняют только по заранее разработанным проектам механизации работ. Предлагаемый к рассмотрению проект механизации работ предусматривает перемещение верхнего и нижнего барабанов с монтажной площадки в рабочее положение двумя этапами (рис. 42):

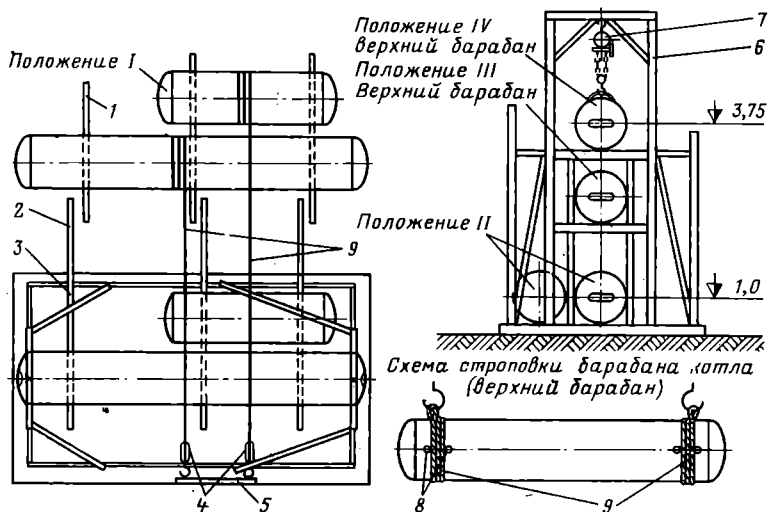


Рис. 42. Такелажная схема установки барабанов котла при ремонте или реконструкции:

1, 2, 3—металлоконструкции эстакады; 4—рычажная лебедка; 5—якорь; 6—портал; 7—таль червячная ручная; 8—упоры; 9—трос

перемещение барабанов в горизонтальной плоскости с монтажной площадки в пределы фундамента котла;

перемещение барабанов в вертикальной плоскости—установка барабанов в проектное положение.

Перед перемещением верхнего и нижнего барабанов в горизонтальной плоскости из положения I в положение II выполняют ряд подготовительных работ: устанавливают опорную раму котла, металлоконструкции эстакады (1, 2, 3) с учетом расположения штуцеров на барабанах, устанавливают металлоконструкции каркаса котла с правой стороны для крепления взрывных предохранительных клапанов, устанавливают и закрепляют на каркасе котла якорь (5) для крепления ручных рычажных лебедок (4), при отсутствии металлоконструкций каркаса котла якорь надежно закрепляют по месту.

Устанавливают и закрепляют ручную рычажную лебедку с достаточным тяговым усилием канатом типа ТК (ГОСТ 3071-74) диаметром 8,5 мм в три нити.

В положении I стропят верхний барабан на крюк лебедки, для этого тяговый канат лебедки обматывают 2 раза вокруг барабана котла так, чтобы при натяжении каната барабан перекатылся в сторону лебедки. Крюк лебедки вводят в отверстие для экранных труб. Лебедкой (4) перемещают верхний барабан котла из положения I в положение II, закрепляют, используя упоры опорной рамы, и расстропливают с крюка лебедки.

Установив и закрепив лебедку в положении, необходимом для

перемещения нижнего барабана, в положении *I* стропят нижний барабан на крюк лебедки, для этого также тяговый канат лебедки обматывают 2 раза вокруг барабана котла, чтобы при натяжении каната нижний барабан перекатывался в сторону лебедки.

Переместив нижний барабан из положения *I* в положение *II*, его также закрепляют и снимают стропы с крюка лебедки.

До начала работ по перемещению барабанов в вертикальной плоскости из положения *II* в проектное положение проводят следующую подготовку: устанавливают каркас котла с площадками обслуживания, металлоконструкции порталов без балок (6), на порталах устанавливают тали червячные ручные достаточной грузоподъемности (7).

В положении *II* стропят верхний барабан на крюки талей стропами (9) с обязательным использованием ограничительных упоров (8) или имеющихся штуцеров барабана для предотвращения сползания стропов при перемещении из положения *II* в положение *III*.

Одновременной работой талей (7) перемещают барабан из положения *II* в положение *III*. На отметке +1,850 м устанавливают балки, укладывают барабан на балки, снимают стропы.

В положении *III* стропят барабан на крюки талей стропом с обязательным использованием ограничительных упоров (см. схему строповки барабана).

Талями перемещают барабан из положения *III* в положение *IV*. На отметке 3,237 м устанавливают балки и укладывают на них верхний барабан. Выставляют барабан по техническим условиям на монтаж, закрепляют и расстропливают.

С помощью монтировок перемещают нижний барабан из положения *II* в положение *III*—проектное. Демонтаж металлоконструкций порталов ведут по мере надежного крепления барабанов котла трубной системой [8].

14. ТАКЕЛАЖНАЯ ОСНАСТКА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

При выполнении ремонтных работ, связанных с подъемом и перемещением различных металлоконструкций, применяют различные серьги такелажные, траверсы грузоподъемные, грузозахваты. Ниже приводятся некоторые данные по такелажным приспособлениям и схемы строповок, разработанные Союзхимпромэнерго.

Серьга такелажная грузоподъемностью 0,5; 1,0; 3,0 тс предназначена для строповки оборудования, деталей и узлов при перемещении (рис. 43).

Траверса грузоподъемная предназначена для подъема и перемещения различных грузов (рис. 44).

Простейшим грузоподъемным устройством, предназначенным для уменьшения нагрузок на тяговые механизмы при выполнении различных такелажных работ, является полиспаст. Схемы применения полиспастов, расположенных вертикально и горизонтально, приведены на рис. 45.

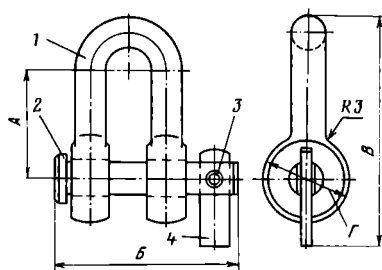


Рис. 43. Серьга такелажная:
1—скоба; 2—ось; 3—палец; 4—ограничитель

Таблица 8. Техническая характеристика серьги

Обозначение	A	Б	В	Г	Грузоподъемность, т
		Размер, мм			
2884.00.000 СБ	50	80	105	34	0,5
2885.00.000 СБ	70	78	123	40	1,0
2886.00.000 СБ	80	118	160	50	3,0

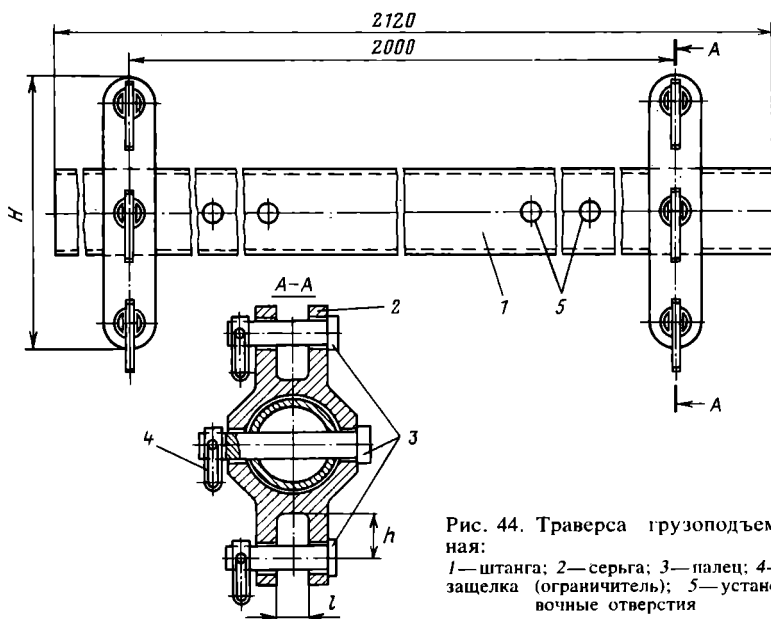


Рис. 44. Траверса грузоподъемная:
1—штанга; 2—серьга; 3—палец; 4—защелка (ограничитель); 5—установочные отверстия

Таблица 9. Техническая характеристика траверсы

Обозначение	Грузоподъемность, т	H	l	h
		Размер, мм		
2887.00.00 СБ	0,5	170	20	28
2888.00.00 СБ	1,0	235	26	35
2889.00.00 СБ	5,0	345	48	60

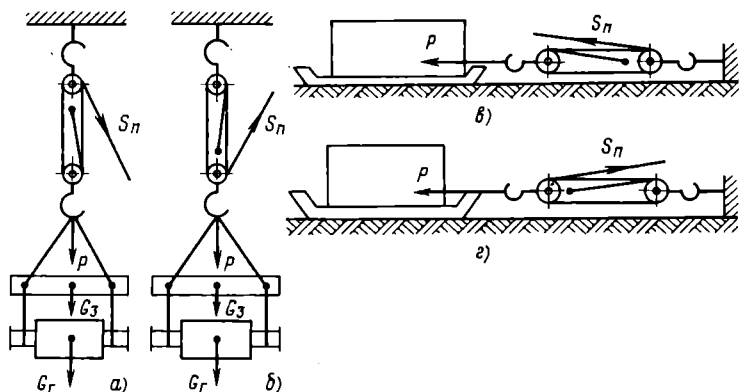


Рис. 45. Схема полиспастов, расположенных вертикально и горизонтально: а, в — сбегающий конец троса сходит с неподвижного блока; б, г — сбегающий конец троса сходит с подвижного блока

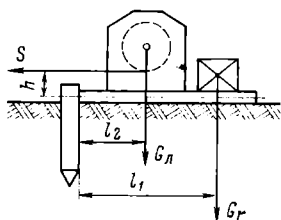


Рис. 46. Схема крепления лебёдки

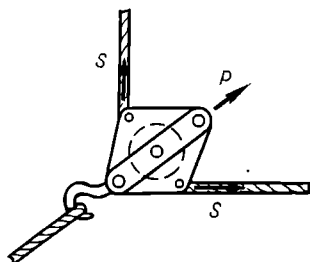


Рис. 47. Схема отводного блока

На рис. 46 приведена схема крепления лебедки. Массу контргруза, обеспечивающую устойчивость лебедки от опрокидывания, т. определяются по формуле

$$G = \frac{k_y (Sh - G_{\text{л}} l_2)}{l_1},$$

где k_y — коэффициент устойчивости лебедки, принимают $k_y = 2$; S — тяговое усилие лебедки, тс; h — высота каната от уровня земли, м; $G_{\text{л}}$ — масса лебедки, т; l_1 и l_2 — расстояние от ребра опрокидывания до центров тяжести контргрузов и лебедки, м.

Расчет усилия, препятствующего горизонтальному смещению лебедки, производится по формуле

$$P = S - T_{\text{с}},$$

где S — тяговое усилие лебедки, тс; $T_{\text{с}}$ — сила трения рамы лебедки об опорную поверхность, тс:

$$T_{\text{с}} = (G_{\text{л}} + G_{\text{г}}) f,$$

где $G_{\text{л}}$ —масса лебедки, т; $G_{\text{г}}$ —масса контргруза, т; f —коэффициент трения скольжения, принимается в зависимости от материала соприкасающихся поверхностей от 0,10 до 0,45.

Отводные однорольные блоки (схема показана на рис. 47) предназначены для изменения направления действующего усилия.

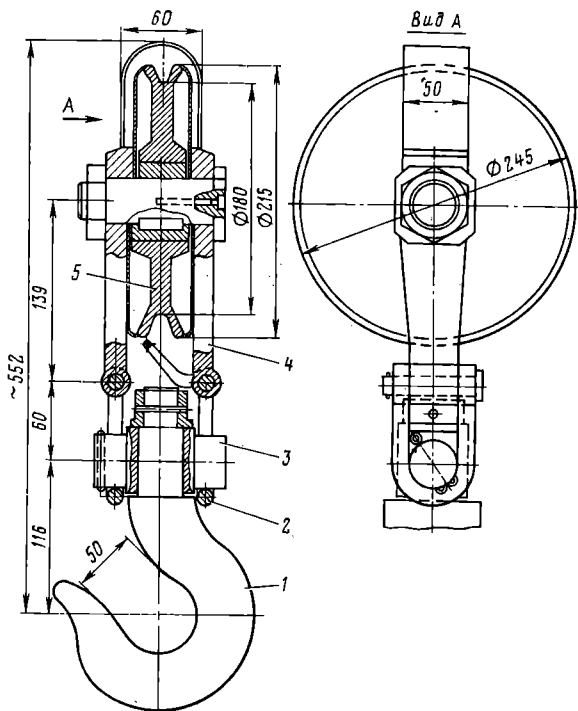


Рис. 48. Блок отводной с откидной щекой грузоподъемностью 5 т:
1—крюк; 2—откидная серьга с ухом; 3—траверса; 4—скоба; 5—ролик

Выбираются блоки в зависимости от нагрузки и определяются разработчиком проекта механизации работ при выполнении ремонта. Устройство отводного блока с откидной щекой показано на рис. 48.

Если груз подвешен на двух или нескольких параллельных канатах и вес груза равномерно распределяется между канатами, то на каждый канат приходится нагрузка $A = P/n$, кг, где A —нагрузка на один канат; P —масса груза, кг; n —количество ветвей каната. При практическом расчете нагрузки вводится дополнительный коэффициент, учитывающий трение.

Если груз массой P , кг, подвешен к крюку при помощи n ветвей каната и каждая из ветвей наклонена под углом α к вертикали, то натяжение A каждой ветви каната будет увеличиваться по мере

увеличения угла наклона ветви к вертикали. Это натяжение, кгс, подсчитывают по формуле

$$A = k \frac{P}{n},$$

где k — число (коэффициент), зависящее от угла α , и принимается при:

α	0°	30°	45°	60°
k	1	1,15	1,42	2

На рис. 49 и 50 показаны способы обвязки стропов за однорогий и двурогий крюки. Сопрежения профильного металла для сварки приведены на рис. 51.

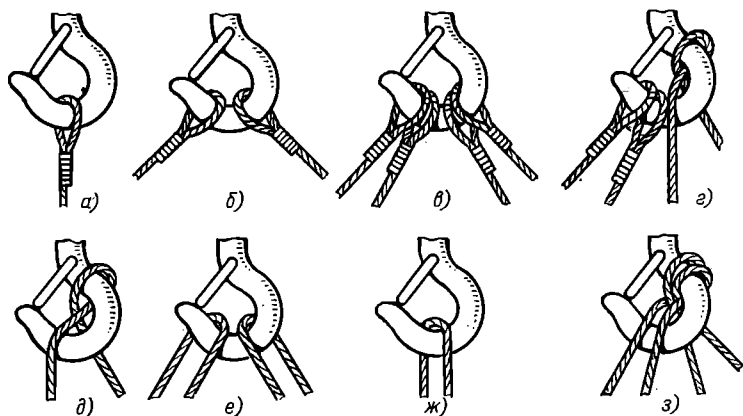


Рис. 49. Способы обвязки стропов за однорогий крюк:

a — однопетлевой строп; b — двухпетлевой строп; v — четырехпетлевой строп; z — двухпетлевой и кольцевой (крюковой узел); d — кольцевой (крюковой узел); e — двухкольцевой; zh — кольцевой; z — двухкольцевой (крюковой узел)

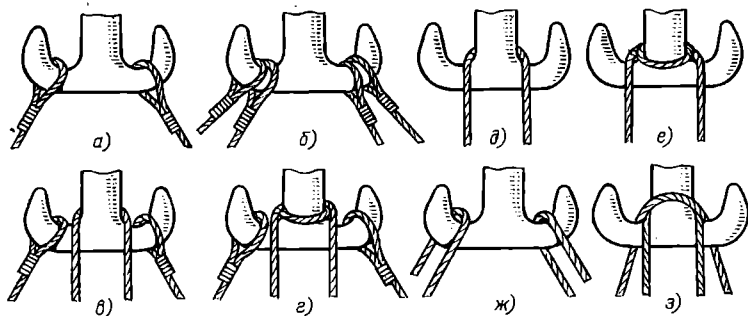


Рис. 50. Способы обвязки стропов за двурогий крюк:

a — двухпетлевой; b — четырехпетлевой; v — двухпетлевой и кольцевой; z — двухпетлевой и кольцевой с нахлесткой; d — однокольцевой; e — однокольцевой с нахлесткой; zh — двухкольцевой; z — двухкольцевой

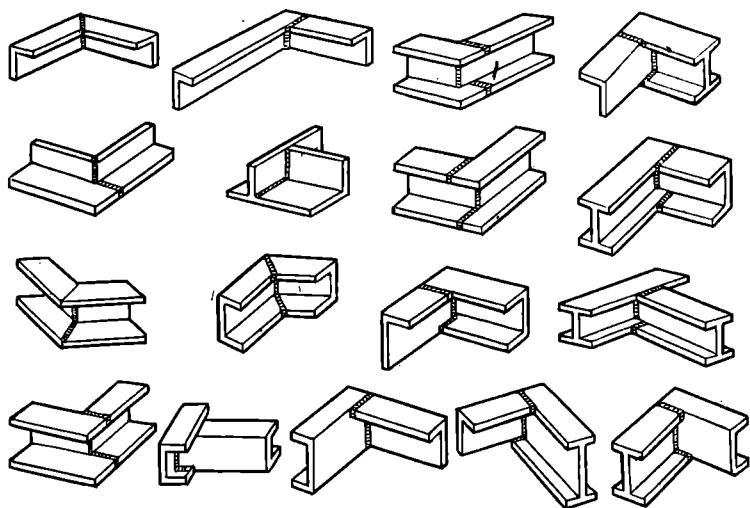


Рис. 51. Сопряжения профильного металла для сварки

15. РЕМОНТ ОБМУРОВКИ

В процессе эксплуатации котла некоторая часть конструктивных узлов обмуровки разрушается и требует восстановления. Ремонт обмуровки заключается в полной разборке разрушенного участка, подготовке участка и укладке новой обмуровки. Ремонт обмуровки проводят в период капитального ремонта, так как он является составной частью общего ремонта котла. В процессе эксплуатации и ремонта изучают причины преждевременного износа обмуровки, разрабатывают и внедряют мероприятия для увеличения срока ее службы и снижения затрат на ремонт.

До вывода котла в капитальный ремонт обмуровку подвергают тщательному осмотру и обследованию до выявления объема обмуровочных работ и правильного планирования их выполнения при ремонте [3, 22].

После остановки котла в ремонт надлежит в сжатые сроки закончить разборку дефектной обмуровки и уточнить объем обмуровочных работ с оформлением соответствующего акта.

При выявлении дополнительных объемов, не предусмотренных ведомостью объема работ, уточняют состав ремонтной бригады и решают вопрос о необходимости увеличения продолжительности срока простоя котла в ремонте.

Капитальный ремонт обмуровки производят с тщательной инженерной подготовкой, включающей:

разработку проекта производства работ (ППР) и технологических процессов особо сложных и неосвоенных видов ремонтных работ;

проведение подготовительных работ по механизации, заготовке

до начала работ необходимого ассортимента обмуровочных материалов, оснастки, инструмента и т. п.;

проработку ремонтным персоналом технологии и графика ремонта по узлам.

В объем технической документации, необходимой для производства работ по обмуровке котлов, входят:

рабочие чертежи обмуровки с указаниями по выполнению сложных узлов, спецификация, паспорта или сертификаты на материалы для выполнения обмуровки;

инструкции по выполнению обмуровки с применением новых изделий или материалов;

проект производства работ (ППР) по обмуровке.

Перед началом разборки производят тщательный осмотр состояния обмуровки и устанавливают границы участков, подлежащих разборке. При разборке обмуровки сохраняют только те участки, которые могут обеспечить надежную работу котла до следующего ремонта.

К разборке обмуровки разрешается приступить только после получения наряда-допуска на производство работ. До начала разборки обмуровки рабочие места должны быть освещены и ограждены, заготовлен ручной и пневматический инструмент, установлены необходимые площадки для складирования разобранного кирпича, теплоизоляционных изделий, установлены леса и подмости.

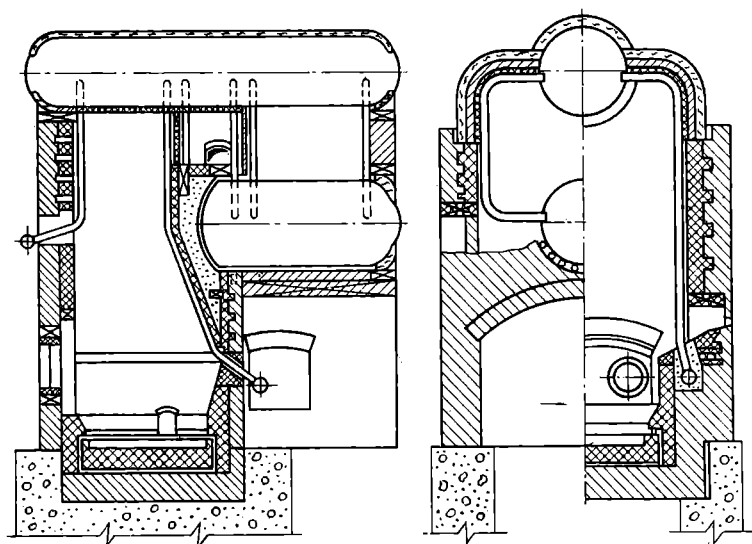
Контур разборки должен облегчать выполнение новой кладки и обеспечивать сохранение прочности и плотности обмуровки. При сплошном ремонте стен разборку следует начинать с верхних сводов или перекрытий и только после этого приступать к разборке стен. При выборочном ремонте стен разборку ведут по частям.

Перед началом работ по кладке обмуровки из штучных огнеупорных и изоляционных изделий проверяют правильность установки деталей крепления обмуровки, лазов, гляделок. Проверяют также правильность расположения труб экранов, экономайзера для возможности выдерживания расстояния между трубами и поверхностью обмуровки и толщины самой обмуровки в соответствии с требованиями проекта (рис. 52, 53).

Резку и пилку кирпича и изоляционных плит производят на специальных станках карборундовыми или стальными дисками (рис. 54).

Теску кирпича вручную производят частыми, но не сильными ударами кирочки с припоем из твердого сплава.

Кирпич, предназначенный для тески, размечают при помощи шаблонов. Тесаная поверхность должна быть ровной, без впадин и выпуклостей, с четкими гранями. Правильность тески проверяют шаблонами. Тесать огневую поверхность фасонного огнеупорного кирпича категорически запрещается. Огнеупорный кирпич со стесанной поверхностью, отбитыми углами и кромками укладывают внутрь кладки. Применять для кладки подмоченный огнеупорный и изоляционный кирпич, а также смачивать его во время укладки



Условные обозначения

Кладка
красного кирпича

Торкретная
масса

Изоляция

Кладка
огнеупорного кирпича

Диатомовая
дробленка

Хромистая
масса

Рис. 52. Общий вид обмуровки котла ДКВР-10-13

запрещается. Огнеупорный кирпич с трещинами, образовавшимися при теске, применять для кладки запрещается. [3, 22].

16. СДАЧА-ПРИЕМКА КОТЛА ИЗ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Подготовка котла к сдаче после ремонта

По окончании ремонта поверхностей нагрева котла необходимо произвести их тщательный осмотр.

Проверить законченность монтажных и сварочных работ, отсутствие открытых концов труб, установку арматуры с полным количеством крепежа соответствующего качества и размера.

Произвести очистку внутренних поверхностей котла, удалить загрязнения и следы смазки, огарки электродов, обтирочный материал и другие посторонние предметы.

Произвести прокатку экранных и кипяточных труб шарами диаметром, равным 0,8 от внутреннего диаметра труб.

Промыть проверенные трубы водой из шланга.

Предъявляют очищенные и подготовленные к закрытию элементы котла для осмотра руководителю работ и после его разрешения закрывают котел.

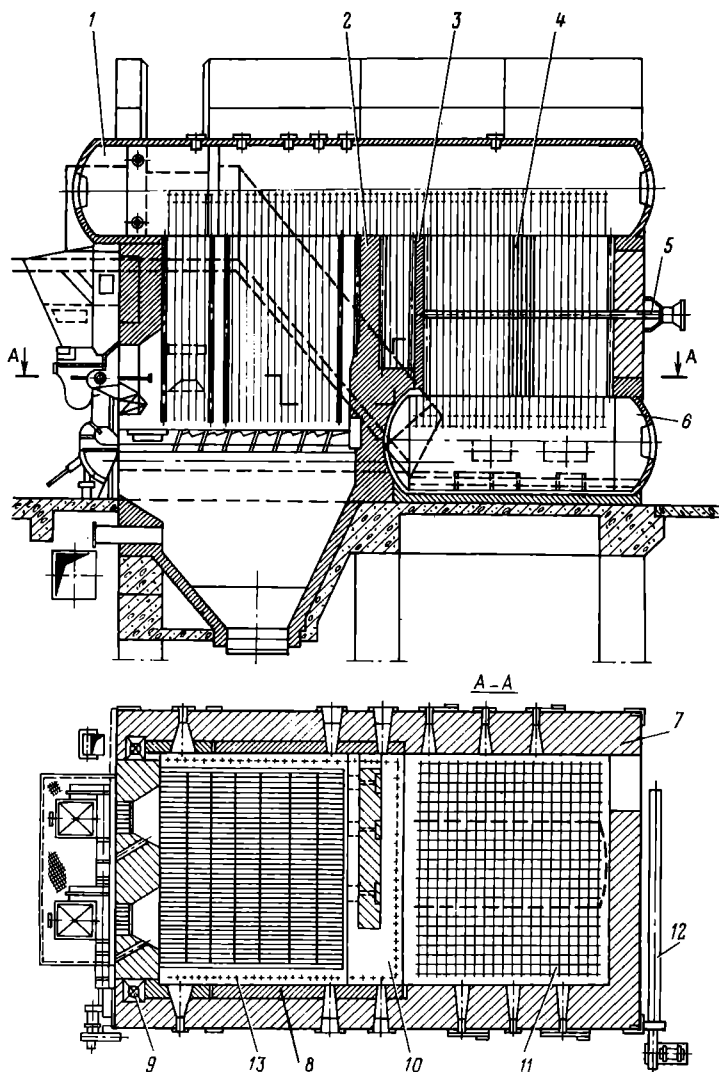


Рис. 53. Паровой котел ДКВР-4-13 с топкой ПМЗ-РПК в тяжелой обмуровке:

1—верхний барабан; 2, 3—шамотные перегородки; 4—чугунная перегородка; 5—обдувочное устройство; 6—нижний барабан; 7—кирпичная кладка; 8—огнеупорная кладка; 9—водоотпускные трубы; 10—камера догорания; 11—конвективный пучок; 12—устройство возврата уноса топлива; 13—трубы бокового экрана

Удаляют заглушки с питательной магистрали котла, а также со всех спускных и дренажных линий.

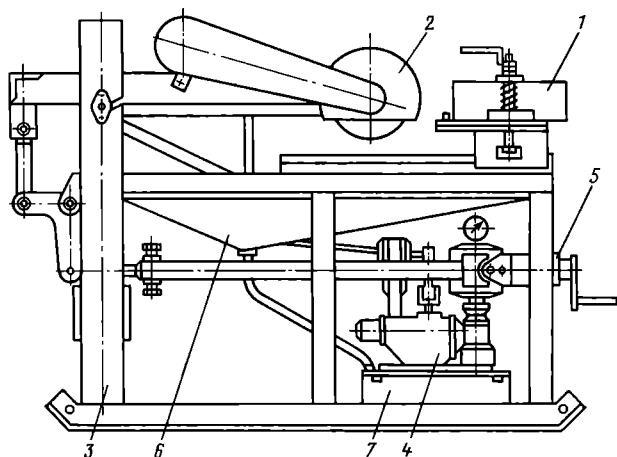


Рис. 54. Станок для резки обмуровочного кирпича:

1—узел крепления обмуровочного кирпича; 2—привод абразивного круга; 3—станина; 4—помпа охлаждения; 5—механизм регулировки положения абразивного круга; 6—воронка для сбора пыли и шлама; 7—сборник шлама и пыли

Производят гидравлическое испытание после контроля сварных соединений рентгенопросвечиванием или ультразвуком и после исправления обнаруженных дефектов [11].

После проверки поверхностей нагрева производят заполнение котла водой с температурой, близкой к окружающей среде, но не выше $+70^{\circ}\text{C}$ и не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Предохранительный клапан и воздушники во время заполнения котла водой должны быть открытыми. По мере поступления из них устойчивого потока воды прекращают поступление воды в котел, закрывают воздушники, заклинивают предохранительный клапан, закрывают доступ воды в водомерные стекла.

Создают давление гидравлическим насосом (прессом), равное 10% пробного. Производят полный осмотр котла и подтягивают крепеж на фланцевых соединениях. При наличии незначительных дефектов (слезки, потение и т. п.) давление не снижают, а продолжают поднимать до рабочего.

При обнаружении значительных дефектов (свищи, разрывы, утечки и т. п.) давление снижают до нуля, а если необходимо, то спускают часть или всю воду и устраняют замеченные неисправности.

При достижении давления 30—50% рабочего производят повторную проверку плотности котла.

При рабочем давлении в котле осматривают все сварные узлы, фланцевые и вальцовочные соединения, сальниковые уплотнения штоков арматуры, проверяют плотность водомерных колонок.

Все выявленные неплотности отмечают и устраняют после снижения давления в котле до нуля.

Самовольное, без разрешения руководителя работ, устранение любых неплотностей во время испытаний запрещается.

Рабочее давление в котле должно быть выдержано в течение 20—30 мин. Если за это время давление не падает, а при осмотре не обнаружены слезки и потение в сварных швах и остаточные деформации элементов трубной системы, то котел можно считать подготовленным к инспекторскому испытанию.

В присутствии инспектора Госгортехнадзора СССР доводится давление до пробного—равного $1,25 p_{\text{раб}}$. Пробное давление выдерживают не менее 5 мин, после чего давление плавно снижают до рабочего, которое поддерживается в течение времени, необходимого для осмотра котла. В течение этого времени следят за стрелкой манометра и отмечают его показания [7].

Котел признается выдержавшим гидравлические испытания, если:

- в котле нет признаков разрыва;
- не замечается течей, слезок и потения;
- не замечается остаточных деформаций после испытания.

После гидравлического испытания котла удаляют воду, открывают люки барабана и устанавливают внутрибарабанные сепарационные устройства.

До начала работ по монтажу сепарации застилают всю нижнюю часть барабана резиновыми ковриками или матами.

После установки сепарационного устройства и осмотра барабана комиссией составляют акт и закрывают люк барабана.

Примечание. Контроль давления в котле ведут не менее чем по двум манометрам, один из которых контрольный.

Сдача-приемка котла из капитального ремонта

По окончании капитального ремонта котла производится сдача-приемка котла, состоящая из сдачи отремонтированных узлов, общей предварительной приемки и приемки котла под нагрузкой.

Сдача отремонтированных узлов из капитального ремонта производится по мере их готовности. Перед сдачей отремонтированного узла руководитель ремонта лично осматривает участок работы, проверяет выполненный объем работ и готовность к сдаче. При сдаче узла предъявляют следующие документы: ведомость объема работ по узлу с отметкой о фактически выполненных работах, сертификаты и другие данные о качестве материалов, примененных при ремонте узла. Все вращающиеся механизмы (вентиляторы, дымососы и пр.) должны опробоваться на холостом ходу и под нагрузкой, после чего составляют акт, в котором отмечают объем выполненных работ, обнаруженные недостатки, результаты опробования, а также указывают предварительную оценку качества работ.

Общая предварительная приемка из капитального ремонта производится комиссией под председательством главного инженера предприятия (владельца котла), начальника котельного (теплого)

цеха с участием руководителя работ ремонтного подразделения. Начальник котельного (теплого) цеха докладывает главному инженеру результаты ремонта, объем выполненных работ, перечень и причины невыполненных работ, результаты поузловой сдачи, данные об устранении всех недостатков, отмеченных при узловой сдаче, и о том, что котел подготовлен к сдаче.

При предварительной приемке котла предъявляются следующие документы: ведомость объема работ с отметкой о выполненных и невыполненных работах, графики ремонта, акты сдачи узлов, акт на гидравлическое испытание, сертификаты на применяемые материалы (трубы, электроды), акты лабораторных испытаний образцов сварки, копии удостоверения электросварщика на право производства ответственных сварочных работ, акт на прогонку шаром трубной системы котла, запись инспектора Госгортехнадзора СССР о результатах внутреннего осмотра и гидравлического испытания котла.

После проверки документации осматривают на месте все узлы котла. После окончания осмотра котла и опробования всех механизмов отмечают недостатки ремонта, намечают сроки их устранения и срок приемки котла под нагрузкой.

Приемку котла из ремонта под нагрузкой производят после предварительной приемки. Для этого котел включают под нагрузку, при которой производят его осмотр. Во время осмотра необходимо обратить внимание на состояние плотности трубной системы, фланцевых соединений, арматуры, люков, предохранительных клапанов, приборов безопасности, работу дымососа и вентилятора. Если в течение 24 ч после включения котла в магистраль не будет выявлено никаких ненормальностей в работе, то его принимают в эксплуатацию и составляется акт приемки котла из капитального ремонта.

Сроком окончания ремонта считается время включения котла в паропровод. Если в течение 24 ч на котле будут выявлены дефекты, требующие его остановки и вторичной проверки его под нагрузкой в течение следующих 24 ч, то котел не считается вышедшим из капитального ремонта до устранения этих дефектов. В этом случае сроком окончания капитального ремонта считается время включения котла в паропровод, после которого он проработал без дефектов в течение 24 ч.

Если во время 24-часовой проверки котла под нагрузкой произошла вынужденная остановка по вине эксплуатационного персонала, то этот случай учитывают как происшедший с оборудованием, находящимся в нормальной эксплуатации, и ремонтное подразделение может выполнять эти работы как аварийные.

Окончательная оценка качества ремонта дается главным инженером предприятия (владельца котла) по истечении месяца работы данного котла под нагрузкой. После этой оценки руководитель ремонтного подразделения составляет акт о качестве ремонта (монтажа) и выдает владельцу котла гарантийное свидетельство о качестве [11].

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Рабочие, выполняющие ремонт или изготовление запасных элементов паровых котлов типа ДКВР, в зависимости от принадлежности предприятия к той или иной отрасли промышленности могут подвергаться широкому воздействию опасных и вредных факторов производства, таких как повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны, высокий уровень общей и локальной вибрации (в частности, при работе с пневматическим и электрифицированным инструментом), опасность поражения электрическим током, высокий уровень шума, работа на высоте и т. п.

Для обеспечения защиты органов дыхания, слуха, зрения, головы, рук, лица и т. д. для рабочих основных специальностей, выполняющих ремонт паровых котлов и изготавливающих запасные элементы к котлам, рекомендуются приводимые нормативы средств индивидуальной защиты и предохранительных приспособлений отечественного производства, распределяемые Союзглавспецодеждой при Госснабе СССР через территориальные управления по материально-техническому снабжению (см. приложение).

Пользование стационарными подъемно-транспортными средствами и действующими сетями сжатого воздуха, пара, воды и кислорода для проведения ремонтных работ разрешается начальником цеха, а отключение производится подрядчиком под руководством начальника смены. Подключение электроэнергии для нужд подрядчика производится электрослужбой заказчика по разрешению администрации цеха.

При производстве ремонтных работ подрядными организациями и заказчиком должны соблюдаться правила и инструкции по технике безопасности применительно к характеру действующего производства и запланированных работ. На проведение подрядной организацией ремонтных работ в действующей котельной заказчик должен выдать подрядчику наряд-допуск, который является письменным разрешением на производство работ в отведенной ремонтной зоне. Право выдачи наряда-допуска предоставляется начальнику цеха или лицу, его заменяющему. Лицо, выдающее наряд-допуск, устанавливает объем предстоящих ремонтных работ, определяет перечень технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ. Лицом, непосредственно допускающим к выполнению ремонтных работ от заказчика, может быть начальник смены или мастер при отсутствии начальника смены.

На производство ремонта или модернизации котла и трубопроводов в дополнение к наряду-допуску подрядчиком и заказчиком составляется акт на сдачу котла в капитальный ремонт [14].

Наряд-допуск оформляется заказчиком на определенный физический объем работ на данном участке и действует в течение всего времени, необходимого для выполнения указанного объема ре-

монтажных работ. Наряды-допуски должны храниться у подрядчика и заказчика в течение 3 мес со дня окончания работ.

Ежедневно при допуске ремонтного персонала к работе наряд-допуск должен быть подписан: от заказчика — начальником смены или мастером, а от подрядчика — непосредственным руководителем работ с указанием даты начала производства работ. Изменения в составе бригады могут быть допущены непосредственным руководителем работ с соответствующим оформлением в наряде-допуске.

Наряд-допуск оформляют заново, если до окончания работ по данному наряду-допуску нарушены изложенные в наряде-допуске меры безопасности, изменены объем и характер работы, влекущие за собой изменение схемы отключения, объема или условий работы.

На работы, связанные с повышенной опасностью (на высоте или в стесненных условиях по снятию, установке и сборке элементов котла), подрядчик независимо от наряда-допуска разрабатывает проекты механизации или организации работ.

В зависимости от характера ремонтных работ проекты организации работ должны быть согласованы с администрацией цеха, а при необходимости и с главным механиком, главным энергетиком и службой по надзору и ремонту производственных зданий заказчика.

Испытания вновь смонтированного или отремонтированного котла и трубопроводов проводятся под руководством непосредственного руководителя работ подрядчика с участием уполномоченных на это инженерно-технических работников заказчика. Испытания проводятся в соответствии с действующими инструкциями и правилами Госгортехнадзора СССР.

Все работы по подключению нового или отремонтированного котла к действующим сетям и агрегатам, комплексному опробованию и переводу на рабочий режим в соответствии с регламентами и инструкциями предприятия производятся заказчиком под руководством начальника смены в присутствии инженерно-технических работников подрядчика.

Администрация цеха обязана ознакомить персонал цеха с приказом (распоряжением) об остановке котла на ремонт, предупредить о времени и месте работ. Непосредственный руководитель работ и администрация цеха должны поддерживать оперативную связь по вопросам организации и безопасного ведения работ.

Администрация цеха имеет право приостановить работы при нарушении правил техники безопасности персоналом подрядчика, отстранить от работы нарушителя или всю бригаду. Перед повторным допуском к работе непосредственным руководителем работ проводится внеплановый инструктаж ремонтного персонала с записью в личной карте инструктажа.

Организация обучения и проведения инструктажа по безопасному ведению ремонтных работ возлагается на администрацию подрядчика в установленном в этой организации порядке. Все рабочие и инженерно-технические работники подрядчика, занятые

на ремонтных работах, до начала работ должны пройти инструктаж об основных и вредных производственных факторах в данном цехе, который проводится заказчиком в объеме первичного инструктажа.

Результаты инструктажа с подписями инструктирующего и инструктируемых записываются в журнал инструктажа, который хранится у заказчика. Инструктаж ремонтного персонала о мерах безопасности при выполнении работ осуществляет непосредственный руководитель работ подрядчика с записью в наряде-допуске.

В местах, представляющих опасность при проведении ремонтных работ, подрядчиком должны быть вывешены предупреждающие плакаты, а проемы для подачи оборудования и материалов в ремонтную зону внутри цеха (котельной) ограждены.

Силами подрядчика ограждаются котлованы и ямы, вырытые при производстве работ внутри цехов, а в местах перехода людей через вырытые в цехах и на территории предприятия траншеи устанавливаются мостики с перилами. На ограждениях устанавливаются предупреждающие надписи и знаки, а в ночное время — специальное освещение.

В зоне работ подрядчика заказчиком должны быть созданы нормальные санитарно-гигиенические условия, исключающие возможность появления вредных и взрывоопасных паров и газов. В необходимых случаях должно быть обеспечено проведение анализа воздуха, воды или грунта на содержание вредных или взрывоопасных веществ. Для проведения ремонтных работ в потенциально газоопасных местах персонал подрядчика должен быть обучен пользованию средствами газозащиты.

Руководитель работ (инженерно-технический работник подрядчика) должен обеспечить ремонтный персонал необходимым количеством газозащиты (противогазы и другие средства) соответствующих марок и типов из фонда заказчика. Средства газозащиты во время работы должны находиться на рабочих местах, а по окончании рабочего дня храниться в отведенном для этой цели месте [11].

Ежедневно по окончании работ непосредственный руководитель работ обязан обеспечить уборку рабочих мест, удалить из цеха ремонтный персонал и только после этого получить подпись начальника смены в наряде-допуске.

Руководитель работ должен знать особенности работы, специфику и меры безопасности, в данном цехе, осуществлять личный контроль за ходом производства работ. Ответственными за безопасное производство работ являются: лицо, выдающее наряд-допуск, начальник смены (мастер), непосредственно допускающий к выполнению ремонтных работ, руководитель работ и подрядная организация.

Приложение

НОРМАТИВЫ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОЧИХ ОСНОВНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ РЕМОНТ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес	Примечание
Слесари-ремонтники, занятые на горячих и вредных работах				
Движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы оборудования	Каска защитная «Труд» (ТУ 39/22-8-9-2-72) со Знаком качества	1	До износа	—
Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	Подшлемник теплый под защитную каску «Труд» (ТУ 17-887-72)	1	12	—
Осколки строительных материалов, частицы металла, окалина, пыль	Очки защитные открытые 06-72	1	До износа	—
Работа в закрытых помещениях и объемах, высокий уровень шума	Противошумные наушники ВЦНИИОТ-2 (ТУ 400-28-126-76)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны (газы, пары, дым, туман)	Противогаз промышленный фильтрующий (ТУ 6-16-1976-75) с набором фильтрующих коробок	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
То же				
	Респиратор универсальный фильтрующий РУ-60М (ГОСТ 17269-71)	1	—	
Высокий уровень вибрации	Рукавицы антивибрационные ГОСТ 12.4.0-10-75 (ТУ 78-349-75)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Работа на высоте	Пояс предохранительный (ГОСТ 14185-69)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости

Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес	Примечание
Электрический ток при работе с электроинструментом	Сапоги резиновые диэлектрические мужские, арт. 4150 ФЭТ (пара) (ТУ 38-106097-76)	1	12	—
	Перчатки резиновые диэлектрические бесшовные (пара) (ТУ 38-105977-76)	1	6	—
	Коврик диэлектрический (ГОСТ 4997-68)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
Слесари по сборке металлоконструкций. Слесари механосборочных работ, выполняющие работу вручную				
Движущиеся механизмы. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	Каска защитная «Труд» (ТУ 39/22-8-9-2-72) со Знаком качества	1	До износа	—
	Подшлемник теплый под защитную каску «Труд» (ТУ 17-887-72)	1	12	—
Частицы металла, окалина, пыль	Очки защитные открытые 06-72	1	До износа	—
Высокий уровень шума	Противошумные наушники ВЦНИИОТ-2 (ТУ 400-28-126-76)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Повышенная запыленность рабочей зоны, дым, туман	Респиратор универсальный фильтрующий РУ-60М (ГОСТ 17269-71)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
Высокий уровень вибрации	Рукавицы антивибрационные ГОСТ 12.4.010-75 (ТУ 78-349-75)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости

Продолжение приложения				
Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес	Примечание
Работа на высоте	Пояс предохранительный (ГОСТ 14185-69)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
Электрический ток при работе с электроинструментом	Сапоги резиновые диэлектрические мужские (пара), арт. 4150 ФЭТ (ТУ 38-106097-76)	1	12	—
	Перчатки резиновые диэлектрические бесшовные (пара) (ТУ 38-105977-76)	1	6	—
	Коврик диэлектрический (ГОСТ 4997-68)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
Котельщики, выполняющие работу при помощи пневматического инструмента				
Высокий уровень шума	Противошумные наушники ВЦНИИОТ-2 (ТУ 400-28-126-76)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Высокий уровень вибрации	Рукавицы антивибрационные ГОСТ 12.4.010-75 (ТУ 78-349-75)	1	—	То же
Незащищенные элементы котельного оборудования	Каска защитная «Труд» (ТУ 39-22-8-9-2-72) со знаком качества	1	До износа	—
Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	Полишлемник теплый под защитную каску «Труд» (ТУ 17-887-72)	1	12	—
Осколочные частицы металла, строительные алов, окалина	Очки защитные открытые 06-72	1	До износа	—
Повышенная запыленность рабочей зоны	Респиратор фильтрующий противогазовый РПГ-67 (ГОСТ 124-00-74)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости

Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес	Примечание
В атмосфере с наличием в ней вредных паров, газов и пыли	Пояс предохранительный ранцевый (пояс спасательный ТУ-12 РСФСР 4662-76)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
	Респиратор РМП-62 (ТУ 1-367-72)	1	До износа	—
	Перчатки резиновые диэлектрические бесшовные (ТУ 38-105977-76)	1 пара	—	Дежурные, выдаются при необходимости
	Сапоги диэлектрические мужские, арт. 4150 ФЭТ (ГОСТ 38-106097-76)	1 пара	—	То же
	Коврик диэлектрический резиновый (ГОСТ 4997-68)	1	—	—
	Шлем резиновый	1	До износа	—
Работа на высоте	Пояс предохранительный монтажный (ГОСТ 14185-69)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
Потолочная электросварка	Рукавицы для защиты от брызг расплавленного металла (ГОСТ 12.4.010-75), тип Е	1	1	—
	Асбестовые или брезентовые нарукавники (пара)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Электросварщики ручной сварки				
Брызги расплавленного металла	Щиток и маска для защиты электросварщика (ГОСТ 1361-69)	1	До износа	—

Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес	Примечание
Электросварочные аэрозоли	Каска защитная для электросварщика (ТУ 5.74.62-70) или маска сварщика, монтируемая на каске защитной (ТУ 6-05-1668-70)	1	До износа	—
Действие электрической дуги				
Пыль	Респиратор ШБ-1 «Лепесток» (ТУ 99-7089-78)	1	То же	—
Пыль при сварке цветных металлов, содержащих цинк, медь, свинец	Респиратор универсальный фильтрующий РУ-60М (ГОСТ 17269-71) или респиратор РМП-62 (ТУ 1-362-72)	1	То же	—
Электросварка: внутри резервуаров, закрытых полостей конструкций; в атмосфере с недостатком кислорода	Противогаз шланговый ПШ-1 (длина шланга 10 м) (ТУ 6-16-2053-76) или противогаз шланговый ПШ-2 (длина шланга 20 м) (ТУ 6-16-2054-76)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости
Действие электрического тока:	Перчатки резиновые диэлектрические бесшовные (ТУ 38-105977-76)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
при сварке внутри котлов, резервуаров	Сапоги диэлектрические (ГОСТ 38-106097-76) мужские, арт. 4150-ФЗТ	1	—	То же
при сварке на наружных установках после дождя и снега	Коврик диэлектрический (ГОСТ 4997-68)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Окалина	Очки защитные закрытые с непрямой вентиляцией и регулирующей перемычкой ЭНР1-Э и ЭНР1-Д	1	До износа	—
Электросварочные аэрозоли, пыль, действие электрической дуги	Очки защитные с непрямой вентиляцией и регулирующей перемычкой ЭНР1-Э и ЭНР1-Д		То же	—
	Очки защитные открытые двойные ОД1-72-Г(В) и ОД2-72-Г(В)	1	То же	—
	Респиратор ШБ-1 «Лепесток» (ТУ 95-7089-73)	1	То же	—

Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес	Примечание
Окалина	Очки защитные закрытые с непрямой вентиляцией и регулирующей перемычкой ЭПР1-Э и ЭПР1-Д	1	До износа	—
Работа внутри емкостей и резервуаров	Перчатки резиновые диэлектрические бешовные (ТУ 38-105977-76)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
	Сапоги резиновые диэлектрические мужские, арт. 4150-ФЭТ (ГОСТ 38-106097-76)	1	—	То же
	Респиратор универсальный фильтрующий РУ-60М (ГОСТ 17269-71)	1	—	То же
	Пояс предохранительный монтерский (ГОСТ 14185-69)	1	—	То же
	Противогаз шланговый ПШ-1 (длина шланга 10 м) (ТУ 6-16-2053-76)	1	—	То же
Газосварщики, газорезчики				
Брызги расплавленного металла	Каска защитная «Труд» (ТУ 39/22-8-9-2-72) с Знаком качества	1	До износа	—
Слепящее действие света	Маска сварщика, монтируемая на каске защитной (ТУ 6-05-1668-70)	1	То же	—
Аэрозоли, газы, пыль	Респиратор универсальный фильтрующий РУ-60М (ГОСТ 17269-71)	1	—	Дежурный, выдается при необходимости

Вредные и опасные производственные факторы и особые условия работы	Рекомендуемые средства индивидуальной защиты	Количество	Срок службы, мес.	Примечание
Аэрозоли, слепящее действие света, пыль	Очки защитные закрытые с непрямой вентиляцией и регулирующей перемычкой ЭНР1-Э и ЭНР1-Д или очки защитные открытые двойные ОД1-72-Г(В) и ОД2-72-Г(В)	1	До износа	—
Респиратор ШБ-1 «Лепесток» (ТУ 95-7039-73)		1	То же	—
Транспортные (подсобные) рабочие				
Передвигающиеся изделия, материалы, грузы	Каска защитная «Труд» (ТУ 39/22-8-9-2-72) со Знаком качества, укомплектованная пелериной и регулируемым подшлемником, или защитный головной убор «Дружба» (ТУ 6-05-1660-76), укомплектованный пелериной и подшлемником	1	До износа	—
Подшлемник теплый под защитную каску «Труд (ТУ 17-887-72)		1	12	—
Пыль при погрузке и укладке грузов, кирпича, цемента и других материалов	Очки защитные закрытые ЭП2-84, ЭП3-84 или очки с прямой вентиляцией ЗП1-90	1	До износа	—
Повышенная загазованность	Очки герметические ПО-3 с резиновой полумаской (ГОСТ 9496-60)	1	—	Дежурные, выдаются при необходимости
Фартуки из прорезиненной ткани (ГОСТ 12.4.029-76)		1	6	—
Противогаз промышленный фильтрующий с набором фильтрующих коробок (ТУ 6-16-1976-75)		1	—	Дежурный, выдается при необходимости

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев Н. А. Котельные установки.— М.: Высшая школа, 1975.— 320 с.
2. Днепров Ю. В., Смирнов Д. Н., Файнштейн М. С. Монтаж котельных установок малой и средней мощности.— М.: Высшая школа, 1980.— 224 с.
3. Паровые котлы ДКВР. Краткое описание и инструкция по монтажу и эксплуатации.— Бийск: 1972.— 66 с.
4. Система технического обслуживания и ремонта оборудования предприятий химической промышленности.— М.: НИИТЭХИМ, 1976.— 268 с.
5. Справочник по ремонту котлов и вспомогательного котельного оборудования/Под ред. В. Н. Шастина.— М.: Энергоиздат, 1981.— 496 с.
6. ГОСТ 2.602-68 ЕСКД. Ремонтные документы.
7. Сборник правил и руководящих материалов по котлонадзору. Изд. 3-е, доп. и перераб.— М.: Недра, 1974.— 526 с.
8. Зыкин А. Л., Жилин В. Н. Такелажные работы при ремонте котлоагрегатов.— М.: Энергия, 1976.— 118 с.
9. Руководящие технические материалы по сварке при монтаже оборудования тепловых электростанций (РТМ-1С-81).— М.: Энергоиздат, 1982.— 20 с.
10. Нормативы потребности в средствах малой механизации, механизированном инструменте и специальных приспособлениях для капитального ремонта основного энергетического оборудования тепловых электростанций.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.— 222 с.
11. Инструкция по организации ремонта энергетического оборудования электростанций и подстанций.— М.: СЦНТИ ОРГРЭС.— М.: 1975.— 260 с.
12. Антикайн П. А., Зыков А. К. Изготовление объектов котлонадзора.— М.: Металлургия, 1980.— 480 с.
13. Глизманенко Д. Л. Сварка и резка металлов. Изд. 6-е, дополненное.— М.: Высшая школа, 1974.— 620 с.
14. Типовая инструкция о порядке безопасного проведения ремонтных работ на предприятиях Министерства химической промышленности, 1979.— 32 с.
15. Роддатис К. Ф., Соколовский Я. Б. Справочник по котельным установкам малой производительности.— М.: Энергия, 1975.— 286 с.
16. Бузников Е. Ф., Крылов А. К., Лесниковский Л. А. Комбинированная выработка пара и горячей воды.— М.: Энергоиздат, 1981.— 326 с.
17. Бугай И. П. Коммунальные и бытовые отопительные котельные.— Киев: Будивельник, 1973.— 482 с.
18. Бузников Е. Ф., Роддатис К. Ф., Берзиньш Э. Я. Производственные и отопительные котельные.— М.: Энергоатомиздат, 1984.— 248 с.
19. Нормативы средств индивидуальной защиты.— М.: Союзхимпромэнерго, 1980.— 26 с.
20. ГОСТ 24663-81 (СТ СЭВ 1369-78). Котлы паровые и водогрейные. Требования к сварке сталей.
21. Роддатис К. Ф. Котельные установки.— М.: Энергия, 1977.— 362 с.
22. Инструкция по производству обмуровочных работ при монтаже и ремонте котельных агрегатов.— М.: Союзхимпромэнерго, 1981.— 84 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Глава первая. Общие сведения и характеристика котлов паропроизводительностью от 2,5 до 25 т/ч, выпускаемых Бийским котельным заводом	4
1. Техническая характеристика котлов типа ДКВР	4
2. Техническая характеристика котлов типов ДЕ и КЕ	11
Глава вторая. Основные положения системы технического обслуживания и ремонта	16
3. Система технического обслуживания и ремонта	16
4. Проект организации (механизации) ремонтных работ	21
5. Организация изготовления запасных частей к котлам типа ДКВР	23
6. Требования по выполнению сварочных работ при изготовлении запасных частей	28
Глава третья. Технология ремонта котлов типа ДКВР	36
7. Организация ремонтных работ	36
8. Очистка внутренних поверхностей труб	38
9. Очистка наружных поверхностей труб	41
10. Технология сварочных работ	42
11. Вальцовка труб	48
12. Воздушно-дуговая строжка (резка) угольным электродом	52
13. Работы, связанные с перемещением барабанов	55
14. Такелажная оснастка и приспособления	57
15. Ремонт обмуровки	62
16. Сдача-приемка котла из капитального ремонта	64
Глава четвертая. Организация безопасного производства ремонтных работ	69
Приложение. Нормативы средств индивидуальной защиты рабочих основных специальностей, выполняющих ремонт теплоэнергетического оборудования	72
Список литературы	79

