

А.К. ЗЫКОВ

**Паровые и водогрейные
КОТЛЫ**

Справочное пособие

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621
ББК 34.4
А11

А11 **А.К. Зыков**
Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие / А.К. Зыков – М.: Книга
по Требованию, 2013. – 128 с.

ISBN 978-5-458-48156-4

Серия "Библиотека тепломонтажника".

ISBN 978-5-458-48156-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Глава первая

ВОДОТРУБНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

1. КОТЛЫ КПА-500Г И КПА-500Ж

Котлы КПА-500Г и КПА-500Ж применяются на предприятиях коммунально-бытового обслуживания и предназначены для выработки насыщенного водяного пара, используемого для технологических нужд. Расчетным топливом для котлов являются природный газ и дизельное топливо. Техническая характеристика котлов приведена в табл. 1.

Таблица 1. Техническая характеристика котлов КПА-500Г и КПА-500Ж

Наименование	Марка котла	
	КПА-500Г	КПА-500Ж
Паропроизводительность, кг/ч	400	400
Давление пара, МПа (кгс/см ²) *	0,9 (9)	0,9 (9)
Топливо	Природный газ	Дизельное
Объем, м ³ :		
водяной	0,062	0,062
топочного пространства	0,20	0,20
Коэффициент полезного действия, %	80	80
Потребляемая мощность, кВт	1,6	1,6
Габаритные размеры, мм:		
длина	1290	1290
ширина	895	895
высота	1810	1810
Масса, кг	1050	1050

* 1 000 000 Па = 1 МПа;

100 000 Па = 0,1 МПа ≈ 1 кгс/см².

Как видно из табл. 1, котлы практически ничем не отличаются друг от друга, одинакова у них и конструктивная схема, которая поясняется рис. 1. В комплект входят паровой котел с автоматикой, горелочное устройство, питательный насос с электродвигателем, дутьевой вентилятор с электродвигателем, расходный бак питательной воды вместимостью 600 л, автоматизированная химводоочистка АХВ-1, дозатор фосфата и гидразина, расходомер.

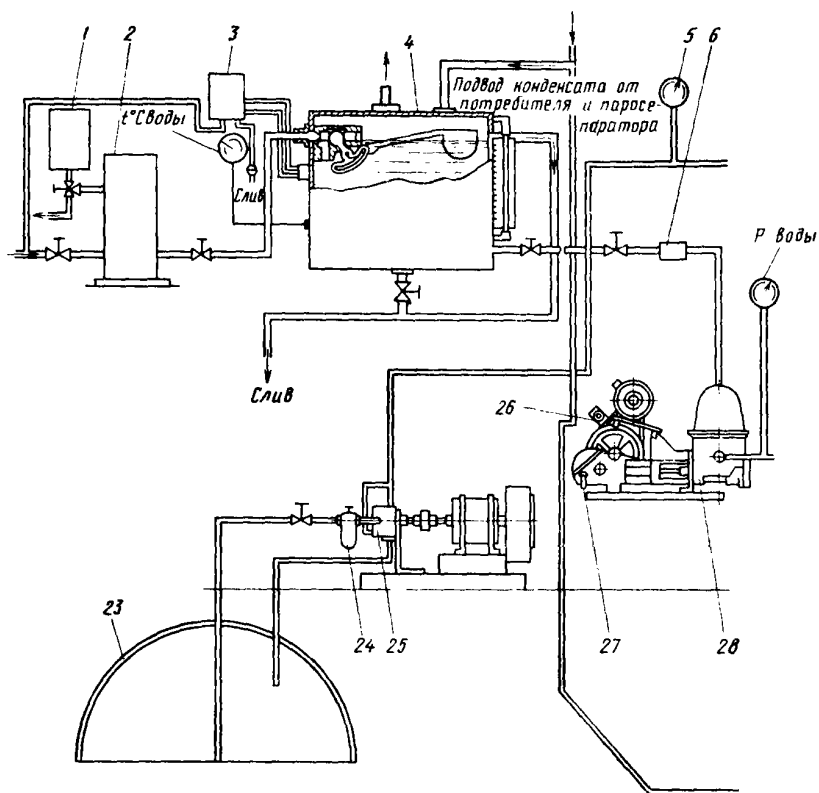
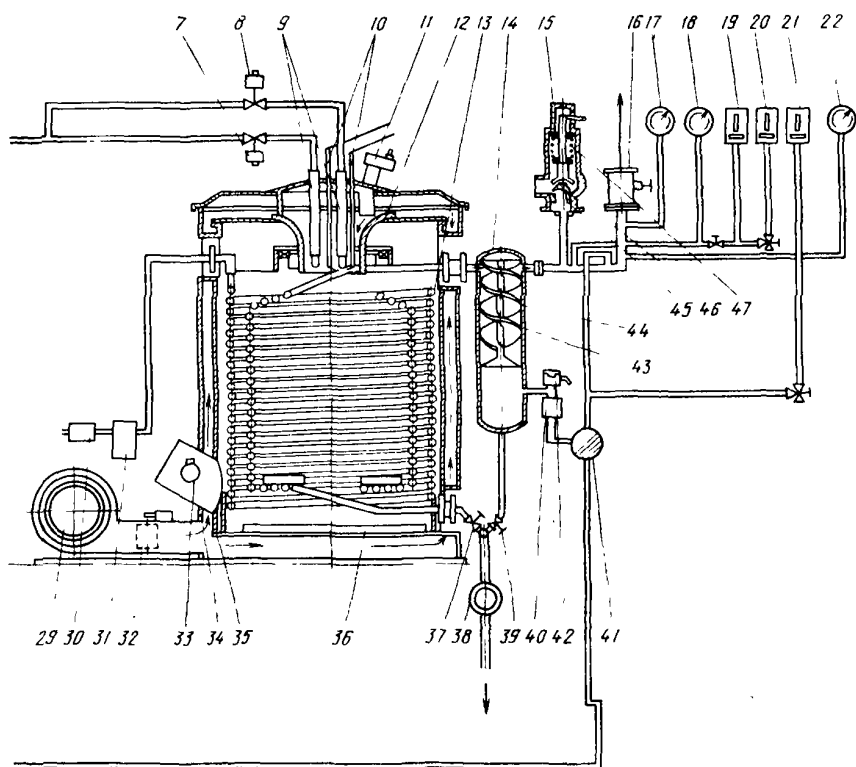


Рис. 1. Принципиальная схема паро-

1 -- солсрастворитель; 2 -- водоумягчительная установка; 3 -- дозатор гидра-
 6 -- фильтр; 7, 8 -- электромагнитные клапаны; 9 -- топливные форсунки; 10 --
 свиковая поверхность нагрева котла; 14 -- сепаратор пара; 15 -- предохранитель-
 туры пара; 18 -- манометр, показывающий давление пара; 19 -- автомат контроля
 пара; 22 -- датчик температуры пара; 23 -- бак жидкого топлива; 24 -- топливный
 питательного насоса; 27 -- масломерная линейка; 28 -- питательный насос; 29 --
 питательном трубопроводе; 32 -- воздушная дроссельная заслонка; 33 -- термо-
 для удаления шлама; 38 -- смотровое окно для контроля заполнения котла водой;
 43 -- корпус сепаратора пара; 44 -- шнек; 45 -- корпус предохранительного кла-

Прямоточный котел предназначен для работы под избыточным дав-
 лением в топке (под наддувом), что позволяет обходиться без дымо-
 сosa. Топочная камера образована внутренним цилиндрическим эме-
 евиком поверхности нагрева. Экранами топки служат вертикально
 и горизонтально расположенные спирали змеевика. Конвективная поверх-
 ность нагрева включает наружный змеевик и тыльную часть внутрен-



генераторной установки КПА-500Ж:

7 — бак питательной воды; 8 — манометр на топливопроводе; 9 — электроды зажигания топлива; 10 — фотосопротивление; 11 — горелка; 12 — змеевик; 13 — парозапорный клапан; 14 — термометр для контроля температуры АКД-1; 15 — автомат контроля давления АКД-2; 16 — датчик давления; 17 — топливный насос; 18 — датчик контроля натяжения ремней привода воздушного вентилятора; 19 — обратный клапан; 20 — предохранительный клапан на стат; 21 — кожух котла; 22 — корпус котла; 23 — шамотный настил; 24 — сливной кран; 25 — фильтр; 26 — конденсатоотводчик; 27 — воздушник; 28 — клапан; 29 — пружина предохранительного клапана

него змеевика. Под топочной камеры имеет защитный слой из жароупорного бетона, который является также и стабилизатором горения. Каркасом котла служат две концентрические цилиндрические обечайки.

В кольцевой зазор между обечайками вентилятором подается воздух, необходимый для горения топлива. Воздух, охлаждая наружную и внутреннюю обечайки, одновременно нагревается, что способствует стаби-

лизации горения топлива. Применение охлаждаемого воздухом кольцевого канала позволяет отказаться от обмуровки конвективного газохода котла.

Вода из магистрали поступает на вход автоматизированной химводоочистки, где происходит ее умягчение для предотвращения образования накипи в поверхности нагрева котла. Умягченная вода поступает в расходный бак, куда дозатором добавляются фосфаты и гидразин для предотвращения коррозии внутренних поверхностей нагрева котла. В расходный бак поступают также конденсат от потребителей пара и вода из сепаратора, которые в смеси с химически очищенной водой образуют питательную воду. Из расходного бака питательная вода через фильтр поступает на всас питательного насоса. На нагнетательном трубопроводе питательного насоса последовательно установлены обратный и предохранительный клапаны. Питательным насосом вода подается в змеевиковую поверхность котла.

Топливо к двум форсункам подается топливным насосом. На топливопроводах установлены два электромагнитных клапана, служащих для регулирования производительности котла. Зажигание топлива осуществляется от электрической искры запального устройства.

Регулирование коэффициента избытка воздуха при работе котла на двух режимах осуществляется дроссельной заслонкой, управляемой электромагнитным клапаном, которая установлена на воздуховоде между вентилятором и котлом.

При горении топлива в топке вода, проходящая по змеевику, нагревается. Пароводяная смесь, образующаяся при температуре насыщения (кипения), сепарируется на пар и воду в сепараторе, установленном на выходе из змеевиковой поверхности нагрева. Пар из сепаратора направляется к потребителю, а отсепарированная вода через фильтр и конденсатоотводчик — в расходный бак воды. Скопившийся в нижней части сепаратора и в нижней части змеевика поверхности нагрева шлам при заполнении котла водой удаляется через сливной кран в канализацию.

Центробежный сепаратор пара, примененный в котле, состоит из корпуса, в котором установлен шнек. Пароводяная смесь, поступающая в сепаратор, проходя по спирали шнека, получает вращательное движение. Под действием центробежных сил капли воды и частицы шлама оседают на внутренней поверхности корпуса сепаратора и стекают в нижнюю его часть.

В комплект котла входит шестеренчатый топливный насос.

2. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ

Вертикальные водотрубные котлы паропроизводительностью 1000 кг/ч имеют две модификации: котел Е-1,0-9Г — рассчитан для работы на природном газе и котел Е-1,0-9Ж — для работы на дизельном топливе, соляро-

вом масле и печном топливе. Техническая характеристика котлов приведена в табл. 2.

Таблица 2. Техническая характеристика вертикальных водотрубных котлов

Наименование	Марка котла	
	Е-1,0-9Г	Е-1,0-9Ж
Давление пара, МПа (кгс/см^2)	0,9 (9)	0,9 (9)
Номинальная паропроизводительность, кг/ч	1000	1000
Влажность пара, % (не более)	2,0	2,0
Топливо	Природный газ	Жидкое топливо
Теплота сгорания (низшая) топлива, кДж/м ³ , кДж/кг* (ккал/м ³ , ккал/кг)	33 494 (8000)	41 868 (10 000)
Расход топлива при номинальной нагрузке, м ³ /ч, кг/ч	90	72
Поверхность нагрева полная, м ²	17,1	17,1
Теплонапряжение топочного объема, кДж/(м ³ ·ч) [ккал/(м ³ ·ч)]	$5,02 \cdot 10^6$ ($1,20 \cdot 10^6$)	$5,23 \cdot 10^6$ ($1,25 \cdot 10^6$)
Теплонапряжение радиационной поверхности нагрева, кДж/(м ² ·ч) [ккал/(м ² ·ч)]	$391,76 \cdot 10^3$ ($93,5 \cdot 10^3$)	$527,9 \cdot 10^3$ ($126 \cdot 10^3$)
Объем, м ³ :		
водяной	0,39	0,39
паровой	0,35	0,35
топочной камеры	0,61	0,61
Площадь зеркала испарения, м ²	0,63	0,63
Температура, °С:		
питательной воды	50	50
уходящих газов	250–270	300–320
Коэффициент избытка воздуха	1,15–1,20	1,15–1,20
Коэффициент полезного действия, %	86,0	84,0
Потребляемая электрическая мощность, кВт	2,6	3,7
Масса металла котла под давлением, кг	1860	1860
Общая масса котла, кг	2800	2800
Габариты котла, мм:		
длина	2300	2300
ширина	1525	1525
высота	2750	2750

* 4,1868 кДж = 1 ккал.

На рис. 2 показано устройство котла Е-1,0-9Г со вспомогательным оборудованием и системой автоматики. Устройство котла Е-1,0-9Ж аналогично приведенному.

Котел, представленный на рис. 3, состоит из верхней и нижней кольцевых камер, соединенных прямыми вертикальными трубами, которые

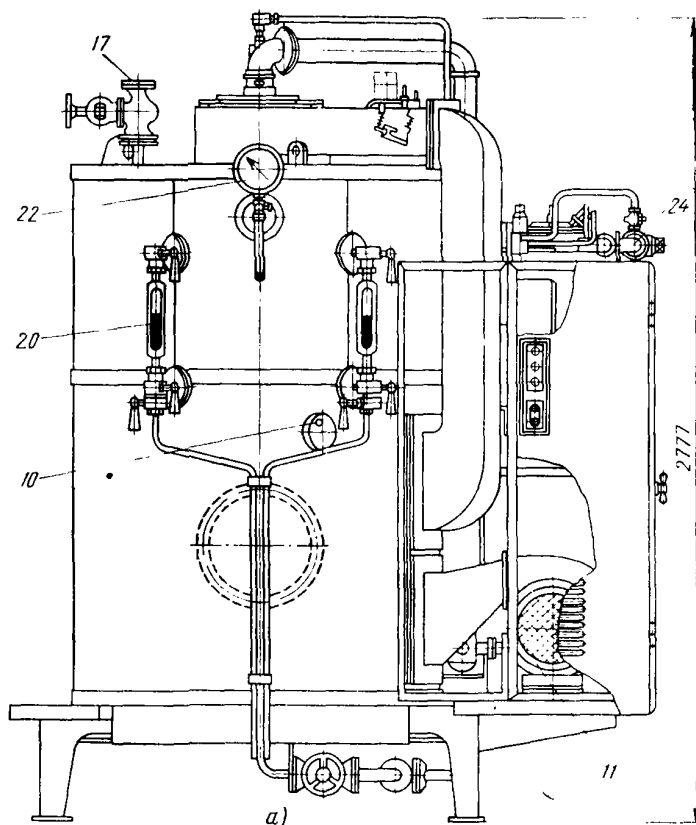
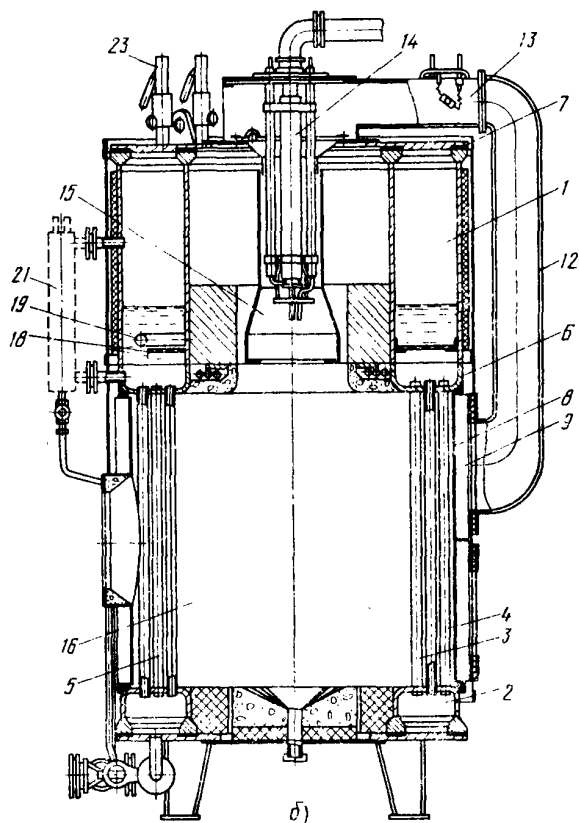


Рис. 2. Котел Е-1,0-9Г;

а – общий вид; *б* – разрез; 1 – верхний коллектор; 2 – нижний коллектор; решетка; 7 – съемная крышка; 8 – газоплотная обшивка; 9 – внутренний канал душный регистр; 14 – горелочное устройство; 15 – смесительная камера горелки; 19 – питательная труба; 20 – водоуказательный прибор; 21 – уровнемер.

установлены в шахматном порядке и образуют концентрические пучки. Внутренний ряд труб, экраном замыкающий топочную камеру, выполнен с шагом, позволяющим крепить трубы вальцовкой или сваркой. Для обеспечения работы котла под наддувом, при избыточном давлении в топке 400–500 Па (40–50 мм вод. ст.)*, топочный экран выполнен газоплотным. Это достигнуто применением плавниковых труб либо

* 10 Па $\approx$ 1 мм. вод. ст.



3 — труба экрана; 4 — труба конвективного пучка; 5 — мембрана; 6 — трубная обшивка; 10 — гляделка; 11 — дутьевой вентилятор; 12 — воздухопровод; 13 — возки; 16 — топочная камера; 17 — клапан отбора пара; 18 — паропромывочная колонка; 22 — манометр; 23 — предохранительный клапан; 24 — газопровод

гладких, у которых пространство между трубами в ряду закрывается приваренными к ним стальными мембранами. В экране предусмотрена установка нескольких гладких труб с шагом, обеспечивающим необходимое живое сечение для выхода газов из топочной камеры. Для экрана в котле применены трубы $\phi 38 \times 4$ мм, а для конвективной поверхности нагрева $\phi 38 \times 2,5$ мм.

Кольцевые камеры образованы штампованными трубными решетками, концентрическими обечайками и съемными крышками. Наличие

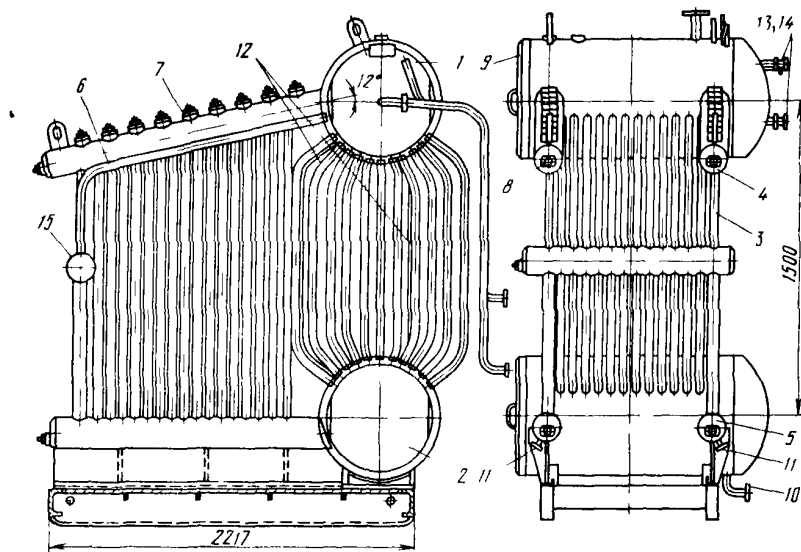


Рис 3 Котел Е 1/9-1

1 – верхний барабан, 2 – нижний барабан, 3 – боковой (правый) топочный экран, 4 – верхний коллектор бокового (правого) экрана, 5 – нижний коллектор бокового (правого) экрана, 6 – потолочный экран, 7 – лючки для осмотра и очистки экранных труб, 8 – торцевые лючки коллекторов, 9 – люк верхнего барабана, 10 – штуцер продувки нижнего барабана, 11 – штуцеры продувки нижних коллекторов боковых экранов, 12 – газовые перегородки, 13, 14 – штуцеры для подключения водоуказательных приборов и уровнемерной колонки, 15 – фронтальный коллектор

съемных крышек позволяет производить осмотр, ремонт и очистку внутренней поверхности камер и труб поверхностей нагрева. Ввод питательной воды осуществляется в верхнюю камеру, на которой установлены два водоуказательных стекла и два предохранительных клапана, отвод пара – из верхней камеры. Нижняя камера имеет два штуцера для продувки котла. Наружный ряд труб, расположенный в зоне пониженных температур продуктов сгорания топлива, выполняет роль опускных труб. Экранные трубы являются подъемными, по ним пароводяная смесь поднимается в верхнюю камеру, где происходит отделение пара от воды.

Тепловая изоляция котла съемная и имеет воздушную прослойку между внутренней и наружной обшивками, соединенными болтами. Пространство между обшивками служит каналом для прохода холодного воздуха, подаваемого вентилятором, поэтому обшивки собирают

на асбестовой прокладке Внутренняя обшивка выполнена из жаростойкой стали, наружная -- из углеродистой. Воздух, проходя по каналу, охлаждает обшивку, затем поступает по воздуховоду через воздушный регистр, расположенный на верхней крышке котла, к горелке, обеспечивая сжигание топлива в топке при избыточном давлении.

Топочные газы, минуя газоплотный экран, двумя потоками расходятся по газоходу кольцеобразной формы в противоположные стороны. Омывая на своем пути конвективные трубы, потоки соединяются на противоположной входу стороне и отводятся в дымовую трубу. В конвективном теплообмене участвует также тыльная часть топочного экрана.

3. ДВУХБАРАБАННЫЕ ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ Е-1/9-1, Е-1/9-1Г, Е-1/9-1М, ПКН-1С, ПКН-2

Котлы Е-1/9-1, Е-1/9-1М и Е-1/9-1Г объединены общей конструктивной схемой. Котлы этой группы, имеющие паропроизводительность 1000 кг/ч, предназначены для работы на твердом (антрацит АС и АМ) топливе, мазуте М100 и природном газе соответственно и служат для удовлетворения потребностей предприятий в насыщенном паре влажностью до 3% для покрытия технологических и теплофикационных нагрузок. Техническая характеристика котлов приведена в табл. 3.

Таблица 3. Техническая характеристика двухбарабанных водотрубных котлов

Наименование	Марка котла		
	Е-1/9-1	Е-1/9-1М	Е-1/9-1Г
Номинальная производительность, т/ч	1,0	1,0	1,0
Давление пара, МПа (кгс/см ²)	0,9 (9)	0,9 (9)	0,9 (9)
Температура уходящих газов, °С	350	300	250
Топливо	Каменный уголь АС и АМ	Мазут М100	Природный газ
Расход топлива, кг/ч, м ³ /ч	134,5	82,6	90,1
Поверхность нагрева, м ²	30	30	30
Объем, м ³ :			
водяной	1,25	1,25	1,25
паровой	0,36	0,36	0,36
топочного пространства	1,70	2,24	2,24
Коэффициент полезного действия, %	72,8	80-81	86
Габаритные размеры, мм:			
длина	3300	3695	3300
ширина	2400	2300	2300
высота	2700	2790	2870
Масса котла, кг:	5180	5620	5506
металла котла	3270	2830	2890
обмуровочных и изоляционных материалов	550	550	550

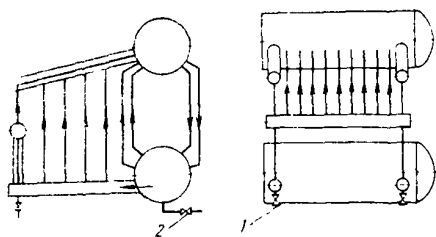


Рис. 4. Схема циркуляции воды в котле Е-1/9-1:

1 — линия продувки коллекторов экранов; 2 — линия продувки нижнего барабана. Стрелками показано направление движения воды

Паровой котел Е-1/9-1 состоит из верхнего и нижнего барабанов, расположенных на одной вертикальной оси (рис. 3). Барабаны соединены между собой пучком труб (11 рядов по 14 труб в каждом), образующих конвективную поверхность нагрева. Топочная камера экранирована двумя боковыми настенными экранами и потолочным экраном. Боковые экраны выполнены из прямых труб, объединяемых верхними и нижними коллекторами, вваренными в верхний и нижний барабаны соответственно. Потолочный экран частично охватывает и фронт котла, образованный фронтальным коллектором и вваренным в него пакетом изогнутых труб (повторяющих очертания фронта и потолка топочной камеры), которые присоединены сваркой непосредственно к верхнему барабану. Вода из верхнего барабана котла в нижний поступает по последним рядам труб конвективного пучка, расположенным в зоне пониженных температур продуктов сгорания топлива.

Питание боковых экранов водой осуществляется из нижнего барабана котла по нижним коллекторам. Потолочный экран питается от фронтального коллектора, в который вода поступает по соединительным трубам из нижних коллекторов боковых экранов. Характерной особенностью циркуляционной схемы котла является отсутствие необогреваемых питательных и отводящих труб экранов.

Ввод питательной воды выполнен в верхний барабан котла, внутри которого установлена распределительная труба. Продувка котла предусматривается через штуцеры в нижнем барабане, в нижних коллекторах бокового экрана и во фронтальном коллекторе.

На рис. 4 показана схема циркуляции в двухбарабанных водотрубных котлах Е-1/9-1. Здесь же показаны линии продувки нижнего барабана и коллекторов экранов.

Для обеспечения устойчивой циркуляции и равномерного прогрева элементов котла при растопке из холодного состояния предусмотрен подвод пара от постороннего источника в нижний барабан.

Пароводяная эмульсия из топочных экранов и конвективного пучка поступает в верхний барабан, где от пара отделяются частицы воды. Необходимая сухость пара обеспечивается сепарационными устройствами, устанавливаемыми в верхнем барабане. На днище верхнего барабана