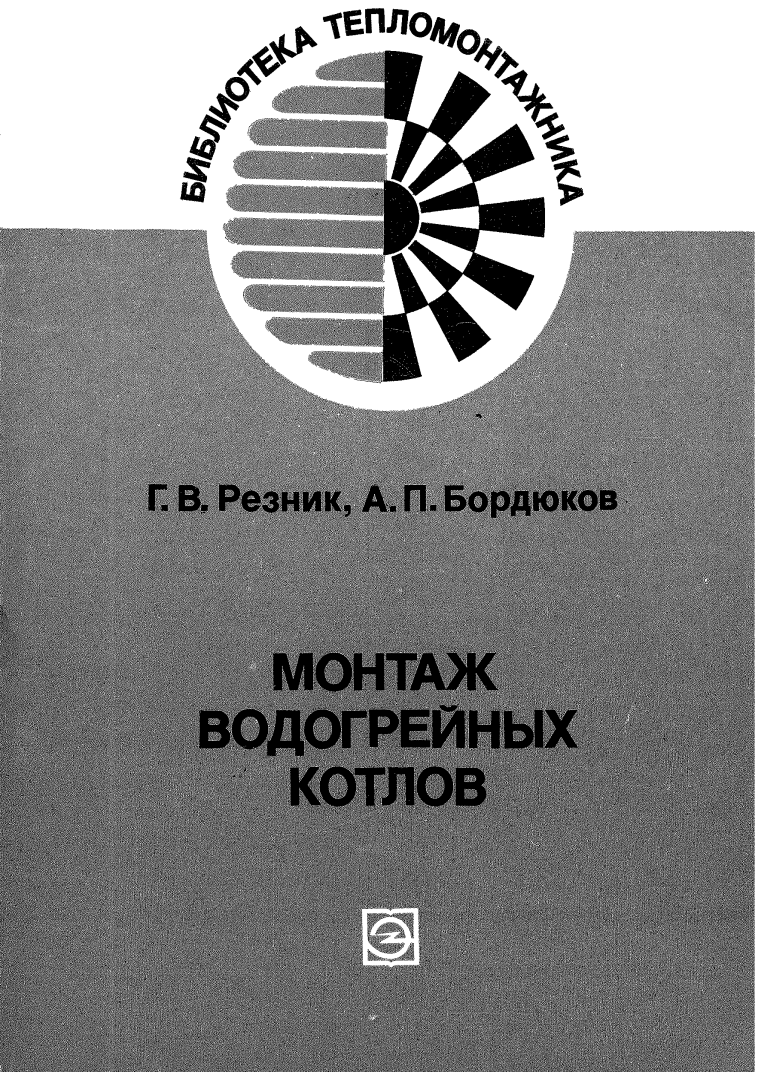
Библиотека СОК



БИБЛИОТЕКА ТЕПЛОМОНТАЖНИКА

Г. В. РЕЗНИК, А. П. БОРДЮКОВ

МОНТАЖ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1980

ББК 31.37
Р34
УДК 697.326.057

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

БАННИК В. П., ВИННИЦКИЙ Д. Я., ИЕВЛЕВ Г. И., КАСЬЯНОВ Е. Е., МАЛКИН А. Б., МЕДВЕДЕВ Ю. С., ПОНОМАРЕВ С. Н., САЛИМОВ Ю. Т., ТУРЧИН Н. Я., СЕМЕНОВ Л. А., ЯКОБСОН С. С., ВОЛОБУЕВА И. В., СИДОРОВ В. Я.

Резник Г. В., Бордюков А. П.

Р34 Монтаж водогрейных котлов. — М.: Энергия, 1980. — 96 с. ил. — (Б-ка тепломонтажника).

25 к.

В книге описаны типы и конструкции современных крупных водогрейных котлов. Рассмотрены виды монтажных работ, выполняемых при монтаже водогрейных котлов: подготовительные, основные, пусковые и сдаточные. Приведены примеры монтажа водогрейных котлов. Изложена технологическая последовательность при производстве такелажных и сборочно-монтажных работ.

Книга рассчитана на прорабов, мастеров и рабочих, монтирующих водогрейные котлы на ТЭЦ и в промышленно-отопительных котельных.

Р $\frac{30303\text{-}283}{051(01)\text{-}80}$ 265-80. 2303020100

ББК 31.37
6П2.22

© Издательство «Энергия», 1980 г.

ВВЕДЕНИЕ

Централизованное теплоснабжение районов со значительными тепловыми нагрузками осуществляется от ТЭЦ большой мощности с крупными теплофикационными турбинами 50—250 МВт на высокие параметры пара.

Подогрев воды на теплофикационные нужды (отопление, вентиляцию и бытовое горячее водоснабжение) в условиях ТЭЦ ранее производился до 110°С в основных подогревателях турбинных установок за счет пара из отборов турбин Пиковые же нагрузки в наиболее холодные месяцы года покрывались пароводяными подогревателями, нагревающими воду до 150°С и работающими на свежем паре от энергетических котлов повышенного и высокого давления. Пар перед подачей в эти подогреватели подвергался редуцированию и увлажнению в редукционно-охладительных установках.

В 1956 г М. А Стыриковичем и И. К Стаселявичусом покрытие пиковых теплофикационных нагрузок продолжительностью 1000—2000 ч в году предложено выполнять водогрейными котлами для уменьшения на ТЭЦ количества энергетических паровых котлов высокого давления и снижения затрат по сооружению и эксплуатации ТЭЦ Суммарная теплопроизводительность этих котлов составляет примерно 50% максимальной теплофикационной нагрузки ТЭЦ

В ряде районов с ограниченными тепловыми нагрузками источниками теплоснабжения могут являться районные производственно-отопительные котельные с установкой в них водогрейных и паровых котлов новых конструкций. По решению Минэнерго СССР допускается сооружение котельных теплопроизводительностью до 150 Гкал/ч (224 МВт) в европейской части СССР и 300 Гкал/ч (448 МВт) в азиатской части СССР.

Ввиду незначительной продолжительности работы пиковых водогрейных котлов для снижения капитальных затрат их устанавливают не только на газомазутных

ТЭЦ, но и на ТЭЦ, сжигающих твердое топливо в пылевидном состоянии.

Водогрейные котлы получили широкое применение на ТЭЦ в качестве пиковых, а также в крупных производственно-отопительных и районных отопительных котельных (тепловых станциях), где они работают в основном режиме теплоснабжения для подогрева воды от 70 до 150°С.

Для покрытия нагрузок пиковых на ТЭЦ и основных в котельных широко применяются газомазутные стальные водогрейные котлы единичной теплопроизводительности от 30 до 180 Гкал/ч соответственно от 35 до 209 МВт.

В гл. 1 настоящей книги рассматриваются типы и конструкции современных крупных газомазутных водогрейных котлов новой унифицированной серии и прежних конструкций.

В гл. 2 рассмотрены виды монтажных работ, выполняемых при монтаже водогрейных котлов; приведены примеры монтажа нескольких типоразмеров котлов новой и прежней конструкции.

В гл. 3 освещены пусковые работы и сдача смонтированного котла в эксплуатацию.

Заключение книги знакомит с некоторыми моментами совершенствования, изготовления и монтажа водогрейных котлов.

Г. В. Резником написаны гл. 2 и 3 книги. Введение, гл. 1 и заключение написаны А. П. Бордюковым.

Пожелания и замечания по книге просьба направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, издательство «Энергия».

ГЛАВА ПЕРВАЯ

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Первые конструкции крупных водогрейных котлов башенной компоновки разработаны совместно ВТИ и Оргэнергостроем, а котлы П-образной компоновки трестом Центроэнергомонтаж. Затем была разработана типовая номенклатура этих котлов.

На основании опыта эксплуатации первых конструкций в 1969 г. ЦКТИ, Дорогобужским котельным заводом и трестом Центроэнергомонтаж разработана унифицированная серия водогрейных котлов теплопроизводительностью от 4 Гкал/ч (4,6 МВт) до 180 Гкал/ч (209 МВт) для сжигания газа, мазута и твердого топлива.

В настоящее время для газомазутного топлива Дорогобужским, Белгородским и Барнаульским котельными заводами изготавливаются водогрейные котлы всех типоразмеров унифицированной серии, указанной в табл. 1.

Таблица 1

Водогрейные котлы

Температура за котлом, °С	Давление воды за котлом		Теплопроизводительность	
	МПа	кгс/см²	МВт	Гкал/ч
150 200	1,6 2,5	16 25	4,6; 7,6; 11,6 23,3; 35; 58,2; 116; 209	4; 6,5; 10 20; 30; 50; 100; 180

На основе созданных Дорогобужским котельным заводом и ЦКТИ котлов 30, 50 и 100 Гкал/ч (соответственно 35, 58 и 116 МВт) проектными институтами Сан-

техпроект и Латгипропром разработаны типовые проекты котельных теплопроизводительностью от 12 до 300 Гкал/ч (сответственно от 14 до 350 МВт) на различных видах топлива.

В новом серийном типовом проекте газумазутной ТЭЦ повышенной заводской готовности (ТЭЦ-ЗИГМ), разработанном рядом проектных институтов Минэнерго СССР с участием котлостроительных и турбинных заводов, предусмотрена установка на ТЭЦ трех крупных пиковых водогрейных котлов КВ-ГМ-100 по 100 Гкал/ч (116 МВт).

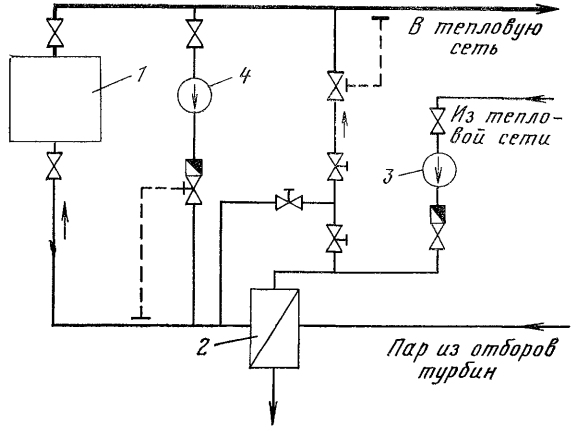


Рис. 1. Схема установки пиковых котлов на ТЭЦ.
1 — пиковый котел; *2* — подогреватель; *3* — сетевой насос; *4* — рециркуляционный насос.

В одном из новых районов г. Ленинграда осуществляется строительство первой очереди новой районной производственно-отопительной котельной, состоящей из шести водогрейных котлов по 100 Гкал/ч (116 МВт) и четырех паровых котельных агрегатов по 75 т пара в час.

Схема установки пиковых котлов на ТЭЦ представлена на рис. 1.

По пылеугольным водогрейным котлам теплопроизводительностью 100 и 50 Гкал/ч (соответственно 116 и 58 МВт) подготавливается заводская техническая документация.

Одновременно выпускаются газомазутные водогрейные котлы прежних конструкций — типов ПТВМ-100 и ПТВМ-50 теплопроизводительностью соответственно 100 и 50 Гкал/ч башенной компоновки и ПТВМ-30-М на 35/40 Гкал/ч П-образной компоновки.

Применение башенных котлов типа ПТВМ для сжигания мазута в качестве основного топлива в новых установках в дальнейшем не предусматривается, так как они длительно не обеспечивают номинальной теплопроизводительности и подвергаются интенсивным коррозионным разрушениям. Поэтому использование этих котлов ограничено только установками, для которых основным топливом выделен природный газ.

Котлы типа ПТВМ-30 конструкции треста Центроэнергомонтаж в процессе многолетней эксплуатации на газе и мазуте, изготовляемые Дорогобужским котельным заводом, являются надежными и устойчиво работающими агрегатами. Котлы устанавливаются в значительном количестве по разработанным типовым проектам.

Ниже приводятся краткие описания и технические характеристики водогрейных котлов КВ-ГМ-180, КВ-ГМ-100, КВ-ГМ-50, КВ-ГМ-30 новой унифицированной серии (ГОСТ 21563-76) и котлов ПТВМ-100, ПТВМ-50 и ПТВМ-30-М-4.

В табл. 2 приведена техническая характеристика котлов унифицированной серии КВ-ГМ.

2. ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ УНИФИЦИРОВАННОЙ СЕРИИ КВ-ГМ

Котел КВ-ГМ-180. Котел прямоточный водогрейный, газомазутный теплопроизводительностью 180 Гкал/ч (209 МВт) изготовляется Барнаульским котельным заводом. Конструкция Т-образная, газоплотная, двухпоточная — одна топочная и две конвективные шахты. Общий вид котла показан на рис. 2, гидравлическая схема на рис. 3.

Котел устанавливается на ТЭЦ для работы в пиковом режиме (110—150°С) и в основном (70—110°С). Сетевая вода в пиковом режиме по одноходовой схеме (рис. 3,*а*) поступает во входной коллектор котла и разделяется на два параллельных потока — правый и левый.

В каждом из этих потоков вода проходит параллельно через экранные и конвективные поверхности нагрева котла и собирается в выходной камере котла.

Таблица 2

Техническая характеристика газомазутных водогрейных котлов (унифицированная серия ГОСТ 21563-76)

Наименование величин	Марка котла			
	КВ-ГМ-30*	КВ-ГМ-50	КВ-ГМ-100	КМ-ГМ-180
Номинальная теплопроизводительность на газе и мазуте, Гкал/ч/МВт	30/35	50/58	100/116	180/209
Завод-изготовитель	Дорогобужский котельный завод	Дорогобужский котельный завод	Дорогобужский котельный завод	Барнаульский котельный завод
Компоновка котла	П-образная	П-образная	П-образная	Т-образная
Размеры топочной камеры в плане, мм	7680×2880	5568×4096	6208×5696	6480×5740
Объем топочной камеры, м³	77,6	251	388	612
Тип и число газомазутных горелок, шт.	РГМГ-30; 1	РГМГ-20; 2	РГМГ-30; 3	Механические мазутные горелки по ОСТ 24.836.01; 6
Поверхность нагрева, м²:				
радиационная	126,9	245	325	535
конвективная	592,6	1223	2335	4940
Расход воды через котел в основном/пиковом режиме, т/ч	370/—	618/1230	1235/2460	2210/4420
Температура воды на входе в основном/пиковом режиме на газе, °С	70/—	70/110	70/110	70/110
То же на сернистом мазуте, °С	110	110	110	110

Продолжение табл. 2

Наименование величин	Марка котла			
	КВ-ГМ-30*	КВ-ГМ-50	КВ-ГМ-100	КМ-ГМ-180
Температура воды на выходе из котла, °С	150	150	150	150
Температура уходящих газов на газе/мазуте, °С	185/250	140/180	138/180	175/195
К. п. д. котла при работе на газе/мазуте, %	89,8/87,7	92,6/91,1	92,7/91,3	91,5/91,0
Расход топлива:				
газа, м³/ч	3860	6260	12 520	22 900
мазута, т/ч	3,68	5,75	11,5	20,8
Очистка поверхностей нагрева	Дробевая	Дробевая	Дробевая	Дробевая
Масса металлической части котла, т	35	82	142,4	—
Общая толщина обмуровки, мм	112	142	145	—
Габаритные размеры котла, мм				
Высота от нулевой отметки до отметки верха дробеочистки, мм	13 410	14 315	14 450	23 707
Высота котла	7300	13 400	13 400	20 500
Ширина котла	3200	5700	5700	14 250
Длина котла	11 800	5900	9558	7300

* Марка котла КВ-ГМ-30 — котел водогрейный, газомазутный теплопроизводительность 30 Гкал/ч.

В основном режиме при двухходовой последовательной гидравлической схеме (рис. 3,*б*) вода последовательно проходит через поверхности нагрева левой и правой сторон котла и собирается в выходном коллекторе. Для

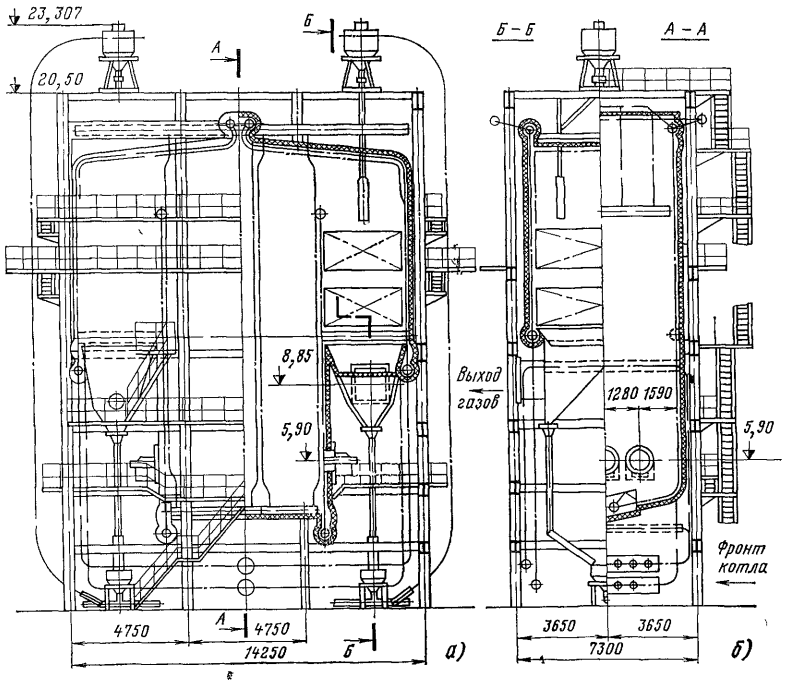


Рис. 2. Общий вид газомазутного водогрейного Т-образного котла КВ-ГМ-180 теплопроизводительностью 210 МВт.

а — вид с фронта и поперечный разрез; *б* — продольный разрез по топке и по конвективной шахте.

перехода с одноходовой схемы на двухходовую устанавливаются в необходимых местах заглушки на коллекторах котла. При пиковой схеме через котел пропускается 4420 т/ч воды, при основной схеме — половина (2210 т/ч).

Экранные поверхности нагрева в топке выполнены из труб ∅60×4 мм, змеевики конвективных пучков — из труб ∅32×3 мм, главные входной и выходной коллекторы — из труб ∅720×12 мм. Трубная система котла, подвешенная на металлическом каркасе, свободно расширяется вниз. Материал всех поверхностей нагрева — сталь 20.

На котле установлено шесть механических мазутных горелок по ОСТ 24.836.01 производительностью 4,6 т/ч каждая, расположенных по три на боковых стенах котла под конвективными шахтами.

Топочная камера объемом 612 м³ имеет размеры по фронту 6480 мм и вдоль оси котла 5740 мм. Конвективные поверхности нагрева котла 4940 м² размещены в двух шахтах, установленных с боков топочной камеры. Ширина конвективных шахт 3329 мм. Расположенные вдоль оси котла змеевики конвективных пучков концами вварены в вертикальные экранные трубы, являющиеся ограждением конвективных шахт.

Внизу конвективные шахты снабжены бункерами для сбора дроби дробеструйной установки. Отвод топочных газов из котла происходит через квадратные патрубки (1,5×1,5 м) в бункерах, расположенных вдоль оси котла на отметке 8,85 м над уровнем пола котельной (см. рис. 2).

Каждая конвективная шахта снабжена дробеструйной установкой, работающей сжатым воздухом от воздуходувки, и системой трубопроводов для пожаротушения в конвективной шахте. Обмуровка котла натрубная, облегченная.

Котел допускает полуоткрытую установку. К нему устанавливаются один дымосос типа ДН-24×2-0,62 с подачей $526 \cdot 10^3$ м³/ч, давлением $110 \cdot 10^{-5}$ МПа и мощностью электродвигателя 366 кВт и один дутьевой вентилятор типа ВДН-IIУ с подачей $278 \cdot 10^3$ м³/ч, давлением $520 \cdot 10^{-5}$ МПа и мощностью электродвигателя 630 кВт.

Компоновка пиковой водогрейной котельной для ТЭЦ с водогрейным котлом типа КВ-ГМ-180 представлена на рис. 4.

Котлы КВ-ГМ-100 и КВ-ГМ-50. Котлы прямоточные водогрейные, газомазутные теплопроизводительностью соответственно 100 Гкал/ч (116 МВт) и 50 Гкал/ч (58 МВт). Конструкция П-образная, бескаркасная с облегченной обмуровкой с креплением на экранных трубах. Оба котла по ширине и высоте имеют одинаковые размеры и различаются только по размерам глубины топочной камеры и глубине конвективной шахты. Конструкция котлов видна из рис. 5 и 6.

Котлы используются как для покрытия пиковых тепловых нагрузок на ТЭЦ, так и в качестве основного источника тепла. Гидравлическая схема котла КВ-ГМ-50 при работе его в основном режиме дана на рис. 7.

Гидравлическая схема котла КВ-ГМ-100 отличается только тем, что промежуточный экран топки не секционирован. Вход и выход сетевой воды происходят через нижние камеры фронтового и заднего экранов Ø273×10 мм. Конструкция котла допускает переход

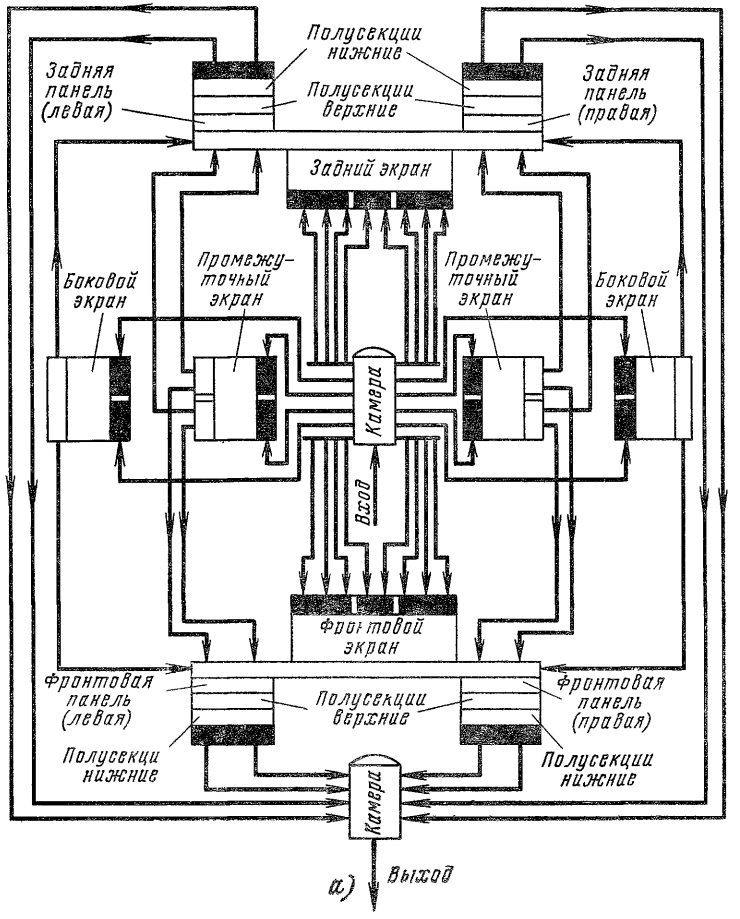
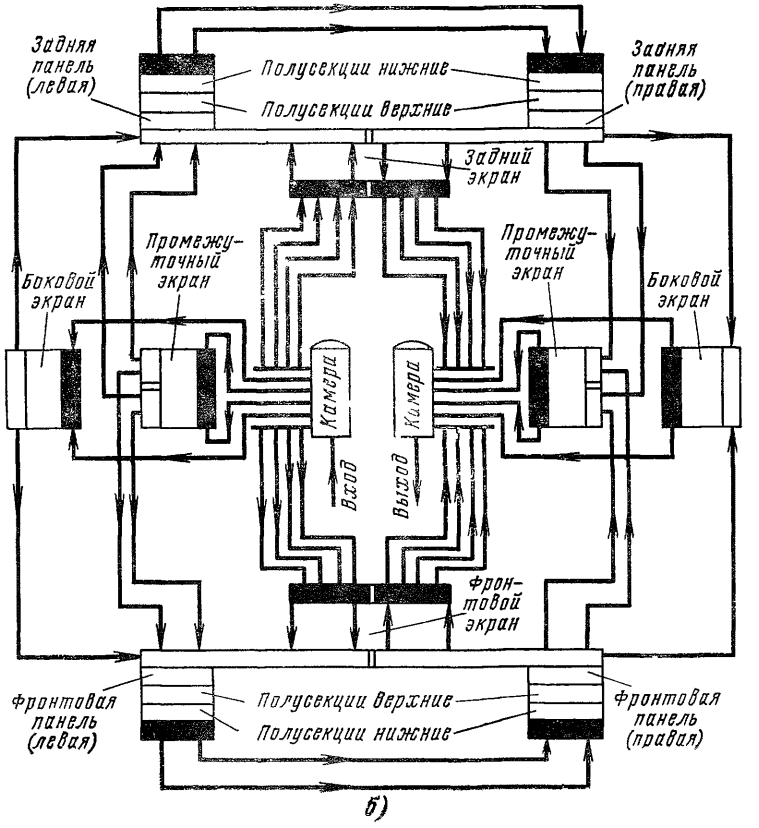


Рис. 3. Гидравлическая схема газомазутного водогрейного котла КВ-ГМ-180
а — пиковый режим;

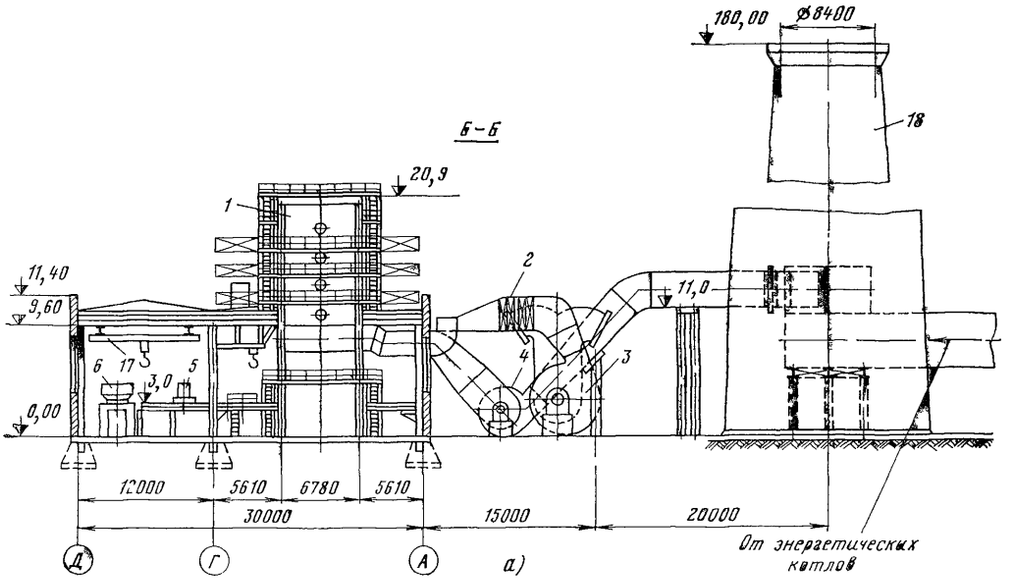
с двухпоточной схемы (основной) на четырехпоточную (пиковую), что достигается путем установки в необходимых местах заглушек на трубопроводах.

Четырехпоточная гидравлическая схема применяется часто также в котлах КВ-ГМ-100 и КВ-ГМ-50 при работе на высокосернистом мазуте, когда необходима подача воды в котел не ниже 110°С.

Экраны топочной камеры котла и задний экран выполнены из труб Ø60 мм с шагом 64 мм. Экраны присоединены к камерам Ø273 мм Конвективная поверхность нагрева состоит из трех пакетов ширм Ø28 мм, размещенных с разрывом между ними в 600 мм парал-



б — основной режим.



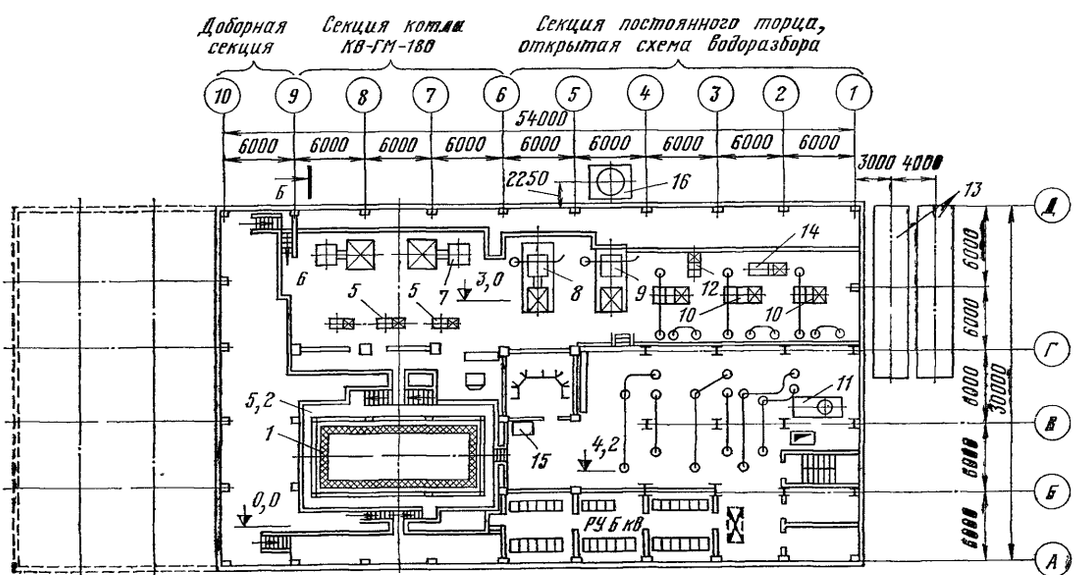


Рис. 4. Компоновка пиковой водогрейной котельной для ТЭЦ с котлами КВ-ГМ-180.

а — поперечный разрез; *б* — план; *1* — водогрейный котел типа КВ-ГМ-180; *2* — калориферы для подогрева дутьевого воздуха; *3* — дутьевой вентилятор; *4* — дымосос; *5* — рециркуляционные насосы; *6* — сетевой насос первого подъема; *7* — сетевой насос второго подъема; *8, 9* — резервные сетевые насосы; *10* — подпиточные насосы; *11* — подогреватель сырой воды; *12* — конденсатный насос эжекторов вакуумных деаэраторов; *13* — промежуточные баки подпиточной воды; *14* — воздуходувка; *15* — кондиционер; *16* — расширитель дренажей; *17* — подвесной кран; *18* — дымовая труба.

лельно фронту котла. Пакеты ширм образуют пучки с шахматным расположением труб при $S_1=64$ мм и $S_2=40$ мм.

Полная лучевоспринимающая поверхность нагрева топочной камеры котла КВ-ГМ-100—325 м² и котла КВ-ГМ-50—245 м². Суммарная конвективная поверхность пучка соответственно 2385 и 1223 м². Материал всех поверхностей нагрева — сталь 20.

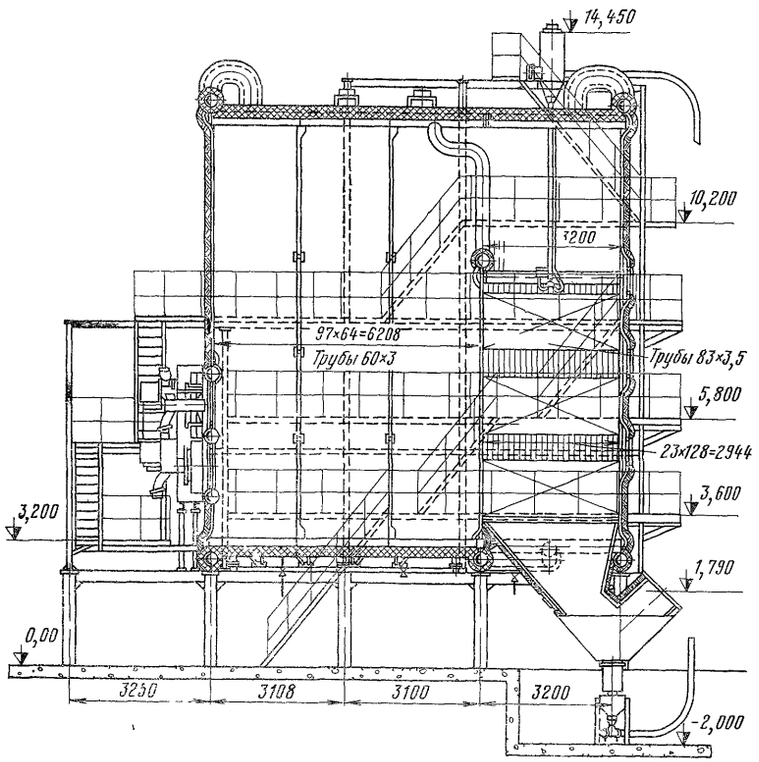
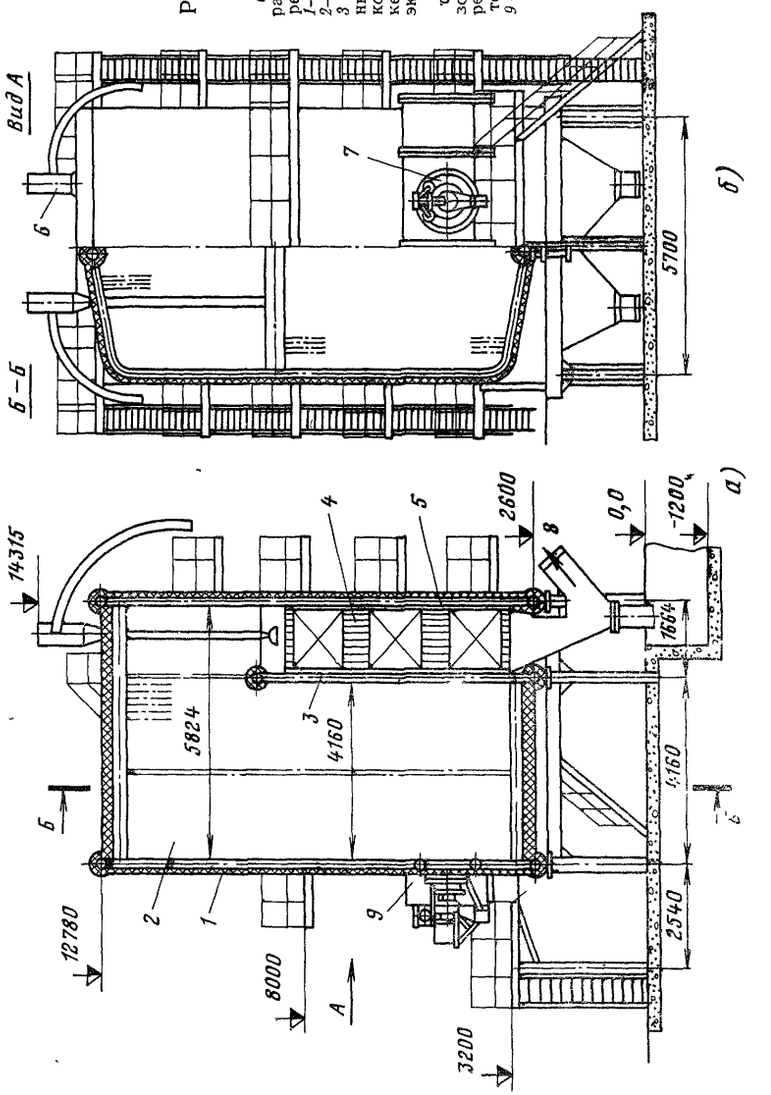


Рис. 5. Общий вид котла КВ-ГМ-100.

На котлах установлены ротационные газомазутные горелки. На котле КВ-ГМ-100 — три горелки типа РГМГ-30 производительностью по мазуту 3855 кг/ч и по природному газу 4175 м³/ч, на котле КВ-ГМ-50 — две горелки РГМГ-20 производительностью по мазуту 2570 кг/ч и по газу 2630 м³/ч. Горелка РГМГ-30 обору-

Рис. 6. Общий вид котла КВ-ГМ-50.
а — продольный разрез, *б* — поперечный разрез; *1* — передний экран; *2* — боковой экран; *3* — промежуточный экран; *4* — конвективные пакеты; *5* — задний экран; *6* — дробеочистительная установка; *7* — газомазутная горелка; *8* — выход топочных газов; *9* — вход вторичного воздуха.



дована ротационной форсункой Р-3500, а горелка РГМГ-20 — ротационной форсункой Р-2000 завода «Ильмарине». Привод мазутных форсунок от электродвигателей мощностью соответственно 3,0 и 2,2 кВт

Горелки устанавливаются на коробе вторичного дутья, который крепится к вертикальным камерам фронтового экрана Из короба вторичный воздух поступает в регистры горелок.

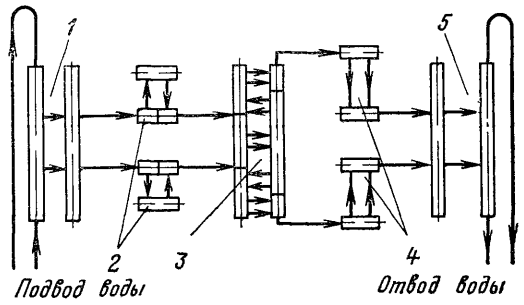


Рис 7 Гидравлическая схема котла КВ-ГМ-50 при работе в основном режиме

1 — передний экран, *2* — боковые экраны, *3* — промежуточный экран, *4* — конвективные пакеты; *5* — задний экран

Для ротационных газомазутных горелок необходим подвод первичного воздуха от высоконапорного вентилятора с напором $900 \cdot 10^{-5}$ МПа. К горелкам типа РГМГ-30 устанавливается по одному вентилятору типа ЗОЦС-85 с электродвигателем 7,3 кВт, а к горелкам типа РГМГ-20 — один на горелку с электродвигателем 2,2 кВт.

Вентиляторы первичного воздуха устанавливаются вблизи от фронта котла. При работе на мазуте удаление золовых отложений с конвективных поверхностей нагрева производится при помощи дробеструйной установки. Подача дроби из бункера в дробеуловитель производится сжатым воздухом от ротационной воздуходувки. Обмуровка этих котлов облегченная, натрубная толщиной примерно 110 мм. Трубная часть котла вместе с обмуровкой опирается на портал и при нагревании расширяется вверх.

При заполнении котла водой воздух из трубной системы удаляется через воздушники, установленные на верхних камерах.

На потолке топочной камеры установлены два взрывных (предохранительных) клапана.

К котлу КВ-ГМ-100 устанавливается один дымосос Д-18×2 подачей 248 тыс. м³/ч, давлением $198 \cdot 10^{-5}$ МПа с электродвигателем мощностью 250/145 кВт и один дутьевой вентилятор подачей 69 000 м³/ч, давлением $372 \cdot 10^{-5}$ МПа с электродвигателем мощностью 125 кВт.

К котлу КВ-ГМ-50 устанавливается один дымосос Д-15,5×2 подачей 130 000 м³/ч, давлением $150 \cdot 10^{-5}$ МПа с электродвигателем мощностью 100 кВт и один дутьевой вентилятор типа ВД-15,5 подачей 69 500 м³/ч, давлением $200 \cdot 10^{-5}$ МПа с электродвигателем 75 кВт.

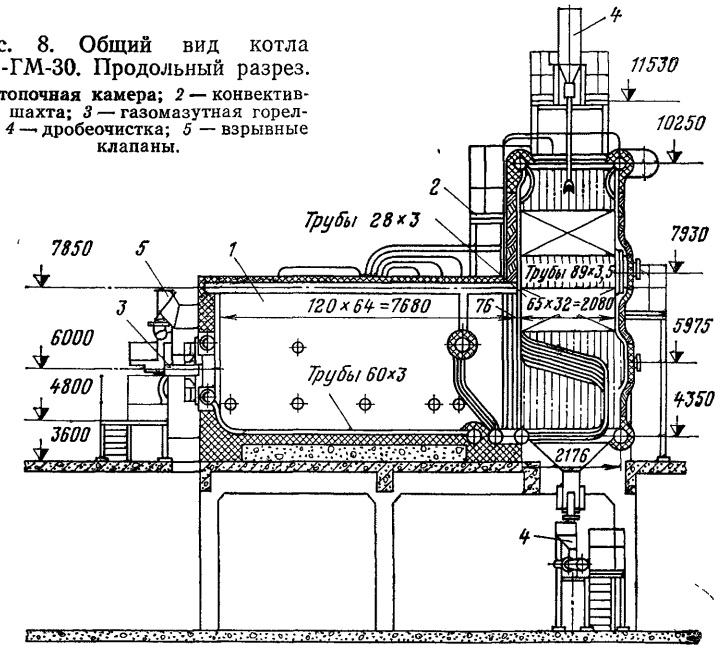


Рис. 8. Общий вид котла КВ-ГМ-30. Продольный разрез.

1 — топочная камера; *2* — конвективная шахта; *3* — газомазутная горелка; *4* — дробеочистка; *5* — взрывные клапаны.

Котел КВ-ГМ-30 — прямоточный, водогрейный, газомазутный теплопроизводительностью 30 Гкал/ч (35 МВт), изготовляется Дорогобужским котельным заводом (рис. 8) и состоит из двух блоков — топочной камеры и конвективной шахты. Топочная камера расположена горизонтально, конвективная поверхность — в вер-

тикальной шахте. Экраны топочной камеры из труб Ø60 мм расположены с шагом 64 мм.

В конвективный блок входят конвективный пучок, фестонный и задний экраны. Конвективный пучок состоит из U-образных ширм из труб Ø28 мм, врезанных в вертикальные стояки Ø83 мм на боковых стенках шахты. Стояки входят в верхний и нижний коллекторы Ø219 мм.

Трубы конвективного пучка размещены в шахматном порядке с шагами S_1=64 мм и S_2=40 мм. Трубы фестона разведены внизу в четырехрядный фестон с шагами S_1=256 мм и S_2=180 мм. Материал труб — сталь 20.

Полная лучевоспринимающая поверхность нагрева топки составляет 126,9 м², конвективная поверхность нагрева котла — 592,6 м².

На котле установлена одна газомазутная горелка РГМГ-30 производительностью по мазуту 3855 кг/ч и по природному газу 4175 м³/ч с вентилятором первичного дутья ЗОЦС85 с электродвигателем мощностью 7,3 кВт.

Выход топочных газов у котла КВ-ГМ-30 происходит сверху с поворотом на 90° при выходе.

Трубная система котла опирается на фундамент через опоры на нижних коллекторах топочного и конвективного блоков.

В табл. 2 дана техническая характеристика котла.

К котлу КВ-ГМ-30 устанавливаются один дымосос типа Д-13,5×2; n=750 об/мин, с электродвигателем 55 кВт и один дутьевой вентилятор ВД-15,5; n= =750 об/мин, с электродвигателем 55 кВт

3. ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ БАШЕННОЙ КОМПОНОВКИ СЕРИИ ПТВМ

Техническая характеристика котлов серий ПТВМ-100 и ПТВМ-50 приведена в табл. 3. Общий вид котла ПТВМ-50 приведен на рис. 9.

Топочную камеру котлов ПТВМ-100 и ПТВМ-50 образуют экранные панели, выполненные из труб Ø60×3 мм с шагом 64 мм. В нижней части топки трубы фронтового и заднего экранов образуют холодную воронку. Потолком топочной камеры является конвективная часть котла.

Таблица 3

Техническая характеристика газомазутных водогрейных котлов серии ПТВМ

Наименование величин	Марка котла		
	ПТВМ-30М 4	ПТВМ 50*	ПТВМ-100
Номинальная теплопроизводительность на мазуте, Гкал/ч/МВт	35/40	50/58	100/116
Завод-изготовитель	Дорогобужский котельный завод	Дорогобужский котельный завод	Дорогобужский котельный завод
Компоновка котла	П-образная	Башенная	Башенная
Размеры топочной камеры, мм	4160×2240	4160×4180	6230×6230
Объем топочной камеры, м³	81,5	109	245
Количество комбинированных газомазутных горелок, шт.	6	12	16
Количество дутьевых вентиляторов и дымососов, шт.	2 вентилятора и 1 дымосос	12 вентиляторов	16 вентиляторов
Поверхность нагрева, м²:			
радиационная	128,6	138	224
конвективная	693	1110	2960
Расход воды через котел в основном/пиковом режиме, т/ч	435 на мазуте 495 на газе в основном режиме	625/1500	1235/2140
Температура воды на входе в основном/пиковом режиме на газе, °С	70/—	70/110	70/110

Продолжение табл. 3

Наименование величин	Марка котла		
	ПТВМ-30М-4	ПТВМ-50	ПТВМ-100
Температура воды на входе в $\frac{\text{основном}}{\text{пиковом}}$ режиме на сернистом мазуте, °С	110	110	110
Температура воды на выходе из котла, °С	150	150	150
Температура уходящих газов на $\frac{\text{газе}}{\text{мазуте}}$, °С	$\frac{190}{237}$	$\frac{—}{230}$	$\frac{—}{225}$
К. п. д. котла при работе на $\frac{\text{газе}}{\text{мазуте}}$, %	$\frac{90}{88}$	$\frac{—}{87,7}$	$\frac{—}{87,7}$
Расход топлива $\frac{\text{газа, м}^3/\text{ч}}{\text{мазута, т/ч}}$	$\frac{4170}{3,7}$	$\frac{—}{6,25}$	$\frac{—}{12,3}$
Очистка поверхности нагрева	Дробевая	Обмывка	Обмывка
Габаритные размеры котла:			
длина по осям колонн каркаса, мм	6000	5180	6900
ширина по осям колонн каркаса, мм	6000	5160	6900
Высота котла, мм	12 280	12 540	14 600
Высота до отметки верхней части, мм	14 677	16 070	16 735
Масса металлической части, т	54,3	106,0	133,8
Масса обмуровки, т	26,7	36,9	55,0

* Марка котла ПТВМ-50 — пиковый теплофикационный водогрейный мазутный 50 Гкал/ч.

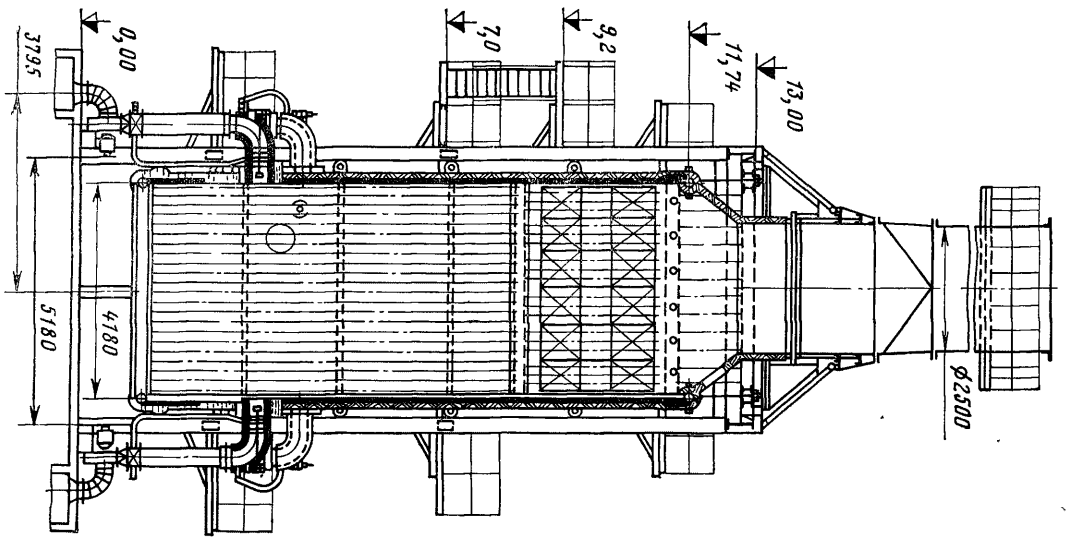


Рис. 9. Общий вид котла ПТВМ-50.

Конструктивно топочная камера выполнена из восьми экранных панелей в котле ПТВМ-50 и 12-экранных панелей в котле ПТВМ-100.

Трубы экранов топочной камеры привариваются в камеры Ø273×10 мм и дистанционируются гребенками.

Во всех котлах трубы наклонных участков холодной воронки топочной камеры обшиваются снаружи стальным листом толщиной 3 мм в целях предохранения обмуровки от попадания на нее обмывочной воды и мазута.

С помощью тяг экранная система топочной камеры подвешивается к потолочному каркасу и при нагревании свободно расширяется вниз.

Трубы фронтового и заднего экранов в котлах ПТВМ-100 и боковых экранов в котлах ПТВМ-50, образующие амбразуры горелок, в районе горелок ошипованы.

Конвективная часть в этих котлах расположена непосредственно над радиационной частью топочной камеры и представляет собой по ходу газов два пакета U-образных змеевиков Ø28×3 мм. Змеевики ввариваются своими концами в стояки Ø83×3,5 мм. Змеевики расположены в шахматном порядке с шагом $S_1=62$ мм и $S_2=33$ мм.

Каждый пакет состоит из фронтовой и задней секций; каждая секция в свою очередь состоит из двух полусекций — нижней и верхней. Полусекция включает в себя стояк Ø83×3,5 мм и 6—8 пар U-образных змеевиков, концы которых вварены в стояк. Материал всех труб — сталь 20.

Количество секций в котлах ПТВМ-100—96; ПТВМ-50—66.

Комбинированные газомазутные горелки в котлах ПТВМ-100 в количестве 16 шт. расположены на фронтовой и задней стенках топочной камеры, в котлах ПТВМ-50—12 шт. на боковых стенках. Каждая горелка снабжена индивидуальным дутьевым вентилятором. Для растопки котла горелки оборудуются запально-защитными устройствами.

Обмуровка котла облегченная, натрубная. Конструкция обмуровки допускает нанесение ее на сборочно-укрупнительной площадке и последующий монтаж обмурованных блоков.

На котлах ПТВМ-50 и ПТВМ-100 обмуровка состоит из трех слоев термоизоляционных материалов: огнеупорного шамотобетона, минераловатных матрацев и плит и уплотнительной газонепроницаемой магнезиальной обмазки, обеспечивающей гидроизоляцию поверхности котла от атмосферных осадков. Общая толщина обмуровки (считая от оси труб) составляет на стенах топки 115—162 мм, в районе фронтовых и задних стояков конвективной части 165—184 мм.

Каркас котла представляет собой сварную конструкцию, состоящую из колонн и связей, составляющих четыре плоские рамы, связанные между собой в пространственную конструкцию в виде параллелепипеда.

Каждая рама каркаса котла ПТВМ-50 состоит из трех колонн, связанных между собой поперечными балками, а каркаса котла ПТВМ-100 из двух колонн, связанных между собой поперечными балками и связями.

На верхней отметке каркаса расположены несущие балки потолка, к которым на подвесках крепится весь котел.

Помосты, опоясывающие каркас на различных отметках, придают конструкции каркаса общую пространственную жесткость.

Обмывочное устройство стационарного типа с неподвижными раздающими трубами, на которых установлены обмывочные форсунки, предназначено для обмывки конвективных поверхностей нагрева котлов сетевой водой при работе котла на мазуте. Как показал опыт эксплуатации котлов, обмывка сетевой водой не обеспечивает достаточную чистоту конвективных поверхностей нагрева, что явилось основной причиной замены этих котлов котлами КВ-ГМ П-образной компоновки.

В схеме циркуляции котла ПТВМ-100 вода из обратной линии теплосети поступает в узел питания, расположенный непосредственно под котлом, из которого посредством четырех (основной режим) или восьми (пиковый режим) трубопроводов Ø273×10 мм подается к нижним камерам котла и отводится от них. Переключение котла с двухходовой схемы (пиковый режим) на четырехходовую (основной режим) осуществляется путем установки заглушек на линиях, соединяющих котел с прямой и обратной магистралями теплосети.

При работе котла в основном режиме по четырехходовой схеме вода от узла питания по двум трубам Ø273×10 мм подается в торцы нижней камеры фронтового экрана. Пройдя циркуляционный контур, вода попадает в нижнюю камеру заднего экрана, из которой через торцы выводится двумя трубами Ø273×10 мм в узел питания.

При работе котла в пиковом режиме по двухходовой схеме вода из обратной линии теплосети после подогрева в регенеративных подогревателях ТЭЦ поступает в узел питания котла. Затем по четырем трубам ∅273×10 мм подается через торцы в нижние камеры боковых экранов, после чего одновременно по трубам левого и правого боковых экранов поднимается в верхние камеры боковых экранов. Из верхних камер боковых экранов вода поступает во фронтовую и заднюю камеры конвективной части, параллельно проходит фронтовые и задние полусекции конвективной части, попадает в верхние камеры фронтового и заднего экранов, из которых через торцы по четырем трубам ∅273×10 мм вода поступает в узел питания.

Схема циркуляции котла ПТВМ-50 аналогична ранее описанной.

4. ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ П-ОБРАЗНОЙ КОМПОНОВКИ СЕРИИ ПТВМ

Котел ПТВМ-30М-4 выпускается для работы на газе и мазуте, теплопроизводительность 35 Гкал/ч на мазуте и 40 Гкал/ч на газе соответственно 41 и 46 МВт (см. табл. 3) (рис. 10).

Стены топочной камеры котла полностью экранированы трубами ∅60×3 мм с шагом 64 мм. Наклонные участки экранов холодной воронки с наружной стороны обшиваются металлическим листом толщиной 3 мм.

Конструктивно топочная камера выполнена из шести экранных панелей: двух фронтовых, двух задних, двух боковых. Трубы экранных панелей завариваются в камеры ∅273×10 мм.

Вертикальные части экранов соединяются между собой горизонтальными поясами жесткости, выполненными из штампованных швеллеров, приваренных снаружи к трубам экранов.

Трубы заднего экрана в верхней части (выше разделительной стенки) разведены и образуют трехрядную фестонную поверхность нагрева.

Потолок котла образован экранами фронтовой стены топки и задней стены конвективной шахты.

Разделительная стенка, установленная между радиационной и конвективной частями котла, отделяет топку от опускного газохода.

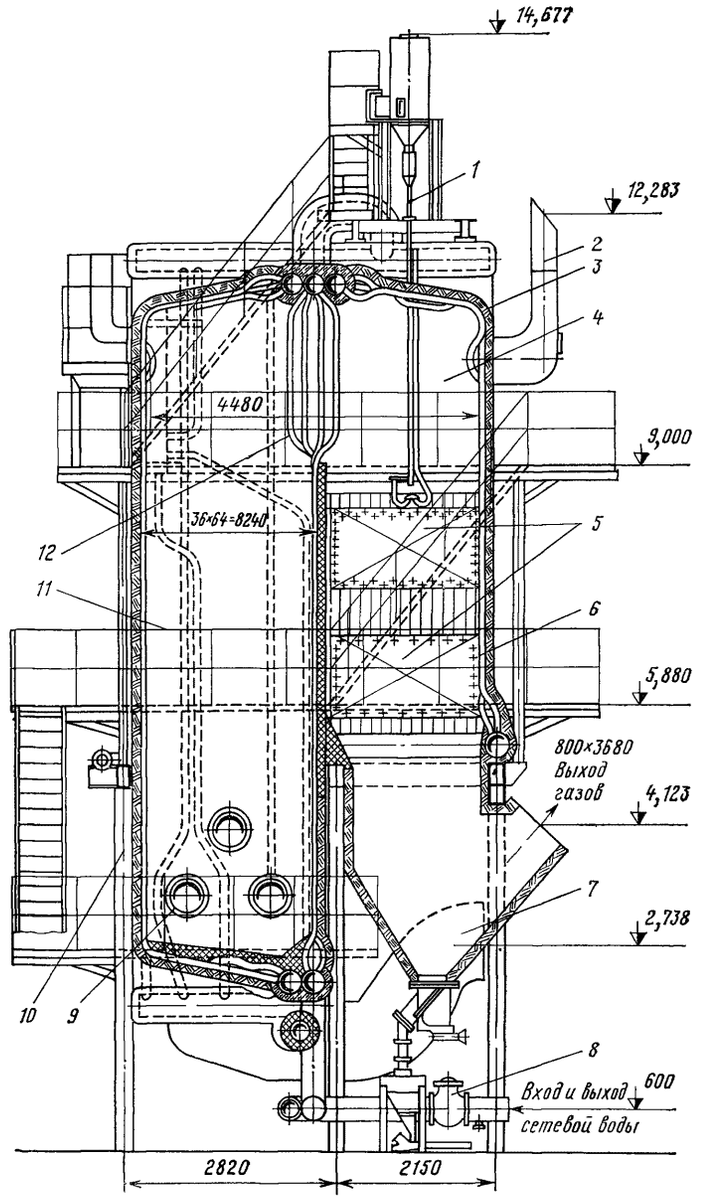


Рис. 10. Котел ПТВМ-30М-4.

1 — дробеочистка; *2* — предохранительный взрывной клапан; *3* — обмуровка; *4* — поворотная камера; *5* — конвективные пакеты; *6* — экран задней стенки конвективной шахты; *7* — бункер дробеочистки; *8* — вход и выход сетевой воды; *9* — газомазутная горелка; *10* — каркас; *11* — топочная камера; *12* — фестон.

В опускном газоходе размещены боковые и задние экраны из труб Ø60×3 мм с шагом 64 мм и конвективная поверхность нагрева. Потолок опускного газохода образован экраном задней стенки. Конструктивно экранная система опускного газохода выполнена из четырех панелей: двух панелей заднего экрана и двух панелей бокового экрана.

Конвективная поверхность нагрева разделена на два пакета с расстоянием между ними по высоте 600 мм. Пакеты состоят из 32 секций (16 левых и 16 правых); каждая секция состоит из труб Ø28×3 мм U-образной конфигурации, вваренных своими концами в стояки, выполненные из труб Ø83×3,5 мм. Стояки своими концами вварены в камеры Ø273×10 мм.

Змеевики секций расположены в шахматном порядке с шагом $S_1=64$ мм, $S_2=40$ мм. Трубы змеевиков каждой секции свариваются тремя вертикальными дистанционирующими планками, образуя жесткую ферму.

Материал всех труб — сталь 20.

Котел оборудован шестью комбинированными газомазутными горелками, производительностью по газу 660 м³/ч и по мазуту 620 кг/ч с периферийным подводом газа и механическим распыливанием мазута. Мазутные форсунки охлаждаются сетевой водой.

Горелки установлены на боковых стенах топочной камеры, по три на каждой стороне. Для растопки и защиты при погасании факела котел оборудуется двумя запально-защитными устройствами. Воздух к горелкам поступает от двух дутьевых вентиляторов ВД-12. Тяга обеспечивается дымососом двустороннего всасывания Д-15,5×2 с электродвигателем мощностью 95 кВт.

Натрубная обмуровка котла выполнена облегченной общей толщиной 115 мм с креплением непосредственно к трубам и состоит из трех слоев теплоизоляционных материалов: огнеупорного шамотобетона на глиноземистом цементе, армированного металлической сеткой; минеральной ваты в виде матрацев в металлической сетке; уплотнительной газонепроницаемой обмазки.

Конструкция обмуровки допускает нанесение ее на сборочно-укрупнительной площадке и последующий монтаж обмурованных блоков.

Каркас котла представляет собой сварную конструкцию, состоящую из стоек и балок, связанных между собой в виде параллелепипеда. Каркасная конструкция

состоит из силового и обвязочного каркасов. Силовой каркас в виде постамента высотой 5,39 м служит для опирания всей трубной системы котла с облегченной обмуровкой и крепления золового бункера. Конструктивно опирание происходит через опорный пояс из балок, лежащих по верху колонн на отметке 5150 мм.

Обвязочный каркас устанавливается на силовом каркасе для крепления площадок обслуживания котла на отметках 2720, 5880, 9000 мм и, кроме того, создает дополнительную пространственную жесткость всему каркасу котла. Высота каркаса от уровня пола котельной 8900 мм. Размеры в плане 4970×4700 мм по осям несущих стоек.

Для очистки конвективной поверхности нагрева от золовых отложений котел оборудован дробеочистительной установкой. Транспортировка дроби из бункера в дробеуловитель осуществляется газодувкой типа ГРМК-4.

В котле предусмотрены нижние подвод и отвод воды. В котле осуществлена десятиходовая схема циркуляции (пять подъемных и пять опускных ходов).

Схема циркуляции следующая: обратная сетевая вода подается сетевыми насосами во входную камеру фронтового экрана топки. Пройдя циркуляционный контур, вода из выходного коллектора правого бокового экрана топки направляется в теплофикационную сеть.

5. МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФОРМЫ ПОСТАВКИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Объем работ по монтажу водогрейных котлов определяется ПОР и ППР в зависимости от массы устанавливаемого оборудования и формы поставки его котлостроительными заводами.

Котельное оборудование поступает на монтажную площадку от заводов-изготовителей в виде крупных блоков и россыпи, т. е. большого числа отдельных деталей незначительной массы.

Блок — крупная часть котла, состоящая из соединений нескольких узлов и деталей, выполненных на заводе или монтажной площадке.

Блоки, изготовленные на заводе, называют заводскими или поставочными блоками, их размеры и масса находятся в пределах габарита и грузоподъемности подвижного железнодорожного состава

Заводские блоки, укрупненные на монтажной площадке за счет других блоков и деталей, поставленных россыпью, а также блоки, собранные из отдельных деталей на площадке, называют монтажными блоками.

Уровень укрупнения деталей и узлов оборудования в блоки определяется коэффициентом блочности $K_б$, представляющим отношение массы оборудования, собранной в блоки, $M_б$ к общей массе оборудования данного котла $M_{общ}$

$$K_б = \frac{M_б}{M_{общ}} \cdot 100\%.$$

Коэффициент монтажной блочности представляет отношение массы оборудования, собранного или укрупненного на монтажной площадке, к общей массе оборудования данного котла

Коэффициент заводской блочности равен отношению массы оборудования, собранного в блоки на заводе, к той же общей массе оборудования данного котла

Высокий коэффициент заводской блочности достигается при соответственно направленной разработке конструкции котла на заводе-изготовителе С увеличением коэффициента блочности уменьшается по массе и особенно по числу количество элементов котлов, монтируемых россыпью, что значительно снижает трудозатраты на монтаж оборудования

Коэффициент монтажной блочности всегда выше коэффициента поставочной блочности и характеризует монтажную технологичность оборудования

Наибольшие трудозатраты на монтаж узлов и агрегатов котельных установок электрических станций приходятся на монтаж котлов, поэтому комплектная заводская поставка законченных блоков имеет особенно большое значение для снижения трудозатрат, сроков и стоимости строительства котельных и электростанций

Поставочная заводская блочность котлов 80% была установлена в 1964 г межреспубликанскими техническими условиями МРТУ 2402-01-64, и, таким образом,

количество россыпи ограничивалось 20% общей массы котла.

С 1 января 1975 г. взамен МРТУ 2402-01-64 вступил в действие новый отраслевой стандарт — ОСТ 24.030.46-74 на котлы стационарные (поставка и общие технические условия) со сроком действия до 1 января 1980 г. Этот стандарт установлен, однако, не для всех, а только для ограниченного числа энергетических паровых котлов от 210 до 1650 т/ч Таганрогского завода «Красный котельщик», Подольского машиностроительного завода им. С. Орджоникидзе и Барнаульского котельного завода.

Водогрейные котлы в последнем отраслевом стандарте не рассматриваются, и фактически поставочная (заводская) блочность по крупным водогрейным котлам теплопроизводительностью от 30 до 180 Гкал/ч (что соответствует от 54 до 325 т пара в час) не регламентируется.

Поставка водогрейных котлов в настоящее время всеми котлостроительными заводами производится с низким коэффициентом заводской блочности в 17,6% для котла ПТВМ-100 Белгородского котельного завода, 28% для котла КВ-ГМ-100 Дорогобужского котельного завода (Барнаульского) и только с наиболее высоким коэффициентом в 56,6% для котла ПТВМ-30М-4 Дорогобужского котельного завода.

Массовые характеристики газомазутных водогрейных котлов серий КВ-ГМ и ПТВМ приведены в табл. 4.

Таблица 4

Массовые характеристики газомазутных водогрейных котлов унифицированной серии КВ-ГМ и серии ПТВМ

Типоразмер котла	Мощность котла		Масса металлической части, т	% поставочной блочности
	Гкал/ч	МВт		
КВ-ГМ-180	180	209	—	—
КВ-ГМ-100	100	116	142,4	28
КВ-ГМ-50	50	58	82,0	—
КВ-ГМ-30	30	35	35,0	—
ПТВМ-100	100	116	133,8	17,6
ПТВМ-50	50	58	106,0	—
ПТВМ-30М-4	35/40	41/46	54,8	56.6

Поставка котельными заводами водогрейных котлов россыпью в количестве 82,4% общей массы для котла ПТВМ-100 (т. е. в 4 раза больше установленного МРТУ 2402-01-64), 72% (т. е. в 3,6 раза больше установленного) для котла КВ-ГМ-100 и 43,4% для котла ПТВМ-30М-4 (т. е. в 2 раза больше установленного) (зачастую без контрольной сборки и стендовых испытаний) приводит к тому, что большое количество подгоночных работ переносится с заводов на монтажную площадку. Кроме того, при поставке оборудования россыпью часто имеют место низкое качество изготовления деталей, некомплектная их отсылка с завода.

Анализ распределения трудовых затрат на изготовление и монтаж котлов показывает, что даже при 50% поставочной блочности из общего количества этих затрат на долю котлостроительного завода приходится только около 40%, а остальные 60% — на долю монтажной площадки. При поставочной блочности в 28% и даже в 17,6% эта доля работ на монтажной площадке будет еще намного больше.

Эти моменты приводят к увеличению продолжительности работ на монтажных площадках (сборка блоков и монтаж).

ГЛАВА ВТОРАЯ

МОНТАЖ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

6. ПРИЕМКА ФУНДАМЕНТА

Фундамент под водогрейный котел является ответственным сооружением, от состояния которого в значительной степени зависят как правильность монтажа, так и надежность работы котла.

На фундамент котла через колонны его каркаса передаются нагрузки от металлоконструкций, трубной части собственно котла, обмуровки, перекрытий вокруг котла, трубопроводов вне пределов котла. При открытых и полуоткрытых котельных на фундамент дополнительно передаются нагрузки от кровли, а также ветровые нагрузки.

Поэтому до начала монтажа котла следует убедиться в том, что фундамент изготовлен по проекту и без дефектов. Приемка-сдача фундамента под монтаж котла заключается в осмотре этого фундамента и проверке правильности его изготовления.

Получив от строителей исполнительную схему фундамента (в которой показаны проектные и фактические привязки главных осей фундамента котла к осям здания, отметки опорных поверхностей, размеры фундамента, привязочные размеры расположения опорных поверхностей к осям опорных башмаков), геодезическую схему осей и реперов на колоннах каркаса котельного отделения и данные о качестве бетона фундамента, монтажники приступают к приемке фундамента.

Геодезическая схема представляет систему осей и высотных отметок — реперов, нанесенных на конструкциях здания. Репер — это металлическая закладная деталь, относительное или абсолютное положение которой по высоте тщательно выверяется геодезическим инструментом.

При внешнем осмотре внимание обращается на отсутствие в фундаменте раковин, пустот, наплывов, видимых трещин, оголений арматуры, масляных пятен и других внешних дефектов.

Контрольная проверка положения фундамента заключается в проверке правильности расположения элементов фундамента относительно продольных и поперечных осей здания (в плане), правильности расположения опорных мест под колонны каркаса, а также в проверке их высоты и сопоставления с размерами, указанными в исполнительной схеме фундамента.

Контрольные проверки положения фундамента дают возможность монтажникам определить высоты необходимых подливок, толщины подкладок, зазоры, степень необходимой подгонки и др.

Допустимые отклонения основных размеров фундамента указаны в СПиП III-Г.10.4 67 и приводятся в инструкциях заводов — изготовителей водогрейных котлов (табл. 5).

Особое внимание при приемке фундамента следует обращать на те размеры и высотные отметки, которые имеют только положительное или только отрицательное допустимое отклонение от проектных, поскольку в этом случае несоблюдение допустимых отклонений может

привести к невозможности установки элементов крепежа или самих колонн каркаса котла.

Фактические размеры фундамента, отклонение и их направление записывают в формуляре и сравнивают с допустимыми отклонениями.

Таблица 5

Допускаемые отклонения от проектных размеров фундаментов водогрейных котлов, мм

Измеряемые величины	Марка котла					
	ПТВМ-180	ПТВМ-100	ПТВМ-50	КВГМ-100	КВГМ-50	ПТВМ-30
Отклонение осей фундамента от проектного положения	Не более 20	±20	±10	Не более 20	±10	±10
Разность диагональных размеров	Не более 20	Не более 20	±25	Не более 20	±20	±20
Отклонение высотных отметок опорных поверхностей фундамента без учета высоты подкладок и подливки	—30	—30	+20 —30	—30	20	+20 —30
Отклонение осей закладных деталей под опоры котла	±20	±20	±10	±10	±10	±10

Для проверки фундамента котла в плане следует убедиться в правильности разбивки осей здания, от которых будут вестись замеры. В случае, если продольная ось котла совпадает с осью здания котельной *12* (рис. 11), по одной из них натягивают струну. Для этого на высоте 1,8—2 м к фронтовой и задней стенам котельной или к специальным стойкам приваривают горизонтальные металлические скобы, на которых напильником выполняют метки против середины колонн здания. Затем через намеченные места перекидывают стальную струну, к концам которой подвешивают грузы для ее натяжения. Диаметр проволоки (и масса груза) зависит от пролета здания и выбирается в пределах 0,7—1,0 мм.

Если ось котла расположена на некотором расстоянии от оси здания, то от последней отмеряют заданное расстояние, делают соответствующие отметки на фронтовой и задней стенах здания, между которыми указанным выше способом натягивают струну, определяющую искомую продольную ось котла.

После этого от фронтовой оси котельной отмеряют проектное расстояние l_1 до оси фронтовой стены котла. Через полученную точку натягивают струну перпендикулярно струне, обозначающей продольную ось котла.

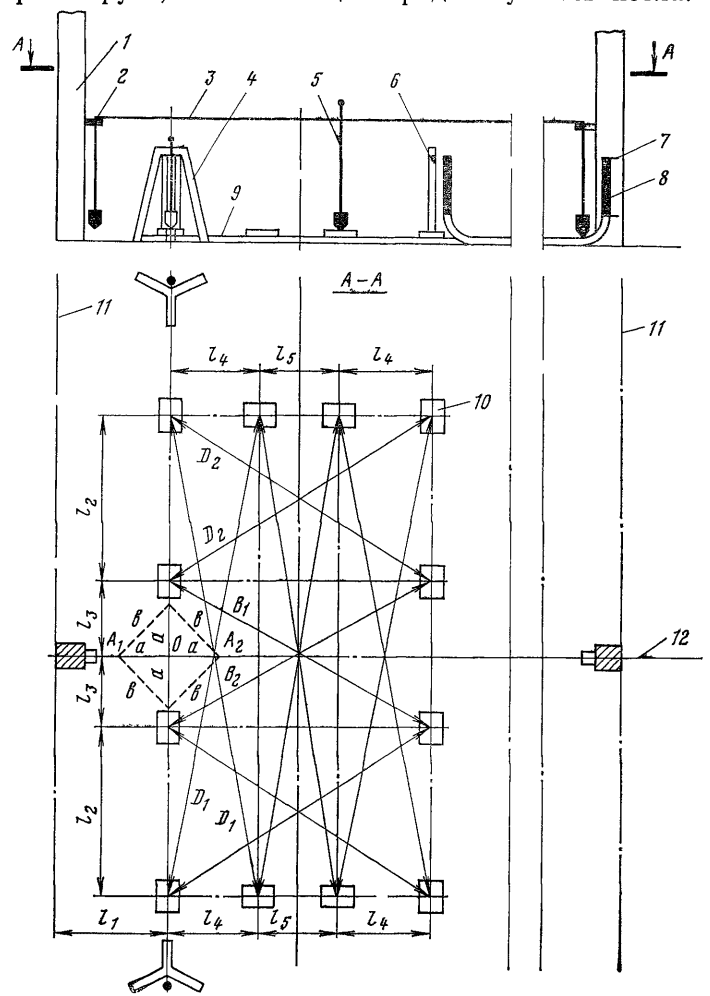


Рис. 11. Проверка фундамента котла.

1 — колонна; *2* — скоба; *3* — струна с грузами; *4* — стойка-козлы; *5* — отвес; *6* — рейка; *7* — репер; *8* — гидравлический уровень; *9* — фундаменты; *10* — опорная поверхность фундамента; *11* — поперечная ось здания котельной; *12* — продольная ось здания котельной; l_i, D_i, *a*, *b* — замеряемые размеры.

Перпендикулярность поперечных и продольных осей проверяют следующим образом: от точки пересечения струн по всем четырем направлениям отмеряют одинаковое расстояние a. Если размеры b между соседними точками A_1, B_1, A_1, B_2, A_2, B_1 и A_2, B_2 одинаковы, значит, оси перпендикулярны. При их неравенстве концы поперечной струны вращают вокруг точки пересечения до тех пор, пока эти отрезки не станут равными. Для этой цели можно воспользоваться известным соотношением сторон прямоугольных треугольников.

Для этого по проверяемым осям отмеряют отрезки длиной 3 и 4 м и замеряют расстояние между полученными точками. Если оно равно 5 м, значит, оси перпендикулярны.

Концы поперечной струны закрепляют на конструкциях здания или на временных стойках таким же способом, как и продольную струну. После этого на выверенной поперечной оси отмеряют проектные расстояния l_2 и l_3 до продольных осей боковых стен каркаса и натягивают струны над осями боковых стен. На установленных струнах затем отмеряют проектные расстояния l_4 и l_5, определяя этим положения центров опирания колонн каркаса. Проверяют также равенство диагоналей D_i по центрам колонн каркаса топки.

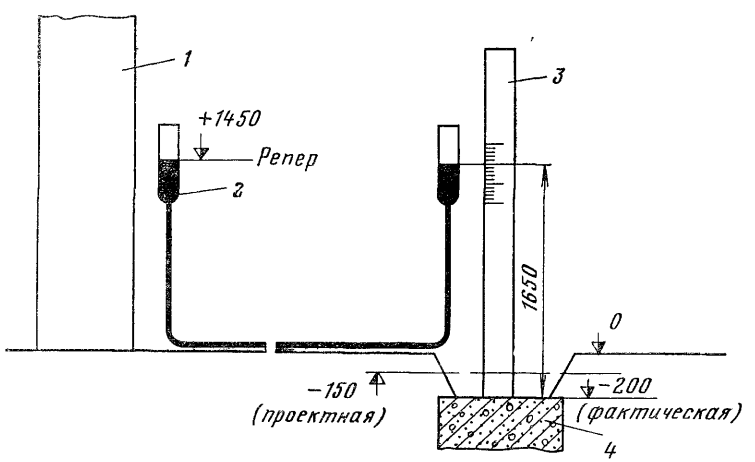


Рис. 12. Проверка высотной отметки фундамента котла гидравлическим уровнем.

1 — колонна; *2* — гидравлический уровень; *3* — временная рейка; *4* — фундамент.

Проверка правильности расположения опорных мест под башмаки колонн каркаса производится установкой отвесов из полученных точек на струнах до поверхности фундамента. На опорной поверхности отмечают точку центра башмака и габариты подошвы башмака. Таким образом устанавливается объем необходимой подгонки и доводки фундамента.

При контрольной проверке высотных отметок фундамента котла на проверяемую поверхность устанавливают временную рейку, на которую монтажным гидроуровнем переносят отметку от ближайшего строительного репера, нанесенного на колонне здания.

Для нахождения фактической высотной отметки замеряют расстояние от этой отметки до нижнего конца рейки. Разница между отметкой репера и размером по рейке определяет фактическую отметку фундамента, которую сравнивают с проектной (рис 12). По приведенным на этом рисунке данным фундамент занижен на 50 мм, что необходимо учесть при выборе прокладок.

Готовность фундамента под монтаж оформляется актом, к которому прилагаются монтажный формуляр и результаты испытания образцов бетона.

7. ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ В БЛОКИ И МОНТАЖА БЛОКОВ ЭЛЕМЕНТОВ КОТЛОВ

Монтажные работы выполняются в соответствии с проектной документацией и руководящими материалами. компоновочными чертежами котла и вспомогательного оборудования, узловыми и монтажными чертежами трубопроводов и газовоздуховодов, рабочими чертежами, детальными и упаковочными ведомостями оборудования котла, заводскими инструкциями по монтажу.

Основным документом, по которому организуются и ведутся монтажные работы, является проект производства монтажных работ

К монтажу котла также относятся следующие главы СНиП глава III-Г 10.4-67 «Теплоэнергетическое оборудование Правила производства и приемки монтажных работ», глава III-4-79 «Техника безопасности в строительстве, глава III-18-75 «Металлические конструкции. Правила производства и приемки работ» глава III-1-76 «Организация строительного производства»

Основой современной технологии монтажа водогрейных котлов является применение крупноблочного метода, при котором на сборочной площадке производится максимально возможное количество работ по сборке деталей, входящих в состав блока. Этим обеспечивается сокращение затрат труда при установке блоков, связанных с сочленением их с ранее установленными узлами оборудования.

Исходя из этих же положений в проектах производства работ в состав монтажных блоков котла включаются монтажные лестницы, расчалки, монтажные приспособления для строповки, транспортировки и монтажа блоков. Строповка при этом по возможности унифицируется и выбирается таким образом, чтобы использовать ее как при погрузке блока, так и при монтаже.

Транспортабельные заводские (поставочные) блоки поверхности нагрева водогрейного котла, а также камеры, трубы котла и экраны, поставляемые «россыпью», хранятся на открытых складах под навесом на деревянном настиле или на подкладках. Фланцы, отверстия и концы труб должны быть при этом закрыты заглушками. Запрещается укладывать оборудование непосредственно на землю.

Технологические операции при сборке в блоки и монтаже блоков каркаса

Каркасы водогрейных котлов поставляются заводами-изготовителями на монтажную площадку «россыпью», т. е. отдельными колоннами, ригелями, стойками, транспортабельными рамами и балками.

Монтаж каркаса котла заключается в сборке поставочных элементов каркаса в монтажные блоки, установке их на фундаментные колонны и соединении их между собой.

Сборку поставочных элементов каркаса в укрупненные монтажные блоки условно делят на два этапа: подготовительный и собственно сборку.

В подготовительном к сборке этапе выполняются следующие работы: проверка готовности и оснащенности укрупнительно-сборочной площадки, установка и выверка монтажных приспособлений и стеллажей. Одновременно производят приемку фундамента под котел с заполнением монтажного формуляра; технический осмотр

деталей, входящих в состав блока, проверку соответствия габаритных размеров отдельных элементов и деталей каркаса рабочим чертежам, размещения соединительных деталей (столиков, косынок, опорных кронштейнов, уголков и др.), отсутствия погнутости, спиральности, состояния сварных швов и др.

Обнаруженные отклонения сверяют с допусками, приведенными в СНиП III-Г.10-4.67 «Теплоэнергетическое оборудование. Правила производства и приемки монтажных работ», а также в заводских инструкциях. Все отклонения сверх допускаемых исправляются.

Комплектность и количество элементов каркаса проверяют по заводской отправочной ведомости и спецификациям.

Очередность установки блоков каркаса определяет технологическую последовательность монтажа всего водогрейного котла.

Блоки каркаса раскладывают на сборочной площадке на стендах (стеллажах) в последовательности, в которой они будут подаваться в монтаж.

Масса элементов каркаса, включаемая в состав монтажных блоков, по отношению к общей массе каркаса котла составляет не менее 85—90%.

Каркасы водогрейных котлов обычно расчленяют на плоские блоки, однако они могут собираться и в угловые пространственные блоки, включающие угловую колонну и две средние колонны (по одной колонне от примыкающих стенок), а также в укрупненный с экраном блок.

Монтажные блоки каркаса включают в себя все детали, расположенные в пределах габарита блока.

Сборка блока каркаса состоит из следующих технологических операций:

укладка колонн и деталей на стеллажах (наружной стороной вверх для установки площадок и лестниц);

пригонка их между собой в узлах сопряжения, соединения их на прихватке;

проверка соответствия геометрических размеров блока размерам, указанным в сборочных чертежах; сварка блока;

установка на блоке монтажных приспособлений для строповки, а также временных конструкций для обеспечения жесткости блока.

Перед подъемом на блоке каркаса закрепляют тросы расчалок, если блок не сразу закрепляется к соседним блокам в проектное положение, и привязывают оттяжки из каната.

Если по условиям грузоподъемности крана или по другим причинам в состав блока не включаются лестницы и площадки, на блок устанавливают кронштейны, служащие для последующей их установки.

Производят также разметку мест стыковки балок (связей), не входящих в блоки, с колоннами, что обеспечивает более точную их стыковку на монтаже.

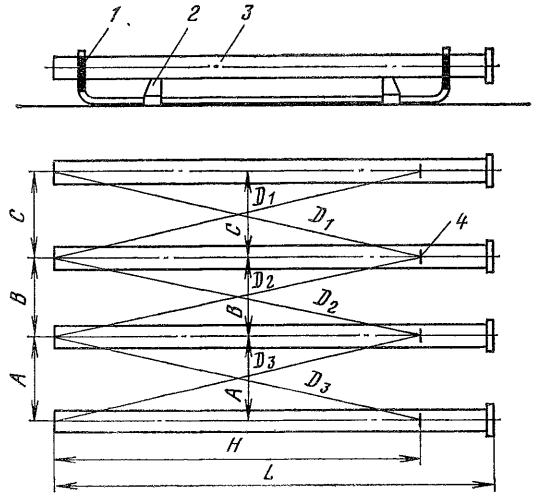


Рис. 13. Выверка положения колонн при сборке блока каркаса.
1 — гидравлический уровень; *2* — стеллаж; *3* — колонна; *4* — «метровая» отметка

Правильность расположения колонн (рис. 13) обычно проверяют замером расстояния *A*, *B* и *C* между их осями в трех местах (вверху, посередине и внизу), а также замером горизонтальности и установки колонн по высоте — размера диагоналей $Д_1$, $Д_2$ и $Д_3$. Для этого находят и отмечают на продольных осях колонн вспомогательные «метровые» отметки путем вычета из проектной длины колонны 1000 мм и отмера полученного размера от верха колонны.

Замер диагоналей производится от «метровой» отметки одной колонны до верха другой. В случае разной длины крайних колонн для замера диагоналей верхнюю

точку на наиболее длинной колонне наносят по размерам короткой колонны.

Правильность расположения опорных столиков под балки и ригели проверяют, отмеряя расстояние от верха колонны до мест их расположения.

Затем на собранных блоках производят контрольный замер расстояния между колоннами и замер диагоналей. Отклонения размеров от проектных не должны превышать допустимых величин, указанных в табл. 6.

Таблица 6

Допускаемые отклонения от проектных размеров каркаса водогрейных котлов при сборке блоков

Замеряемые величины	Размер допускаемого отклонения, мм
Непараллельность продольных элементов блока (колонн и стоек)	1 на 1 м длины, но не более 10 на весь размер
Непараллельность горизонтальных элементов (балок и ригелей)	1 на 1 м, но не более 5 на весь размер
Разность размеров диагоналей рам, образованных вертикальными и горизонтальными элементами блока	1 на 1 м, но не более 15 на весь размер

Только в случае, когда фактические размеры соответствуют проектным, можно приступить к сварке узлов собранного блока каркаса.

После окончательной стыковки элементов блока приступают к установке площадок, лестниц и других деталей, входящих в блок, а затем и временных приспособлений, необходимых для монтажа блока.

В монтаж блоков каркаса котла входят следующие технологические операции:

транспортирование монтажных блоков в зону действия монтажного грузоподъемного механизма;

установка блоков в проектное положение;

выверка блоков и их раскрепление, а также установка отдельных элементов каркаса (балок, связей и других соединительных элементов);

окончательная выверка каркаса и его сварка.

Заключительной операцией является подливка башмаков колонн каркаса бетонным раствором.

До начала монтажа блоков каркаса подготавливают такелажную оснастку и механизмы, заготавливают ме-

таллические подкладки, необходимые при установке каркаса на фундамент по высотным отметкам.

Блоки каркасов водогрейных котлов имеют сравнительно небольшую массу, и поэтому их строповка производится в районе соединения крайних колонн и горизонтальных элементов в верхней части. При этом необходимо следить за тем, чтобы угол между ветвями стропа был меньше 90°.

Установка блоков каркаса на проектные места фундамента производится при помощи оттяжек. При установке блоков проверяют совпадение рисок, нанесенных на опорных поверхностях башмаков колонн и фундамента.

Установленный на фундамент блок каркаса раскрепляют расчалками или при помощи связей к ранее установленным блокам или строительным конструкциям.

Натяжение расчалок и выверку положения блока производят винтовыми стяжками.

Только после надежного раскрепления блока производят расстроповку блока от крюка грузоподъемного крана.

Перед закреплением башмаков колонн к фундаменту проверяют горизонтальность и высотные отметки башмаков путем проверки правильности положения подкладок под башмаки колонн.

На рис. 14 приведен пример проверки высотной отметки колонны каркаса при помощи гидроуровня. Если колонна установлена правильно, то расстояние от перенесенной отметки (1300) до низа колонны должно быть равно 1100 мм — меньше на величину возвышения опорной поверхности фундамента от нулевой отметки. Расстояние от «метровой» отметки до перенесенной отметки репера равно, таким образом, 1100—1000=100 мм.

Зная отметку опорной поверхности фундамента и высоту колонны из формуляров на фундамент и каркас и используя необходимое количество подкладок, каркас устанавливают в проектное положение.

При этом следует учесть, что зазор между фундаментом и башмаком колонны каркаса должен быть не менее 50 мм и высотная отметка башмака колонны должна соответствовать проектной.

Количество подкладок под башмаки колонн при установке каркаса на фундамент не должно превышать трех в одном пакете. Подкладки устанавливают на фундамент

под ветви колонн. Устанавливать подкладки только по краям башмаков нельзя, поскольку при этом возможен прогиб опорной плиты башмака. При установке подкладок следует обратить внимание на плотность их прилегания к поверхности фундамента и к нижней поверхности башмака колонны.

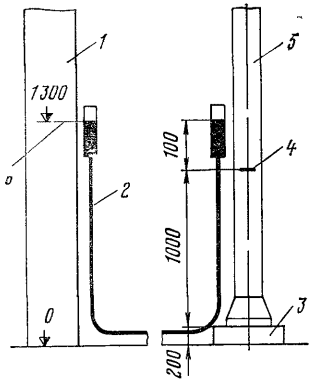


Рис. 14. Проверка высотной отметки колонны каркаса котла при помощи гидравлического уровня

1 — колонна здания котельной, *2* — гидравлический уровень, *3*— фундамент, *4* — «метровая» отметка, *5* — колонна каркаса котла, *6* — репер.

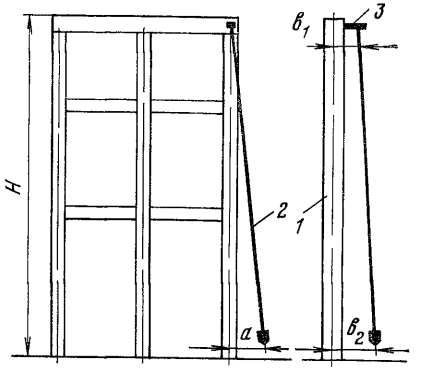


Рис. 15 Проверка вертикальности блока каркаса по отвесу

1 — колонна, *2* — отвес, *3* — крепление отвеса, *a* — расстояние между шнуром отвеса и осью колонны b_1, b_2 — расстояние между шнуром отвеса и поверхностью колонны

Вертикальность положения блока каркаса в плоскости стены и в поперечном положении проверяют отвесом, закрепленным наверху колонны блока при его сборке (рис. 15). Замеряют расстояние между шнуром отвеса и осью колонны a и между отвесом и поверхностью колонны (b_1 и b_2). Положение блока выверяют при помощи расчалок.

Для этой же цели могут быть использованы также теодолиты.

Правильность установки основных блоков каркаса котла в зависимости от его конструкции определяют, проверяя равенство диагоналей между угловыми колоннами в верхнем и нижнем сечениях или между угловыми колоннами топки, угловыми колоннами конвективной шахты и между передними колоннами конвективной шахты и задними колоннами топки.

После установки основных блоков каркаса устанавливают постоянные площадки и лестницы, не вошедшие в состав монтажных блоков, монтируют блоки связей и отдельные балки каркаса, проверяют при этом их горизонтальность по гидроуровню Затем вторично проверяют расстояние между основными колоннами, входящими в разные блоки; высотные отметки основных балок; вертикальность колонн и прямоугольность каркаса по диагоналям в верхнем и нижнем сечениях, т. е. все размеры, предусмотренные в формулярах на выверку каркаса

Отклонения фактических размеров каркаса от проектных не должны превышать допусков, указанных в табл. 7.

Таблица 7

Допускаемые отклонения от проектных размеров каркаса водогрейных котлов при установке на фундамент

Замеряемые величины	Размер допускаемого отклонения, мм
Смещение центров башмаков основных колонн каркаса от разбивочных осей фундамента	5
Отклонение основных колонн и стоек блока каркаса от вертикали	1 на 1 м, но не более 15 на всю длину
Отклонение верхних отметок колонн от проектных	5
Разность размеров диагоналей каркаса в плане внизу и вверху колонн	1,5 на 1 м, но не более 15 на весь размер
Отклонение от горизонтальности балок, ригелей, ферм и щитов	5
Отклонение высотных отметок балок, ригелей и ферм	5
Отклонение расстояния между балками, ригелями, фермами и щитами	5
Отклонение расстояния между осями колонн	5

После окончательной выверки каркаса все его блоки и узлы сваривают Подкладки под башмаки сваривают между собой по периметру и приваривают к башмакам колонн по наружному контуру. Башмаки колонн окончательно приваривают к закладным плитам по всему контуру или к выпускам арматуры. Производят подливку башмаков колонн бетонным раствором.

После полного затвердения бетона со смонтированного каркаса котла удаляют все временные связи и мон-

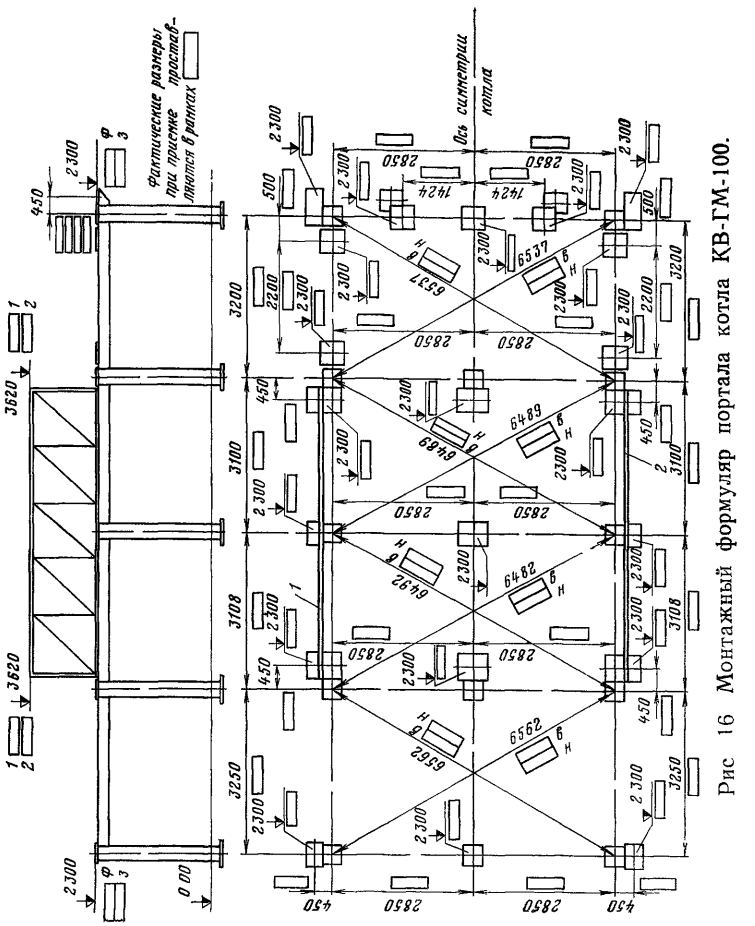


Рис 16 Монтажный формуляр портала котла КВ-ГМ-100.

тажные приспособления. Окончание подливки фундамента оформляют записью в монтажном журнале за подписями представителей эксплуатации, строительной и монтажной организаций.

Наблюдение за осадкой фундамента и колонн каркаса и их вертикальностью производят по установленным реперам, нанесенным на колоннах каркаса и привязанным к реперам здания котельной, после окончания следующих этапов работ: монтажа каркаса, монтажа поверхностей нагрева, окончания обмуровки и после наполнения котла водой.

На рис. 16 приведен в качестве примера монтажный формуляр портала котла КВ-ГМ-100.

Технологические операции при сборке в блоки и монтаже поверхностей нагрева

Экранные поверхности нагрева водогрейных котлов ПТВМ-50, ПТВМ-100, ПТВМ-180, а также КВ-ГМ-30, КВ-ГМ-50 и КВ-ГМ-100 поставляются заводами-изготовителями на монтажную площадку крупными плоскими транспортабельными блоками-панелями. В поставочные блоки-панели включены экранные трубы, камеры, полосы поясов жесткости и другие детали.

Экранная поверхность нагрева котлов типа ПТВМ-30М поставляется в виде двух объемных топочных блоков, каждый из которых включает в себя боковой экран и половины фронтового и заднего экранов. Жесткость блоков обеспечивается камерами и поясами жесткости.

Сборка экранных поверхностей нагрева на сборочной площадке в монтажные блоки заключается в укрупнении поставочных блоков, т. е. в включении в поставочные блоки дополнительных деталей и узлов, затем в контрольной сборке монтажных блоков, составляющих стенку топочных экранов, обмуровке экранных поверхностей, включении в монтажные блоки монтажных приспособлений и временных креплений.

Началу сборки блоков экранов предшествуют подготовительные работы, заключающиеся в техническом осмотре поставочных панелей и отдельных деталей, проверке комплектности поставки по отправочным документам завода-изготовителя, проверке размеров панелей и отдельных элементов.

Наружным осмотром проверяют отсутствие повреждений при транспортировке, а также качество сварных соединений. Камеры и трубы, не вошедшие в заводские блоки экранов и монтируемые россыпью, проверяют на отсутствие засорений и сужения прокаткой шаром, проверяют наличие металлических или пластмассовых колпачков на открытых концах труб, трубных отверстиях и штуцерах камер, а также деревянных или металлических крышек на фланцах.

Панели экранных поверхностей укладывают обычно внутренней топочной стороной вниз для возможности укладки натрубной обмуровки.

При сборке блоков экранов необходимо проверить совпадение общих гибов, поясов жесткости, камер, примыкание соседних панелей, равенство диагоналей.

Эти же операции выполняют и при контрольной проверке сопряжения топочных панелей в случае монтажа заводских поставочных блоков-панелей. В котлах, где это предусмотрено, обшивочные листы устанавливают к экранным трубам и приваривают плотным швом к штампованным полосам. Тщательно проверяют качество приварки. Сомнительные и явные дефекты исправляют.

Обшивочные листы наклонных участков экранных блоков устанавливают с зазором, предусмотренным заводскими чертежами.

Блоки экранов, на которых на сборочно-укрупнительной площадке производились сварочные работы на трубах или камерах, подвергают гидравлическому испытанию.

Монтажные блоки экранов, образующие в нижней части скаты холодной воронки топки (фронтовой и задний экраны), ужесточают установкой стяжек между камерами блока. Обмуровку таких блоков на сборочной площадке производят только после установки стяжек. Стяжки необходимы также при выводе блока в вертикальное положение. После монтажа и закрепления блока детали стяжки удаляют.

Технология монтажа экранных поверхностей нагрева определяется исходя из конструктивных особенностей котла.

Монтаж подготовленного экранного блока производят после проверки правильности установки на каркасе кот-

ла опорных кронштейнов, подвесок и других конструкций, на которых крепится блок.

Если постоянные подвески крепятся на потолочных балках, то до начала монтажа потолка экранные блоки устанавливают на временные подвески или кронштейны, закрепленные на балках стен каркаса. Нижние камеры также опирают на временные опоры (кронштейны, стояки).

Временные кронштейны устанавливают с таким расчетом, чтобы экранный блок сразу занял проектное положение и после установки постоянных опор не надо было производить такелажных работ.

Окончательно выверяют положение экранного блока после монтажа постоянных подвесок и опор.

При установке подвесок необходимо производить их одинаковый натяг в пределах двух противоположных стенок. Натяг производят только при наличии жесткой связи экранов с каркасом котла.

Одновременно с выверкой блока заполняют монтажный формуляр.

При монтаже топочных блоков следует обратить внимание на сопряжение соседних блоков на стенах и в углах в части выдерживания проектного зазора между трубами. В случае превышения зазора по сравнению с проектным к одной из соседних труб обычно приваривают соответствующего диаметра пруток или плавник.

Особое внимание при монтаже блоков экранов следует обратить на выполнение требования заводских чертежей по обеспечению возможности беспрепятственного теплового расширения трубной системы: удлинения на величину и в направлении, указанных в заводских чертежах. Необходимо обеспечить соблюдение зазоров при установке камер на подвижных опорах. Проектные величины зазоров приводятся в формуляре на тепловые расширения трубной системы котла.

Так, например, при установке подвижных опор в котле КВ-ГМ-100, где камеры экранов закрепляются на столиках портала с помощью опор, подвижные плиты сдвигают относительно опор в сторону, обратную направлению расширения, указанному в формуляре тепловых расширений. Между подвижной и неподвижной плитами опоры наносят слой графита.

Для восприятия тепловых удлинений нижних камер экранных блоков Б-5—Б-6 и Б-7—Б-8 котла ПТВМ-30М-4 предусмотрены подвижные опоры, при установке которых нижние плиты опор необходимо сдвинуть на 4 мм в сторону удлинения нижних камер.

Обязательным условием при монтаже блоков экранов является соблюдение предусмотренной заводом величины холодного натяга труб экрана. Это достигается установкой подкладок под нижнюю камеру блока при установке его в проектное положение. Толщина подкладки определяется заводскими чертежами.

После установки верхней камеры блока на подвесках из-под нижней камеры подкладки выбивают и камера под действием собственной массы опускается, создавая этим необходимый холодный натяг экранных труб, который компенсируется при тепловом расширении.

Положение смонтированного экрана до его осадки от массы воды принимается за нулевое. Для возможности дальнейших замеров тепловых расширений высоту осей нижних камер отмечают на колоннах каркаса.

По окончании монтажа экранных блоков, отдельных труб и камер следует проверить прокаткой шарами чистоту труб после выполнения сварочных работ.

Установка блоков экранов допускается с отклонениями от проектных размеров, не превышающими приведенных в табл. 8.

Таблица 8

Допускаемые отклонения от проектных размеров экранных поверхностей нагрева водогрейных котлов

Замеряемые величины	Размер допускаемых отклонений, мм
Разность высотных отметок торцов коллектора по гидроуровню	2
Разность между осями коллекторов и осями соответствующих основных колонн каркаса котла	5
Расстояние между осями крайних труб и колонн каркаса котла	5
Расстояние между осями крайних труб соседних блоков	2

Перед стыковкой полусекций конвективной поверхности нагрева проводят визуальный осмотр труб змеевиков, стояков, качества приварки дистанционных гребенок; все выявленные отклонения устраняют.

Дистанционные гребенки приваривают к трубам плотным швом; концы всех труб, завариваемых в стояки, должны не доходить до оси стояка на одинаковое расстояние.

Перед монтажом собранных секций тщательно выверяют по гидроуровню верхние камеры экрана и конвективной поверхности нагрева.

При монтаже блока конвективной поверхности нагрева обязательно выполнение строго шахматного расположения конвективного пучка. При этом следует учесть, что:

все трубы верхних и нижних рядов секций должны одновременно касаться линейки, положенной на эти трубы поперек осей (линейка устанавливается на расстоянии 500 мм от стояков и посередине пучка);

все просветы между трубами в диагональном направлении должны просматриваться, и в них свободно должен проходить щуп.

Следует также убедиться в отсутствии погнутых труб, в правильности дистанционирования труб в горизонтальном направлении.

Перед началом монтажа секций производят их отсортировку (задних, фронтовых).

Технологические операции при монтаже помостов и горелочных устройств, вентиляторов (дымососов), воздухопроводов

Перед установкой помостов на место к ним приваривают стойки, поручни и полосы для ограждения. Кронштейны и опоры под помосты должны быть выверены по высоте и по горизонтали.

После монтажа помостов производят установку лестниц с приваренными к ним ограждениями. Следует обратить внимание на горизонтальное положение ступенек лестниц в продольном и поперечном направлениях.

При приварке кронштейнов под помосты следует проследить за соблюдением допусков по высоте отметок площадок от проектной в пределах ± 10 мм.

Горелочные устройства довольно просты по конструкции, и монтаж их не представляет трудностей. Перед монтажом горелочных устройств проводят технологический осмотр их: проверяют легкость открытия и закрытия воздушного клапана на подводящих воздуховодах и наличие прокладок во фланцевых соединениях.

До монтажа мазутных форсунок должна быть проверена чистота рабочих поверхностей сопла, распределителя и завихрителя механической форсунки; расположение горелок должно соответствовать чертежам установки горелок, должна быть соблюдена соосность горелки с амбразурой.

Монтаж вентиляторов (дымососов) производят законченными блоками. Смонтированный вентилятор (дымосос) испытывают при работе вхолостую и под нагрузкой.

До начала опробования должны быть оформлены акт на приемку фундамента, формуляр на сборку, установку и центровку агрегата.

Монтаж воздухопроводов заключается в доукрупнении заводских блоков и установке укрупненных блоков и отдельных деталей в проектное положение.

Для установки блоков воздухопроводов используют те же грузоподъемные краны, которые применяют при монтаже котлов.

Особое внимание при сборке и монтаже блоков воздухопроводов следует уделять проверке плотности сварных швов и фланцевых соединений. Плотность сварных стыков проверяют керосином.

До монтажа производят контрольную сборку и подгонку смежных блоков воздухопроводов.

Особое внимание при установке блоков в проектное положение следует обратить на то, чтобы блок опирался на опору по всей ширине короба.

Отклонения положения воздухопроводов от проектных осей по вертикали и горизонтали не должны превышать 30 мм.

Наиболее трудоемкой операцией при монтаже воздуховодов является стыкование на фланцах монтажных блоков: зазор между фланцами должен быть равным толщине прокладки, непараллельность фланцев должна быть не более 2—5 мм (зазор регулируется перемещением одного из блоков).

8. ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ МОНТАЖА ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ КВ-ГМ-100, ПТВМ-100 И ПТВМ-30М-4

Технологическая последовательность монтажа водогрейных котлов зависит от ряда факторов. В зависимости от грузоподъемности применяемого при монтаже крана состав монтажных блоков котла по массе и габаритам различается в широких пределах. На выбор той или иной технологии монтажа влияют конструктивные особенности котла, строительная готовность, директивные сроки ввода оборудования в эксплуатацию и т. д.

Ниже приведены примеры технологической последовательности монтажа водогрейных котлов различных типов с учетом применения грузоподъемных механизмов, имеющихся в наличии в монтажных подразделениях Главтеплоэнергомонтажа· башенных кранов грузоподъемностью 8—25 т, гусеничных кранов грузоподъемностью 25—30 т, автомобильных кранов и автопогрузчиков различной грузоподъемности.

Технологическая последовательность монтажа котлов КВ-ГМ-100

Барнаульский котельный завод поставляет только экранные поверхности нагрева блоками; портал котла, конвективную часть, помосты и лестницы — россыпью.

Таблица 9

Объем заводской блочной поставки котла КВ-ГМ-100

Наименование узлов котла	Количество блоков	Масса, т
Экран фронтовой Ф-1	1	2,14
Ф-2	1	2,15
Ф-3	1	2,14
Экран задний З-1	1	2,20
З-2	1	2,39
З-3	1	2,15
Блок левого бокового экрана Б-6	1	3,30
Б-2	1	2,90
Б-5	1	2,94
Блок правого бокового экрана Б-3	1	3,0
Б-2	1	2,90
Б-1	1	2,95
Блок боковых экранов поворотной камеры Б-7	1	2,01
Б-4	1	2,05
Блок промежуточного экрана П-1	1	1,52
П-2	1	1,47
П-3	1	1,55
Всего	17	39,8

Объем заводской поставки приведен в табл. 9. При общей массе металлической части котла в 142,4 т поставочная блочность составляет $\frac{39{,}8 \cdot 100}{142{,}4} = 28{,}0\ \%$.

В первом примере предусматривается монтаж блоков массой до 20 т в закрытом помещении котельной подферменным краном грузоподъемностью 20 т.

Второй и третий примеры монтажа предусматривают монтаж блоков массой до 10 и 5 т башенным краном БК-300 грузоподъемностью 25 т.

Сборка основных монтажных блоков осуществляется двумя козловыми кранами грузоподъемностью 30 т на сборочной площадке (пролет крана 32 м) или в зоне действия башенного крана непосредственно возле котельной.

Погрузка блоков осуществляется козловым краном грузоподъемностью 30 т.

Транспортировка блоков в монтажную зону выполняется на железнодорожной платформе или автотрайлере, на автоприцепе-платформе или на монтажных санях.

В первом примере предусматриваются максимальное укрупнение блоков и выполнение максимального объема обмуровочных работ на сборочной площадке. Во втором примере технологическая последовательность монтажа та же, что и в первом примере, кроме технологии монтажа боковых экранов топки.

Технологическая последовательность монтажа котла подферменным краном котельной и масса монтажных блоков приведены в табл. 10, схема разбивки котла КВ-ГМ-100 на монтажные блоки — на рис. 17.

Блоки металлоконструкций котла составлены из блоков портала, помостов и лестниц.

Портал разбит на два блока передний и блок портала с бункером.

Блоки включают заводские детали: стойки, ригели, опорные столики и детали их крепления. В блок портала с бункером включены также камеры конвективной поверхности нагрева.

Блоки помостов и лестниц составлены из проектных помостов и лестниц, опор крепления помостов, а также временных деталей.

Блоки фронтового (заднего) экрана включают заводские поставочные панели Ф-1, Ф-2, Ф-3 (З-1, З-2, З-3), обмуровку и мелкие заводские детали.

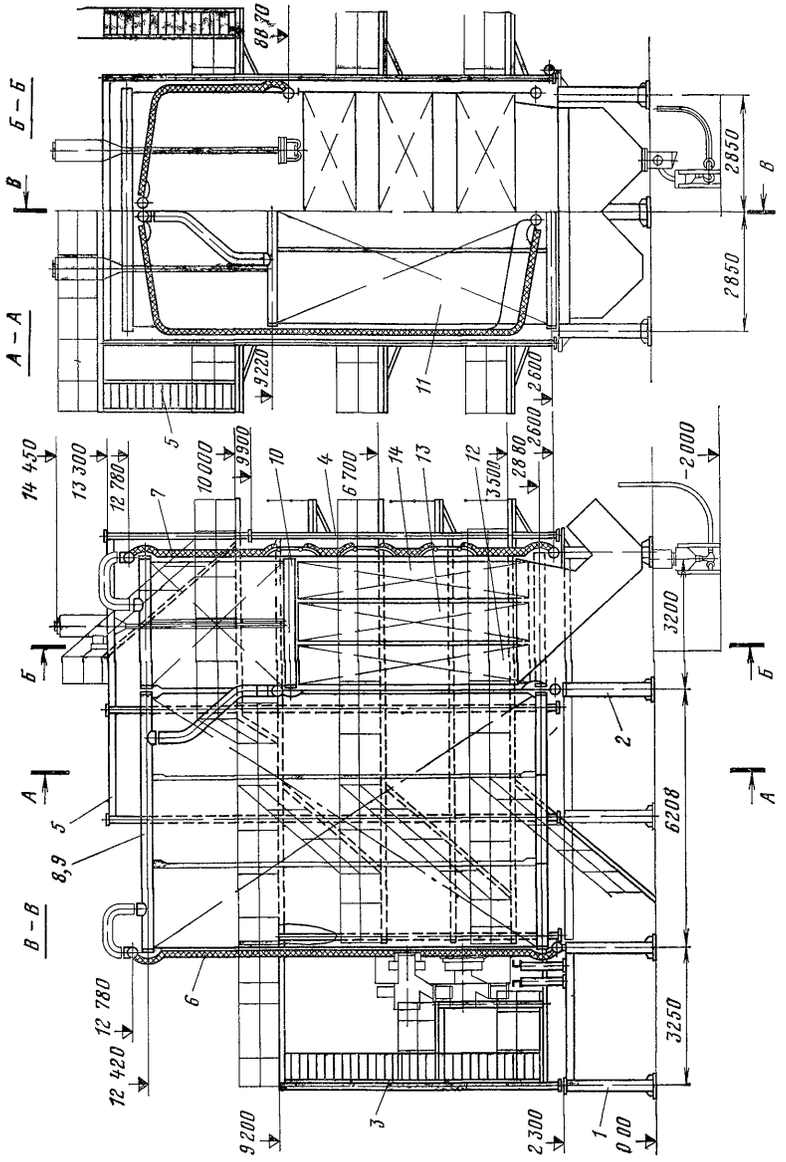


Рис. 17. Схема разбивки котла КВ-ГМ-100 на монтажные блоки.

1 — передний блок портала; *2* — блок портала с бункером; *3* — фронтовой блок помостов и лестниц; *4* — задний блок помостов и лестниц; *5* — боковой блок помостов и лестниц; *6* — блок фронтового экрана; *7* — блок заднего экрана; *8* — блок правого бокового экрана; *9* — блок левого бокового экрана; *10* — блок боковых экранов поворотной камеры; *11* — блок промежуточного экрана, *12* — блок конвективной части (фронтовой); *13* — блок конвективной части (средний); *14* — блок конвективной части (задний)

В блок боковых экранов (рис. 18) входят три заводские панели Б-1, Б-2, Б-3 (Б-5, Б-2, Б-6), обмуровка, обшивка пода, соединительные элементы и временные детали.

Блок боковых экранов поворотной камеры составлен из заводских панелей Б-4, Б-7, обмуровки и мелких заводских деталей, а также временных деталей (рис. 19).

Блок промежуточного экрана представляет заводские панели П-1, П-2, П-3 и соединительные трубы.

Конвективная поверхность нагрева разбита на три монтажных блока: фронтовой, задний и средний.

Фронтовой и задний блоки состоят из 8 полусекций правых и нижних и 16 полусекций правых, 8 полусекций левых нижних и 16 полусекций левых, а также соединительных деталей.

Средний блок включает 8 полусекций правых нижних, 16 полусекций правых, 8 полусекций левых нижних, 16 полусекций левых, а также соединительные детали.

Кроме того, в блоки конвективной поверхности нагрева включены приспособления для сборки, транспортировки и монтажа блока (рис. 20).

Объем сварочных работ на трубных элементах при сборке монтажных блоков поверхностей нагрева котла составляет 120 сварных стыков, из них на трубах ∅ 83×5 мм 96, на трубах ∅ 273×10 мм 24 стыка.

В соответствии с принятой (см. табл. 10) технологической последовательностью монтажа временно раскрепляют задний блок помостов, блоки фронтового и заднего экранов. Остальные блоки котла при монтаже примыкают к ранее установленным блокам, и их временное раскрепление не производится.

Общие трудозатраты на монтаж, включая сборку монтажных блоков, составляют «1572» чел-дней.

Таблица 10

Технологическая последовательность монтажа котла КВ-ГМ-100 подферменным краном грузоподъемностью 20 т

№ п/п	Наименование работ	Количество блоков	Масса, т	
			1 шт.	общая
1	Монтаж переднего блока портала котла	1	3,5	3,5
2	Монтаж блока портала котла с бункером	1	7,2	7,2
3	Монтаж деталей портала, не вошедших в блок	—	—	1,8
4	Монтаж газомазутных горелок	Комплект	—	—
5	Монтаж фронтового блока помостов и лестниц котла	1	4,8	4,8
6	Монтаж и временное раскрепление заднего блока помостов и лестниц котла	1	3,0	3,0
7	Монтаж правого бокового блока помостов и лестниц котла	1	4,6	4,6
8	Монтаж и временное раскрепление заднего экрана котла	1	12,8	12,8
9	Монтаж и временное раскрепление фронтового экрана котла	1	12,1	12,1
10	Монтаж блоков конвективной части	3	17,6	52,8
11	Монтаж бокового экрана поворотной камеры	1	8,5	8,5
12	Монтаж промежуточного экрана	1	5,0	5,0
13	Монтаж правого бокового экрана	1	18,2	18,2
14	Монтаж левого бокового экрана	1	18,4	18,4
15	Монтаж левого бокового блока помостов и лестниц котла	1	4,6	4,6
16	Монтаж площадок и лестниц, не вошедших в блоки	—	—	—
17	Монтаж соединительных труб котла, не вошедших в блоки	—	—	—
18	Монтаж дробеочистки	Комплект	—	4,3
19	Обмуровка котла, не вошедшая в блоки	—	—	2,3
20	Установка вентиляторов и воздуховодов	—	—	—
21	Установка мазутопроводов	—	—	2,7
22	Гидравлика котла	—	—	—
23	Сушка обмуровки, щелочение и промывка котла	—	—	—
24	Опробование на плотность и пуск котла	—	—	—

Продолжительность монтажа котла составляет 50 рабочих дней при составе рабочей бригады в «30» человек.

Монтаж котла башенным краном блоками массой до 10 т.

Блоки фронтового экрана могут быть составлены с включением трех поставочных панелей Ф-1, Ф-2, Ф-3 и обмуровки или из двух панелей и обмуровки или из одной панели и обмуровки.

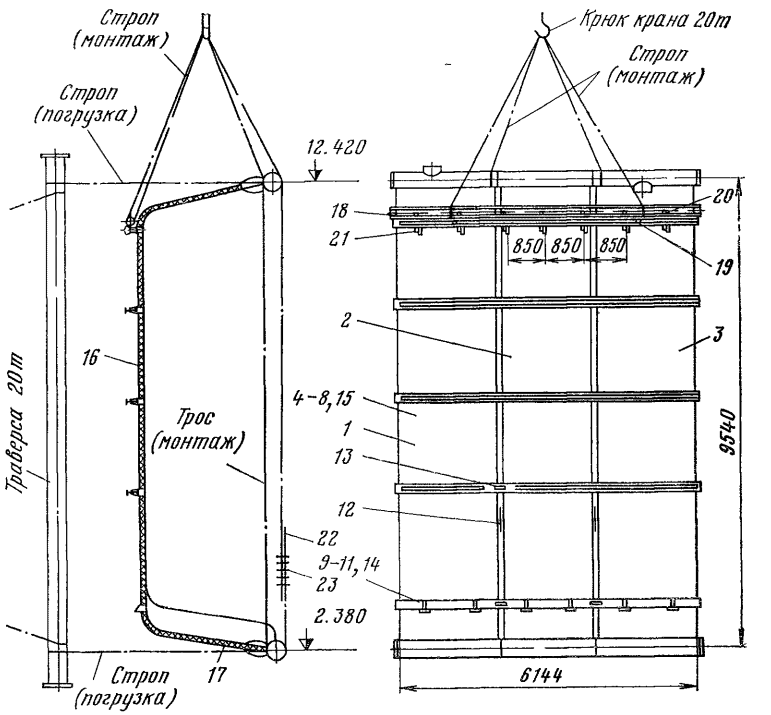


Рис. 18. Монтажный блок левого бокового экрана котла КВ-ГМ-100.
1 — заводской блок Б-5; *2* — заводской блок Б-2; *3* — заводской блок Б-6; *4—15* — заводские детали блоков; *16* — обмуровка, *17* — обшивка пода; *18—23* — временные детали для монтажа.

Блоки правого бокового экрана составляют из одной поставочной панели, обшивки пода и обмуровки.

В блоки конвективной поверхности нагрева включают в 2 раза меньшее количество заводских полусекций, чем в варианте монтажа блоков подферменным краном.

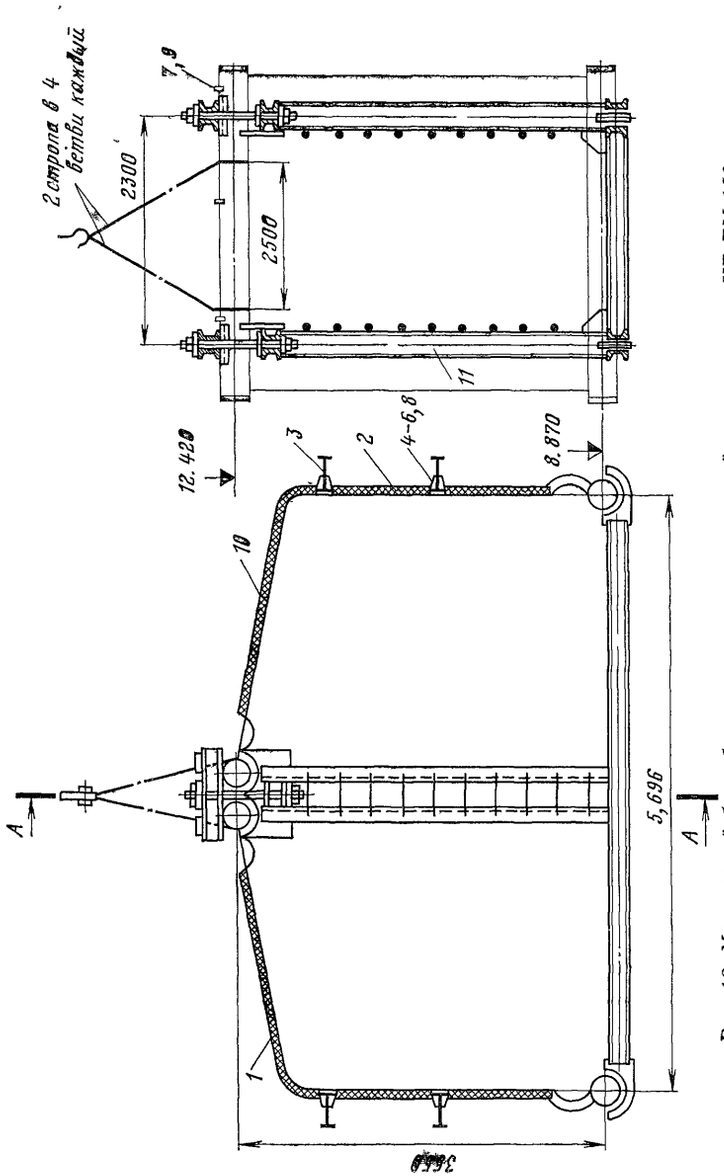


Рис. 19. Монтажный блок боковых экранов поворотной камеры котла КВ-ГМ-100.

1 — заводской блок Б-4; *2* — заводской блок Б-7; *3* — двутавр № 20, *4* — косынка; *5, 6* — планки; *7* — гребенка; *8* — пруток; *9* — рефо; *10* — обмуровка; *11* — стенд для сборки, транспортировки и монтажа.

Количество монтажных блоков соответственно увеличивается в 2 раза (шесть блоков).

Монтаж котла производят до установки ферм кровли в ячейке котла; минимальный размер монтажного проема во временном торце: ширина 7 м, высота 6 м. Блоки помостов собирают внутри котельной.

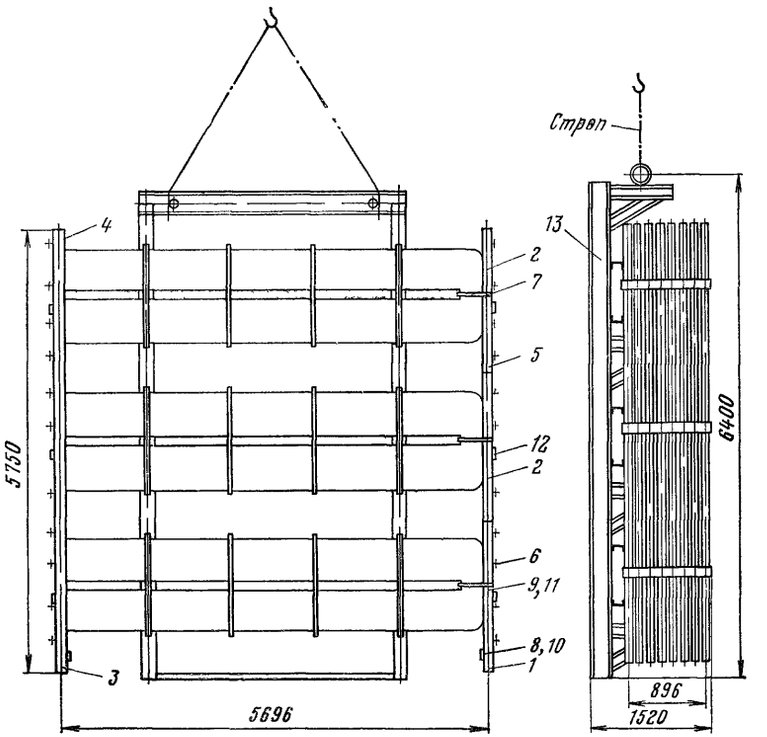


Рис 20 Монтажный блок конвективной части котла КВ-ГМ-100.

1 — заводская полусекция (правая нижняя); *2* — заводская полусекция (правая), *3* — заводская полусекция, *4* — заводская полусекция левая, *5* — плавник; *6—11, 12* — заводские детали блока, *13* — приспособление для сборки, транспортировки и монтажа блока

При монтаже котла башенным краном БК-300 грузоподъемностью 25 т сборка блоков боковых, заднего экранов и конвективной части производится по варианту монтажа блоками массой до 10 тс, а остальные блоки — по варианту монтажа блоками массой до 20 т.

Монтаж котла башенным краном блоками массой до 5 т

Блок портала собирают без бункера. Блоки фронтового и заднего экранов составляют из одной поставочной экранной панели и обмуровки только нижней части блоков. В блоках боковых экранов также обмуровывают только нижнюю часть.

Блоки конвективной поверхности нагрева составляют из поставочных полусекций в количестве, в 4 раза меньшем, чем в варианте монтажа подферменным краном. Количество блоков соответственно увеличивается до 12.

Боковые экраны поворотной камеры монтируют двумя отдельными обмурованными заводскими панелями. Из блока промежуточного экрана котла при монтаже исключается одна перепускная труба.

Все блоки экранов, кроме промежуточного экрана, транспортируют в зону монтажа и выводят в вертикальное положение совместно с металлоконструкциями для транспортировки и монтажа (рис. 21).

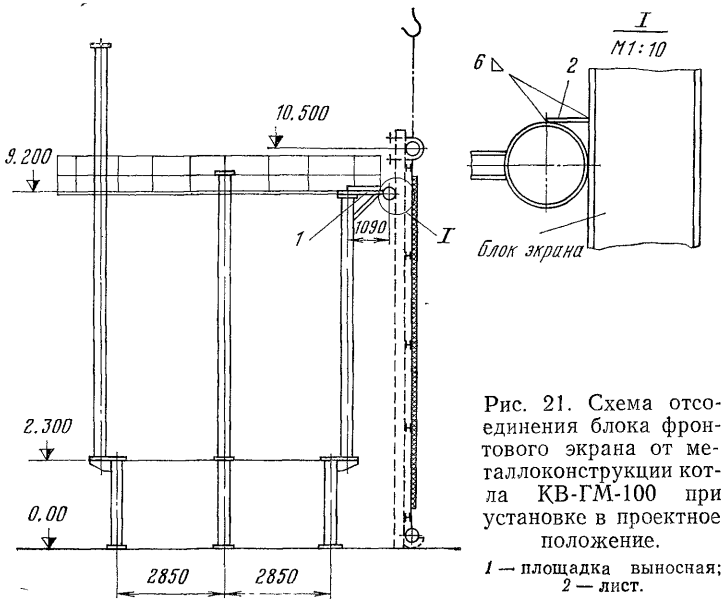


Рис. 21. Схема отсоединения блока фронтового экрана от металлоконструкции котла КВ-ГМ-100 при установке в проектное положение.

1 — площадка выносная; *2* — лист.

Таблица 11

Количество и масса монтажных блоков котла КВ-ГМ-100 при различных вариантах монтажа

Наименование	I вариант		II вариант		III вариант		Примечание
	Количество	Масса, т	Количество	Масса, т	Количество	Масса, т	
Передний блок портала котла	1	3,5	1	3,5	1	3,5	
Блок портала котла с бункером	1	7,1	1	7,1	2	7,1	
Фронтовой блок помостов и лестниц котла	1	4,8	1	4,8	1	4,8	Масса общая
Задний блок помостов и лестниц котла	1	3,0	1	3,0	1	3,0	
Боковой блок помостов и лестниц котла	2	8,9	2	8,9	2	8,9	
Блок фронтового экрана котла	1	12,2	2	11,8	3	11,8	
Блок заднего экрана котла	1	12,8	2	12,2	3	12,2	
Блок правого бокового экрана	1	18,2	3	17,9	3	17,9	
Блок левого бокового экрана	1	18,4	3	17,6	3	17,6	
Блок боковых экранов поворотной камеры	1	7,7	1	7,7	2	7,7	
Блок промежуточного экрана котла	1	5,0	1	5,0	1	4,9	
Блок конвективный (фронтовой)	1	17,6	1	8,7	1	4,4	
Блок конвективный (средний)	1	17,6	4	35,0	10	43,8	
Блок конвективный (задний)	1	17,6	1	8,7	1	4,4	
Детали, не вошедшие в блоки	— —	— 0,04	— —	— 0,04	— —	23,6 0,06	Металлическая часть обмуровки

Отсоединение блоков экранов от металлоконструкций производят со специальной выносной площадки, предварительно установленной на котле. До отсоединения блока экрана металлоконструкцию крепят к выносной площадке. После отсоединения от металлоконструкции блоки устанавливают в проектное положение.

Таблица 12

Монтажная характеристика котла КВ-ГМ-100 при различных вариантах монтажа

Наименование	Блоки массой		
	до 20 т	до 10 т	до 5 т
Масса котла, т	194,5	194,5	194,5
В том числе:			
металлической части	142,4	142,4	142,4
обмуровки	52,1	52,1	52,1
Масса монтажных блоков, т	154,2	150,2	138,6
В том числе металлической части	124,3	121,7	118,8
Количество монтажных блоков, шт.	15	24	34
Наибольшая масса блока, т	18,4	8,7	4,9
Общий коэффициент монтажной блочности, %	80	77	71
В том числе:			
по металлической части	87	85	83
по обмуровке	57	55	38
Поставочная блочность по металлу, %	28	28	28
Достигнутое увеличение монтажной блочности металлической части при укрупнительной сборке, %	59	57	55

Таблица 13

Монтажные ресурсы при монтаже котла КВ-ГМ-100

Наименование	Варианты монтажа блоками массой		
	до 20 т	до 10 т	до 5 т
Металл и трубы для изготовления монтажных приспособлений	1,5	1,5	1,5
Металл и трубы для организации сборочно-укрупнительной площадки и сборки блоков, т	13,3	14,8	18,1
Стропы инвентарные, шт.	15	15	15
Трос ⌀ 28,5 мм, м	120	120	120
Электроды, кг	130	130	130
Инвентарные монтажные лестницы, шт.	4	4	4
Стремянки передвижные, шт.	4	4	4

Таблица 14

Перечень монтажных приспособлений для сборки, транспортировки и монтажа блоков котла КВ-ГМ-100

Наименование приспособлений	Варианты монтажа блоками массой		
	до 20 т	до 10 т	до 5 т
Стенд для сборки блока промежуточного экрана	1	1	1
Приспособление для сборки, транспортировки и монтажа блоков конвективной поверхности нагрева	3	6	12
Приспособление для сборки, транспортировки и монтажа блоков боковых экранов	—	6	6
Приспособление для сборки, транспортировки и монтажа боковых экранов	2	—	—
Приспособление для сборки, транспортировки и монтажа блоков фронтового и заднего экранов	2	2	6
Стенд для сборки, транспортировки и монтажа блоков боковых экранов поворотной камеры	1	1	1
Стенд для сборки блоков боковых экранов котла	2	2	2
Стенд для сборки блоков фронтового и заднего экранов	2	2	2
Стенд для сборки блоков портала	2	2	2

В табл. 11 и 12 даются сравнительные показатели монтажа по различным вариантам, приведенным в примерах.

Монтажные ресурсы для организации сборочной площадки производства сборочно-сварочных и монтажных работ и изготовления монтажных приспособлений приведены в табл. 13. Перечень основных монтажных приспособлений — в табл. 14.

Технологическая последовательность монтажа котла ПТВМ-100 Белгородского котельного завода

В табл. 15 приведен объем блочной поставки элементов котла Белгородским котельным заводом.

При общей массе металлической части котла 133,8 т поставочная блочность составляет $\frac{23,5}{133,8} \cdot 100 = 17,6\%$.

Приводятся три примера монтажа котла блоками массой до 3 т, до 5 т и свыше 5 т.

Таблица 15

Объем блочной поставки элементов котла ПТВМ-100 Белгородского котельного завода

Наименование узлов	Количество блоков	Масса, т	
		единицы	общая
Экранная система			
Экран фронтовой (задний):			
Ф-1	2	1,6	3,2
Ф-2	2	1,5	3,0
Ф-3	2	1,6	3,2
Экран боковой:			
Б-1	2	1,9	3,8
Б-2	2	1,88	3,7
Б-3	2	1,76	3,5
Итого			20,4
Каркасная система			
Потолочные балки	—	—	1,4
Газомазутные горелки	—	—	1,7
Итого	—	—	3,1
Всего в блочном исполнении	—	—	23,5

В этих примерах осуществлена единая технология монтажа, используются инвентарные сборочно-монтажные приспособления.

Сборочно-укрупнительная площадка площадью 1500 м^2 оснащается постами для электросварки и газовой резки, оборудуется сборочными стеллажами из подручных материалов и конструкций.

Подача блоков при отсутствии железнодорожных путей производится на автотрейлерах с прицепами; мелкие детали и узлы перевозятся на автомашинах.

Монтаж котла блоками массой до 5 т

Монтаж котла производится гусеничным краном ДЭК-25 грузоподъемностью 25 т либо автомобильным краном АК-162 грузоподъемностью 16 т.

Технологическая последовательность монтажа, количество блоков и их массовая характеристика приведены в табл. 16. На рис 22 показана схема подъема блока фронтового (заднего) экрана.

Детали, не вошедшие в монтажные блоки, лестницы и площадки, трубопроводы в пределах котла, трубопроводы обмывки, воздушные и газомазутные, монтируют параллельно с монтажом основных блоков.

Общая масса монтажных блоков составляет 136,6 т, количество блоков 41, максимальная масса блока 4,5 т [блоки фронтовой (задней) стены каркаса котла].

Для удобства последующего монтажа блоков поверхностей нагрева монтаж котла начинают с фронтовой (задней) стены каркаса, а затем устанавливают любую из боковых стен в зависимости от компоновки котла в здании котельной, а также от типа и расположения грузоподъемного крана. В этом случае последнюю боковую стену монтируют после установки всех панелей экранов.

Каркас котла разбит на фронтовые и задние блоки, являющиеся основными монтажными блоками, и блоки связей боковых стен каркаса котла.

Блок фронтовой (задней) стены каркаса включает две угловые колонны, нижние и средние связи между ними, помост на отметке 4,800 м, монтажные лестницы и временные расчалки.

Блоки связей состоят из заводских элементов связей. Боковые связи разбиты на правые и левые блоки средней, нижней и верхней связей.

В замыкающий по технологической последовательности монтаж верхнего блока связей боковой стены включают также и монтажную балку, служащую для строповки и монтажа блока связей. Блоки верхней связи фронтовой и задней стены каркаса котла состоят из заводских элементов.

Каждый топочный экран разбит на три монтажных блока: два крайних (передний, задний для бокового экрана, левый, правый для фронтового и заднего экрана) и один средний блок.

Блоки боковых экранов включают заводскую экранную панель, обмуровку и монтажные приспособления.

Блоки фронтового и заднего экранов включают заводскую экранную панель, обшивку пода, газомазутные горелки, обмуровку и монтажные приспособления (стяжки между камерами панелей).

В каждый блок конвективной поверхности нагрева включаются 12 полусекций: три верхние и три нижние полусекции № 1 и 2.

Монтаж блоков поверхностей нагрева предусмотрен через проем в боковой стене (в данном примере левая боковая стена).

Монтаж котла начинают с установки блоков фронтовой и задней стен каркаса. Раскрепив блоки расчалками, приступают к монтажу блоков нижней и средней связей правой боковой стены каркаса котла, а затем и блока верхней связи.

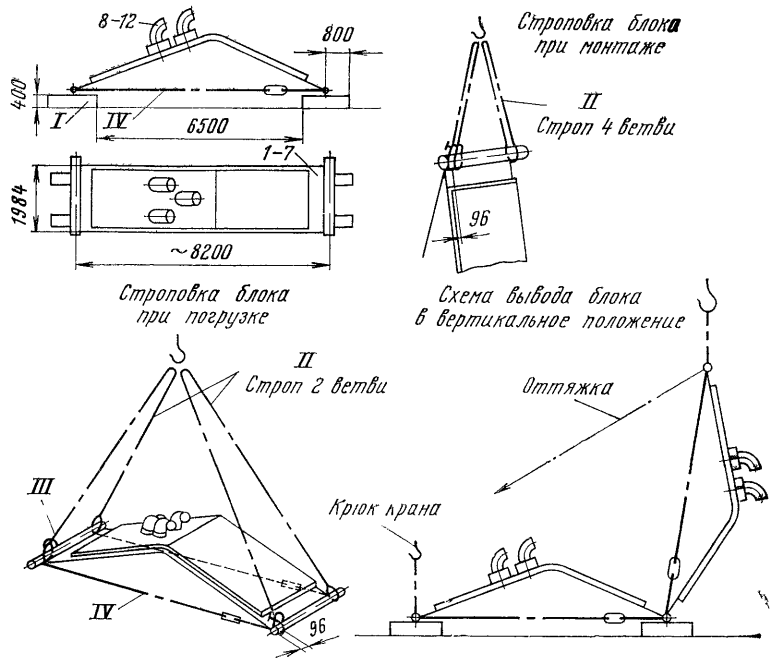


Рис. 22. Блок фронтового (заднего) экрана котла ПТВМ-100. Монтаж котла блоками массой до 5 т.

1—17 — заводская панель экрана; *8—12* — установка газомазутных горелок; *I* — стеллаж; *II* — строп; *III* — скоба; *IV* — стяжка.

После этого монтируют блоки связей фронтовой и задней стены каркаса.

Устанавливают помосты и лестницы по проекту: производят монтаж помостов и лестниц до отметки 13 800 мм на правой боковой стене и монтаж помостов и лестниц до этой же отметки на фронтовой и задней стенах.

Монтаж блоков поверхностей нагрева начинают с монтажа блоков правого бокового экрана (заднего, переднего и среднего).

Таблица 16

Техническая последовательность монтажа котла ПТВМ-100 блоками массой до 5 т

№ п/п	Наименование	Количество блоков, шт.	Масса, т	
			единичная	общая
1	Выверка фундамента под котел			
2	Монтаж блоков фронтовой (задней) стены каркаса котла. Раскрепление блоков расчалками	2	4,42	8,84
3	Монтаж блоков связей правой боковой стены каркаса котла (нижний, средний)	2	0,42	0,85
4	Монтаж блока связей правой боковой стены каркаса котла (верхний)	1	—	1,49
5	Монтаж блоков связей фронтовой (задней) стены каркаса котла (верхние)	2	1,39	2,78
6	Монтаж помостов и лестниц правой боковой стены до отм. +13.800		Компл.	
7	Монтаж помостов и лестниц фронтовой и задней стен до отм. +13.800		Компл.	
8	Монтаж блоков № 1 и 2 (задний, передний, средний) правого бокового экрана	3	3,5 3,19	10,3
9	Установка временных опор и приспособления для блоков фронтового и заднего экранов		Компл.	
10	Монтаж блоков № 1—3 (левый, правый, средний) фронтового (заднего) экрана	6	3,47 2,93	19,7
11	Установка инвентарных лесов в топке		Компл.	
12	Монтаж полусекций № 1 и 2 (7 нижних и 7 верхних)	14		
13	Монтаж блоков конвективной части	13	4,05	52,6
14	Монтаж полусекций № 1 и 2 конвективной части (нижние и верхние). Сварка полусекций между собой	—	—	—
15	Монтаж полусекций № 1 и 2 (7 нижних, 7 верхних) конвективной части	14	—	—
16	Установка соединительных коллекторов конвективной части	2	—	—
17	Установка подвесок конвективной части		Компл.	
18	Монтаж блока газового короба	1	—	1,35
19	Установка потолочной балки левой боковой стены	1	—	1,1
20	Снятие расчалок крепления блоков каркаса (фронтового и заднего)		Компл.	
21	Монтаж блоков экранов (заднего, переднего, среднего) левой боковой стены котла	3	—	10,3

Продолжение табл. 16

№ п/п	Наименование	Количество блоков, шт	Масса, т	
			единичная	общая
22	Монтаж блоков связей левой боковой стены каркаса (нижние, средние)	2		0,85
23	Монтаж блока связей левой боковой стены каркаса (верхний)	1		0,4
24	Снятие приспособления для временного крепления блоков		Компл.	
25	Монтаж помостов и лестниц левой боковой стены до отм. +13.800			
26	Монтаж трубопроводов обмывки, воздушных и газопроводов, мазутопроводов, „россыпь“ по котлу производится параллельно с основными блоками котла	—	—	—

Установку блока в проектное положение производят следующим образом: блок заводят в топку, подводят к боковой балке потолочного перекрытия, свободный строп заводят между ветвями балки, блок стропом закрепляют во временное положение. После этого от крюка крана отсоединяют строп, пропускают его между ветвями потолочной балки и закрепляют за крюк крана. Блок устанавливают в проектное положение.

Поскольку заводке блока правой боковой стены в проектное положение мешает выступающая часть крайней трубы экрана, до установки блока эту часть трубы вырезают с последующей приваркой ее после установки блока в проектное положение.

После этого устанавливают временные опоры и приспособления для блоков фронтового и заднего экранов. Перед установкой временной опоры площадка должна быть спланирована и утрамбована, под опоры уложены деревянные брусья. Перед установкой блоков фронтового и заднего экранов на опору укладывают деревянные брусья.

Монтаж блоков фронтового и заднего экранов (левый, правый, средний) производят в следующей последовательности: к верхней камере блока закрепляют оттяжки из стального каната, блок выводят в вертикальное

положение, придерживая его при этом оттяжкой, и заводят в топку котла.

Блок опирают нижней камерой на временную опору и закрепляют во временное положение к приспособлению. При этом при установке блока на временную опору со стороны монтажного проема (в данном случае левой боковой стены) нижнюю часть камеры блока подтягивают к противоположному блоку оттяжкой.

Крепление блока в проектном положении производят после монтажа блоков конвективной поверхности нагрева.

Для производства сварочных работ в топке и монтажа конвективной поверхности нагрева после установки блоков фронтового и заднего экранов в топке устанавливают инвентарные леса

Монтаж конвективной поверхности нагрева производят в следующей последовательности: монтируют 14 полусекций № 1 и 2 (7 нижних и 7 верхних), затем монтируют 13 блоков конвективной поверхности нагрева. После этого устанавливаются 4 полусекции (нижние и верхние, сваренные между собой), а затем 14 полусекций № 1 и 2 (7 нижних и 7 верхних).

После заводки блока конвективной поверхности нагрева в топку котла блок устанавливают на камеры фронтового и заднего экранов и производят сварку; устанавливают соединительные коллекторы поверхностей нагрева и производят установку подвесок в проектное положение.

Следующими технологическими операциями являются монтаж блока газового короба и установка потолочной балки левой боковой стены После выполнения указанных операций удаляют расчалки крепления каркаса фронтовой и задней стен. Завершающими операциями по монтажу котла являются монтаж левых боковых блоков экранов котла, блоков связей нижнего и среднего блоков связей, а затем верхнего блока связей левой боковой стены каркаса

После этого снимают приспособления для временного крепления блоков и производят монтаж помостов и лестниц до отметки 13 800 мм на левой боковой стене, а также монтаж трубопроводов обмывки, воздуховодов, газопроводов, мазутопроводов и «россыпи» по котлу.

Работу выполняют 22 монтажника, из них рабочих-монтажников 16 чел., вспомогательных рабочих — 6 чел.

На монтаже занято 12 слесарей-монтажников, 2 электросварщика, 1 крановщик, 5 обмуровщиков, 1 электрик и 1 тракторист.

Монтажные ресурсы для производства монтажных работ составляют: 2,5 т металла, 0,5 т труб, 40 кг электродов, 4 инвентарных стропа ∅22,5 мм и 8 стропов ∅15 мм.

Применяются следующие монтажные приспособления:

приспособление для временного крепления блоков экрана к каркасу котла;

приспособление для подъема блоков боковых экранов;

временная опора под блоки фронтового экрана;

приспособление для сборки и монтажа блоков конвективной поверхности нагрева;

приспособление для временного крепления блока балки нижнего потолочного пояса к каркасу котла и др.

Монтаж котла блоками массой до 3 т

При ограниченной грузоподъемности монтажного крана монтаж котла производится в основном поставочными блоками и деталями массой до 3 т. Обмуровку котла в этом случае не включают в состав блоков и производят на смонтированном котле. Однако технологическая последовательность монтажа остается той же.

Перечень монтажных блоков и деталей приведен в табл. 17.

Таблица 17

Перечень монтажных блоков котла ПТВМ-100 массой до 3 т

Наименование	Количество блоков, шт.	Масса, т	
		1 шт.	общая
Колонна	4	1,3	5,2
Блок связей №3 котла (нижний, средний)	8	0,45	3,6
Блоки связей № 1 и 2 стены каркаса (верхние)	3	1,5	4,5
Блок связей № 4 боковой стены каркаса (верхний)	1	0,5	0,5
Блок бокового экрана (передний, задний)	4	2,1	8,4
Блок бокового экрана (средний)	2	1,98	3,96
Блоки № 1 и 2 фронтового (заднего) экрана, левый и правый	4	2,3	9,2
Блок № 3 фронтового (заднего) экрана, средний	2	2,1	4,2
Блок секции конвективной части	22	2,8	62,3
Блок газового короба	1	1,35	1,35
Горелки	6	—	—
Трубопроводы в пределах котла	Компл.		

Монтаж котла блоками массой более 5 т (до 9,5 т)

При повышенной грузоподъемности монтажного крана (ДЭК-50, МКТ-40, БК-300) имеется возможность максимально укрупнить блоки, однако технологическая последовательность монтажа остается такой же, как и в двух вышеописанных вариантах. В этом случае максимально укрупняют блоки стен каркаса и блоки конвективной поверхности нагрева.

Блоки фронтовой и задней стен каркаса включают две колонны, все связи (верхнюю, среднюю и нижнюю), балку горизонтальную, все помосты, монтажные лестницы, временные расчалки. Масса такого блока составляет 8,76 т, а при подъеме (с учетом монтажных приспособлений и такелажа) 9,47 т.

Блок конвективной поверхности нагрева включает 24 полусекции № 1 и 2 (верхние и нижние). Масса блока — 8,1 т (при подъеме — 8,2 т).

В табл. 18 приведены сравнительные показатели монтажа по различным вариантам, приведенным в примерах.

Таблица 18

Монтажная характеристика котла ПТВМ-100 при различных вариантах монтажа

Наименование показателей	Вариант монтажа блоками массой		
	до 3 т	до 5 т	свыше 5 т
Масса котла, т	188,5	188,5	188,5
В том числе:			
металлической части	133,8	133,8	133,8
обмуровки	54,7	54,7	54,7
Масса монтажных блоков, т (без блоков трубопроводов)	103,7	136,6	140,6
В том числе металлической части	102,6	102,5	114,7
Количество монтажных блоков, шт.	57	41	33
Наибольшая масса блока, т	2,8	4,1	9,5
Коэффициент блочности по металлической части, %	76,6	76,2	85,7
Коэффициент блочности по обмуровке, %	17,5	38,3	47,2
Общий коэффициент блочности, %	54,7	72,1	74,2

Технологическая последовательность монтажа котла ПТВМ-30М-4

Дорогобужский котельный завод поставляет экранные поверхности нагрева и конвективную часть котла блоками, каркас, помосты и лестницы — «россыпью».

Объем заводской поставки блоками приведен в табл. 19.

Таблица 19

Объем заводской блочной поставки котла ПТВМ-30М-4

Наименование узлов котла	Количество блоков, шт.	Масса, т
Экранная система		
Топочный блок Б-1	1	5,57
Топочный блок Б-2	1	5,62
Левый боковой экран конвективной шахты Б-3	1	0,74
Правый боковой экран конвективной шахты Б-4	1	0,74
Задний экран конвективной шахты Б-5	1	1,38
Задний экран конвективной шахты Б-6	1	1,47
Конвективная часть		
Блок Б-7	1	7,63
Блок Б-8	1	7,63
Итого	8	30,76

Масса поставочных блоков составляет 30,76 т. При общей массе металлической части котла в 54,3 т поставочная блочность составляет $\frac{30,76 \cdot 100}{54,3} = 56,6\%$.

Наибольшую массу имеет поставочный блок конвективной части (7,6 т).

Ниже приведен пример сборки блоков и монтажа котла гусеничным краном ДЭК-25 и башенным краном МСК-5-20 и надвижки собранного котла в проектное положение по накаточному пути. Площадка для сборки монтажных блоков занимает 1400 м^2.

Монтаж топочных блоков Б-1 и Б-2 и блоков конвективной части производится с помощью кранов ДЭК-5 и МСК-5.

Сборка блоков каркаса и щитов производится на стеллаже.

Для сборки и монтажа блоков котла изготовляются монтажные приспособления:

приспособления для раскрепления каркаса котла при монтаже котла надвижкой;

приспособление для подъема блоков Б-5 и Б-6;

стеллаж для сборки и обмуровки блоков Б-3 и Б-4;

стеллаж для сборки и обмуровки блоков Б-5 и Б-6;

приспособления для сборки и транспортировки блоков Б-1 и Б-2.

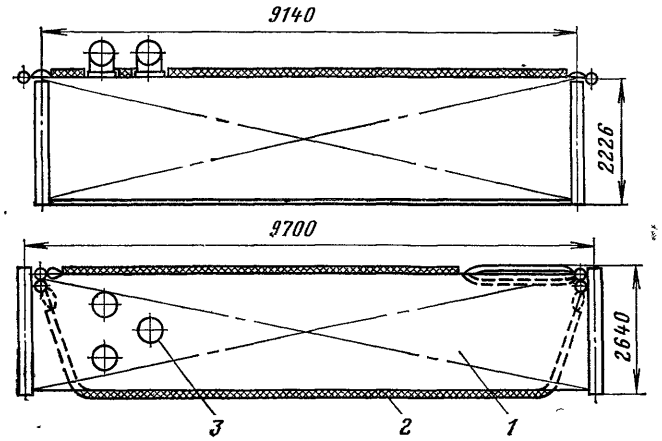


Рис. 23. Пространственный топочный блок Б-1 (Б-2) котла ПТВМ-30М-4.

1 — заводской блок; *2* — обмуровка; *3* — горелка.

Технологическая последовательность монтажа котла приведена в табл. 20. Характеристика монтажных блоков приведена в табл. 21.

Нижний (силовой) каркас котла разбивают на монтажные блок-рамы: передний, средний и задний. Блок-рамы состоят из заводских балок, двух заводских стоек и представляют собой жесткие конструкции.

Верхний (обвязочный) каркас котла разбит на две монтажные блок-рамы: переднюю и заднюю. Блоки представляют также жесткие конструкции, состоящие из стоек, верхних обвязочных горизонтальных балок и связывающих деталей.

Блоки топочной камеры состоят из пространственных поставочных блоков Б-1 и Б-2, газомазутных горелок и обмуровки (рис. 23).

Таблица 20

Технологическая последовательность монтажа котла ПТВМ-30М-4 кранами ДЭК-25 и МСК-5-20

№ п/п	Наименование	Количество блоков, шт.
1	Приемка фундамента под монтаж котла	—
2	Монтаж блоков нижних рам каркаса; выверка, раскрепление, монтаж балок Б-4 и одной балки Б-3 правой	6
3	Монтаж топочных блоков Б-1, Б-2 и балки Б-3 левой	3
4	Выверка каркаса	—
5	Монтаж стоек СТ-3, балок, площадок и лестниц в пределах топки до отметки 5,14 м	—
6	Обмуровка стыка разделительной стенки блоков Б-1 и Б-2	—
7	Монтаж золового бункера и блоков конвективной части	3
8	Монтаж блоков Б-5 и Б-6	2
9	Монтаж блоков верхних рам каркаса котла	2
10	Монтаж балок помостов и лестниц до отметки 9,04 м	—
11	Монтаж блоков Б-3 и Б-4	2
12	Монтаж металлоконструкций котла и деталей блоков	—
13	Монтаж помостов и лестниц до отметки 12,4 м	—
14	Надвижка котла в проектные оси	—
15	Монтаж трубопроводов в пределах котла	—
16	Подливка башмаков колонн	—
17	Гидравлическое испытание котла	—
18	Заделка мест обмуровки между блоками экрана, обмуровка верхних камер экранов и потолка	—
19	Монтаж деталей газомазутных горелок	—
20	Монтаж труб и деталей подвода газа к горелкам котла, взрывных клапанов	—
21	Монтаж дробеструйной установки, лестниц и площадок обслуживания	—
22	Окончание обмуровочных и изоляционных работ	—
23	Опробование механизмов, растопка котла, просушка обмуровки, щелочение, комплексное опробование	—

Таблица 21

Характеристика монтажных блоков котла ПТВМ-30М-4. Монтаж кранами ДЭК-25 и МСК-5-20

Наименование блоков и узлов котла	Количество блоков, шт.	Масса, т		
		общая	в том числе	
			металла	обмуровки
Каркас				
Блоки нижних рам каркаса котла	3	4,27	4,27	—
Блоки верхних рам каркаса котла	2	0,87	0,87	—
Россыпь	—	1,65	1,65	—
Итого	—	6,79	6,79	—

Продолжение табл. 21

Наименование блоков и узлов котла	Количество блоков, шт.	Масса, т		
		общая	в том числе	
			металла	обмуровки
В том числе блоков	5	5,14	5,14	—
Россыпь	—	1,65	1,65	—
Экранная система				
Блок Б-1	1	9,29	5,92	3,37
Блок Б-2	1	9,33	5,96	3,37
Блок Б-3	1	1,7	0,74	0,96
Блок Б-4	1	1,7	0,74	0,96
Блок Б-5; Б-6	1	5,63	3,28	2,35
Россыпь	—	0,51	0,51	—
Итого	—	28,16	17,15	11,01
В том числе блоков	5	27,65	16,64	11,01
Россыпь	—	0,51	0,51	—
Конвективная часть				
Блоки конвективной части котла	2	17,53	15,6	1,93
Итого		17,53	15,6	1,93
В том числе блоков	2	17,53	15,6	1,93
Россыпь	—	—	—	—
Металлоконструкции, лестницы и площадки				
Блоки лестниц и площадок	8	2,30	2,30	—
Россыпь	—	3,86	3,86	—
Блоки металлоконструкций	6	2,18	2,18	—
Россыпь	—	0,98	0,98	—
Дробеочистка	—	1,14	1,14	—
Итого		10,46	10,46	—
В том числе блоков	14	4,48	4,48	—
Россыпь	—	5,98	5,98	—
Трубопроводы в пределах котла				
Блоки трубопроводов в пределах котла	7	1,85	1,85	—
Россыпь	—	1,54	1,54	—
Установки газомазутных горелок, подвод газа к горелкам	—	2,64	2,64	—
Итого		6,03	6,03	—
В том числе блоков	7	1,85	1,85	—
Россыпь	—	4,18	4,18	—
Обмуровка				
Всего по котлу		82,72	56,03	26,69
В том числе блоков	33	53,16	40,22	12,94
Россыпь	—	29,56	15,81	13,75

Сборка и транспортировка блоков производятся на специальном приспособлении. Опирание блока перед его монтажом производят на специальную опорную конструкцию, устанавливаемую в непосредственной близости от ячейки монтируемого котла.

Монтажные блоки Б-3 и Б-4 представляют заводские блоки Б-3 и Б-4 в обмуровке Блоки Б-5 и Б-6 объединяют в один укрупненный монтажный блок, в которых включают обмуровку, а также временные детали жесткости и приспособление для строповки при выводе блока в горизонтальное положение и монтажа (рис. 24).

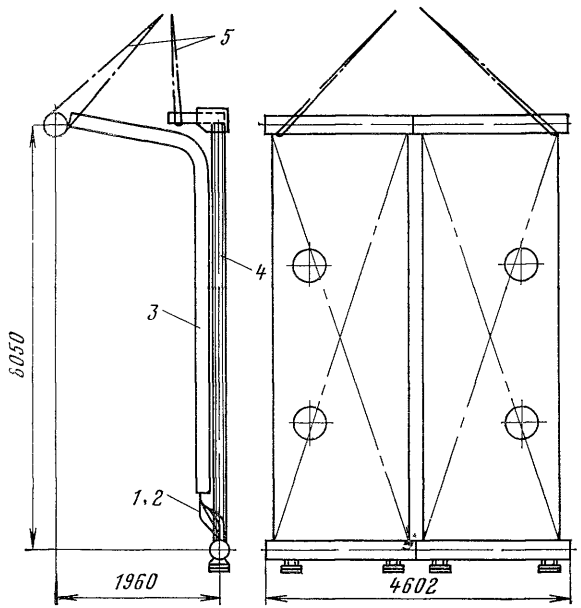


Рис 24. Монтажные блоки Б-5 и Б-6 котла ПТВМ-30М-4

1, 2 — заводские блоки; *3* — обмуровка, *4* — приспособление для монтажа блока, *5* — стропы

Монтажные блоки Б-7 и Б-8 конвективной поверхности нагрева составлены из заводских блоков и обмуровки, а также нижних камер.

Монтаж котла начинают с установки блок-рам нижнего (силового) каркаса Сначала на фундамент устанавливают, выверяют и связывают между собой среднюю блок-раму (Р-2) и заднюю блок-раму (Р-3). Затем

устанавливают переднюю блок-раму Р-1, которую также соединяют одной балкой Б-3 со средней блок-рамой. Другая сторона каркаса должна быть свободна для возможности установки топочных блоков. Поэтому вторую балку Б-3 устанавливают (справа или слева) после монтажа топочных блоков. Вместо балки Б-3 устанавливают временную связь.

После выверки и сварки узлов каркаса монтируют помосты и лестницы с фронта и сзади котла, а также со стороны установленной балки Б-3. Как было указано выше, другая сторона каркаса котла при этом для возможности заводки блоков поверхности нагрева свободна.

Остальные элементы каркаса котла монтируют после установки и закрепления блоков поверхности нагрева.

После этого монтируют топочные блоки Б-1 и Б-2. Устанавливают балку Б-3 и площадку П-2 на отметке 2,74 м со стороны монтажного проема. Дальнейшей операцией является монтаж блоков конвективной поверхности нагрева Б-7 и Б-8. Затем блок Б-3 стропят за верхнюю камеру и устанавливают в проектное положение с объединением с верхней камерой пространственного топочного блока Б-1.

Вслед за этим монтируют укрупненный блок Б-5-6. Монтаж блока Б-4 осуществляют аналогично монтажу блока Б-3.

После того, как установлены балки потолочного перекрытия, на подвесках закрепляют потолочные экранные трубы. Смонтированные блоки поверхности нагрева выверяют.

При поставке блоков топки котла отдельными экранами до их монтажа к каркасу котла следует приварить кронштейны и упоры для опирания нижних камер экранов. По мере монтажа экранов их верхние камеры нужно расчаливать и закреплять к уже смонтированным блокам или узлам каркаса котла.

При указанной технологической последовательности монтажа и укрупнении блоков в этом примере был достигнут коэффициент монтажной блочности по металлической части 0,78 (78%).

Трудозатраты на монтаж котла с обмуровкой составляют 1411 чел-дней при среднем числе рабочих 24 чел. (табл. 22).

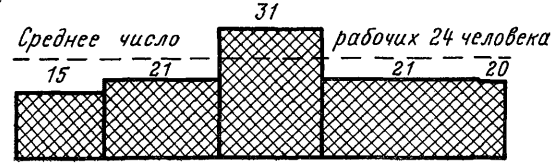
График производства монтажных работ по

Наименование монтажной операции	Количество
Сборка блоков каркаса котла, т	5,7
Доукрупнеьие блока каркаса помостами, т	0,6
Доукрупнение топочных блоков экрана горелками, т	1
Укрупнение блоков Б-5; Б-6, т	4,1
Доукрупнение конвективного блока камерами, т	8,26
Обмуровка блоков поверхностей нагрева, м³	20,4
Изоляция блоков газоходов котла, м³	54
Итого:	
Монтаж каркаса котла и каркасных конструкций, т	9,9
Монтаж помостов и лестниц, т	7,1
Монтаж блоков экранов, т	20,83
Монтаж блоков конвективной части, т	16,17
Монтаж трубопроводов в пределах котла, т	5,4
Итого:	59,4
Гидравлическое испытание котла	
Обмуровка котла по месту, м³	15
Монтаж деталей газомазутных горелок, т	0,9
Монтаж дробеструйной очистки конвективных поверхностей, т	1,07
Монтаж блоков газоходов котла с обмуровкой, т	50
Монтаж дутьевых вентиляторов ВД-12, шт.	2
Монтаж дымососа Д-13, 5х2, шт	1
Изоляция блоков газоходов котла, устройство лесов, м³	16
Опробование котла и сдача в эксплуатацию	1
Итого:	
Всего по котлу:	

котлу ПТВМ-30М

Таблица 22

Трудозатраты чел-дни		Продолжительность работ, дни													
Един. изм.	Общая	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1,56	8,9		4												
8,4	5,0			4											
2,5	2,5	4													
1,95	8	4													
2,36	19,6	4													
4,35	89		6												
2,38	128			5											
	261														
3	29,7			4					4						
8,4	59,7			6					6						
9,3	194				10				10						
11	177,5						20								
15,3	82,5										10				
	543,4														
	39											10			
4,35	65												10		
2,5	2,2								4						
12,3	13,2								6						
7	350												11		
12,3	24,6					6									
27,5	27,5				6										
2,56	41													11	
44	44												20		
	606,5							31							
	1411	Среднее число рабочих 24 человека													



Монтаж водогрейных котлов методом надвижки

При монтаже водогрейных котлов в закрытых зданиях котельных, когда затруднена возможность применения крупноблочного монтажа из-за ограниченности размеров котельной по ширине и высоте, требуются повышенные трудозатраты и удлиненные сроки монтажа Монтаж водогрейных котлов методами надвижки способствует сокращению продолжительности монтажных работ и трудовых затрат.

Сущность этого метода заключается в том, что котлы собирают снаружи здания у одного из торцов котельной на временном фундаменте, а затем собранный в один блок котел по накаточному пути перемещают и надвигают на проектныи фундамент.

В настоящее время применяется несколько вариантов монтажа котлов методом надвижки.

Вариант I. Котлы последовательно собирают снаружи здания у одного из торцов котельной на дополнительном облегченном фундаменте (ложном фундаменте). Затем собранный блок котла надвигают на салазках или тележках по накаточному пути на проектный фундамент.

Монтаж котла по этому варианту производят по индивидуально изготовленному накаточному пути с устройством якоря для закрепления тяговой лебедки и полиспастов вне здания котельной или крепления их за части здания и фундаменты действующего оборудования

Вариант II. Котлы собирают снаружи здания котельной на специальной платформе, установленной на инвентарном накаточном пути. Тяговую лебедку в этом случае устанавливают на начальной секции пути, а блоки полиспаста крепят за концевую секцию пути и платформу, на которой собирают блок котла.

При этом все усилия при надвижке воспринимаются конструкцией пути, и поэтому отпадает необходимость в устройстве якоря для закрепления лебедки

Секции накаточного пути перевозят на автомашине, при этом платформу устанавливают на одну из секций. Инвентарные накаточные пути могут использоваться многократно.

Вариант III. Блок котла устанавливают на платформу, перемещающуюся по инвентарному накаточному пути на специальных катках.

В этом случае силы трения между платформой и направляющими накаточного пути при перемещениях котла значительно уменьшаются, что позволяет отказаться от громоздкой такелажной схемы, применяемой в первых двух вариантах.

II и III варианты монтажа применяют при многократном использовании инвентарного оборудования. Выбор варианта производится в проекте производства работ.

По сравнению с методами монтажа котла в закрытом помещении при помощи мачт, стрел, порталов и других приспособлений метод надвижки имеет ряд существенных преимуществ по трудоемкости и стоимости монтажных работ.

К преимуществам монтажа методом надвижки следует в первую очередь отнести возможность полной сборки котла в блок (во многих случаях с обмуровкой) на открытой площадке с помощью средств механизации. Это значительно повышает производительность труда монтажников, качество работ и обеспечивает их более высокую безопасность; при этом значительно сокращается объем монтажных работ, выполняемых в закрытой котельной.

Монтаж водогрейных котлов методом надвижки представляет сложную операцию, требующую тщательной подготовки и организации работ.

Строительная готовность монтажа предусматривает выполнение следующих работ:

устройство временной монтажной площадки вне здания котельной на расстоянии не более 50—60 м от проектного фундамента монтируемого котла;

устройство рядом с монтажной площадкой укрупнительно-сборочной площадки;

сооружение на временной монтажной площадке облегченного временного фундамента (так называемого ложного фундамента);

выполнение проектного фундамента монтируемого котла с обратной засыпкой и качественным уплотнением грунта;

выполнение всех фундаментов под оборудование, лежащее на накаточном пути в здании котельной;

выполнение черных полов в зоне 3—5 м от оси накаточного пути;

укладка перед монтажным проемом вдоль накаточного пути железобетонных плит на выверенный и утрамбованный грунт.

До начала работ по монтажу котла монтажники проверяют строительную готовность к производству монтажных работ (готовность площадок, фундаментов, выполнение других работ).

В период подготовительных работ монтажники устанавливают секции инвентарного накаточного пути. Выверяют положение накаточного пути в плане и по высоте; накаточный путь закрепляется к фундаментам. После проверки надежности крепления накаточного пути на нем устанавливают электролебедку, запасовывают полиспаст и производят их крепление. На накаточном пути устанавливают секции платформы. Предварительно перед установкой платформы поверхность накаточного пути смазывают солидолом.

Организация и технология работ по монтажу водогрейных котлов надвижкой предусматривают:

применение мобильных стреловых кранов для сборки блоков и монтажа котла на временном фундаменте;

использование гидравлических домкратов для поддомкрачивания предварительно смонтированного котла (поочередно справа и слева от оси надвижки);

применение тяговой электролебедки для перемещения блока котла по накаточному пути. Грузоподъемность лебедки определяется проектом.

При производстве работ по сборке блока котла, его перемещению по накаточному пути и установке на проектный фундамент следует выполнять следующие технологические условия.

Котел, подготовленный к надвижке, должен обладать необходимой жесткостью и устойчивостью в процессе перемещения и установки в проектное положение. Каркас котла следует усиливать балками для опирания на платформы и последующего поддомкрачивания при установке в проектное положение.

Необходимо следить за тем, чтобы в процессе сборки котла облегченный временный фундамент (ложный фундамент) обеспечивал стабильность положения пути и собираемого котла. Перед надвижкой котла поверхность накаточного пути следует обильно смазать солидолом.

Блоки водогрейных котлов типа ПТВМ надвигают по двумниткам накаточного пути. Надвижку котла следует производить непрерывно, без остановки работы лебедки.

Установку котла на проектный фундамент с помощью домкратов следует производить плавно, без толчков.

Сборку блока котла производят в технологической последовательности, определенной проектом производства работ.

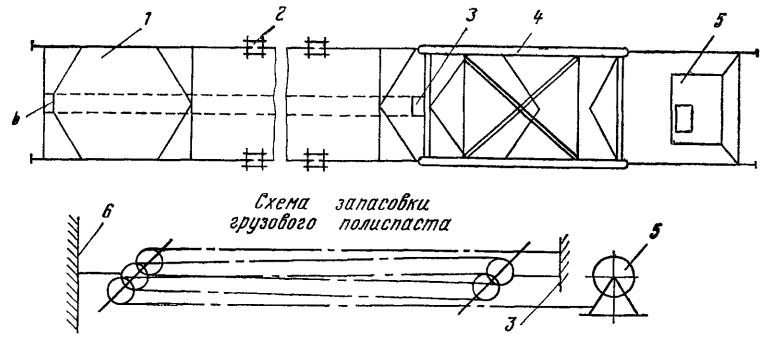


Рис. 25. Инвентарный накаточный путь для монтажа водогрейного котла методом надвижки.

1 — секция накаточного пути; *2* — узел стыковки секций; *3* — узел закрепления двухрольного блока грузоподъемностью 15 т и каната к платформе, *4* — платформа; *5* — тяговая электролебедка; *6* — узел закрепления трехрольного блока грузоподъемностью 20 т к концевой платформе

Во время надвижки котла следует обеспечить правильную расстановку людей, обеспечение сигнализации, ограждение монтажной зоны, принятие мер по безопасному ведению работ. В частности, перед надвижкой следует тщательно проверить надежность закрепления всей такелажной схемы, испытать накаточный путь соответствующим грузом. На время выполнения работ по удалению секций накаточного пути из-под поддомкраченного блока следует под балки опирания установить страховочные клетки.

На рис. 25 показаны общий вид инвентарного накаточного пути и схема крепления тяговой лебедки к накаточному пути.

На рис. 26 дана схема надвижки котла ПТВМ-30М по индивидуально изготовленному накаточному пути. Котел монтируется краном МГК-25.

Накаточный путь выполнен из спаренных двутавров Надвижка производится при помощи лебедки и системы полиспастов. В начальный период надвижки применяются два домкрата грузоподъемностью по 10 т, которые упираются в упоры на пути надвижки и в каркас котла.

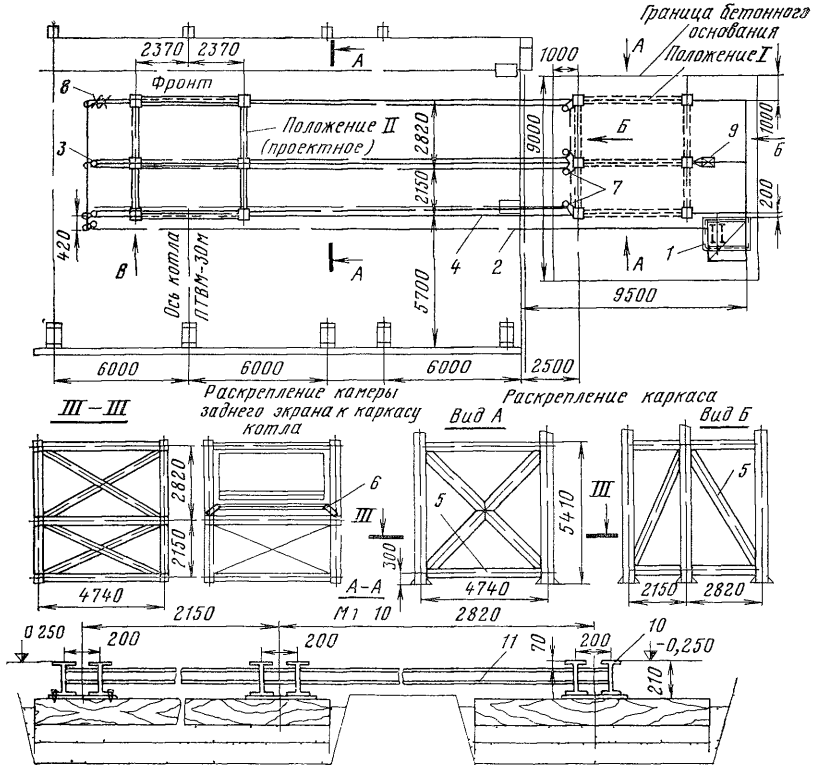


Рис 26 Схема надвижки котла ПТВМ-30М-4 по индивидуальному накаточному пути

1 — электролебедка грузоподъемностью 5 т, *2*, *7* — канат, *3* — однороликовый блок грузоподъемностью 10 т *4* — накаточный путь, *5* — труба, *6* — уголок *8* — зажим, *9* —винтовой домкрат грузоподъемностью 10 т, *10* — двутавр № 20, *11* — швеллер № 20

Грузоподъемность тяговой лебедки 5 т. Масса передвигаемого котла 90 т

После установки котла в проектное положение путь надвижки обрезают, приваривают к башмакам колонн котла и к закладным фундамента, после чего бетонируют.

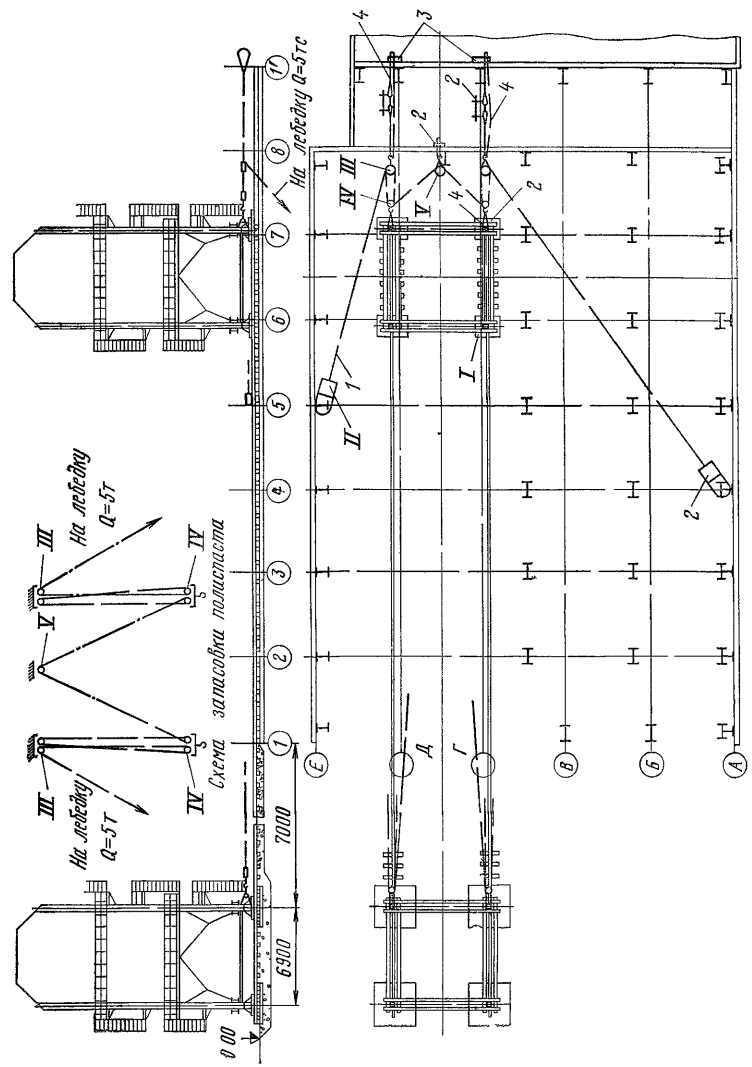


Рис 27. Схема монтажа котла ПТВМ-100 методом надвижки.

I — гидродомкрат ДГ 50, *II* — электролебедка *Q*=5 т; *III* — блок двухроликовый *Q*=20 т, *IV* — блок двухроликовый *Q*=15 т; *V* — блок однороликовый *Q*=10 т; *1* — канат; *2* — скоба; *3* — двутавр; *4* — строп

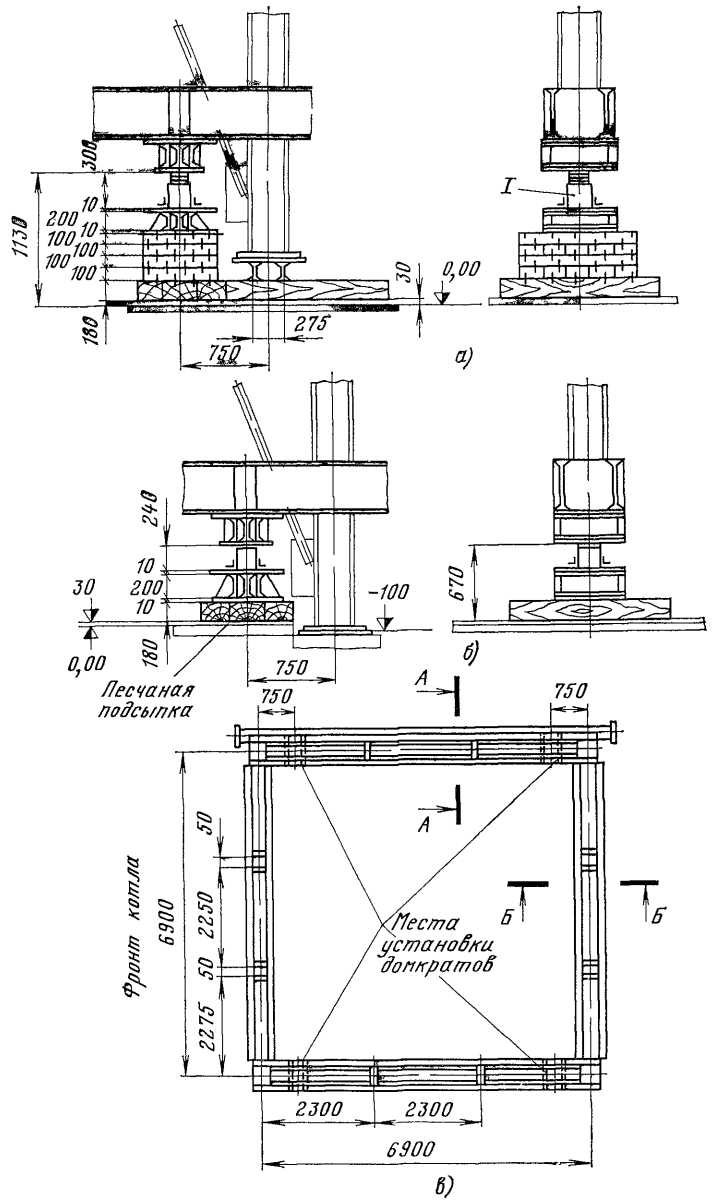


Рис. 28. Схема установки котла ПТВМ-100 в проектное положение.

а — котел перед опусканием в проектное положение; *б* — котел в проектном положении; *в* — схема расположения гидродомкратов; *I* — гидродомкрат ДГ-50.

На рис. 27 показана схема надвижки котла ПТВМ-100 по индивидуально изготовленному накаточному пути.

Масса надвигаемого котла составляет 180 т. Надвижка производится с помощью восьминиточного полиспаста и двух лебедок грузоподъемностью 5 т. Схема запасовки полиспаста приведена на рис. 27.

Полиспаст включает два двухроликовых блока грузоподъемностью 20 т, два блока двухроликовых грузоподъемностью 15 т и один однороликовый блок грузоподъемностью 10 т.

Котел собирают на сборочной площадке блоками, предусмотренными технологией монтажа. Перед надвижкой производят раскрепление каркаса.

Для наблюдения за перекосами на путях надвижки через каждые 100 мм наносят риски. После надвижки котла в проектные оси устанавливают четыре домкрата ДГ-50 для опускания котла на фундамент.

Котел приподнимают домкратом, пути надвижки разбирают и производят установку котла на фундамент домкратами за четыре-пять приемов.

Во время опускания котла на проектную отметку под башмаки колонн подкладывают бруски на необходимую высоту, обеспечивая при этом временное опирание котла (рис. 28).

После установки котла в проектное положение временные детали раскрепления каркаса котла демонтируют.

11016—2

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПУСКОВЫЕ РАБОТЫ И СДАЧА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

По мере окончания монтажа отдельных узлов оборудования производят их поузловую проверку и приемку с оформлением соответствующей технической документации (актов, формуляров и др.). Своевременное оформление во время монтажа котла приемо-сдаточной документации является показателем систематического контроля за производством монтажных работ и их выполнением в соответствии с требованиями и допусками, указанными в технических условиях, инструкциях, рабо-

чих чертежах. Основными документами, оформляемыми при выполнении монтажных работ, являются журнал монтажных работ, акты и монтажные формуляры.

В журнале монтажных работ в процессе сборки оборудования в блоки, монтажа блоков, испытания и комплексного опробования оборудования водогрейных котлов производят записи об основных этапах производства работ с указанием их начала и окончания, о дефектах оборудования, а также о некачественном выполнении монтажных работ и принятых мерах по их устранению. Кроме того, в журнале производят запись о составлении актов и формуляров на производство работ и запись о контроле качества монтажных работ, о соответствии выполненных скрытых работ проекту. Записи в монтажном журнале производит систематически ежедневно руководящий и сменный персонал инженерно-технических работников.

Сдача и приемка смонтированного оборудования водогрейного котла осуществляется поузловой сдачей-приемкой смонтированного оборудования, гидравлическим испытанием котла, химической очисткой котла и комплексным опробованием.

9. ПОУЗЛОВАЯ ПРОВЕРКА (СДАЧА-ПРИЕМКА) СМОНТИРОВАННОГО КОТЛА

Поузловые проверки (приемки) оборудования, осуществляемые в процессе монтажа, подлежат актированию, занесению в формуляры или оформлению иной технической документации.

Монтажные и сварочные формуляры составляют по рабочим чертежам котла и по объему охватывают все узлы.

Замеры и записи в монтажных и сварочных формулярах заносят в процессе монтажа. Все проектные размеры в монтажных формулярах проставляют над размерными линиями, а результаты замеров заносят в прямоугольные рамки.

Отклонения от вертикали по направлению стрелок отмечают знаком (+), отклонения в направлении, противоположном стрелке, знаком (—).

При заполнении монтажного формуляра на приемку фундамента отклонения от горизонтали вверх отмечают знаком (+), отклонения вниз — знаком (—).

За нулевую отметку при заполнении монтажных формуляров принимают отметку пола котельной. На формулярах применяют следующие буквенные обозначения: правый — Пр; левый — Л; верх — В; низ — Н; задний — З; передний — П.

Сварочные формуляры, служащие для регистрации и контроля сварных стыков труб, также разрабатывают по рабочим чертежам котла и по объему охватывают всю трубную часть котла, подлежащую сдаче инспекции Госгортехнадзора СССР.

Кроме того, в процессе производства сварочных работ заполняют ведомость сварных стыков и таблицу сведений о сварщиках.

Сварочные формуляры прилагают после окончания работ и сдачи котла в эксплуатацию к паспорту котла.

В период приемки оборудования котла в монтаж, подготовки к монтажу и монтажа оборудования монтажной организацией оформляют акты о готовности объекта к монтажу, о приемке оборудования котла в монтаж, о дефектах оборудования, выявленных в процессе приемки, монтажа и испытания котла.

Скрытые работы предъявляются техническому надзору заказчика для установления соответствия их техническим требованиям.

10. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ КОТЛА

Водогрейные котлы с температурой подогрева воды до 150°С в соответствии с Правилами Госгортехнадзора СССР подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора СССР и подвергаются техническому освидетельствованию.

Техническое освидетельствование котлов производится инспектором Котлонадзора и состоит из внутреннего их осмотра и гидравлического испытания.

Целью внутреннего осмотра котла является проверка отсутствия трещин, выпучин, разрывов, коррозии металла, нарушения прочности и плотности сварных соединений и других дефектов.

Целью гидравлического испытания котла является проверка прочности элементов котла, работающих под давлением, а также плотности их соединений.

Пробное давление гидравлического испытания водогрейного котла выбирают для котлов теплопроизводи-

тельностью от 30 до 180 Гкал/ч независимо от величины рабочего давления (т. е. давления воды на выходе из котла) равным $p_{пр}=1{,}25\ p_{раб}$, но не менее $p_{раб}+3$ кгс/см² или $p_{раб}+0{,}3$ МПа.

К моменту гидравлического испытания все виды сварочных работ должны быть закончены. До проведения гидравлического испытания оформляют удостоверение-справку о качестве монтажа, входящее в состав документов, на основании которых производится регистрация котла в органах Госгортехнадзора СССР.

Перед проведением гидравлического испытания котла проверяют соответствие смонтированного котла и его элементов чертежам. Все лючки и лазы котла, запорную арматуру до начала гидравлического испытания закрывают, рычаги предохранительных клапанов заклинивают и котел заполняют водой.

Кроме того, проверяют отсутствие обмуровки и изоляции в местах сварных соединений, а также наличие воздушников и дренажных линий.

Гидравлическое испытание котла производят при положительной температуре окружающего воздуха на нулевой отметке котельной не ниже +5°С. Заполнение котла водой с температурой выше 50—60°С запрещается.

При заполнении котла водой воздух удаляется из верхних точек котла при открытых воздушниках. От воздушников организуется слив воды. Давление воды следует повышать плавно и постепенно.

11. ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА КОТЛА

После окончания монтажных работ и непосредственно перед пуском в работу на тепловую сеть водогрейные котлы подвергаются водной и щелочной промывкам.

Промывки производятся по внутреннему циркуляционному контуру.

В промывочный контур, кроме водогрейных котлов, включаются всасывающие и напорные трубопроводы сетевых и рециркуляционных насосов, подогреватели, грязевик, технологические перемычки.

Водная промывка осуществляется сетевым насосом. Для создания в котле и промывочном контуре необходимой скорости движения воды расход воды устанавливается при первоначальной водной промывке (и последующей отмывке после щелочения) выше номинального.

При определении номинального расхода воды учитывается, по какой схеме циркуляции будет работать котел (двух- или четырехходовой).

Для промывки внутренний циркуляционный контур заполняется осветленной водой (при открытых воздушниках), включается сетевой циркуляционный насос и производится прокачка воды через контур с максимально возможным расходом.

Во время промывки производят систематические продувки всех нижних точек котла и дренажей трубопроводов с одновременной подпиткой воды.

После окончания водной промывки воду из контура удаляют, вскрывают грязевик для очистки и осмотра, устанавливают измерительные диафрагмы.

Щелочение котла производят после водной промывки путем циркуляции в промывочном контуре 0,5—0,8%-ного раствора едкого натра (5—8 кг/м³).

12. ИСПЫТАНИЕ НА ПЛОТНОСТЬ И КОМПЛЕКСНОЕ ОПРОБОВАНИЕ КОТЛА

До комплексного опробования котел подвергается испытанию на плотность путем растопки котла и проверки плотности сварных и фланцевых соединений, т. е. отсутствия течи в них в результате тепловых расширений и деформаций.

Производится также контроль вертикальных и горизонтальных тепловых перемещений элементов котла и трубопроводов, чтобы убедиться в отсутствии в элементах котла защемлений; проверяют состояние катковых или скользящих опор камер и коллекторов и величину их тепловых удлинений.

Измеренные величины тепловых удлинений заносят в формуляр и сравнивают с размерами, указанными в чертеже и формуляре.

При достижении рабочего давления приступают к регулировке предохранительных клапанов. Их регулировка производится перемещением груза на рычаге клапана. Предохранительные клапаны водогрейных котлов должны открываться при давлении не более 1,08 рабочего давления в котле.

Комплексное опробование котла в течение 72 ч проводят с целью проверки работоспособности смонтированного оборудования при номинальной нагрузке и проектных параметрах.

В случае невозможности достичь номинальной нагрузки предельная нагрузка на котел устанавливается приемочной комиссией.

Окончание комплексного опробования фиксируется актом, который одновременно является актом сдачи водогрейного котла в эксплуатацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В гл. 2 настоящей книги были рассмотрены технологические операции при сборке в блоки и монтаже блоков водогрейных котлов и примеры монтажа котлов КВ-ГМ-100, ПТВМ-100 и ПТВМ-30М4. Из этих примеров можно установить тот значительный объем работ, который приходится на долю монтажных участков при получении большей части котлов всех типоразмеров с заводов с низким коэффициентом поставочной блочности.

Поставочная блочность металлической части котла ПТВМ-30М4, изготовляемого Дорогобужским котельным заводом, составляет 56,6%, а монтажная блочность при укрупнении блоков получена равной 78%, т. е. увеличение процента блочности составляет 21,4%.

Общие трудозатраты на сборку и монтаж составили 1411 чел-дней при продолжительности монтажа 68 дней и среднем числе монтажников 24 чел.

Эти цифры приведены для монтажа одного котла.

Следует отметить, что при поточном монтаже котельной из трех таких же котлов, включая химводоочистку, трубопроводы, насосы, обмуровку и автоматику и контрольно-измерительные приборы, по типовому проекту производства работ, разработанному Гипротехмонтажом Минмонтажспецстроя СССР, трудовые затраты составляют 1719 чел-дней при среднем числе монтажников 19 чел.

Для обеспечения специализации при производстве работ монтаж ведется тремя бригадами: бригадой № 1 слесарей-монтажников — 6 чел., ведущей монтаж котла, бригадой № 2 слесарей-монтажников — 7 чел., ведущей монтаж котельно-вспомогательного оборудования и трубопроводов котельной, и бригадой № 3 обмуровщиков — 6 чел., выполняющей работы по обмуровке котлов.

Таким образом, поточный монтаж и специализация при производстве работ позволили снизить трудозатраты почти в 2,5 раза.

Примерно такая же эффективность была достигнута при поточно-скоростном монтаже оборудования тепловой электростанции в период 1968—1969 гг.[*].

Поставочная блочность котла КВ-ГМ-100 изготовления Барнаульского котельного завода составляет 28,0%, а монтажная блочность после укрупнения блоков получена в 83—87%, т. е. увеличение блочности при сборке составило 55—59%.

Поставочная блочность башенного котла ПТВМ-100 изготовления Белгородского котлостроительного завода составляет всего 17,6%, а монтажная блочность после укрупнения блоков достигнута 76,6—85,7%, т. е. увеличение блочности при сборе составило 59—68,1%.

По проекту производства работ по монтажу этого котла, разработанному институтом Энергомонтажпроект, при применении гусеничного крана ДЭК-251 среднее количество рабочих составляет 25 чел., а максимальное — 38 чел. при общих трудозатратах в 2078 чел-дней, из которых подготовительные работы и сборка блоков — 470 чел-дней, монтажные работы —1520 чел-дней (в том числе 400 чел-дней монтаж КИПиА и пусковые работы 88 чел-дней).

Дальнейшее развитие техники монтажа водогрейных котлов заключается в повышении индустриализации производства монтажных работ путем перенесения процессов по вынужденному в настоящее время допзготовлению оборудования с монтажной площадки на заводы-изготовители. Это обеспечивает.

увеличение поставочной блочности оборудования;

повышение качества и комплектности поставок;

снижение трудозатрат на монтаж оборудования;

сокращение сроков его монтажа и повышение его качества;

значительное уменьшение размеров укрупнительных, сборочных и складских площадок и складов;

снижение объемов работ и стоимости сооружения укрупнительно-сборочных и складских площадок.

---

* Г. В. Резник, В. П. Чалдранян. Поточно-скоростной монтаж оборудования тепловой электростанции. М.: Энергия, 1975, с. 79.

Поставка всего основного и вспомогательного оборудования и трубопроводов без нарушения технических условий на их изготовление освободит персонал монтажной площадки от большого объема работ по исправлению дефектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бузников Е. Ф., Роддатис К. Ф., Берзиньш Э. Я.** Производственные и отопительные котельные. — М.: Энергия, 1974

2. **Гинзбург-Шик Л. Д.** Такелажные работы. — М.: Энергия, 1973.

3. **Днепров Ю. В., Смирнов Д. Н., Файнштейн М. С.** Монтаж котельных установок малой и средней мощности. — М.: Высшая школа, 1975.

4. **Инструкция** по щелочению паровых и водогрейных котлов. — М.: ОРГРЭС, 1970.

5. **Каменицкая И. В.** Технологические операции при монтаже поверхностей нагрева паровых котлов. — М.: Энергия, 1972.

6. **Правила** устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. — М.: Недра, 1968.

7. **Роддатис К. Ф.** Котельные установки. — М.: Энергия, 1977.

8. **Соловьев Ю. П.** Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий. — М.: Энергия, 1978.

9. **Смирнов Г. М.** Монтаж металлоконструкций котлоагрегата. — М.: Энергия, 1967.

10. **Строительные** нормы и правила. Часть III, раздел Г, Глава 10.4. Теплоэнергетическое оборудование. Правила производства и приемки монтажных работ. — М.: Стройиздат, 1967.

11. **Строительные** нормы и правила, часть III, раздел А, глава Техника безопасности в строительстве.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава первая. **Конструктивные особенности и технические характеристики водогрейных котлов** 5

1. **Общая** характеристика водогрейных котлов . . . 5
2. Водогрейные котлы унифицированной серии КВ-ГМ . 7
3. Водогрейные котлы башенной компоновки серии ПТВМ 20
4. Водогрейные котлы П-образной компоновки серии ПТВМ 26
5. Массовые характеристики и формы поставки водогрейных котлов 29

Глава вторая. **Монтаж водогрейных котлов** 32

6. Приемка фундамента 32
7. Технология сборки в блоки и монтажа блоков элементов котлов 37
8. Примеры технологической последовательности монтажа водогрейных котлов КВ-ГМ-100, ПТВМ-100 и ПТВМ-30М-4 51

Глава третья. **Пусковые работы и сдача водогрейного котла в эксплуатацию** 87

9. Поузловая проверка (сдача-приемка) смонтированного котла 88
10. Гидравлическое испытание котла 89
11. Химическая очистка котла 90
12. Испытание на плотность и комплексное опробование котла 91

Заключение 92

Список литературы 94

Серия «Библиотека тепломонтажника» выпускается издательством «Энергия» для монтажного и ремонтного персонала тепловых и атомных электростанций.

Замечания и пожелания по книгам издаваемой серии просьба направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб, 10, изд-во «Энергия», редакция теплотехнической литературы.

ГРИГОРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ РЕЗНИК
АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ БОРДЮКОВ

МОНТАЖ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Редактор *А. П. Бордюков*
Редактор издательства *А. А. Кузнецов*
Технический редактор *А. С. Давыдова*
Корректор *И. А. Володяева*
ИБ № 976

Сдано в набор 25.12 79 Подписано в печать 02.04.80 Т-07122
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2 Гарн. шрифта литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 5,04 Уч.-изд. л. 5,10
Тираж 18 500 экз. Заказ 514 Цена 25 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.