



ПОСОБИЕ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЖАРОТРУБНЫХ СТАЛЬНЫХ КОТЛОВ ЭКАС»

Издание не предназначено для продажи

2016

Составитель: Промогайбенко Вячеслав Митрофанович,

e-mail: ✉ tek.prom@mail.ru

От составителя

Пособие «Проектирование и применение жаротрубных стальных котлов ЭКАС» подготовлено в помощь проектным организациям, специализирующимся на проектировании котельных и систем теплоснабжения с применением котлов ЭКАС. В общей части пособия освещены вопросы применения жаротрубных котлов, общие для подобного оборудования, производимого другими заводами-изготовителями (отечественными и зарубежными).

В настоящий момент на рынок поставляются две серии котлов: ЭКАС и ЭКАС М. Последняя является оптимизированной серией с точки зрения унификации производства котлов. Помимо некоторых различий в габаритах котлов и составляющих элементов, некоторых характеристик, серии отличаются схемой движения теплоносителей: для котлов серии ЭКАС это перекрестный ток, для котлов серии ЭКАС М это противоток. Поэтому расположение патрубков входа и выхода воды для котлов двух серий симметрично противоположное.

При составлении данного пособия принимались во внимание вопросы, часто возникающие при проектировании котельных, особенно при проведении реконструкции и технического перевооружения.

Пособие отражает особенности проектирования жаротрубных котлов, в частности котлов ЭКАС и носит рекомендательный характер, не заменяя собой действующие нормативные документы, регламентирующие проектирование котельных.

Пособие, представляется также, будет полезным для монтажных, пуско-наладочных и эксплуатационных организаций.

Для проектных организаций и проектировщиков действует комплексная программа сотрудничества ЭКАС-Оргпищепром+.

Замечания и предложения, присылайте, пожалуйста, по указанному адресу электронной почты.

С уважением,

Будем рады сотрудничеству!

1.Определение

В общем случае, котел стальной водогрейный ЭКАС (далее – котел ЭКАС), изготавливаемый по ТУ 4938-002-96897259-2015 - это устройство, в котором для нагрева воды под давлением используется теплота, выделяющаяся при сгорании органического топлива. «Стальным» котел называется потому, что его поверхности нагрева выполнены из углеродистой стали (в отличие от чугунных, стальные котлы более пластичны и не боятся температурных перепадов, они быстрее передают тепло к рабочей жидкости).

Котел ЭКАС предназначен для нагрева воды в системах водяного теплоснабжения с принудительной циркуляцией. В зависимости от того, каким горелочным устройством будет укомплектован котел, он может работать на следующих видах топлива:

- жидкое топливо (мазут, дизельное топливо);
- природный газ;

Область применения: стационарные (встроенные, пристроенные, крышные, отдельно расположенные) и транспортабельные отопительные котельные, являющиеся источником тепла для закрытых систем теплоснабжения.

Необходимо обозначить термины и определения, которые могут быть применимы к котлам ЭКАС:

- *отопительный котел* – котел, предназначенный для теплоснабжения;
- *стационарный котел* – котел, установленный на неподвижном фундаменте;
- *котел для газообразного и жидкого топлива*;
- *котел с принудительной циркуляцией* – котел, в котором циркуляция воды осуществляется насосом;
- *котел с наддувом* – котел, в котором сопротивление газового тракта преодолевается работой дутьевого вентилятора горелки (в отличие от котлов с естественной тягой, в котором сопротивление газового тракта преодолевается за счет разности плотностей атмосферного воздуха и газов в дымовой трубе; котлов с разрежением, в котором под действием дымососа в топке продукты сгорания находятся под разрежением; котлов с уравновешенной тягой, в котором под совместным действием вентилятора горелки и дымососа в топке продукты сгорания находятся под давлением, близким к атмосферному);
- *газотрубный котел* – котел, в котором продукты сгорания топлива проходят внутри труб поверхностей нагрева, а вода - снаружи труб. Различают жаротрубные, дымогарные и жаротрубнодымогарные котлы. Строго говоря, котлы ЭКАС являются жаротрубнодымогарными (хотя к котлам подобной конструкции прижился термин «жаротрубные котлы», или просто - «жаротрубки»): в стальной рубашке находится теплоноситель, а передача тепла происходит через поверхность жаровых и дымогарных труб. Котел ЭКАС является двухходовым (реверсивным) котлом: первый ход котла образован реверсной жаровой трубой (топкой), второй ход образуют дымогарные трубки конвективной части котла (см. рисунок 1).

2.Конструкция котла

Описание приводится для котлов серии ЭКАС. Для котлов серии ЭКАС М будут оговорены отличия. Конструктивно котел представляет собой горизонтально расположенную сборно-сварную цилиндрическую конструкцию, состоящую из внешней обечайки - корпуса котла (поз.1 на рисунках 1 и 2), внутренней обечайки с днищем - топки котла (поз.2 и поз.3) и дымогарных труб (поз.4), сваренных с передней и задней трубными решетками (поз.5 и поз.6). Конструкция расположена на опорной раме (поз.16). Внутренняя полость, образованная корпусом и топкой котла является водяным трактом котла (поз.7). В полости водяного тракта расположен пучок дымогарных труб. Подвод и отвод теплоносителя – воды осуществляется через патрубки «обратной воды Т2» (поз.8) и «прямой воды Т1» (поз.9), расположенных на верхней образующей корпуса котла. На верхней образующей корпуса котла расположен также патрубок (патрубки) для монтажа предохранительных клапанов. Направляющая, расположенная в полости водяного тракта (поз.28) обеспечивает поток теплоносителя к теплонапряженной передней трубной решетке.

⚠️ Внимание! Для котлов серии ЭКАС М назначение патрубков (поз.8 и 9) – симметрично противоположное. То есть, подвод воды осуществляется через патрубок, расположенный ближе к «хвостовой» части котла.

В нижней части корпуса расположен патрубок для дренажа.

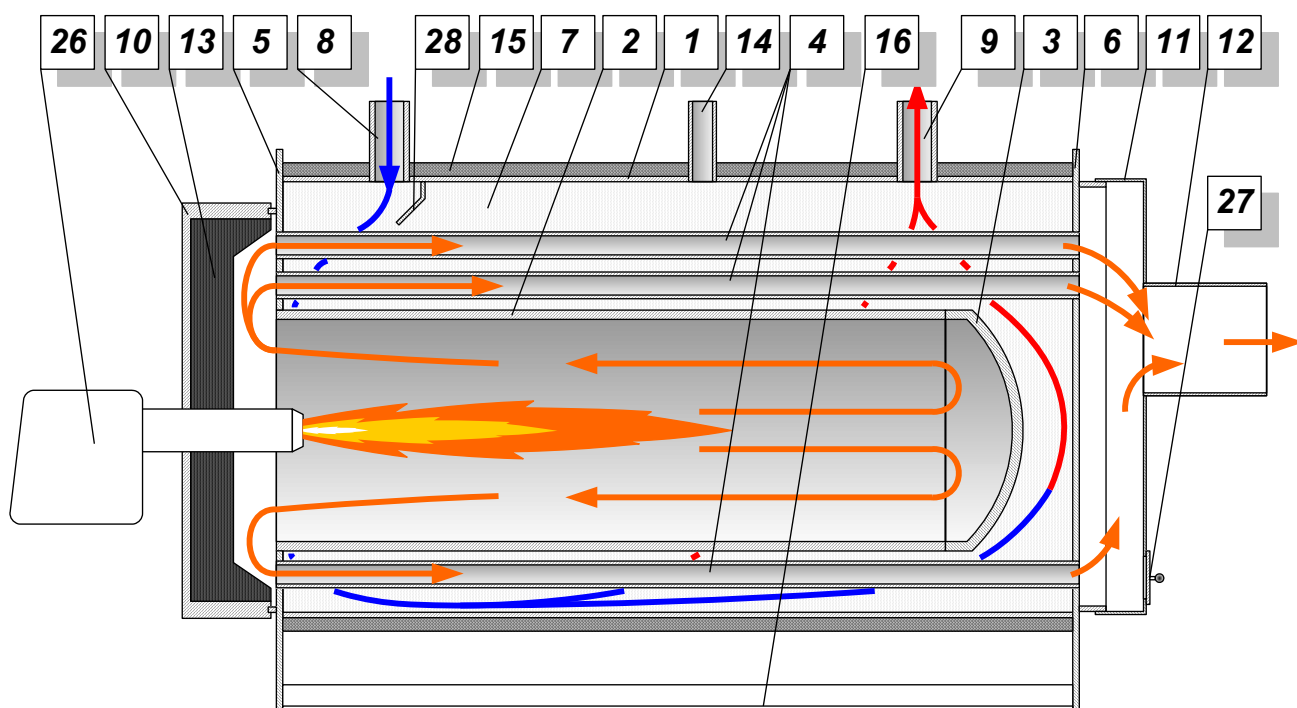


Рисунок 1. Конструкция котла ЭКАС

1-корпус котла, 2-топка котла (жаровая труба), 3-днище топки, 4-дымогарные трубы, 5-передняя трубная решетка, 6-задняя трубная решетка, 7-водяной тракт котла, 8-патрубок подвода теплоносителя (Т2), 9-патрубок отвода теплоносителя (Т1), 10-дверца топки, 11-сборный короб дымовых газов, 12-патрубок дымовых газов, 13-жаропрочный бетон, 14-патрубок для монтажа предохранительного клапана, 15-теплоизоляция, 16-опорная рама, 26-горелка котла, 27-шлюз для удаления загрязнений, 28- направляющая для «обратной воды».

Полость внутренней обечайки с днищем образует топочную камеру тупикового типа. Дымовые газы от днища возвращаются к дверце и, поворачивая, проходят внутри дымогарных

труб (поз.4), в которых установлены турбулизаторы (поз.17), поступают в короб дымовых газов (поз.11), откуда через патрубок выводятся в атмосферу через дымовую трубу. С передней стороны корпуса котла на специальных петлях (поз.21) навешивается дверца топki (поз.10). Петли обеспечивают открытие дверцы, как в левую, так и в правую сторону, а также возможность надежной затяжки уплотнения. Со стороны топki дверца защищена изоляционной плитой из жаропрочного бетона (поз.13), исполняющую роль поворотной камеры для дымовых газов при переходе их из топki котла в дымогарные трубы. По периметру дверцы распложена канавка для уплотнительного шнура (поз.24). Дверца оборудована смотровым окном (поз.18) и амбразурой для установки горелки (поз.19). Короб дымовых газов крепится к задней трубной решетке корпуса на шпильках и имеет по периметру уплотнение, аналогичное уплотнению дверцы топki. В нижней части короба расположен шлюз для удаления загрязнений (поз.27) при чистке газоходов. Топка котла, дверца топki, навешенная на петли передней трубной решетки, дымогарные трубы и сборный короб дымовых газов, закрепленный на задней трубной решетке, образуют газовый тракт котла.

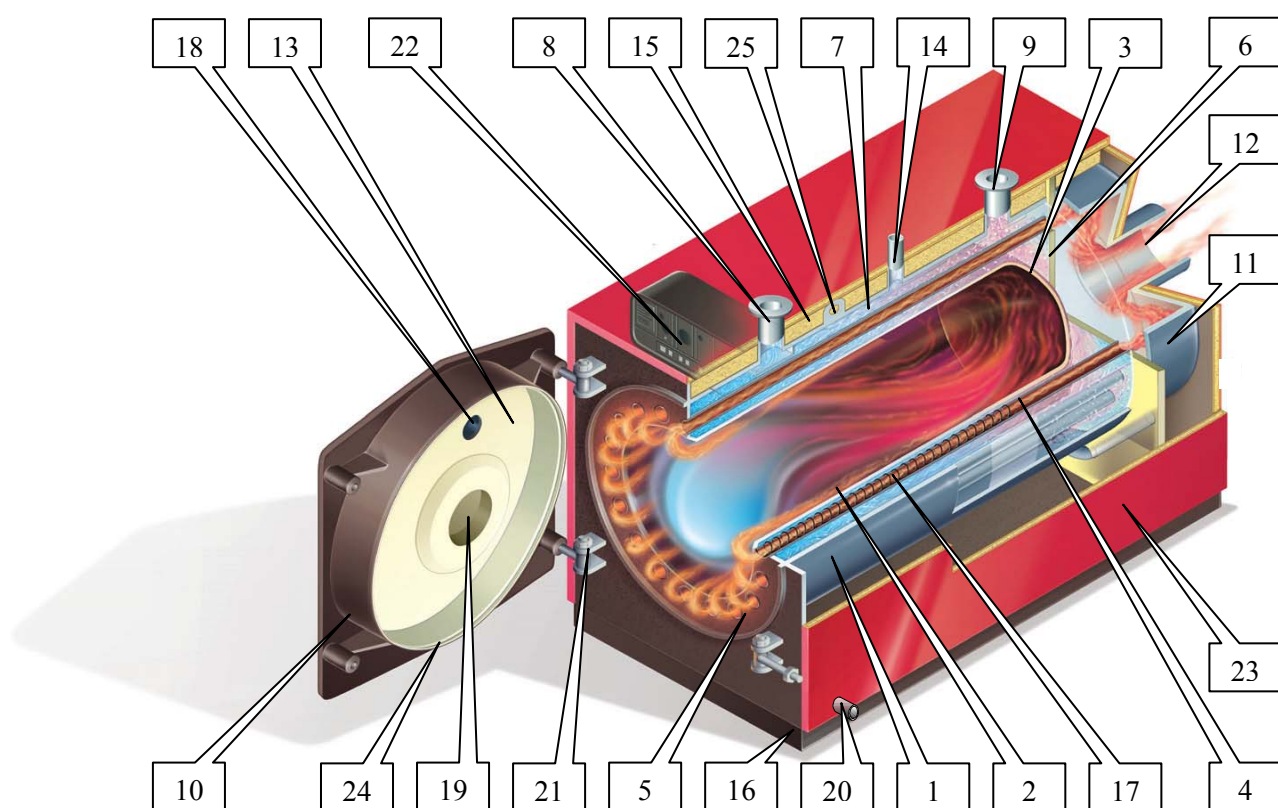


Рисунок 2. Расположение основных элементов котла ЭКАС

1-корпус котла, 2-топка котла (жаровая труба), 3-днище топki, 4-дымогарные трубы, 5-передняя трубная решетка, 6-задняя трубная решетка, 7-водяной тракт котла, 8-патрубок подвода теплоносителя (Т2), 9-патрубок отвода теплоносителя (Т1), 10-дверца топki, 11-сборный короб дымовых газов, 12-патрубок дымовых газов, 13-жаропрочный бетон, 14-патрубок для монтажа предохранительного клапана, 15-теплоизоляция, 16-опорная рама котла, 17-турбулизатор, 18-смотровое окно, 19- амбразура для установки горелки, 20-патрубок для дренажа, 21-петли для навеса дверок, 22-БУС, 23-декоративная облицовочная панель, 24-уплотнительный асбестовый шнур, 25-строповочная проушина.

⚠️ Внимание! Жаропрочная изоляционная плита изготовлена из хрупкого материала. При работе с дверцей необходимо обеспечить защиту плиты от механических воздействий.

Наружная поверхность корпуса котла изолирована слоем высокоэффективной теплоизоляции (поз.15) и закрыта декоративными облицовочными панелями (поз.23). На верхней панели закреплен Блок управления и сигнализации (поз.22). На верхней образующей корпуса котла расположены строповочные проушины (поз.25) для монтажа и транспортировки котла. На дверце топки крепится с помощью фланцевого соединения горелка котла (поз.26).

В состав котлов ЭКАС 90... ЭКАС 1300 и ЭКАС 90 М... ЭКАС 1300 М входит комплектно поставляемый взрывной клапан. Взрывной клапан монтируется на патрубке дымовых газов. В состав котлов ЭКАС 1500... ЭКАС 3000 и ЭКАС 1500 М... ЭКАС 5000 М входит несъемный взрывной клапан. Чертежи взрывных клапанов представлены на рис. 20.

Элементы конструкции котла ЭКАС наглядно представлены на фотографиях разреза котла и вида внутренней поверхности дверцы топки котла (рисунки 3 и 4 соответственно).

Технические и геометрические характеристики котлов ЭКАС и ЭКАС М, значения диаметров патрубков котлов, их количество и место расположения приведены в п. 3. Комплектность поставки котлов и характеристики комплектующих приведены в п. 4. Требования к вспомогательному оборудованию и арматуре для «обвязки» котлов, рекомендации к их подбору приведены в п. 5. Рекомендации к схемам использования котлов ЭКАС и ЭКАС М приведены в п. 6. Общие сведения по истории жаротрубных котлов и обзорные рекомендации приведены в пп. 7, 8 и 9. В Приложении приведены справочные документы.

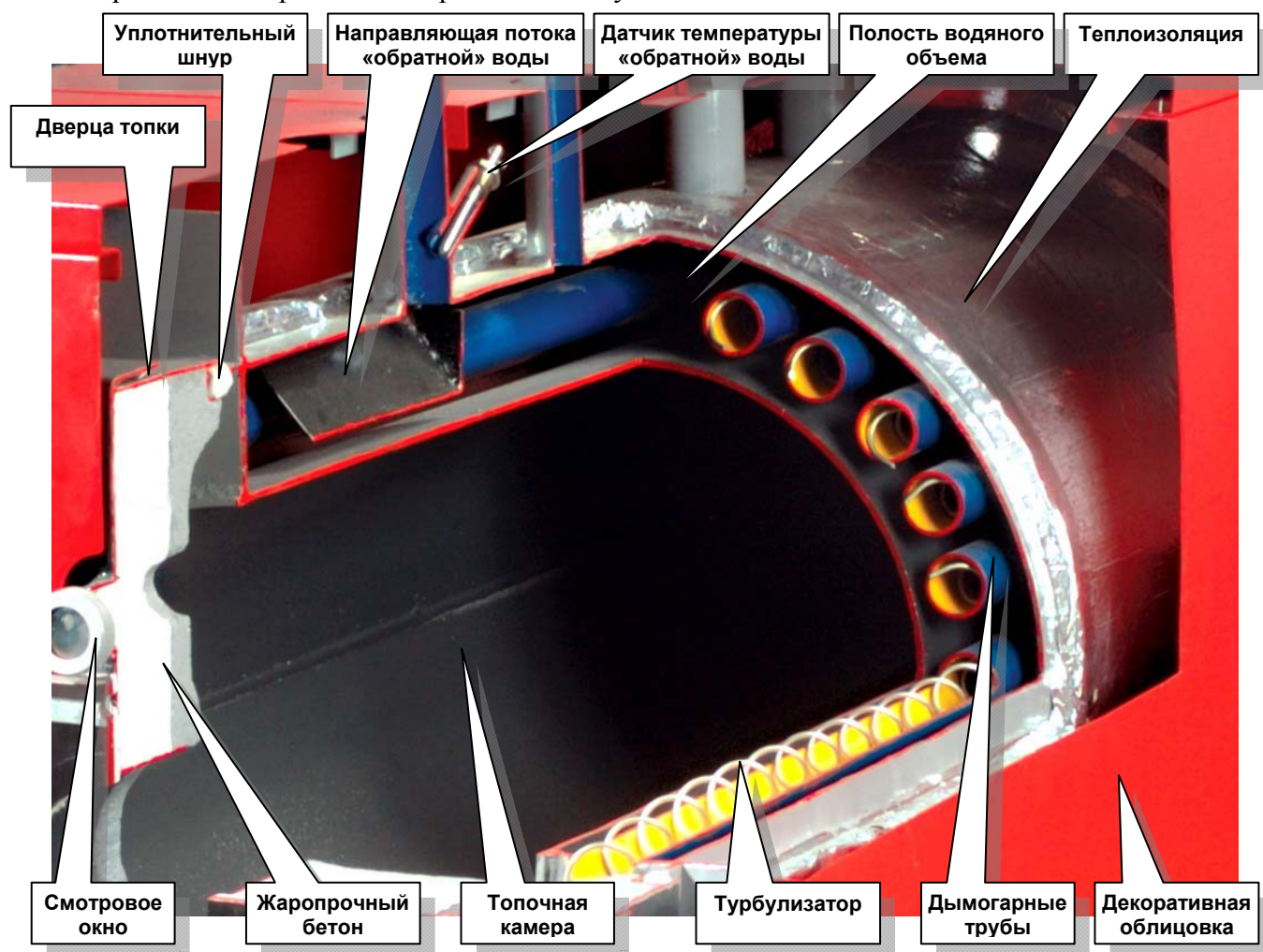


Рисунок 3. Фотография разреза котла ЭКАС

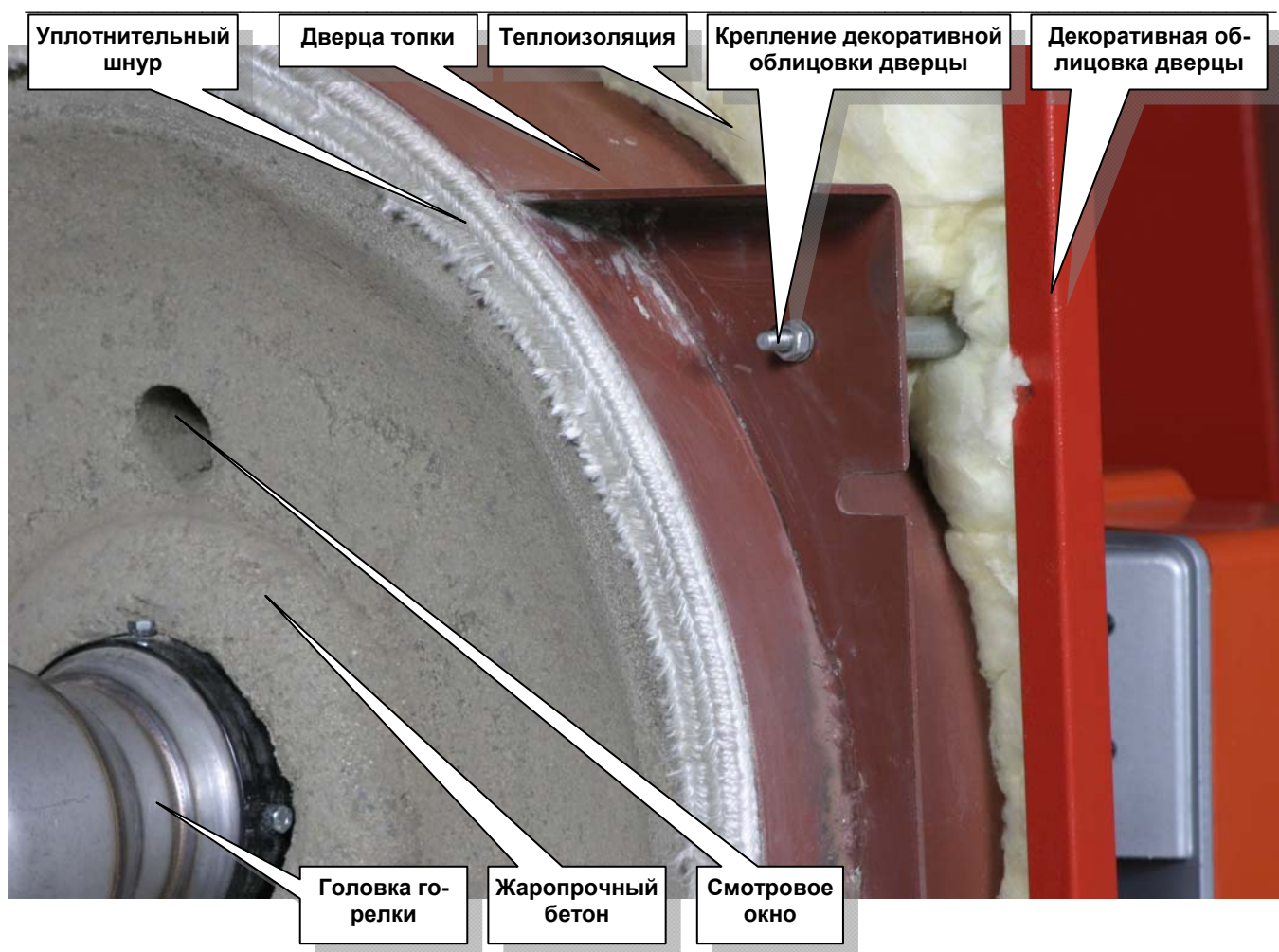


Рисунок 4. Фотография вида внутренней поверхности дверцы топки котла ЭКАС

На рисунке 5 показана схема установки горелки на дверцу топки котла.

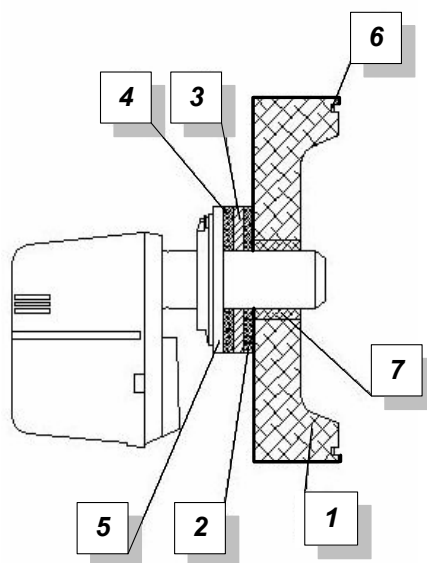


Рисунок 5. Схема установки горелки на дверку котла ЭКАС

1-дверца котла с жаропрочным бетоном; 2-прокладка теплоизоляционная; 3-плита крепления горелки; 4-прокладка теплоизоляционная (поставляется в комплекте с горелкой); 5-фланец горелки; 6-уплотнительный шнур передней дверцы топки; 7-уплотнение герметизирующее.

Особое внимание при установке необходимо обратить на уплотнение, герметизирующее зазор между стенками амбразуры дверцы котла и корпуса горелки. Уплотнением является асбестовый шнур. Сечение шнура подбирается из условия плотной посадки заглубляемой в амбразуру части горелки с навитым шнуром (с выжимкой последнего 2...5 мм). Необходимо при этом обеспечить равномерный прижим шнура по всей поверхности посадки (без перекосов). Рекомендуется перед посадкой горелки увлажнить начальный и конечный участки шнура (приблизительно длиной, равной четырем диаметрам амбразуры). При высыхании выжатый шнур образует герметичную закупорку зазора между горелкой и дверкой котла как показано на рисунке 6.

⚠️ Внимание! Неправильная установка горелки, при которой из-за некачественного уплотнения дымовые газы могут поступать через неплотности к фланцу горелки, приводит к разрушению слоя жаропрочного бетона и перегреву неохлаждаемых поверхностей котла.

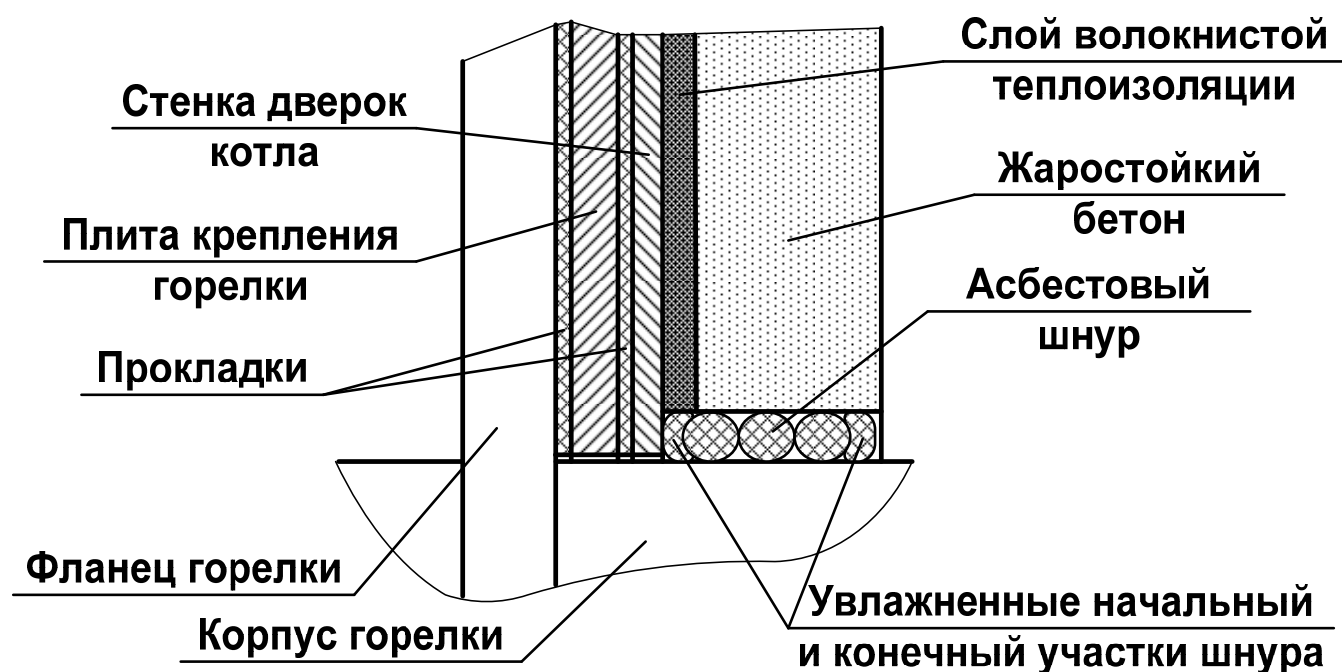


Рисунок 6. Схема герметизации зазора между горелкой и дверкой котла

При пользовании смотровым окном необходимо соблюдать правила безопасности. Запрещается резкое охлаждение (например, водой) смотрового стекла при работающем котле. Рекомендуется после монтажа горелки смонтировать систему охлаждения смотрового окна для контроля факела горелки. Для этого необходимо соединить гибким трубопроводом Ø 9 мм (рис.7, поз.2) штуцер с резьбовым соединением G1/8" или с креплением под хомут типа «елочка», расположенный на смотровом окне (рис.7, поз.1) с камерой, расположенной за вентилятором горелки. Воздух, подаваемый вентилятором через данный трубопровод, обеспечивает охлаждение смотрового окна для контроля факела, предотвращает образование на нем нагара и защищает стекло смотрового окна от растрескивания.

⚠️ Внимание! Отсутствие трубопровода воздушного охлаждения может привести к растрескиванию стекла смотрового окна.

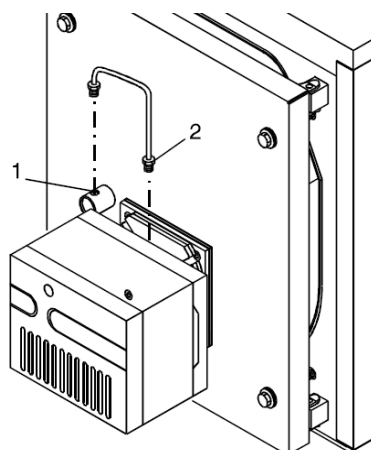
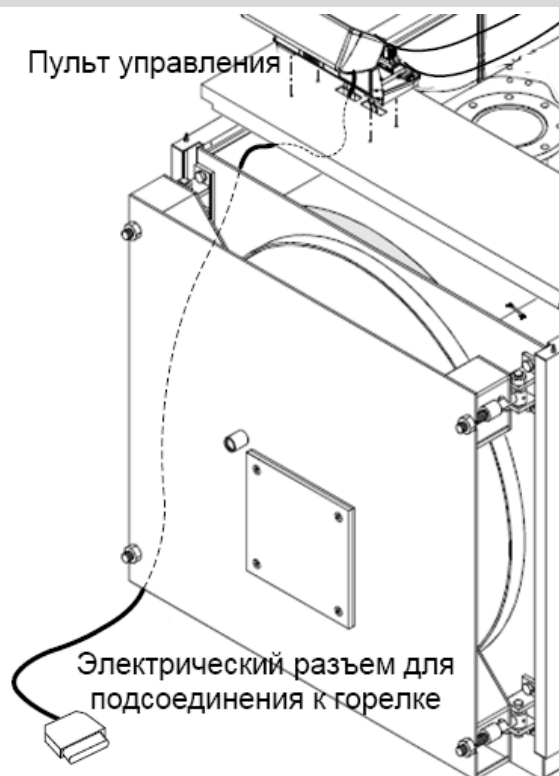


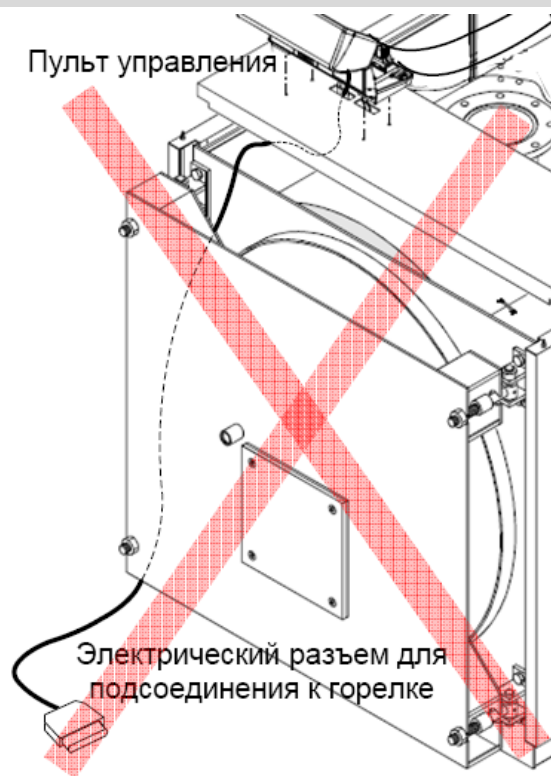
Рисунок 7. Схема защиты стекла смотрового окна

При монтаже котла необходимо обратить внимание на правильное расположение электрического кабеля, соединяющего Блок управления и сигнализации котла с горелкой. Кабель необходимо пропустить сверху слоя теплоизоляции, защищающего корпус котла (наружную обечайку) и подвести к горелке через специальный проем в нижней части передней трубной решетки, как показано на рисунке 8.

⚠ Внимание! Неправильное расположение электрического кабеля, соединяющего блок управления и сигнализации (БУС) котла с горелкой, может привести к выходу из строя кабеля и к срабатыванию блокировки газового клапана горелки.



Правильно



Неправильно

Рисунок 8. Схема расположение электрического кабеля, соединяющего БУС котла с горелкой

3. Технические характеристики котлов ЭКАС

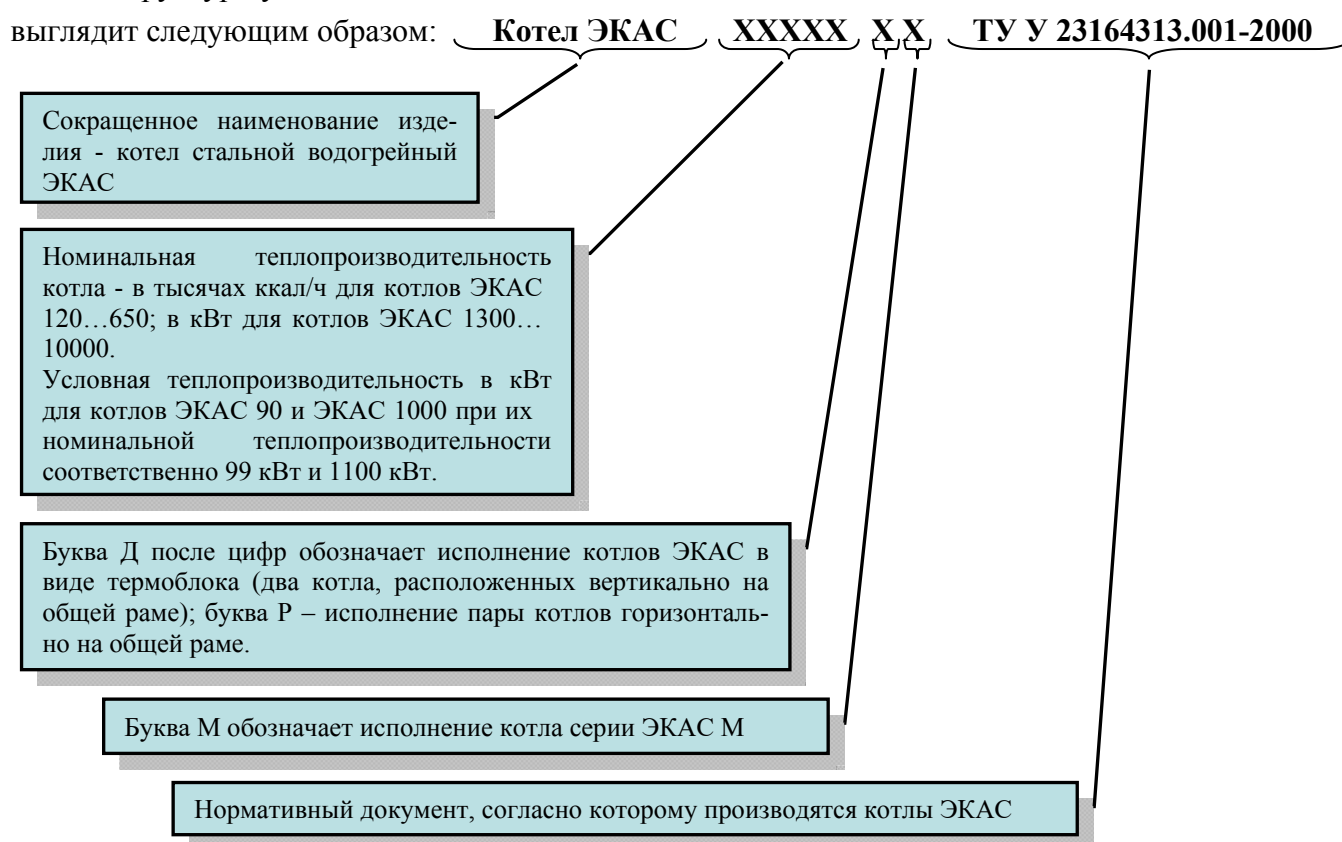
Предприятие-производитель котлов ЭКАС: ООО «ЭКАС-Оргпищепром+», г. Курск, Россия. Технические характеристики котлов ЭКАС приведены в таблице 1.

Технические характеристики котлов ЭКАС М приведены в таблице 2.

Установочные чертежи котлов ЭКАС в сборе с декоративными облицовочными панелями и со смонтированным комплектным взрывным клапаном приведены на рисунках 9...15.

Установочные чертежи котлов ЭКАС М в сборе с декоративными облицовочными панелями (для котлов ЭКАС 90 М...ЭКАС 1300 М - без смонтированного комплектного взрывного клапана) приведены на рисунках 16...19. Чертежи взрывных клапанов представлены на рис. 20.

Структура условного обозначения котлов ЭКАС согласно ТУ 4938-002-96897259-2015 выглядит следующим образом:



Например:

Котел ЭКАС 1500 М ТУ 4938-002-96897259-2015

Котел стальной водогрейный серии КОЛВИ М с номинальной теплопроизводительностью 1500 кВт;

Котел ЭКАС 700 Д ТУ 4938-002-96897259-2015

Два стальных водогрейных котла серии КОЛВИ, выполненные на общей вертикальной раме с общей номинальной теплопроизводительностью 814 кВт (700 тыс. ккал/ч);

Таблица 1. Технические характеристики котлов ЭКАС

	ЭКАС 90	ЭКАС 120	ЭКАС 140	ЭКАС 170	ЭКАС 200
1. Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	85 000	120 000	140 000	170 000	200 000
кВт	99	140	163	198	233
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут				
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	95	115	115	115	115
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55				
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160				
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	5				
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	-/2	3/2	3/2	3/2	3/2
8. Поверхность нагрева, м ²	1,7	1,78	1,85	2,13	2,38
9. Коэффициент полезного действия, %	92				
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0
11. Расход природного газа, м ³ /ч***	11,5	16,2	18,9	23,0	27,0
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	8,8	12,4	14,5	17,6	20,7
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	0,5	0,9	1,3	1,9	2,6
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	5	11	11	20	31
15. Масса котла, кг	425	425	515	515	515
16. Водяной объем котла, л	129	129	129	129	129

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 180°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^р=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^р=10500 ккал/ м³н

Продолжение таблицы 1

	ЭКАС 250	ЭКАС 270	ЭКАС 300	ЭКАС 350	ЭКАС 440
1. Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	250 000	270 000	300 000	350 000	440 000
кВт	291	314	349	407	512
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут				
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	115				
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55				
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160				
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	5				
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	3/2				
8. Поверхность нагрева, м ²	5,14	5,72	7,55	8,46	10,2
9. Коэффициент полезного действия, %	92				
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	1,0	1,0	0,9	0,7	0,7
11. Расход природного газа, м ³ /ч***	33,8	36,5	40,5	47,3	59,4
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	25,9	28,0	31,1	36,2	45,5
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	2,2	2,6	2,8	3,7	2,8
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	32	38	36	40	52
15. Масса котла, кг	710	770	830	1080	1190
16. Водяной объем котла, л	240	240	240	470	630

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 180°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^р=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^р=10500 ккал/ м³н

Продолжение таблицы 1

	ЭКАС 500	ЭКАС 550	ЭКАС 600	ЭКАС 650	ЭКАС 1000	ЭКАС 1300
1.Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч кВт	500 000 581	550 000 640	600 000 698	650 000 756	945 830 1100	1 117 800 1300
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут					
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	115					
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55					
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160					
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	5			6 6		
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	3/2					
8. Поверхность нагрева, м ²	11,06	11,74	13,02	13,7	21,12	24,83
9. Коэффициент полезного действия, %	92					
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4
11. Расход природного газа, м ³ н/ч***	67,5	74,3	81,0	87,8	127,7	150,9
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	51,8	56,9	62,1	67,3	97,9	115,7
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	3,5	4,2	3,0	3,6	5,2	5,8
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	53	58	56	67	60	68
15. Масса котла, кг	1470	1470	1570	1570	1850	2000
16. Водяной объем котла, л	650	650	800	800	920	910

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 180°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^p=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^p=10500 ккал/ м³н

Продолжение таблицы 1

	ЭКАС 1500	ЭКАС 2000	ЭКАС 3000
1. Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	1 289 770	1 719 690	2 579 540
кВт	1500	2000	3000
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут		
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	115		
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55		
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160		
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	6		
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	3/2		
8. Поверхность нагрева, м ²	30,11	39,32	61,86
9. Коэффициент полезного действия, %	92		
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	0,4	0,3	0,3
11. Расход природного газа, м ³ /ч***	174,2	232,2	348,3
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	133,5	178,0	267,0
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	3,3	3,2	6,0
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	53	60	82
15. Масса котла, кг	2780	3650	5100
16. Водяной объем котла, л	1280	2820	2800

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 185°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^p=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^p=10500 ккал/ м³н

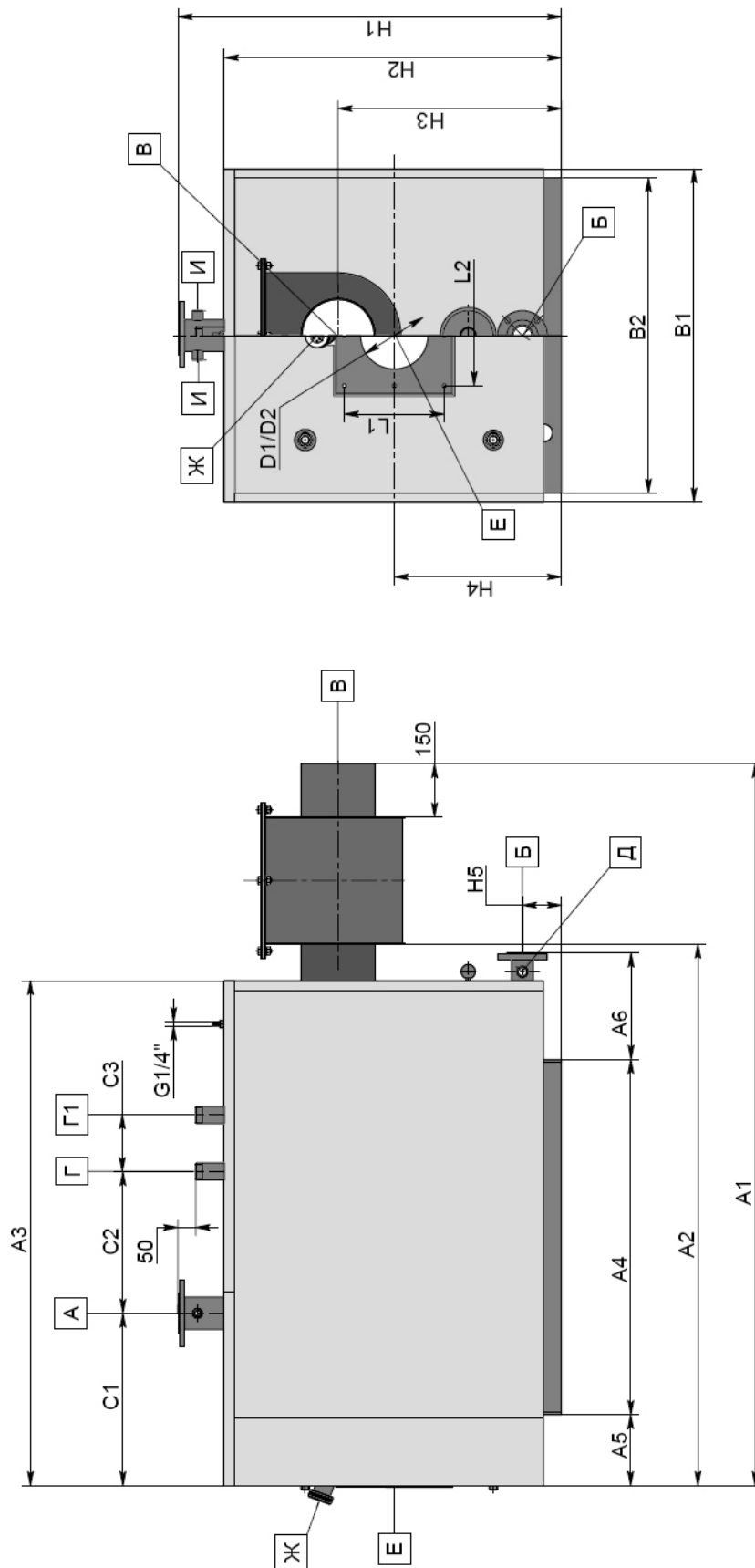
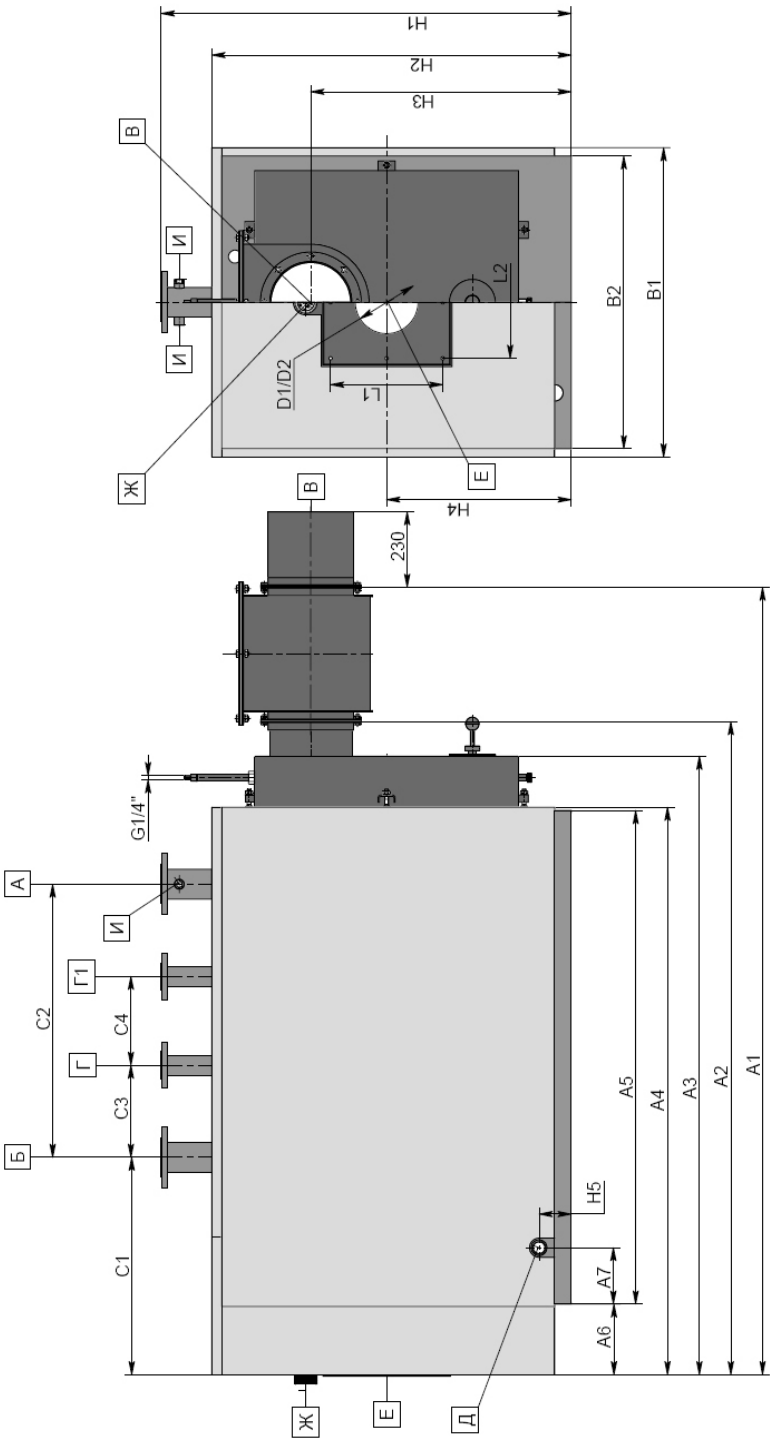


Рисунок 9. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 90... ЭКАС 200

№ п/п	Модель	Размеры в мм															Таблица пагрубков								Масса, кг	Объем воды, л				
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	C1	C2	C3	H1	H2	H3	H4	H5	Патру- бок прямой воды А		Патру- бок обран- ной воды В,	Патру- бок дымовых газов В, (2 шт.), Г	Патру- бок ПСК дрена- жа, Д	Патру- бок зур- го- релки Е	Смот- ровое окно Ж, Ø, мм			Бо- быш- ка И			
																		Ду	Ру									Ду	Ру	
1	ЭКАС 90	2040	1530	1415	1000	190	325	790	740	475	400	160	1080	950	680	510	110		50	10	50	10	200	1 ½"	1"	35	1/2"	425	129	
2	ЭКАС 120	2040	1530	1415	1000	190	325	790	740	475	400	160	1080	950	680	510	110		50	10	50	10	200	1 ½"	1"	35	1/2"	425	129	
3	ЭКАС 140	2340	1830	1715	1300	190	325	790	740	475	700	160	1080	950	680	510	110		65	10	65	10	208	1 ½"	1"	*	35	1/2"	515	129
4	ЭКАС 170	2340	1830	1715	1300	190	325	790	740	475	700	160	1080	950	680	510	110		65	10	65	10	208	1 ½"	1"	35	1/2"	515	129	
5	ЭКАС 200	2340	1830	1715	1300	190	325	790	740	475	700	160	1080	950	680	510	110		65	10	65	10	208	1 ½"	1"	35	1/2"	515	129	

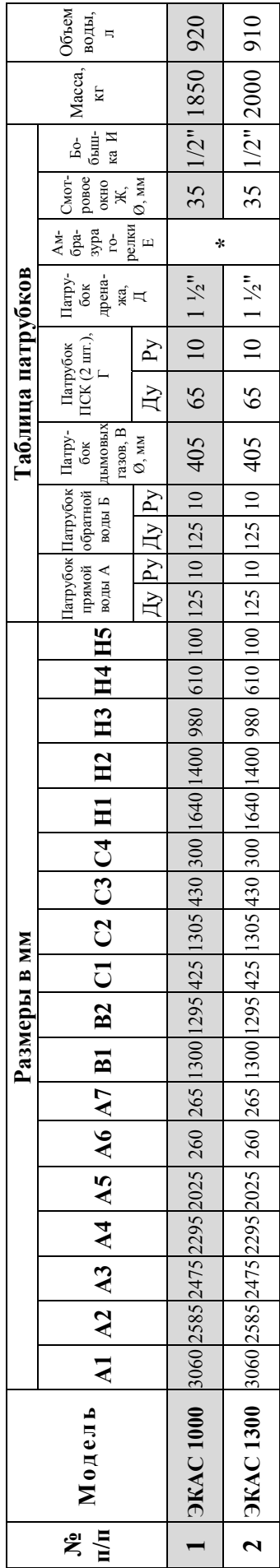
*- Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС



№ п/п		Модель		Размеры в мм																Таблица патрубков							Масса, кг	Объем воды, л				
																				Патрубок прямой воды А	Патрубок обратной воды Б		Патрубок бок дымовых газов В, Ø, мм	Патрубок ПСК (2 шт.), Г		Патрубок дрена- жа, Д			Ам- бра- зура го- релки Е	Смот- ровое окно Ж, Ø, мм	Бо- быш- ка И	
																					Ду	Ру		Ду	Ру							Ду
1	ЭКАС 250	2160	1745	1640	1485	1250	225	85	940	890	570	680	235	210	1245	1090	790	560	100	80	10	80	10	260	1 1/2"	-	1 1/2"		35	1/2"	710	240
2	ЭКАС 270	2160	1745	1640	1485	1250	225	85	940	890	570	680	235	210	1245	1090	790	560	100	80	10	80	10	260	1 1/2"	-	1 1/2"		35	1/2"	770	240
3	ЭКАС 300	2310	1895	1790	1635	1400	225	85	940	890	670	730	250	230	1245	1090	790	560	100	80	10	80	10	260	1 1/2"	-	1 1/2"		35	1/2"	830	240
4	ЭКАС 350	2410	1995	1890	1735	1500	225	85	940	890	665	830	280	270	1245	1090	790	560	110	80	10	80	10	260	1 1/2"	-	1 1/2"		35	1/2"	1080	470
5	ЭКАС 440	2585	2170	2060	1890	1660	220	85	1150	1100	665	970	325	320	1365	1295	930	680	135	100	10	100	10	310	1 1/2"	-	1 1/2"	*	35	1/2"	1190	630
6	ЭКАС 500	2665	2250	2140	1970	1740	220	85	1150	1100	665	1050	355	340	1365	1295	930	680	135	100	10	100	10	310	50	10	1 1/2"		35	1/2"	1470	650
7	ЭКАС 550	2665	2250	2140	1970	1740	220	85	1150	1100	665	1050	355	340	1365	1295	930	680	135	100	10	100	10	310	50	10	1 1/2"		35	1/2"	1470	650
8	ЭКАС 600	2700	2270	2160	1990	1760	220	85	1250	1200	665	1070	360	350	1520	1450	1020	760	190	100	10	100	10	360	50	10	1 1/2"		35	1/2"	1570	800
9	ЭКАС 650	2700	2270	2160	1990	1760	220	85	1250	1200	665	1070	360	350	1520	1450	1020	760	190	100	10	100	10	360	50	10	1 1/2"		35	1/2"	1570	800

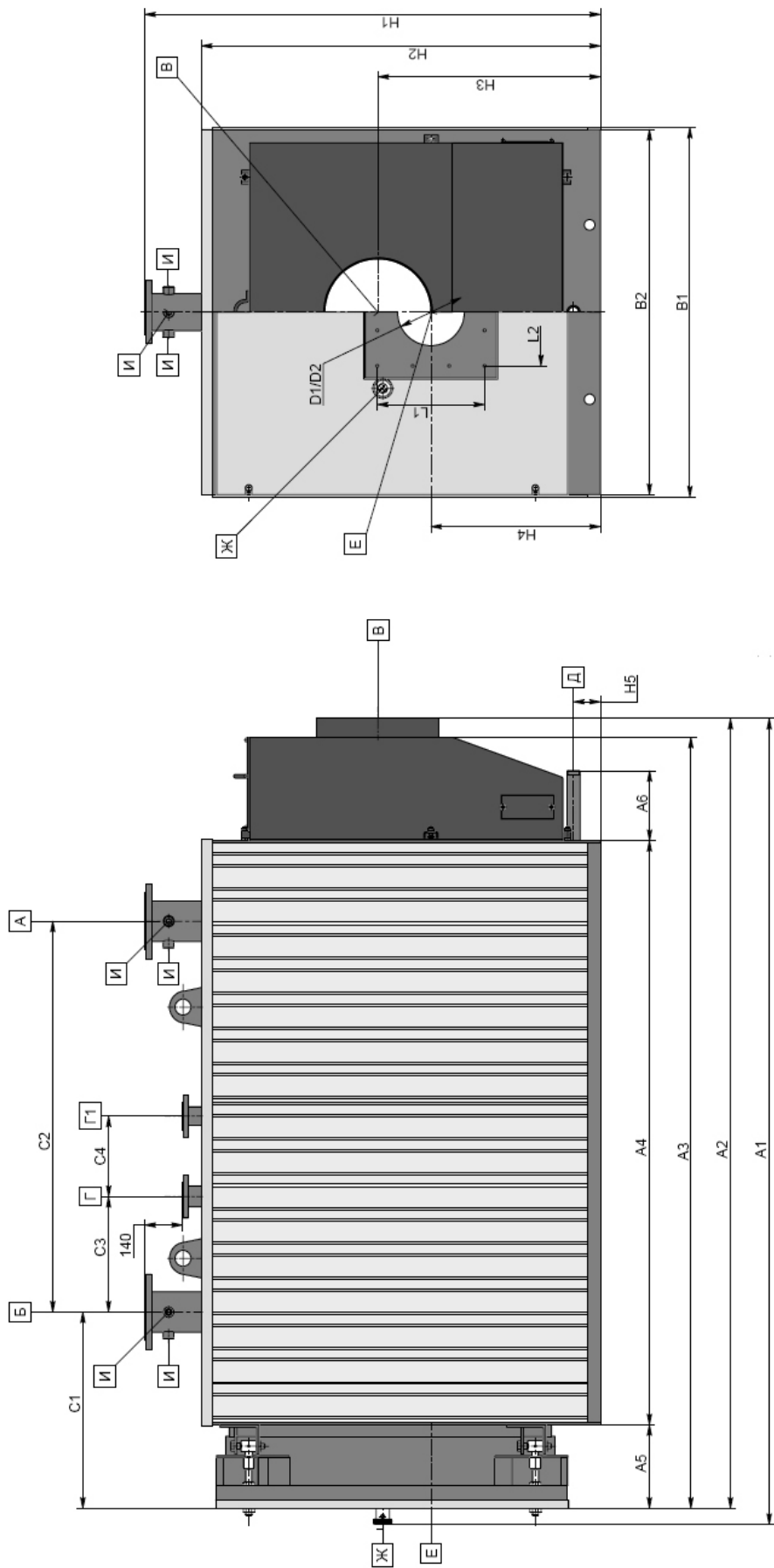
*- Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС

Рисунок 10. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 250...ЭКАС 650



*- Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС

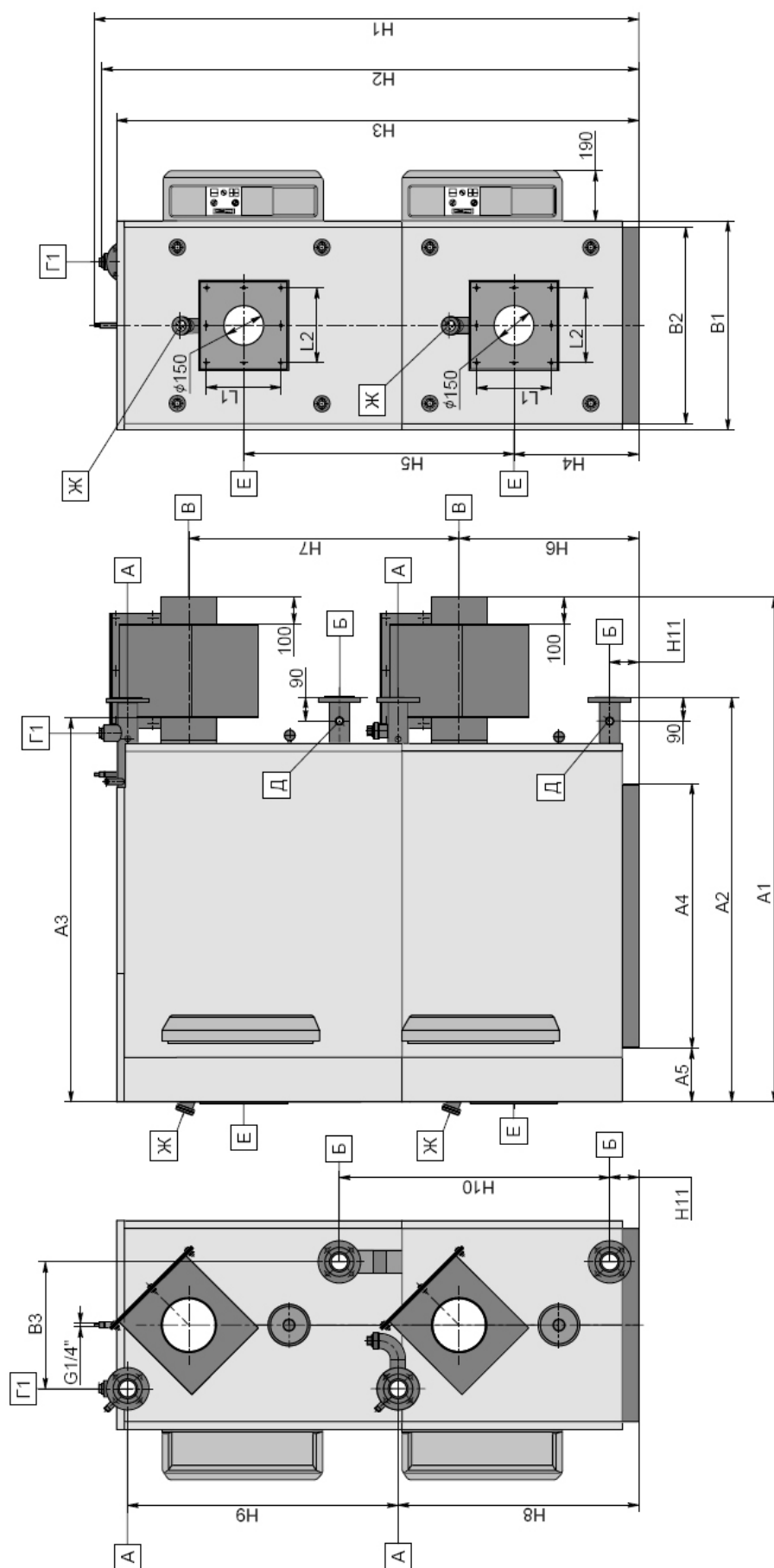
Рисунок 11. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 1000... ЭКАС 1300



№ п/п	Модель	Размеры в мм															Таблица патрубков							Масса, кг	Объем воды, л					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	C1	C2	C3	H1	H2	H3	H4	H5	Патрубок прямой воды А		Патрубок обратной воды Б		Патрубок газовых В, Ø, мм	Патрубок ПСК (2 шт.), Г			Патрубок дрена- жа, Д	Ам- бра- зур- го- релки Е	Смот- ровое окно Ж, Ø, мм	Бо- баш- ка И	
																		Ду	Ру	Ду	Ру									
1	ЭКАС 1500	3005	2945		2875	2175	310	145	1375	1360	730	1455	430	1700	1490	830	660	75	150	10	150	10	455	65	10	1 1/2"	35	1 1/2"	2780	1280
2	ЭКАС 2000	3470	3410		3340	2640	310	145	1375	1360	730	1918	430	1700	1490	830	660	75	150	10	150	10	455	80	10	1 1/2"	35	1 1/2"	3650	2820
3	ЭКАС 3000	3495	3435		3365	2690	370	145	1885	1885	705	1580	565	2270	2050	1535	915	144	250	10	250	10	624	125	10	1 1/2"	35	1 1/2"	5100	2800

*- Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС

Рисунок 12. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 1500... ЭКАС 3000



№ п/п	Модель	Размеры в мм											Таблица патрубков										Масса, кг									
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	Патру- бок прямой воды А	Патру- бок обратной воды Б		Патру- бок газов В, шт.), Г	Патру- бок дрена- жа, Д	Ам- бра- зура го- релки Е	Смот- ровое окно Ж, мм	Бо- быш- ка И				
																						Ду							Ру			
																														Ду	Ру	
1	ЭКАС 240 Д	1910	1530	1455	1000	203	790	740	480	2060	2020	1970	508	1020	680	1020	905	1020	1020	110	65	10	65	10	208	1 1/2"	1"	*	35			1 1/2"
2	ЭКАС 400 Д	2270	1830	1755	1300	203	790	740	480	2060	2020	1970	508	1020	680	1020	905	1020	1020	1020	110	65	10	65	10	208	1 1/2"	1"	*	35	1 1/2"	1050

*, Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС

Рисунок 13. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 240 Д... ЭКАС 400 Д

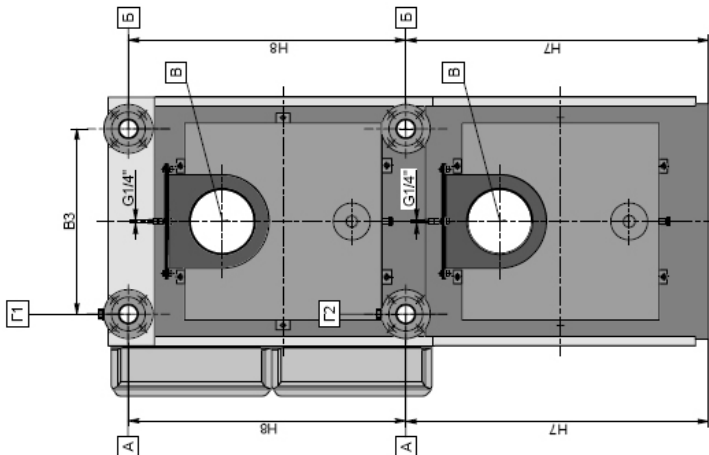
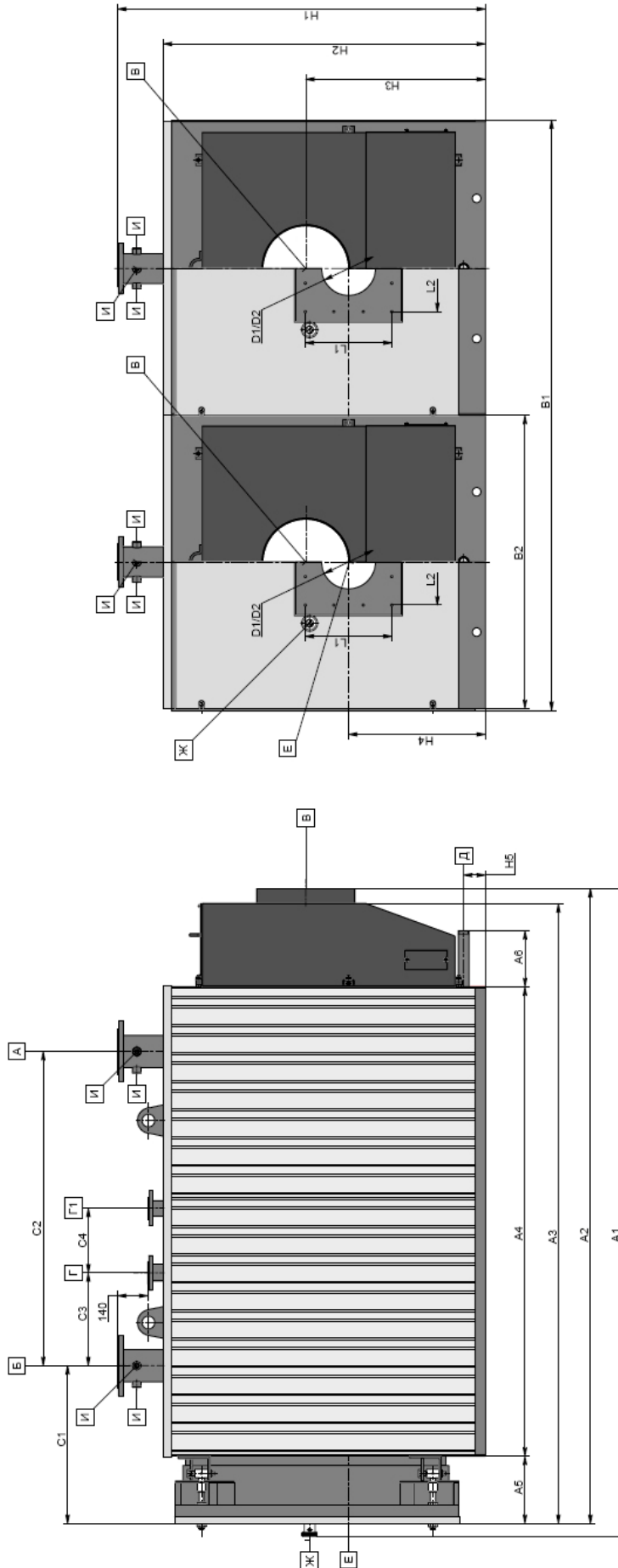


Рисунок 14. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 500 Д... ЭКАС 700 Д

№ п/п	Модель	Размеры в мм														Таблица патрубков								Масса, кг								
		А1	А2	А3	А4	А5	А6	А7	В1	В2	В3	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6	Н7	Н8	Н9	Н10	Патру- бок прямой воды А			Патру- бок обратной воды В	Патру- бок ПСК (2 шт.), Г	Патру- бок дрена- жа, Д	Ам- бра- зура го- релки Е	Смог- ровое око- но Ж, Ø, мм	Бо- выш- ка И		
																						Ду	Ру								Ду	Ру
1	ЭКАС 500 Д	2180	1725	1625	1250	215	85	385	940	890	700	2330	2260	560	1060	790	1060	1145	1060	1060	110	80	10	80	10	258	1 1/2"	1 1/2"	35	1 2"	1440	
2	ЭКАС 540 Д	2180	1725	1625	1250	215	85	385	940	890	700	2330	2260	560	1060	790	1060	1145	1060	1060	110	80	10	80	10	258	1 1/2"	1 1/2"	35	1 2"	1590	
3	ЭКАС 600 Д	2330	1875	1770	1400	215	85	385	940	890	700	2330	2260	560	1060	790	1060	1145	1060	1060	110	80	10	80	10	258	Ду50	1 1/2"	35	1 2"	1690	
4	ЭКАС 700 Д	2430	1975	1875	1500	215	85	385	940	890	700	2330	2260	560	1060	790	1060	1145	1060	1060	110	80	10	80	10	258	Ду50	1 1/2"	35	1 2"	2190	

* - Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС



* - Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС

№ п/п	Модель	Размеры в мм															Таблица патрубков								Масса, кг													
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	C1	C2	C3	C4	H1	H2	H3	H4	H5	Патрубок прямой воды А		Патрубок обратной воды Б		Патру- бок газовых газов, В Ø, мм	Патрубок ПСК (2 шт.), Г		Патру- бок дрена- жа, Д	Ам- бра- зура го- релки Е	Смот- ровое окно Ж, мм	Бо- быш- ка И									
		A1		A2		A3		A4		A5		A6		B1		B2		C1		C2		C3								C4		H1		H2		H3		H4
				Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду		Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру	Ду	Ру				
1	ЭКАС 3000 Р	3005	2945	2875	2175	310	145	2735	1360	730	1455	430	300	1700	1490	830	660	75	150	10	150	10	455	65	10	1 1/2"	35	1/2"	5560									
2	ЭКАС 4000 Р	3470	3410	3340	2640	310	145	2735	1360	730	1918	430	300	1700	1490	830	660	75	150	10	150	10	455	80	10	1 1/2"	35	1/2"	7300									
3	ЭКАС 6000 Р	3495	3435	3365	2690	370	145	3755	1885	705	1580	565	565	2270	2050	1535	915	144	250	10	250	10	624	125	10	1 1/2"	35	1/2"	10200									

Таблица 2. Технические характеристики котлов ЭКАС М

	ЭКАС 90 М	ЭКАС 120 М	ЭКАС 140 М	ЭКАС 170 М	ЭКАС 200 М
1. Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	85 000	120 000	140 000	170 000	200 000
кВт	99	140	163	198	233
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут				
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	95	115	115	115	115
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55				
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160				
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	5				
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	-/2	3/2	3/2	3/2	3/2
8. Поверхность нагрева, м ²	5	5	7,1	7,1	7,1
9. Коэффициент полезного действия, %	92				
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0
11. Расход природного газа, м ³ /ч***	11,5	16,2	18,9	23,0	27,0
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	8,8	12,4	14,5	17,6	20,7
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	0,5	0,9	1,3	1,9	2,6
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	6,2	10,2	9,7	11,3	17,5
15. Масса котла, кг	346	346	470	470	470
16. Водяной объем котла, л	210	210	280	280	280

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 180°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^р=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^р=10500 ккал/ м³н

Продолжение таблицы 2

	ЭКАС 250 М	ЭКАС 270 М	ЭКАС 300 М	ЭКАС 350 М	ЭКАС 440 М
1. Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	250 000	270 000	300 000	350 000	440 000
кВт	291	314	349	407	512
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут				
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	115				
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55				
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160				
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	5				
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	3/2				
8. Поверхность нагрева, м ²	8,9	8,9	9,6	10,8	12,4
9. Коэффициент полезного действия, %	92				
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	1,0	1,0	0,9	0,7	0,7
11. Расход природного газа, м ³ /ч***	33,8	36,5	40,5	47,3	59,4
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	25,9	28,0	31,1	36,2	45,5
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	2,2	2,6	2,8	3,7	2,8
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	22,6	25,8	32,2	42,7	47
15. Масса котла, кг	581	581	616	712	783
16. Водяной объем котла, л	350	350	370	450	540

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 180°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^р=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^р=10500 ккал/ м³н

Продолжение таблицы 2						
	ЭКАС 500 М	ЭКАС 550 М	ЭКАС 600 М	ЭКАС 650 М	ЭКАС 1000 М	ЭКАС 1300 М
1.Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	500 000	550 000	600 000	650 000	945 830	1 117 800
кВт	581	640	698	756	1100	1300
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут					
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	115					
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55					
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160					
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	5				6	6
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	3/2					
8. Поверхность нагрева, м ²	15	15	16,23	16,23	25,31	26,3
9. Коэффициент полезного действия, %	92					
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4
11. Расход природного газа, м ³ н/ч***	67,5	74,3	81,0	87,8	127,7	150,9
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	51,8	56,9	62,1	67,3	97,9	115,7
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	3,5	4,2	3,0	3,6	5,2	5,8
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	51	59,4	75	85,7	78,7	121,4
15. Масса котла, кг	975	975	1051	1051	1617	1669
16. Водяной объем котла, л	640	640	720	720	1100	1120

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 180°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^p=8050 ккал/ м³н;

**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^p=10500 ккал/ м³н

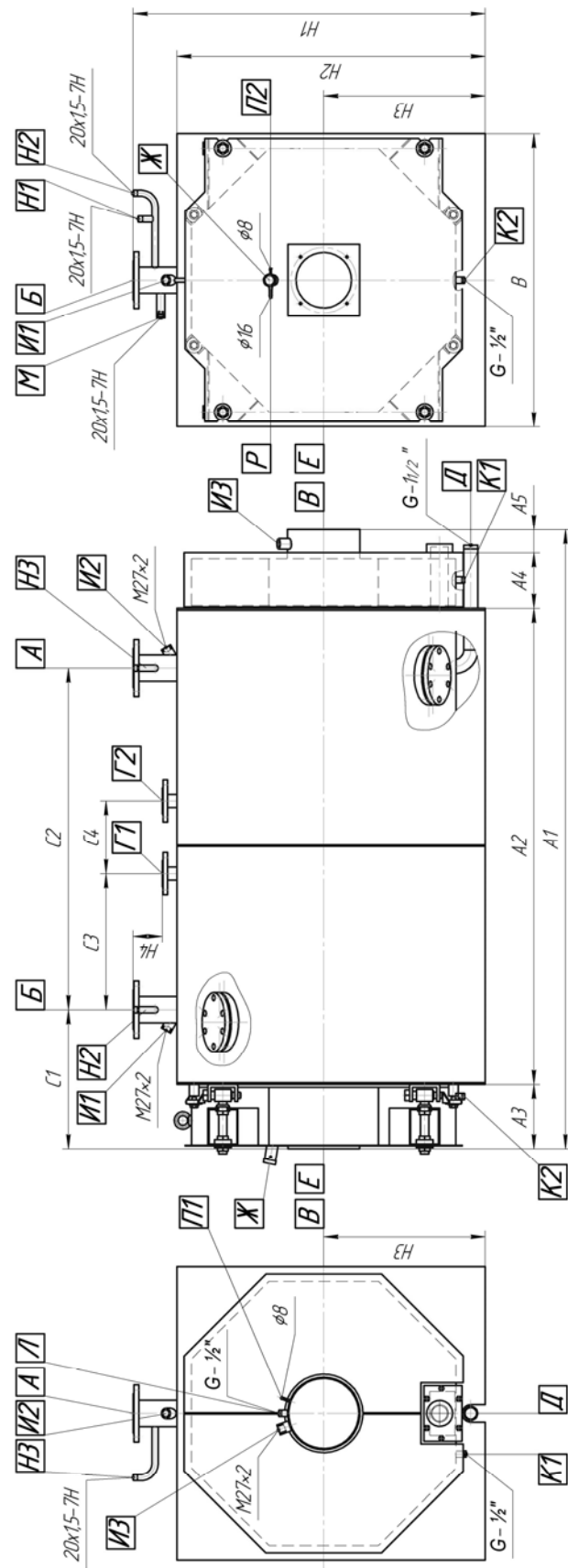
Продолжение таблицы 1					
	ЭКАС 1500 М	ЭКАС 2000 М	ЭКАС 3000 М	ЭКАС 4000 М	ЭКАС 5000 М
1.Номинальная теплопроизводительность, ккал/ч	1 289 770	1 719 690	2 579 540	3 439 380	4 299 230
кВт	1500	2000	3000	4000	5000
2. Топливо	Природный газ/дизельное топливо/мазут				
3. Максимальная температура отопительной воды, °С*	115				
4. Минимально возможная температура в обратном трубопроводе, °С*	55				
5. Температура дымовых газов, не менее, °С**	160				
6. Максимальное рабочее давление воды в котле, бар	6				
7. Минимальное рабочее давление воды в котле (при максимальной температуре 115°С/95°С), бар	3/2				
8. Поверхность нагрева, м ²	31,73	40,4	65,5	105,25	145,6
9. Коэффициент полезного действия, %	92				
10. Потери тепла в окружающую среду q ₅ при номинальной производительности, не более, %	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
11. Расход природного газа, м ³ н/ч***	174,2	232,2	348,3	464,4	580,5
12. Расход дизельного топлива, кг/ч****	133,5	178,0	267,0	356,0	445,1
13. Гидравлическое сопротивление котла при Δt=15°С, кПа	3,3	3,2	6,0	8,5	9,2
14. Аэродинамическое сопротивление котла, мм вод. ст.	90	145	103,4	125,2	138,5
15. Масса котла, кг	1980	2426	4140	9000	12000
16. Водяной объем котла, л	1380	1750	3100	4546	7577

*- котлы ЭКАС поставляются настроенными на работу с максимально возможной температурой отопительной воды 95°С (по заказу 115°С);

** - значение температуры дымовых газов при номинальной теплопроизводительности составляет 185°С.

*** - при низшей теплотворной способности природного газа Q_н^p=8050 ккал/ м³н;

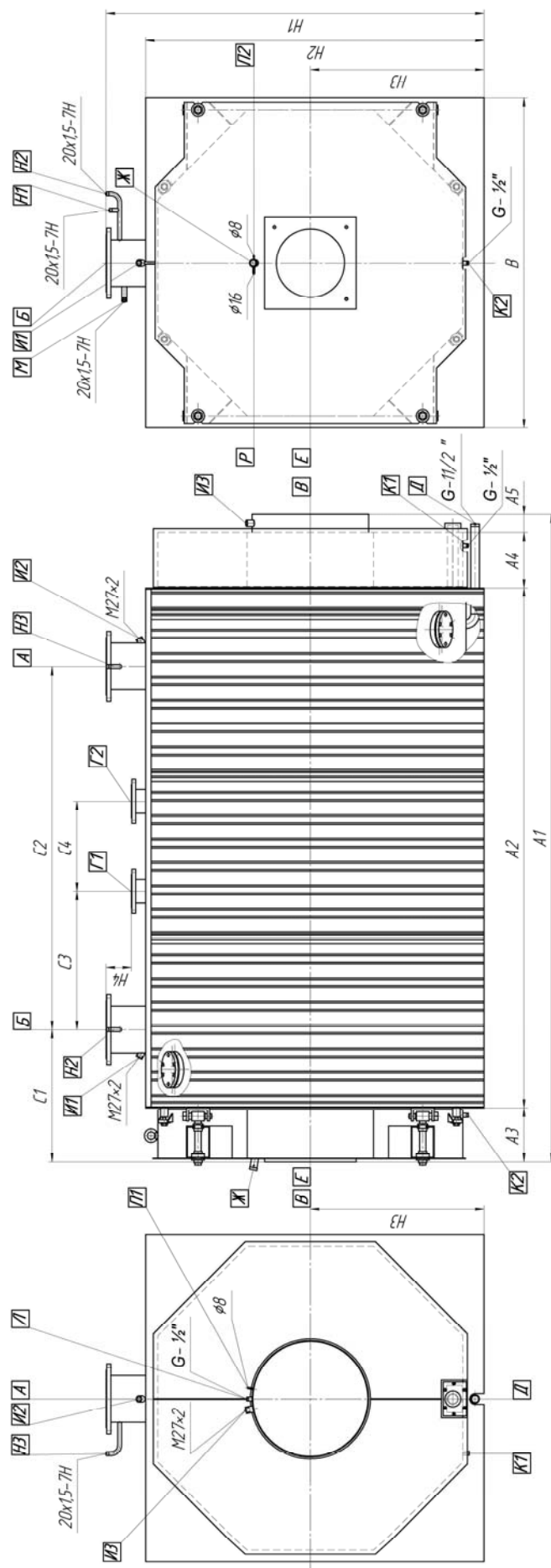
**** - при низшей теплотворной способности дизельного топлива Q_н^p=10500 ккал/ м³н



№ п/п	Модель	Размеры в мм												Таблица патрубков								Масса, кг	Объем воды, л					
		А1	А2	А3	А4	А5	В	С1	С2	С3	С4	Н1	Н2	Н3	Патрубок прямой воды А	Патрубок обратной воды Б		Патрубок дымо- вых газов, В Ø, мм	Патрубок ПСК (2 шт.), Г	Амбразу- ра горел- ки Е								
																Ду	Ру				Ду			Ру	Наруж.	Внутр.	Ду	Ру
1	ЭКАС 90 М	1751	1293	198	160	100	868	403	883	350	250	1048	918	483	65	10	65	10	208	202	1 1/2"	-	346	210				
2	ЭКАС 120 М	1751	1293	198	160	100	868	403	883	350	250	1048	918	483	65	10	65	10	208	202	1 1/2"	-	346	210				
3	ЭКАС 140 М	1751	1293	198	160	100	868	403	883	350	250	1048	918	483	65	10	65	10	208	202	1 1/2"	-	470	280				
4	ЭКАС 170 М	1751	1293	198	160	100	868	403	883	350	250	1048	918	483	65	10	65	10	208	202	1 1/2"	-	470	280				
5	ЭКАС 200 М	1751	1293	198	160	100	868	403	883	350	250	1048	918	483	65	10	65	10	208	202	1 1/2"	-	470	280				
6	ЭКАС 250 М	2123	1633	220	170	100	1006	476	1171	465	250	1206	1056	553	80	10	80	10	248	240	40	10	581	350				
7	ЭКАС 270 М	2123	1633	220	170	100	1006	476	1171	465	250	1206	1056	553	80	10	80	10	248	240	40	10	581	350				
8	ЭКАС 300 М	2123	1633	220	170	100	1006	476	1171	465	250	1206	1056	553	80	10	80	10	248	240	40	10	616	370				
9	ЭКАС 350 М	2123	1633	220	170	100	1006	476	1171	465	250	1206	1056	553	80	10	80	10	248	240	40	10	712	450				
10	ЭКАС 440 М	2153	1643	220	190	100	1048	476	1181	465	250	1248	1098	574	100	10	100	10	298	290	40	10	783	540				
11	ЭКАС 500 М	2278	1768	220	190	100	1130	476	1256	350	300	1330	1180	615	100	10	100	10	298	290	50	10	975	640				
12	ЭКАС 550 М	2278	1768	220	190	100	1130	476	1256	350	300	1330	1180	615	100	10	100	10	298	290	50	10	975	640				
13	ЭКАС 600 М	2428	1918	220	190	100	1140	476	1406	550	300	1340	1190	620	100	10	100	10	348	340	50	10	1051	720				
14	ЭКАС 650 М	2428	1918	220	190	100	1140	476	1406	550	300	1340	1190	620	100	10	100	10	348	340	50	10	1051	720				
15	ЭКАС 1000 М	2610	2098	222	190	100	1324	528	1486	600	400	1524	1374	712	100	10	100	10	398	390	65	10	1617	1100				
16	ЭКАС 1300 М	2690	2178	222	190	100	1324	528	1566	600	400	1524	1374	712	100	10	100	10	348	340	50	10	1669	1120				

*. Размер определяется по горелке, комплектующей котел ЭКАС

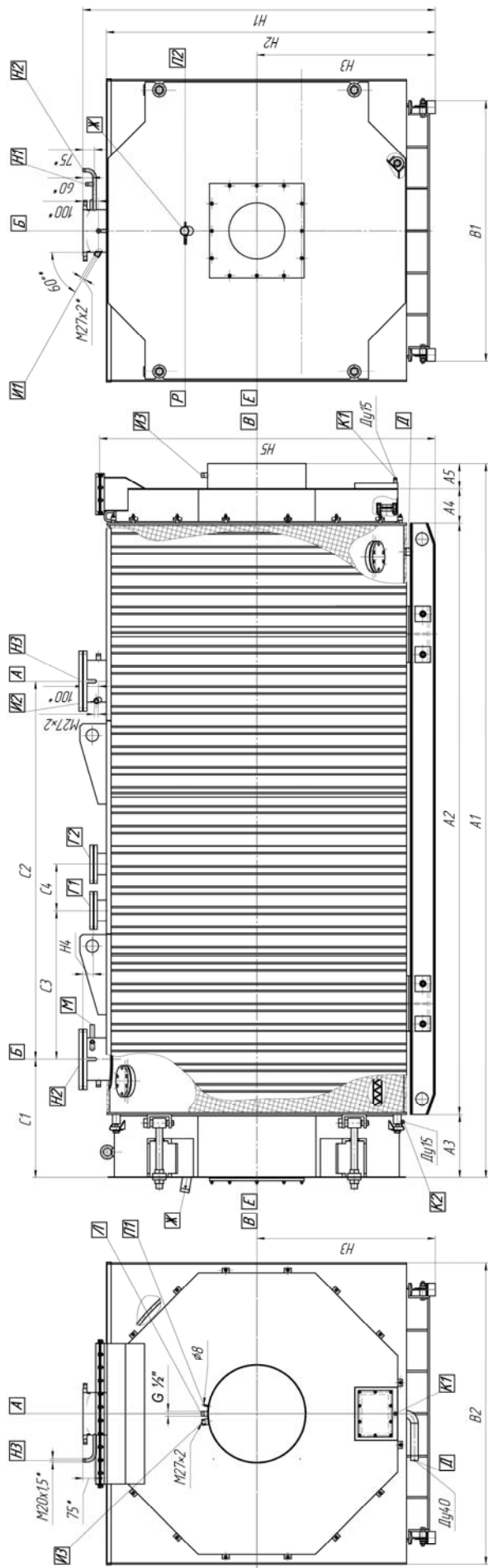
Рисунок 16. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 90 М...ЭКАС 1300 М



№ п/п	Модель	Размеры в мм										Таблица патрубков								Масса, кг	Объем воды, л				
		A1	A2	A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	H1	H2	H3	Патрубок прямой воды А		Патрубок обратной воды Б		Патрубок дымо- вых газов, В О, мм			Патрубок ПСК (2 шт.), Г		Амбразу- ра горел- ки Е	
															Ду	Ру	Ду	Ру	Наруж.			Внутр.	Ду		Ру
1	ЭКАС 1500 М	2775	2188	222	265	100	1484	528	1576	600	400	1668	1518	784	150	10	150	10	448	440	65	10	*	1980	1380
2	ЭКАС 2000 М	3207	2588	254	265	100	1500	560	1978	600	400	1700	1550	800	150	10	150	10	448	440	80	10		1750	
3	ЭКАС 3000 М	3599	2888	301	310	100	1832	737	2016	765	500	2102	1882	966	250	10	250	10	648	640	125	10	4140	3100	

*. Размер определяется по горелке, комплектующей котел ЭКАС

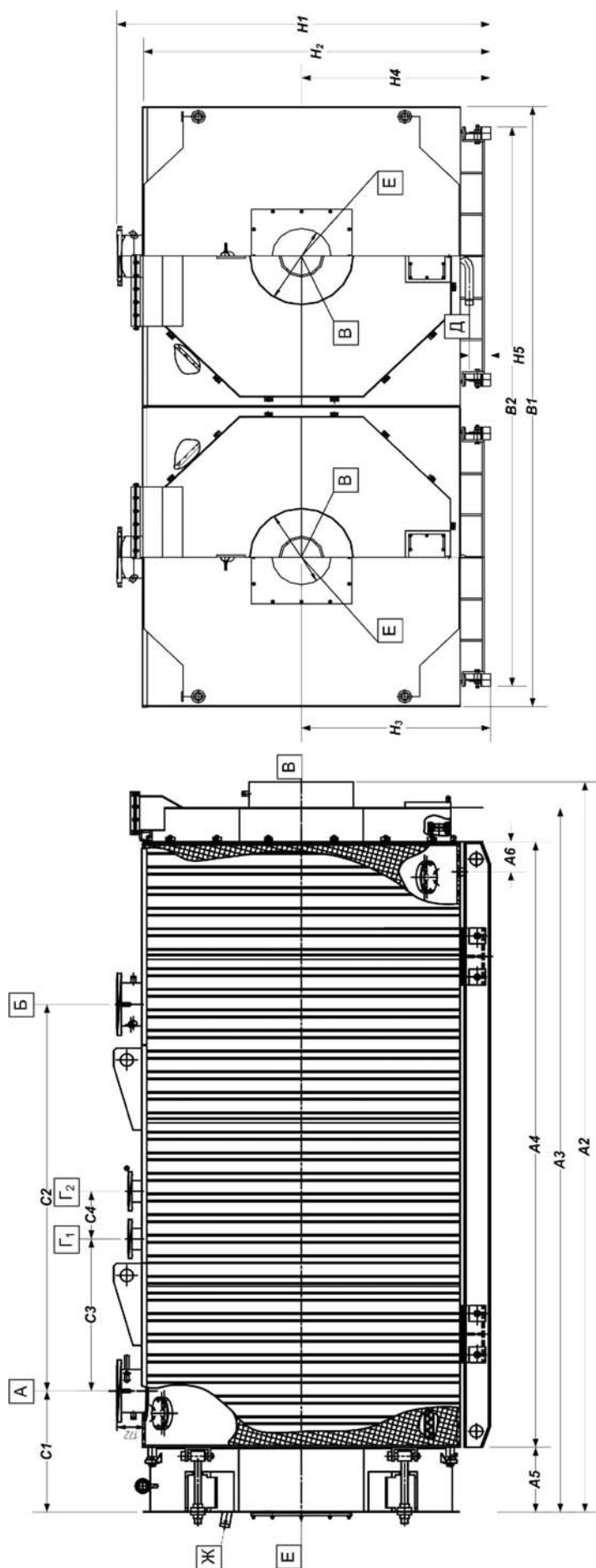
Рисунок 17. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 1500 М...ЭКАС 3000 М



№ п/п	Модель	Размеры в мм															Таблица патрубков							Масса, кг	Объем воды, л			
		А1	А2	А3	А4	А5	В1	В2	С1	С2	С3	С4	Н1	Н2	Н3	Патрубок прямой воды А		Патрубок обратной воды Б		Патрубок дымо- вых газов, В Ø, мм		Патрубок ПСК (2 шт.), Г				Амбразу- ра горел- ки Е		
																Ду	Ру	Ду	Ру	Наруж.	Внутр.	Ду	Ру				Ду	Ру
1	ЭКАС 4000 М	4631	3812	431	225	163	1680	1954	765	2440	960	300	2270	2120	1150	250	10	250	10	634	624	125	10	*	9000	4546		
2	ЭКАС 5000 М	5181	4324	488	249	120	1924	2250	880	3460	1200	500	2566	2415	1298	250	10	250	10	660	650	150	10	*	12000	7577		

*, Размер определяется по горелке, комплектующей котел ЭКАС

Рисунок 18. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 4000 М...ЭКАС 5000 М



№ п/п	Модель	Размеры в мм												Таблица патрубков							Ам-бра-зуря-го-режки Е	Смот-ровое-окно Ж, мм	Бо-быш-ка И	Масса, кг					
		A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	C1	C2	C3	C4	H1	H2	H3	H4	H5	Патрубок прямой воды А	Патрубок обратной воды Б						Патрубок бок дымовых газов, В	Патрубок ПСК (2 шт.), Г		Патру- бок дрена- жа, Д	
																			Ду	Ру						Ду	Ру		Ду
1	ЭКАС 8000 РМ	4631	4468	3812	431	180	3930	3680	765	2440	960	300	2270	2120	1150	1150	135	250	10	250	10	624	125	10	1 1/2"	*	35	1 1/2"	18000
2	ЭКАС 10000 РМ	5181	5061	4324	488	180	4550	4240	880	3460	1200	500	2566	2415	1298	1298	135	250	10	250	10	660	150	10	1 1/2"	*	35	1 1/2"	24000

*- Размеры D1, D2, L1, L2 определяются по горелке, комплектующей котел ЭКАС

Рисунок 19. Габаритные и присоединительные размеры котлов серии ЭКАС 8000 РМ... ЭКАС 10000 РМ

На рис. 9...19 буквенные обозначения русского алфавита соответствуют следующим патрубкам:

- патрубок отвода нагретой циркуляционной воды в подающий трубопровод тепловой сети (Т1, прямой воды) – А;
- патрубок подвода нагретой циркуляционной воды в котел из обратного трубопровода тепловой сети (Т2, обратной воды) – Б;
- патрубок выхода дымовых газов из котла – В;
- патрубки для монтажа предохранительно-сбросных клапанов (ПСК) – Г (допускается возможность установки ПСК другим способом, предусмотренным Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338 К (115°С));
- патрубок дренажа – Д;
- амбразура для установки блочной горелки Е;
- смотровое окно в топку котла – Ж;
- штуцеры с гильзой для установки датчиков температуры – И;
- патрубки для дренажа конденсата водяного пара из дымовых газов – К (образование конденсата возможно при пуске котлов в начале отопительного периода);
- штуцер для установки зонда анализатора дымовых газов – Л;
- штуцер для установки термопары – М;
- штуцеры для подключения манометров или датчиков давления – Н;
- штуцеры для подключения датчиков давления, напорометров или дифференциальных манометров – П;
- штуцер для подключения трубопровода воздушного охлаждения (обдува) смотрового окна – Р.

Минимальная теплопроизводительность котлов и, соответственно, минимальный расход топлива определяются следующими условиями:

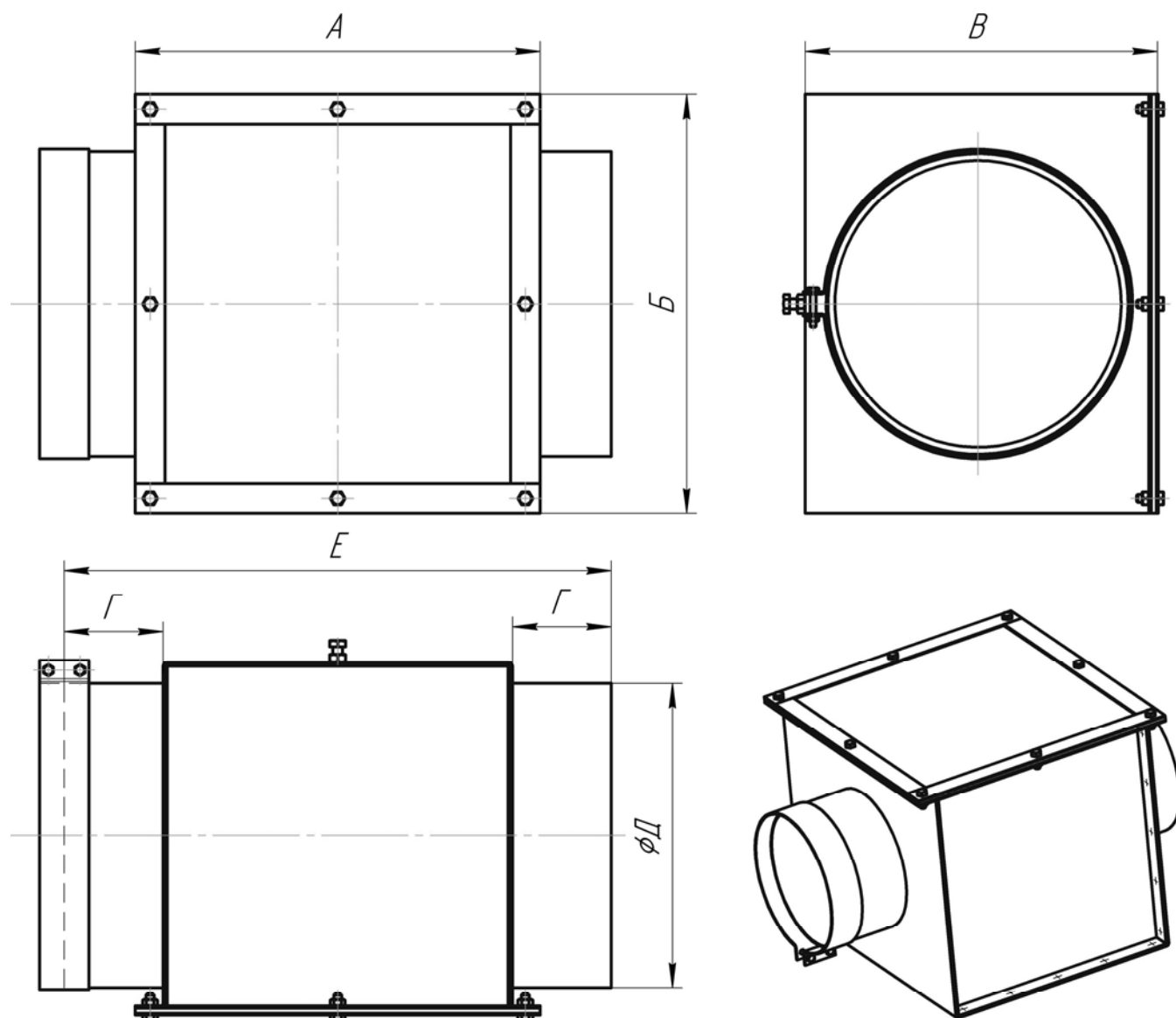
- двухступенчатая (или модуляционная, или двухступенчатая прогрессивная) горелка, комплектующая котел имеет свой минимум настройки мощности, обеспечивающий нормальный режим горения. Минимальная мощность горелки определяется по техническим данным (рабочим полям), приведенным в эксплуатационной документации горелок;

- минимальная мощность котла должна удовлетворять условиям, предотвращающим возможность возникновения конденсации на хвостовых поверхностях котла – в общем случае температура дымовых газов не должна превышать значение 150...160°С.

Эти два условия выполняются при проведении пусконаладочных работ на смонтированном оборудовании. Практически, значение минимальной теплопроизводительности определяется в диапазоне 40...60% от номинальной.



Внимание! При настройке минимальной мощности котла (горелки) менее 40% от номинальной теплопроизводительности, вследствие возможной конденсации водяного пара из дымовых газов, при длительных работах на малых нагрузках, существует опасность явления низкотемпературной коррозии «хвостовой» части теплообменника котла.



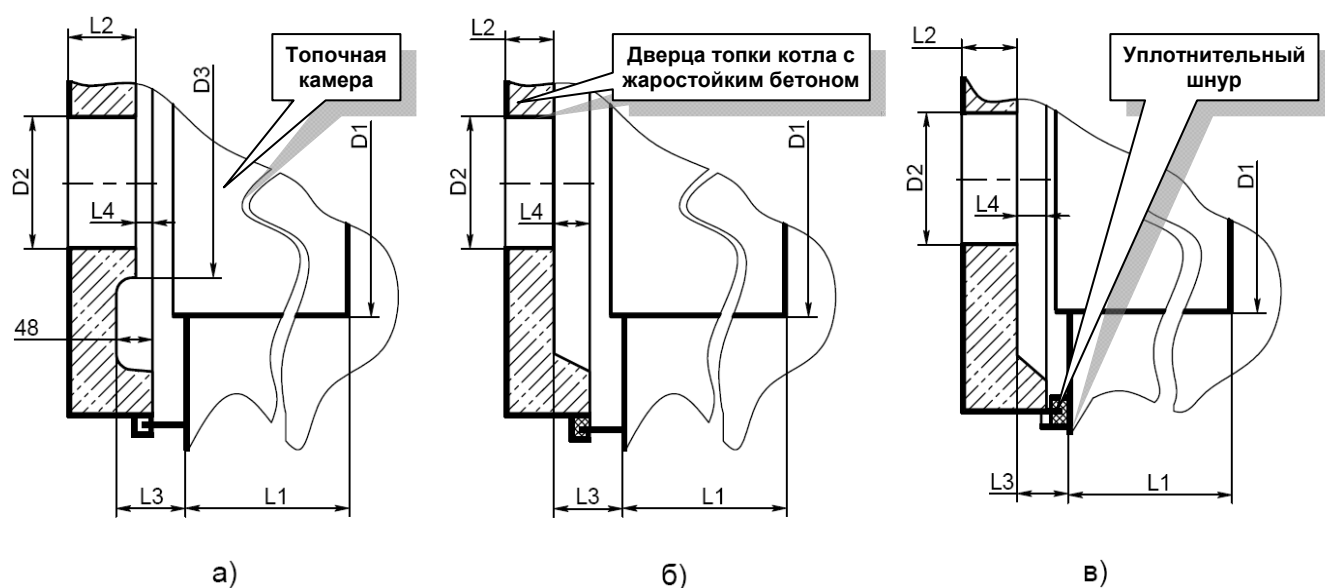
Котел	Размер, мм					
	А	Б	В	Г	Д	Е
ЭКАС 90...ЭКАС 200	410	424	375,5	100	208	554
ЭКАС 250...ЭКАС 350	410	424	375,5	100	258	554
ЭКАС 440...ЭКАС 550	410	424	375,5	100	308	554
ЭКАС 600...ЭКАС 650	490	430	411,5	100	358	634
ЭКАС 1000...ЭКАС 1300	530	480	461,5	100	408	674
ЭКАС 90 М...ЭКАС 200 М	410	424	375,5	100	208	554
ЭКАС 250 М...ЭКАС 350 М	410	424	375,5	100	248	554
ЭКАС 440 М...ЭКАС 550 М	410	424	375,5	100	298	554
ЭКАС 600 М...ЭКАС 650 М	490	430	411,5	100	348	634
ЭКАС 1000 М...ЭКАС 1300 М	530	480	461,5	100	398	674

Рисунок 20. Взрывные клапаны, поставляемые для котлов серии ЭКАС и ЭКАС М

В случае применения одноступенчатой горелки, работающей в режиме «Включено/Выключено», котел работает только с номинальной теплопроизводительностью.

Котлы серии ЭКАС и ЭКАС М могут поставляться с горелками CUENOD, ELCO, CIB UNIGAS, FBR, ECOFLAM, WEISHAUPТ. Принципиально возможна работа котлов ЭКАС с горелками других производителей при условии правильно выполненного подбора горелки и согласовании электрического подключения прибора управления (контроллера) горелки к пульту управления котлом.

Геометрические характеристики котлов серии ЭКАС, необходимые для подбора горелок (размеры топочной камеры, размеры поворотной камеры, характерные размеры дверцы топочной камеры) приведены на рисунке 21. Данные, необходимые для подбора горелок к котлам серии ЭКАС М представлены в таблице 3.



№ п/п	Модель	Номинальная теплопроизводительность, кВт	Характеристика горелки	Размеры в мм							Прим.
				D ₁	D ₂	D ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	
1	ЭКАС 90	99	110 кВт; 0,5 мбар	442	143	220	917	130	80	25	а
2	ЭКАС 120	140	156 кВт; 1,1 мбар	442	143	220	917	130	80	25	а
3	ЭКАС 140	163	181 кВт; 1,1 мбар	442	143	220	1208	130	80	25	а
4	ЭКАС 170	198	220 кВт; 2,0 мбар	442	143	220	1208	130	80	25	а
5	ЭКАС 200	223	259 кВт; 3,1 мбар	442	143	220	1208	130	80	25	а
6	ЭКАС 250	291	323 кВт; 3,2 мбар	580	190	—	1140	140	60	25	б
7	ЭКАС 270	314	349 кВт; 3,8 мбар	580	190	—	1140	140	60	25	б
8	ЭКАС 300	349	388 кВт; 3,6 мбар	580	190	—	1290	140	60	25	б
9	ЭКАС 350	407	452 кВт; 4,0 мбар	580	190	—	1395	140	60	25	б
10	ЭКАС 440	512	569 кВт; 5,2 мбар	620	210	—	1525	140	65	40	б
11	ЭКАС 500	581	646 кВт; 5,3 мбар	636	210	—	1605	140	65	40	б
12	ЭКАС 550	640	711 кВт; 5,8 мбар	636	210	—	1605	140	65	40	б
13	ЭКАС 600	698	776 кВт; 5,6 мбар	700	247	—	1605	115	90	65	б
14	ЭКАС 650	756	840 кВт; 6,7 мбар	700	247	—	1605	115	90	65	б
15	ЭКАС 1000	1100	1222 кВт; 6,0 мбар	772	300	—	1900	145	80	65	в
16	ЭКАС 1300	1300	1444 кВт; 6,8 мбар	772	300	—	1900	145	80	65	в
17	ЭКАС 1500	1500	1667 кВт; 7,8 мбар	860	250	—	1995	165	105	75	в
18	ЭКАС 2000	2000	2223 кВт; 6,5 мбар	860	250	—	2490	165	105	75	в
19	ЭКАС 3000	3000	3334 кВт; 8,5 мбар	1108	400	—	2495	215	140	95	в

Рисунок 21. Геометрические характеристики котлов серии ЭКАС, необходимые для подбора горелок:

а) для котлов ЭКАС 90... ЭКАС 200; б) для котлов ЭКАС 250... ЭКАС 650; в) для котлов ЭКАС 1000... ЭКАС 3000

Таблица 3. Данные для подбора горелок к котлам серии ЭКАС М

№ п/п	Модель	Номинальная теплопроизводительность, кВт	Характеристика горелки	Размеры в мм			
				Диаметр топки	Длина топки	Диаметр амбразуры под горелку	Минимальная длина сопла горелки
1	ЭКАС 90 М	99	110 кВт; 0,62 мбар	430	1072	150	205
2	ЭКАС 120 М	140	156 кВт; 1,02 мбар	430	1072	150	205
3	ЭКАС 140 М	163	181 кВт; 0,97 мбар	490	1236	170	205
4	ЭКАС 170 М	198	220 кВт; 1,13 мбар	490	1236	170	205
5	ЭКАС 200 М	223	259 кВт; 1,75 мбар	490	1236	170	205
6	ЭКАС 250 М	291	323 кВт; 2,26 мбар	620	1327	170	227
7	ЭКАС 270 М	314	349 кВт; 2,58 мбар	620	1327	170	227
8	ЭКАС 300 М	349	388 кВт; 3,22 мбар	620	1427	170	227
9	ЭКАС 350 М	407	452 кВт; 4,27 мбар	620	1575	170	227
10	ЭКАС 440 М	512	569 кВт; 4,7 мбар	620	1575	220	227
11	ЭКАС 500 М	581	646 кВт; 5,1 мбар	700	1700	220	227
12	ЭКАС 550 М	640	711 кВт; 5,94 мбар	700	1700	220	227
13	ЭКАС 600 М	698	776 кВт; 7,5 мбар	700	1850	240	227
14	ЭКАС 650 М	756	840 кВт; 8,57 мбар	700	1850	240	227
15	ЭКАС 1000 М	1100	1222 кВт; 7,87 мбар	820	2020	260	227
16	ЭКАС 1300 М	1300	1444 кВт; 12,14 мбар	820	2100	270	227
17	ЭКАС 1500 М	1500	1667 кВт; 9,0 мбар	936	2100	270	227
18	ЭКАС 2000 М	2000	2223 кВт; 14,5 мбар	936	2500	320	260
19	ЭКАС 3000 М	3000	3334 кВт; 10,34 мбар	1102	2800	330	306
20	ЭКАС 4000 М	4000	4445 кВт; 12,52 мбар	1230	3574	360	440
21	ЭКАС 5000 М	5000	5556 кВт; 13,85 мбар	1350	4080	550	500



Внимание! Технические характеристики спарено поставляемых котлов на общей раме (термоблоков) определяются как для двух независимых котлов:

- для ЭКАС 240 Д как для двух котлов ЭКАС 170;
- для ЭКАС 400 Д как для двух котлов ЭКАС 200;
- для ЭКАС 500 Д как для двух котлов ЭКАС 250;
- для ЭКАС 540 Д как для двух котлов ЭКАС 270;
- для ЭКАС 600 Д как для двух котлов ЭКАС 300;
- для ЭКАС 700 Д как для двух котлов ЭКАС 350;
- для ЭКАС 3000 Р как для двух котлов ЭКАС 1500;
- для ЭКАС 4000 Р как для двух котлов ЭКАС 2000;
- для ЭКАС 6000 Р как для двух котлов ЭКАС 3000;
- для ЭКАС 8000 РМ как для двух котлов ЭКАС 4000 М;
- для ЭКАС 10000 РМ как для двух котлов ЭКАС 5000 М.

Естественно, что спарено поставляемые котлы, имеют обособленные горелки и пульты управления.

Котлы ЭКАС, изготавливаемые по ТУ 4938-002-96897259-2015 имеют сертификат соответствия (Приложение 1) требованиям следующих нормативов: Технический регламент о безопасности машин и оборудования (Постановление Правительства РФ от 15.09.2009 № 753 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 24.03.2011 № 205); ГОСТ 30735-2001.

Котлы ЭКАС имеют разрешение на применение от Ростехнадзора - Федеральной службы по экологическому, техническому и атомному надзору (Приложение 2).

Котлы ЭКАС подлежат регистрации согласно Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338 К (115°С).

Пару котлов ЭКАС допускается устанавливать без организации прохода между ними, поскольку для каждого котла ЭКАС достаточно организовать зону бокового обслуживания с одной стороны. При этом с левой и правой стороны пары котлов необходимо организовать зону обслуживания шириной не менее 1,5 м.



Внимание! Для пары котлов ЭКАС 250...ЭКАС 650, устанавливаемых без организации прохода между ними, при проектировании (в спецификации) и при заказе котлов необходимо указать требование к изготовлению симметрично расположенных дренажа (позиция Д на рисунке 10).

Спаренные котлы ЭКАС 240Д, ЭКАС 400Д, ЭКАС 500Д, ЭКАС 540Д, ЭКАС 600Д, ЭКАС 700Д допускается устанавливать с организацией зоны бокового обслуживания с одной стороны шириной не менее 1,5 м – справа от котлов, глядя на дверцу котла.



Внимание! При необходимости организовать только один проход слева от спаренных котлов ЭКАС 240Д, ЭКАС 400Д, ЭКАС 500Д, ЭКАС 540Д, ЭКАС 600Д, ЭКАС 700Д, при проектировании (в спецификации) и при заказе котлов необходимо указать требование к изготовлению зеркально симметричных патрубков дренажа (позиция Д на рисунках 13 и 14) и посадочных мест для установки пультов управления.



Внимание! При необходимости организации площадки обслуживания, нужно учитывать, что верхняя декоративная облицовочная панель (состоит из двух частей) котлов ЭКАС 1000...ЭКАС 3000 и ЭКАС 1000 М...ЭКАС 5000 М выполнена из рифленого листа из расчета возможности нахождения на ней обслуживающего персонала.

Технические характеристики изделий, комплектующих котлы ЭКАС, приведены в пунктах 4 и 5.

4.Комплектность поставки котлов ЭКАС

Котлы ЭКАС поставляются в следующем комплекте:

- собственно котел без смонтированных на нем декоративных облицовочных панелей, горелки, пульта управления, датчиков и взрывного клапана (для котлов ЭКАС 1500...ЭКАС 3000 и ЭКАС 1500 М...ЭКАС 5000 М взрывные клапаны выполнены несъемными в сборном корпусе дымовых газов котла);

- комплект декоративных облицовочных панелей;
- горелка;
- блок управления и сигнализации МК-2;
- ерш для чистки дымогарных труб;

- комплект ответных фланцев для патрубков «прямой» и «обратной» воды;
- комплект турбулизаторов, вставленных внутрь дымогарных труб;
- взрывной клапан (для котлов ЭКАС 1500...ЭКАС 3000 и ЭКАС 1500 М...ЭКАС 5000 М взрывные клапаны выполнены несъемными в сборном корпусе дымовых газов котла);
- комплект датчиков (два датчика температуры, один аварийный термостат, три датчика давления и один датчик тяги);
- уплотнительный асбестовый шнур;
- комплект эксплуатационной документации (паспорт и руководство по эксплуатации котла, эксплуатационная документация комплектующих изделий).

4.1. Горелка

Основные типы и характеристики газовых горелок CUENOD, ELCO, CIB UNIGAS, FBR, ECOFLAM, WEISHAUPТ, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС, приведены ниже в таблицах 4, 6...10. Типы и характеристики жидкотопливных (дизельное топливо) горелок CUENOD, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС, приведены в таблице 5. В связи с необходимостью учитывать индивидуальные требования при подборе жидкотопливной горелки их типы и характеристики приведены в ограниченном объеме для справок.

В связи с тем, что различные производители горелок практикуют различные технические форматы презентации производимого оборудования, таблицы 4...10 имеют различия в форме представлении характеристик горелок.

 **Внимание!** Детальную техническую информацию о конкретных типах горелок определенных производителей, сведения о комплектующих горелку изделиях, условиях их использования, Вы можете получить на сайтах производителей и поставщиков горелок или, обратившись к представителю ЭКАС-Оргпищепром+.

 **Внимание!** При необходимости применения горелок с другими параметрами работы или для топлива с параметрами, отличными от приведенных в таблицах 4...10, возможен индивидуальный подбор горелок.

В общем случае, горелкой называется устройство для ввода в топку котла топлива и необходимого для его сжигания воздуха, обеспечивающее устойчивое сгорание топлива и возможность регулирования процесса горения.

Для современных горелок, в том числе поставляемых с котлами ЭКАС, применяют еще термины автоматическая горелка и блочная горелка:

- **автоматическая горелка** – горелка, оборудованная автоматически действующими устройствами – устройством дистанционного розжига, системой контроля пламени, устройством контроля давления топлива и воздуха для горения, средствами управления, регулирования и сигнализации;
- **блочная горелка** – автоматическая горелка, скомпонованная с вентилятором воздуха для горения в единый блок.

Таблица 4. Газовые горелки CUENOD, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Котел	Способ регулирования	Газовая горелка			
		Тип	Давление газа, мбар	Электрическая мощность, кВт	Масса, кг
ЭКАС 90, ЭКАС 90 М	Одноступенчатая	NC12 GX107/8	20	0,160	17
ЭКАС 120, ЭКАС 120 М	Одноступенчатая	NC21 GX107/8	20	0,130	17
ЭКАС 140, ЭКАС 140 М	Одноступенчатая	NC21 GX107/8	20	0,130	17
ЭКАС 170, ЭКАС 170 М	Двухступенчатая	NC29 GX207	20	0,250	30
ЭКАС 200, ЭКАС 200 М	Двухступенчатая	NC36 GX207	20	0,3	30
ЭКАС 240 Д*	Двухступенчатая	NC21 GX107/8	20	0,130	17
ЭКАС 250, ЭКАС 250 М	Двухступенчатая	C43 GX207	20	0,480	50
ЭКАС 270, ЭКАС 270 М	Модуляционная	C54 GX507	20	0,480	50
ЭКАС 300, ЭКАС 300 М	Модуляционная	C54 GX507	20	0,480	50
ЭКАС 350, ЭКАС 350 М	Модуляционная	C60 GX507	20	0,750	50
ЭКАС 400 Д*	Двухступенчатая	NC36 GX207	20	0,3	30
ЭКАС 440, ЭКАС 440 М	Модуляционная	C75 GX507/8	49	1,1	85
ЭКАС 500, ЭКАС 500 М	Модуляционная	C75 GX507/8	49	1,1	85
ЭКАС 500 Д*	Двухступенчатая	C43 GX207	20	0,480	50
ЭКАС 540 Д*	Модуляционная	C54 GX507	20	0,480	50
ЭКАС 550, ЭКАС 550 М	Модуляционная	C100 GX507/8	49	1,5	90
ЭКАС 600, ЭКАС 600 М	Модуляционная	C100 GX507/8	49	1,5	90
ЭКАС 600 Д*	Модуляционная	C54 GX507	20	0,480	50
ЭКАС 650	Модуляционная	C100 GX507/8	49	1,5	90
ЭКАС 650 М	Модуляционная	C120 GX507/8	49	2,2	110
ЭКАС 700 Д*	Модуляционная	C60 GX507	20	0,750	50
ЭКАС 1000, ЭКАС 1000 М	Модуляционная	C160 GX507/8	49	2,2	120
ЭКАС 1300, ЭКАС 1300 М	Модуляционная	C210 GX507/8	49	2,7	120
ЭКАС 1500	Модуляционная	C210 GX507/8	49	2,7	120
ЭКАС 1500 М	Модуляционная	C285 GX507/8	300	4,0	280
ЭКАС 2000	Модуляционная	C330 GX507/8	300	4,0	280
ЭКАС 2000 М	Модуляционная	C380 GX507/8	300	5,5	290
ЭКАС 3000	Модуляционная	C380 GX507/8	300	5,5	290
ЭКАС 3000 М	Модуляционная	C430 GX507/8	300	11,0	310
ЭКАС 3000 Р*	Модуляционная	C210 GX507/8	49	2,7	120
ЭКАС 4000 М	Модуляционная	C520 GX507/8	300	11,0	330
ЭКАС 4000 Р*	Модуляционная	C330 GX507/8	300	4,0	280
ЭКАС 5000 М	Модуляционная	C750 GX507	150	15,0	370
ЭКАС 6000 Р*	Модуляционная	C380 GX507/8	300	5,5	290
ЭКАС 8000 РМ*	Модуляционная	C520 GX507/8	300	11,0	330
ЭКАС 10000 РМ*	Модуляционная	C750 GX507	150	15,0	370

*-спаренные котлы комплектуются двумя горелками

Таблица 5. Жидкотопливные горелки CUENOD, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Котел	Способ регулирования	Жидкотопливная горелка		
		Тип	Электрическая мощность, кВт	Масса, кг
ЭКАС 90	Одноступенчатая	NC16 H101	0,160	15
ЭКАС 120	Одноступенчатая	NC21 H101	0,130	15
ЭКАС 140	Одноступенчатая	NC21 H101	0,130	15
ЭКАС 170	Двухступенчатая	NC29 H201	0,25	30
ЭКАС 200	Двухступенчатая	NC36 H201	0,3	30
ЭКАС 240 Д*	Одноступенчатая	NC21 H101	0,130	15
ЭКАС 250	Двухступенчатая	C43 H201	0,480	32
ЭКАС 270	Двухступенчатая	C54 H201	0,480	32
ЭКАС 300	Двухступенчатая	C54 H201	0,480	32
ЭКАС 350	Двухступенчатая	C54 H201	0,480	32
ЭКАС 400 Д*	Двухступенчатая	NC36 H201	0,3	30
ЭКАС 440	Двухступенчатая	C75 H201	1,24	58
ЭКАС 500	Двухступенчатая	C75 H201	1,24	58
ЭКАС 500 Д*	Двухступенчатая	C43 H201	0,480	32
ЭКАС 540 Д*	Двухступенчатая	C54 H201	0,480	32
ЭКАС 550	Двухступенчатая	C75 H201	1,24	58
ЭКАС 600	Двухступенчатая	C100 H201	1,64	60
ЭКАС 600 Д*	Двухступенчатая	C54 H201	0,480	32
ЭКАС 650	Двухступенчатая	C100 H201	1,64	60
ЭКАС 700 Д*	Двухступенчатая	C54 H201	0,480	32
ЭКАС 1000	Двухступенчатая	C160 H201	2,65	78
ЭКАС 1300	Трехступенчатая	C210 H301	3,15	85
ЭКАС 1500	Трехступенчатая	C210 H301	3,15	85
ЭКАС 3000 Р*	Трехступенчатая	C210 H301	3,15	85
ЭКАС 2000	Модуляционная	C330 H501	4,0	270
ЭКАС 4000 Р*	Модуляционная	C330 H501	4,0	270
ЭКАС 3000	Модуляционная	C380 H501	5,5	280
ЭКАС 6000 Р*	Модуляционная	C380 H501	5,5	280

*-спаренные котлы комплектуются двумя горелками

Таблица 6. Газовые горелки ELCO, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Котел	Тип	Рампа	Клапан	Головка	Газ G20, мбар	Ø гол., мм	L гол., мм	Мас-са, кг	Нэл., кВт	Артикул
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЭКАС 90, ЭКАС 90 М	Vectron G 2. Одноступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 2.140	d3/4"-Rp3/4"	MB-DLE 407	KL	20...300	110	270	25	0,16	3 833 555
ЭКАС 120, ЭКАС 120 М	Vectron G 2. Одноступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 2.200	d3/4"-Rp3/4"	MB-DLE 407	KL	20...300	115	270	25	0,25	3 833 564
ЭКАС 140, ЭКАС 140 М	Vectron G 2. Одноступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 2.200	d3/4"-Rp3/4"	MB-DLE 407	KL	20...300	115	270	25	0,25	3 833 564
ЭКАС 170, ЭКАС 170 М	Vectron G 3 Duo. Двухступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 3.290 D	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-ZRDLE 412	KL	14...60	130	320	37	0,42	3 833 057
	VG 3.290 D	d3/4"-Rp3/4"	MB-ZRDLE 407	KL	26...300	130	320	33,5	0,42	3 833 059
ЭКАС 200, ЭКАС 200 М	Vectron G 3 Duo. Двухступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 3.360 D	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-ZRDLE 412	KL	14...60	130	320	38	0,48	3 833 053
	VG 3.360 D	d3/4"-Rp3/4"	MB-ZRDLE 407	KL	33...300	130	320	34,5	0,48	3 833 055
ЭКАС 250, ЭКАС 250 М	Vectron G 3 Duo. Двухступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 4.460 D	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-ZRDLE 412	KN	13...100	150	220	46,5	0,595	3 833 401
	VG 4.460 D	d3/4"-Rp3/4"	MB-ZRDLE 407	KN	39...300	150	220	43	0,595	3 833 403
ЭКАС 270, ЭКАС 270 М	Vectron G 3 Duo. Двухступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 4.460 D	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-ZRDLE 412	KN	16...100	150	220	46,5	0,595	3 833 401
	VG 4.460 D	d3/4"-Rp3/4"	MB-ZRDLE 407	KN	41...300	150	220	43	0,595	3 833 403
ЭКАС 300, ЭКАС 300 М	Vectron G 3 Duo. Двухступенчатая с низкими выбросами Nox									
	VG 4.460 D	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-ZRDLE 412	KN	14...100	150	220	46,5	0,595	3 833 401
	VG 4.460 D	d3/4"-Rp3/4"	MB-ZRDLE 407	KN	49...300	150	220	43	0,595	3 833 403
ЭКАС 350, ЭКАС 350 М	Vectron G 4 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 4.610 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	14...40	150	220	54,6	0,788	3 833 415
	VG 4.610 DP	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-VEF 412	KN	20...60	150	220	50,1	0,788	3 833 417
	VG 4.610 DP	d3/4"-Rp1"	MB-VEF 407	KN	92...300	150	220	46,5	0,788	3 833 419
ЭКАС 440, ЭКАС 440 М	Vectron G 05 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 4.610 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	14...40	150	220	54,6	0,788	3 833 415
	VG 4.610 DP	d1"1/4-Rp1"1/4	MB-VEF 412	KN	20...60	150	220	50,1	0,788	3 833 417
	VG 4.610 DP	d3/4"-Rp1"	MB-VEF 407	KN	92...300	150	220	46,5	0,788	3 833 419
ЭКАС 500, ЭКАС 500 М	Vectron G 05 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 05.700 DP	s2"-Rp2"	VG 20-5011	KN	20...40	170	215	86	1,76	3 832 908
	VG 05.700 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	23...50	170	215	82	1,76	13 008 554
	VG 05.700 DP	d1"1/4-Rp1"1/2	MB-VEF 412	KN	36...100	170	215	79	1,76	13 008 557
	VG 05.700 DP	d3/4"-Rp1"	MB-VEF 407	KN	127...300	170	215	76	1,76	13 014 766
ЭКАС 550, ЭКАС 550 М	Vectron G 05 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 05.1000 DP	s65-DN65	VG 40-065	KN	21...35	170	215	102	1,95	3 832 911
	VG 05.1000 DP	s2"-Rp2"	VG 20-5011	KN	22...40	170	215	89	1,95	3 832 914
	VG 05.1000 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	25...50	170	215	85	1,95	13 008 566
	VG 05.1000 DP	d1"1/4-Rp1"1/2	MB-VEF 412	KN	44...100	170	215	81	1,95	13 008 569
	VG 05.1000 DP	d3/4"-Rp1"	MB-VEF 407	KN	150...300	170	215	78	1,95	13 014 769
ЭКАС 600, ЭКАС 600 М	Vectron G 05 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 05.1000 DP	s65-DN65	VG 40-065	KN	23...35	170	215	102	1,95	3 832 911
	VG 05.1000 DP	s2"-Rp2"	VG 20-5011	KN	24...40	170	215	89	1,95	3 832 914
	VG 05.1000 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	29...50	170	215	85	1,95	13 008 566
	VG 05.1000 DP	d1"1/4-Rp1"1/2	MB-VEF 412	KN	50...100	170	215	81	1,95	13 008 569
	VG 05.1000 DP	d3/4"-Rp1"	MB-VEF 407	KN	180...300	170	215	78	1,95	13 014 769
ЭКАС 650	Vectron G 05 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 05.1000 DP	s65-DN65	VG 40-065	KN	26...35	170	215	102	1,95	3 832 911
	VG 05.1000 DP	s2"-Rp2"	VG 20-5011	KN	29...40	170	215	89	1,95	3 832 914
	VG 05.1000 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	36...50	170	215	85	1,95	13 008 566
	VG 05.1000 DP	d1"1/4-Rp1"1/2	MB-VEF 412	KN	59...100	170	215	81	1,95	13 008 569
	VG 05.1000 DP	d3/4"-Rp1"	MB-VEF 407	KN	210...300	170	215	78	1,95	13 014 769

Продолжение таблицы 6. Газовые горелки ELCO, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЭКАС 650 М	Vectron G 06 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 06.1600 DP	s2"-Rp2"	VGD 20-5011	KN	20...70	227	270	97	2,5	13 015 134
	VG 06.1600 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	26...100	227	270	91	2,5	13 006 901
	VG 06.1600 DP	d1"1/4-Rp2"	MB-VEF 412	KN	29...300	227	270	91	2,5	13 015 094
ЭКАС 1000, ЭКАС 1000 М	Vectron G 06 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 06.1600 DP	s80-DN80	VGD 40-080	KN	18...40	227	270	116	2,5	3 832 989
	VG 06.1600 DP	s65-DN65	VGD 40-065	KN	22...50	227	270	108	2,5	13 014 829
	VG 06.1600 DP	s2"-Rp2"	VGD 20-5011	KN	30...70	227	270	97	2,5	13 015 134
	VG 06.1600 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	40...100	227	270	91	2,5	13 006 901
ЭКАС 1300	Vectron G 06 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 06.2100 DP	s80-DN80	VGD 40-080	KN	23...50	227	270	116	3,1	3 832 992
	VG 06.2100 DP	s65-DN65	VGD 40-065	KN	27...60	227	270	108	3,1	13 011 604
	VG 06.2100 DP	s2"-Rp2"	VGD 20-5011	KN	36...70	227	270	97	3,1	13 015 139
	VG 06.2100 DP	d1"1/2-Rp2"	MB-VEF 420	KN	47...100	227	270	91	3,1	13 006 910
ЭКАС 1300 М	Nexctron N6. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N6.2400 G-R	d556-100	MBC-SE	KN	20	320	330	325	3	-
	N6.2400 G-R	d553-2"	MBC-SE	KN	50	320	330	292	3	-
	N6.2400 G-R	d552-1"1/2	MBC-SE	KN	130	320	330	289	3	-
ЭКАС 1500	Vectron G 06 Duo Plus. Плавно-двухступенчатая с пневматическим регулированием соотношения газ/воздух с низкими выбросами Nox									
	VG 06.2100 DP	s80-DN80	VGD 40-080	KN	29...50	227	270	116	3,1	3 832 992
	VG 06.2100 DP	s65-DN65	VGD 40-065	KN	35...60	227	270	108	3,1	13 011 604
	VG 06.2100 DP	s2"-Rp2"	VGD 20-5011	KN	46...70	227	270	97	3,1	13 015 139
ЭКАС 1500 М	Nexctron N6. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N6.2400 G-R	d556-100	MBC-SE	KN	20	320	330	325	3	-
	N6.2400 G-R	d553-2"	MBC-SE	KN	50	320	330	292	3	-
	N6.2400 G-R	d552-1"1/2	MBC-SE	KN	130	320	330	289	3	-
ЭКАС 2000	Nexctron N6. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N6.2400 G-R	d556-100	MBC-SE	KN	20	320	330	325	3	-
	N6.2400 G-R	d553-2"	MBC-SE	KN	50	320	330	292	3	-
ЭКАС 2000 М	Nexctron N6. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N6.2900 G-R	d555-80	MBC-SE	KN	20	320	330	318	3	-
	N6.2900 G-R	d553-2"	MBC-SE	KN	50	320	330	302	3	-
ЭКАС 3000, ЭКАС 3000 М	Nexctron N7. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N7.3600 G-R	d556-100	MBC-SE	KN	30	370	375	365	5,5	-
	N7.3600 G-R	d555-80	MBC-SE	KN	50	370	375	348	5,5	-
	N7.3600 G-R	d553-2"	MBC-SE	KN	90	370	375	332	5,5	-
ЭКАС 4000 М	Nexctron N7. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N7.4500 G-R	d457-125	MBC-SE	KM	35	370	375	390	7,5	-
	N7.4500 G-R	d455-80	MBC-SE	KN	50	370	375	358	7,5	-
	N7.4500 G-R	d454-65	MBC-SE	KM	70	370	375	342	7,5	-
ЭКАС 5000 М	Nexctron N8. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N8.5800 G-E	d456-100	MBC-SE	KN	50	369	500	573	11	-
	N8.5800 G-E	d455-80	MBC-SE	KN	60	369	500	555	11	-
	N8.5800 G-E	d454-65	MBC-SE	KN	80	369	500	539	11	-
ЭКАС 5000 М	Nexctron N8. Плавно-двухступенчатая с механическим регулированием мощности									
	N8.5800 G-E	d457-2"	MBC-SE	KN	240	369	500	539	11	-

Таблица 7. Газовые горелки CIB UNIGAS, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Модель котла	Модель горелки	Тип регулирования	Давление газа от, мбар	Распорная деталь, L, мм
ЭКАС 90	NG120 M TN L RU A 0 15	Одноступенчатая	14	-
	NG140 M AB L RU A 0 20	Двухступенчатая	18	-
ЭКАС 120	NG140 M TN L RU A 0 20	Одноступенчатая	18	-
	NG140 M AB L RU A 0 20	Двухступенчатая	18	-
ЭКАС 140	NG200 M TN L RU A 0 20	Одноступенчатая	16	-
	NG200 M AB L RU A 0 20	Двухступенчатая	16	-
	NG200 M PR L RU A 0 25	Модуляционная	12	-
ЭКАС 170	NG280 M TN L RU A 0 25	Одноступенчатая	16	75
	NG280 M AB L RU A 0 25	Двухступенчатая	16	75
	NG280 M PR L RU A 0 25	Модуляционная	16	75
ЭКАС 200	NG280 M TN L RU A 0 25	Одноступенчатая	20	75
	NG280 M AB L RU A 0 25	Двухступенчатая	20	75
	NG280 M PR L RU A 0 25	Модуляционная	20	75
ЭКАС 250	NG400 M TN M RU A 0 25	Одноступенчатая	20	-
	NG400 M PR M RU A 0 25	Модуляционная	20	-
ЭКАС 270	NG400 M TN M RU A 0 25	Одноступенчатая	23	-
	NG400 M PR M RU A 0 25	Модуляционная	23	-
ЭКАС 300	NG550 M TN S RU A 0 32	Одноступенчатая	14	-
	NG550 M PR S RU A 0 32	Модуляционная	14	-
ЭКАС 350	NG550 M TN S RU A 0 32	Одноступенчатая	18	-
	NG550 M PR S RU A 0 32	Модуляционная	18	-
ЭКАС 440	P61 M PR S RU A 0 32	Модуляционная	26	90
	P61 M AB S RU A 0 32	Двухступенчатая	26	90
ЭКАС 500	P65 M PR S RU A 0 40	Модуляционная	27	75
	P65 M AB S RU A 0 40	Двухступенчатая	27	75
ЭКАС 550	P65 M PR S RU A 0 40	Модуляционная	31	75
	P65 M AB S RU A 0 40	Двухступенчатая	31	75
	P71 M PR S RU A 0 40	Модуляционная	25	130
ЭКАС 600	P65 M PR S RU A 0 40	Модуляционная	32	75
	P65 M AB S RU A 0 40	Двухступенчатая	32	75
ЭКАС 650	P71 M AB S RU A 0 40	Двухступенчатая	33	130
	P71 M PR S RU A 0 40	Модуляционная	33	130
ЭКАС 1000	P71 M AB S RU A 0 40	Двухступенчатая	50	100
	P71 M PR S RU A 0 40	Модуляционная	50	100
ЭКАС 1300	P73A M AB S RU A 1 50	Двухступенчатая	53	200
	P73A M PR S RU A 1 50EA*	Модуляционная с LMV20	53	200
ЭКАС 1500	P73A M AB S RU A 1 50	Двухступенчатая	68	170
	P73A M PR S RU A 1 50EA*	Модуляционная с LMV20	68	170
ЭКАС 2000	P91A M PR S RU A 1 50 EA*	Модуляционная с LMV20	73	170
ЭКАС 3000	P93A M PR S RU A 1 50 EA*	Модуляционная с LMV20	135	90
ЭКАС 4000 М	R512A M PR S RU A 1 50EA*	Модуляционная с LMV20	210	-
ЭКАС 5000 М	R520A M PR S RU A 1 50EA*	Модуляционная с LMV20	320	-

Таблица 8. Газовые горелки ECOFLAM, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Котел	Модель	Исполнение горелки	Давление перед рампой, мбар	Газовый клапан	Диаметр газовой рампы, мм
ЭКАС-120	MAX Gas 170 P TL	Одноступенчатая	17	MB-DLE 407	3/4"
ЭКАС-140	MAX Gas 250 P TL	Одноступенчатая	17	MB-DLE 410	1"
ЭКАС-170	MAX Gas 350 PAB TL	Двухступенчатая	20	MB-DLE 412 350/500	1"1/4
ЭКАС-200	MAX Gas 350 PAB TL	Двухступенчатая	20	MB-DLE 412 350/500	1"1/4
ЭКАС-250	MAX Gas 350 PAB TL	Двухступенчатая	20	MB-DLE 412 350/500	1"1/4
ЭКАС-270	MAX Gas 500 PAB TL	Двухступенчатая	20	MB-DLE 412 350/500	1"1/4
ЭКАС-300	MAX Gas 500 PAB TL	Двухступенчатая	20	MB-DLE 412 350/500	1"1/4
ЭКАС-350	MAX Gas 500 PAB TL	Двухступенчатая	20	MB-DLE 412 350/500	1"1/4
ЭКАС-440	Blu 700.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	15	VCS 350	2"
ЭКАС-500	Blu 1000.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	15	VCS 350	2"
ЭКАС-550	Blu 1000.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	30	VCS 350	2"
ЭКАС-600	Blu 1000.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	30	VCS 350	2"
ЭКАС-650	Blu 1200.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	30	VCS 350	2"
ЭКАС-1000	Blu 1500.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	40	VGД 20.503	2"
ЭКАС-1300	Blu 1700.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	45	VGД 20.503	2"
ЭКАС-1500	Blu 2000.1 PAB Low Nox TL	Двухступенчатая	42	VGД 4065	DN65
ЭКАС-2000	Blu 3000.1 PR TL	Модуляционная	60	VGД 20.503	2"
ЭКАС-3000	Blu 4000.1 PR TL	Модуляционная	40	VGД 40.080	DN80
ЭКАС-4000 М	Blu 5000.1 PR TL	Модуляционная	42	VGД 40.100	DN100
ЭКАС-5000 М	Blu 7000.1 PR TL	Модуляционная	75	VGД 40.080	DN80

Таблица 9. Газовые горелки WEISHAUPТ, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Котел	Модель	Удлинение ПГ-100	Давление перед рампой, мбар	Диаметр газовой рампы, мм
ЭКАС-120	WG20N/1-C LN	+	20	R1"
ЭКАС-140	WG20N/1-C LN	+	20	R1"
ЭКАС-170	WG30N/1-C ZM-LN	+	20	R1 1/2"
ЭКАС-200	WG30N/1-C ZM-LN	+	20	R1 1/2"
ЭКАС-250	WG40N/1-A ZM-LN	+	18	R1 1/2"
ЭКАС-270	WG40N/1-A ZM-LN	+	20	R1 1/2"
ЭКАС-300	WG40N/1-A ZM-LN	+	20	R1 1/2"
ЭКАС-350	WG40N/1-A ZM-LN	+	35	R3/4"
ЭКАС-440	WM-G10/3-A ZM	+	45	R1"
ЭКАС-500	WM-G10/3-A ZM	+	30	R1 1/2"
ЭКАС-550	WM-G10/3-A ZM	+	35	R1 1/2"
ЭКАС-600	WM-G10/3-A ZM	+	40	R1 1/2"
ЭКАС-650	WM-G10/4-A ZM	+	45	R1 1/2"
ЭКАС-1000	WM-G20/2-A ZM	+	30	R2"
ЭКАС-1300	WM-G20/2-A ZM	+	40	R2"
ЭКАС-1500	WM-G20/2-A ZM	+	50	R2"
ЭКАС-2000	WM-G30/1-A ZM	-	100	R2"
ЭКАС-3000	WM-G30/2-A ZM	-	200	R2"

Таблица 10. Газовые горелки FBR, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС

Модель котла	Модель горелки	Тип регулирования	Давление газа от, мбар
ЭКАС 120	GAS X3 CE TL + GAS TRAIN D. 1"-S	Одноступенчатая	13
	GAS X3/2 CE TL+GAS TRAIN D.1"-S	Двухступенчатая	
	GAS X3/M CE TL+GAS TRAIN D. 1"-S	Модуляционная	
ЭКАС 140	GAS X4 CE TL + GAS TRAIN D. 1"-S	Одноступенчатая	10
	GAS X4/2 CE TL+GAS TRAIN D. 1"-S	Двухступенчатая	
	GAS X4/M CE TL+GAS TRAIN D. 1"-S	Модуляционная	
ЭКАС 170	GAS X4 CE TL + GAS TRAIN D. 1"-S	Одноступенчатая	15
	GAS X4/2 CE TL+GAS TRAIN D. 1"-S	Двухступенчатая	
	GAS X4/M CE TL+GAS TRAIN D. 1"-S	Модуляционная	
ЭКАС 200	GAS X5 CE TC + GAS TRAIN D. 1"-S	Одноступенчатая	18
	GAS X5/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"-S	Двухступенчатая	
	GAS X5/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"-S	Модуляционная	
ЭКАС 250	GAS X5 CE TC + GAS TRAIN D. 1"1/4-S	Одноступенчатая	17
	GAS X5/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/4-S	Двухступенчатая	
	GAS X5/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/4-S	Модуляционная	
ЭКАС 270	GAS X5 CE TC + GAS TRAIN D. 1"1/4-S	Одноступенчатая	20
	GAS X5/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/4-S	Двухступенчатая	
	GAS X5/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/4-S	Модуляционная	
ЭКАС 300	GAS XP60 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS40	Одноступенчатая	12
	GAS XP60/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS40	Двухступенчатая	
	GAS XP60/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS40	Модуляционная	
ЭКАС 350	GAS XP60 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS40	Одноступенчатая	16
	GAS XP60/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS40	Двухступенчатая	
	GAS XP60/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS40	Модуляционная	
ЭКАС 440	GAS P70/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Двухступенчатая	18
	GAS P70/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 500	GAS P70/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Двухступенчатая	21
	GAS P70/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 550	GAS P100/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Двухступенчатая	22
	GAS P100/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 600	GAS P100/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Двухступенчатая	26
	GAS P100/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 650	GAS P100/2 CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Двухступенчатая	29
	GAS P100/M CE TC+GAS TRAIN D. 1"1/2-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 1000	GAS P150/2 CE-03 TC+GAS TRAIN CT D. 2"-FS50	Двухступенчатая	44
	GAS P150/M CE-03 TC+GAS TRAIN CT D.2"-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 1300	GAS P150/2 CE TC+GAS TRAIN CT D. 2"-FS50	Двухступенчатая	50
	GAS P150/M CE TC+GAS TRAIN CT D. 2"-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 1500	GAS P190/2 CE TL + SPACER+GAS TRAIN CT DN65-FS65	Двухступенчатая	34
	GAS P190/M CE TL + SPACER+GAS TRAIN CT DN65-FS65	Модуляционная	
ЭКАС 2000	GAS P250/2 CE TL + SPACER + GAS TRAIN CT D. 2"-FS50	Двухступенчатая	115
	GAS P250/M CE TL + SPACER+ GAS TRAIN CT D.2"-FS50	Модуляционная	
ЭКАС 3000	GAS P350/M CE TL+GAS TRAIN CT D.2"-FS50	Модуляционная	200
ЭКАС 4000 М	GAS P450/M CE TL+GAS TRAIN CT DN65-FS65	Модуляционная	150
ЭКАС 5000 М	GAS P550/M CE TL+GAS TRAIN CT DN65-FS65	Модуляционная	245

Автоматические горелки должны работать при поддержании давления газа перед основным запорным органом с точностью от минус 15 до плюс 15% от номинального - для газа низкого давления (до 5 кПа) и от минус 10 до плюс 10% - для газа среднего давления (до 100 кПа).

В автоматических горелках должны выполняться следующие операции: пуск горелки по программе, зависящей от ее мощности (включая продувку камеры горения и дымоходов), перевод ее в рабочее состояние, регулирование тепловой мощности, контроль параметров безопасности горелки и газоиспользующей установки, выключение горелки при недопустимых отклонениях контролируемых параметров.

В автоматических горелках пуск не должен осуществляться в следующих случаях:

- при отсутствии электроэнергии;
- при давлении газа за основным запорным органом на 30% выше и ниже номинального значения;
- при недопустимых отклонениях контролируемых параметров газоиспользующей установки;
- при недостатке воздуха для горения (отключении дутьевого вентилятора, дымососа или отсутствии необходимого разрежения). Для котлов с наддувом, каковыми являются котлы ЭКАС, дымосос не применяется;
- при неполадках устройств продувки и отвода продуктов сгорания (отключении дутьевого вентилятора, дымососа или отсутствии необходимого разрежения);
- при сигнале о нарушении герметичности быстродействующего запорного топливного органа горелки или при сигнале об открытом положении автоматического органа утечки газообразного топлива.

В автоматических горелках не должна допускаться подача газа в основную горелку, пока не включено запальное устройство или не появилось пламя запальной горелки.

Автоматика должна обеспечивать защитное выключение горелки, если при ее розжиге не произойдет воспламенение топлива в течение не более: 5 с - горелок тепловой мощностью до 50 кВт; 3 с - горелок тепловой мощностью свыше 50 кВт.

У автоматических горелок в рабочем состоянии защитное выключение горелки должно обеспечиваться в следующих случаях:

- при неполадках устройств продувки и отвода продуктов сгорания (отключении дутьевого вентилятора, дымососа или отсутствии необходимого разрежения);
- при погасании контролируемого пламени;
- при прекращении подачи электроэнергии;
- при повышении и понижении давления газа за основным запорным органом более чем на 30% относительно номинального значения. Применительно к горелкам мощных котлов, имеющих единичную теплопроизводительность более 420 ГДж/ч (~120 МВт) - при понижении давления газа ниже минимального (соответствующего минимальной тепловой мощности горелки);
- при недопустимых отклонениях контролируемых параметров газоиспользующей установки;

- при недостатке воздуха для горения (отключении дутьевого вентилятора, дымососа или отсутствии необходимого разрежения).

Пуск горелки после устранения причины, вызвавшей защитное выключение горелки, не должен быть самопроизвольным.

При защитном выключении автоматической горелки из-за прекращения подачи электроэнергии возобновление подачи энергии не должно вызывать самопроизвольного пуска горелки (за исключением блочных горелок с регулированием мощности 0-100% номинальной, находящихся в рабочем состоянии, с выполнением полной программы пуска).

Прекращение подачи электроэнергии к газовому автоматическому запорному органу от внешнего источника должно вызывать его закрытие.

Запорный орган должен закрываться без дополнительного подвода энергии от внешнего источника.

Время от момента прекращения подачи энергии от внешнего источника до прекращения поступления газа через запорный орган не должно превышать 1 с.

Автоматические и полуавтоматические горелки номинальной тепловой мощностью до 0,35 МВт должны быть оснащены одним быстродействующим запорным топливным органом, мощностью свыше 0,35 до 2 МВт - двумя быстродействующими запорными топливными органами, свыше 2 МВт - двумя быстродействующими запорными топливными органами и автоматическим устройством контроля их герметичности или автоматическим органом утечки газообразного топлива для автоматического соединения с атмосферой участка топливного тракта, заключенного между этими двумя запорными органами, после отключения подачи топлива на горелки.

В связи с тем, что и котельное оборудование, и блочные горелки разных производителей – технически достаточно сложные устройства, имеющие ряд особенностей эксплуатации и индивидуальных методик подбора, комплектность котла и горелки необходимо согласовывать с представителями производителей применяемых котлов и горелок.

Правильный подбор горелки обеспечивает качественное и экономное сжигание топлива (низкий уровень эмиссии вредных веществ, высокий коэффициент полезного действия котла); соответствие технологического процесса запроектированным показателям работы всей установки (котельной).

В общем случае, при подборе горелки, необходимо выполнять следующие рекомендации:

- мощность горелки должна соответствовать номинальной теплопроизводительности котла;
- вентилятор горелки должен обеспечить напор, необходимый для прохождения продуктов сгорания через газовый тракт котла, т.е. преодолевать сопротивление газового тракта котла при работе его с номинальной теплопроизводительностью. За патрубком выхода дымовых газов из котла должен быть небольшой избыток давления;
- заглубление пламенной трубы горелки при ее установке должно соответствовать правильному направлению потока пламени и дымовых газов по газовому тракту, то есть размер пламенной трубы от края поверхности жаропрочного бетона до окончания

пламенной трубы должен быть, как минимум, больше расстояния L_3 на рисунке 21 (принято считать оптимальным заглубление пламенной трубы горелки в объем жаровой трубы на расстояние 50...120 мм);

- пламя горелки при работе котла с номинальной теплопроизводительностью не должно касаться стенок топочной камеры (жаровой трубы), то есть, диаметр факела должен быть меньше диаметра жаровой трубы, а длина факела – меньше длины жаровой трубы.

При подборе горелки, первые два вышеперечисленных условия выполняются, когда рабочая точка горелки лежит в рабочем поле горелки, определяющем область работоспособности горелки для определенных мощностей с определенным напором, создаваемым вентилятором горелки.

Для нахождения рабочей точки определяем тепловую мощность горелки:

$$Q_{\text{гор}} = Q_{\text{кот}} / \eta_{\text{кот}},$$

где $Q_{\text{кот}}$ – номинальная теплопроизводительность котла, кВт,

$\eta_{\text{кот}}$ – коэффициент полезного действия котла, выраженный в долях единицы.

Практика подбора горелки для котлов ЭКАС в тексте приведена на примере горелок CUENOD.

Для котла ЭКАС 500 значение номинальной теплопроизводительности составляет 581 кВт, а коэффициента полезного действия – 0,92. Для подбора горелки рекомендуется создавать запас мощности и напора. Для этого значение коэффициента полезного действия рекомендуется уменьшить на 0,02. Значение условного коэффициента полезного действия составит 0,9.

$$Q_{\text{гор}} = 581 / 0,9 = 646 \text{ кВт}$$

Значение аэродинамического сопротивления котла (сопротивление газового тракта) определяется по таблице технических характеристик котла ЭКАС 500 (таблица 1). Значение аэродинамического сопротивления котла составляет 53 мм вод. ст. Для создания условий гарантированного избыточного давления на выходе дымовых газов из котла, увеличим это значение на 2 мм вод. ст. Итак рабочая точка горелки определяется мощностью 646 кВт и напором 55 мм вод. ст. На рисунке 22 определена рабочая точка на рабочем поле горелки C75 GX 507/8 для давления газа 49 мбар.

При подборе горелки необходимо учитывать месторасположение котла относительно уровня моря. Для котлов, устанавливаемых в условиях значительной высоты, при выборе горелки необходимо учитывать поправочный коэффициент f на отметку абсолютной высоты.

Например, для котла ЭКАС 500, устанавливаемого в котельной курортного комплекса высокогорья, отметка пола котельной в системе абсолютных значений +1200,23 м. По зависимости, представленной на рисунке 23, определяем значение поправочного коэффициента f , равное 0,87. Определяем теоретическую мощность горелки для условий высокогорья:

$$646 / f = 646 / 0,87 = 743 \text{ кВт}.$$

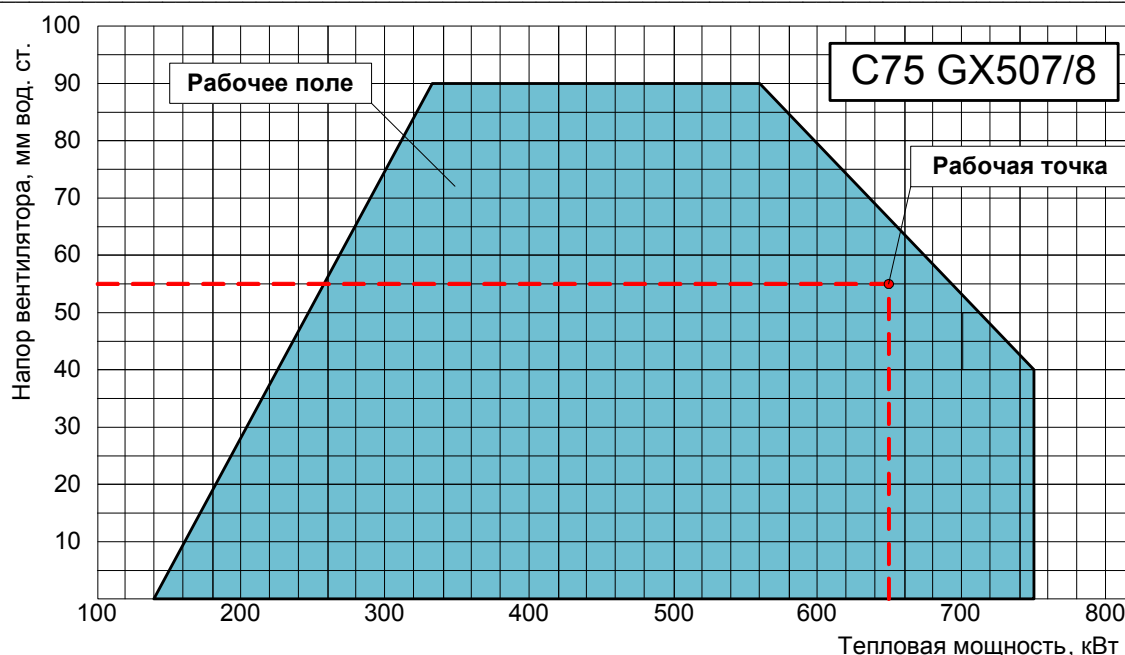


Рисунок 22. Определение рабочей точки горелки

Определяем теоретический напор вентилятора горелки, необходимый для преодоления сопротивления газового тракта котла в условиях высокогорья:

$$55/f = 55/0,87 = 63 \text{ мм вод. ст.}$$

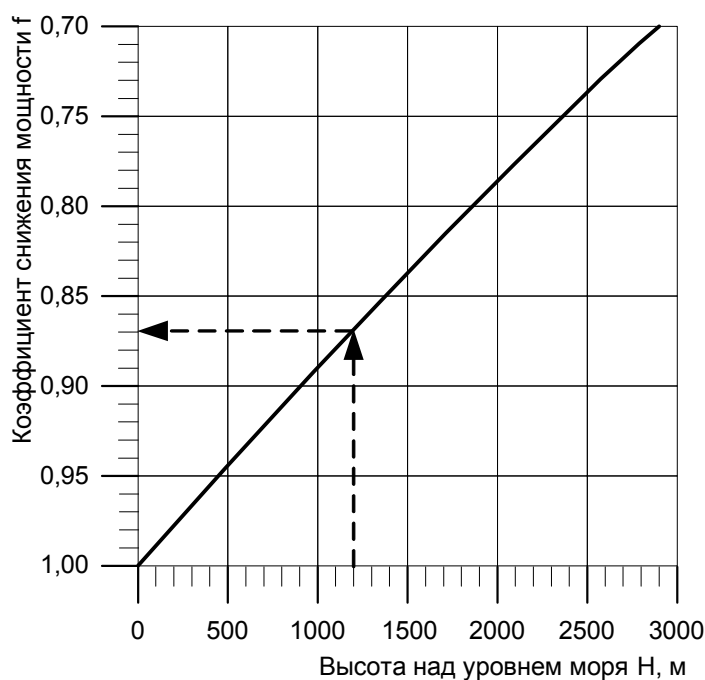


Рисунок 23. Зависимость мощности газовых горелок от высоты расположения над уровнем моря

Итак рабочая точка горелки определяется мощностью 743 кВт и напором 63 мм вод. ст. На рисунке 24 определена рабочая точка на рабочем поле горелки C75 GX 507/8 для давления газа 49 мбар в условиях высокогорья. Очевидно, что рабочая точка лежит вне зоны рабочего поля горелки, следовательно, для этого случая подбираем более мощную горелку C75 GX 507/8 (см. рисунок 25).

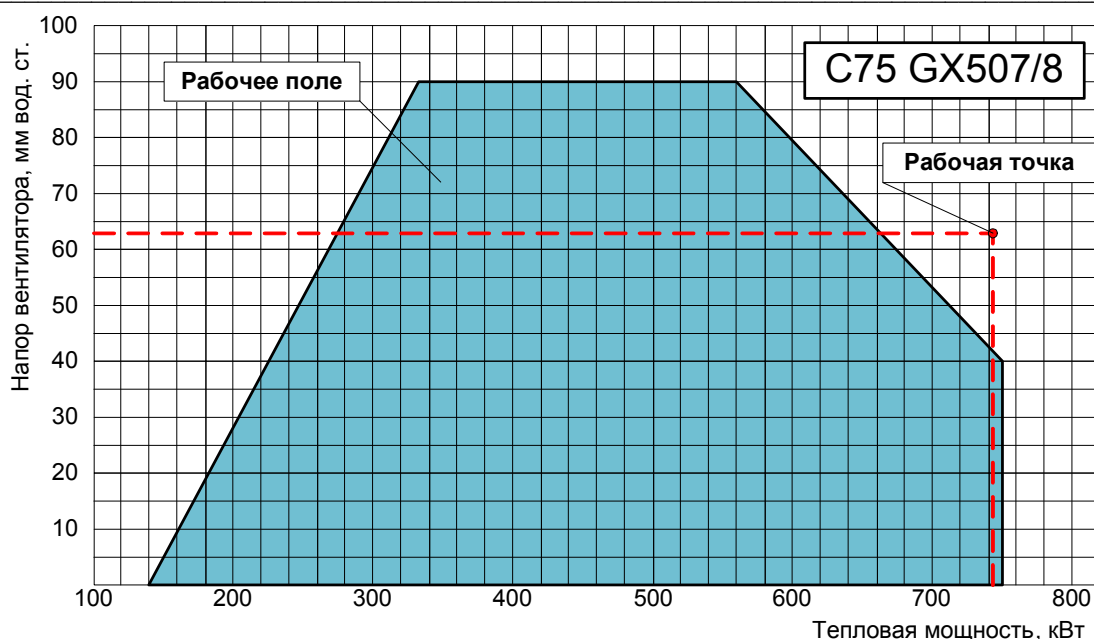


Рисунок 24. Определение рабочей точки горелки для примера несоответствия котла и горелки в условиях высокогорья

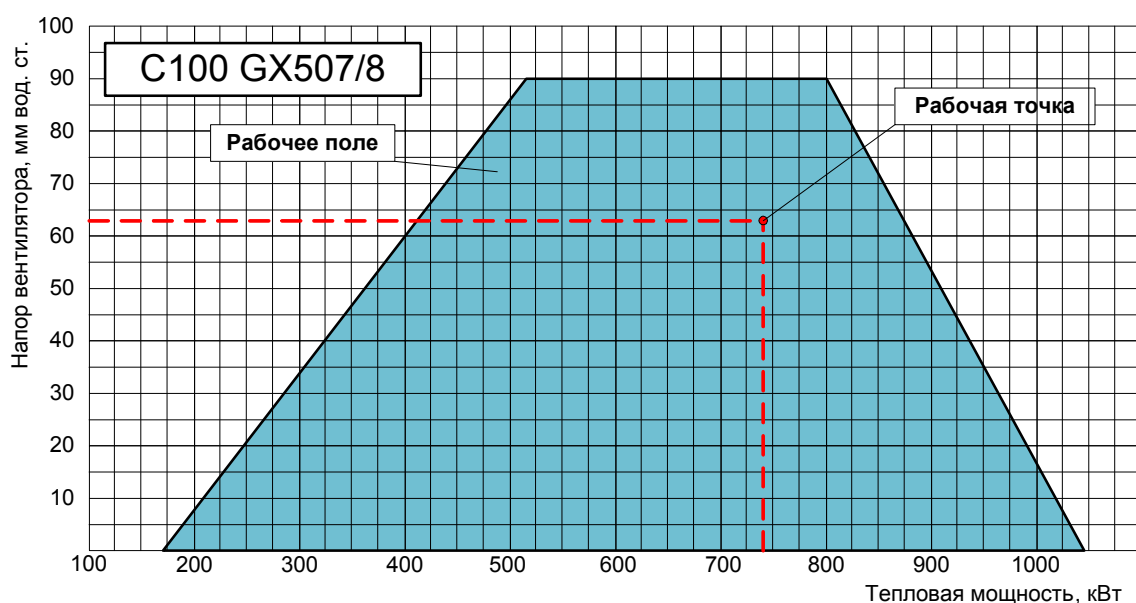


Рисунок 25. Определение рабочей точки горелки для примера соответствия котла и горелки в условиях высокогорья

Для жидкотопливных горелок поправочный коэффициент f на отметку абсолютной высоты определяется по зависимости, представленной на рисунке 26.

Для двухходовых (реверсивных) котлов, какими являются котлы ЭКАС при подборе горелки необходимо учитывать рекомендации по соответствию геометрии факела пламени горелки геометрии топки (жаровой трубы). В общем случае факел должен быть короче топки и иметь диаметр, меньший диаметра топки. Для проверки выполнения этих рекомендаций можно воспользоваться расчетно-эмпирическими графиками зависимости длины и диаметра факела от мощности горелки CUENOD для природного газа и дизтоплива, приведенными на рисунках 27 и 8. Данные представлены для работы горелки с коэффициентом избытка воздуха $\alpha=1,15$.

⚠️ Внимание! Принципиально возможна работа котлов ЭКАС с горелками других производителей при условии правильно выполненного подбора горелки и согласовании электрического подключения прибора управления (контроллера) горелки к пульту управления котлом.

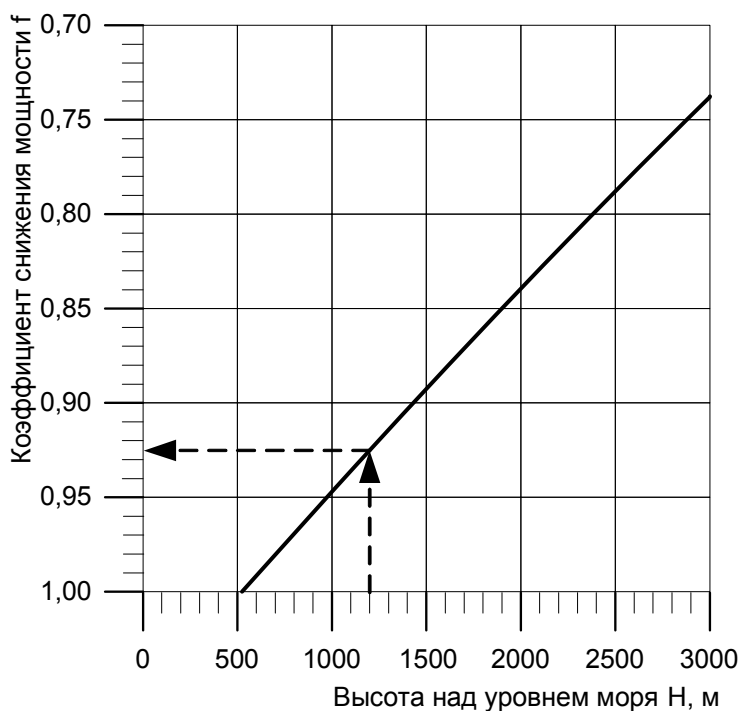


Рисунок 26. Зависимость мощности дизтопливных горелок от высоты расположения над уровнем моря

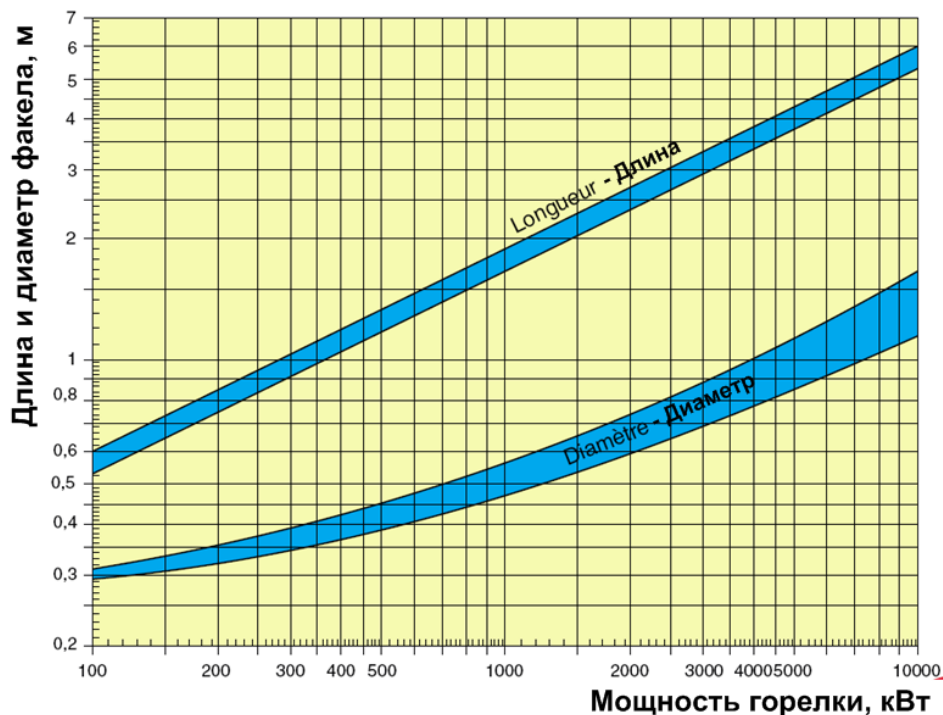


Рисунок 27. Зависимость длины и диаметра факела газовых горелок CUENOD от их мощности

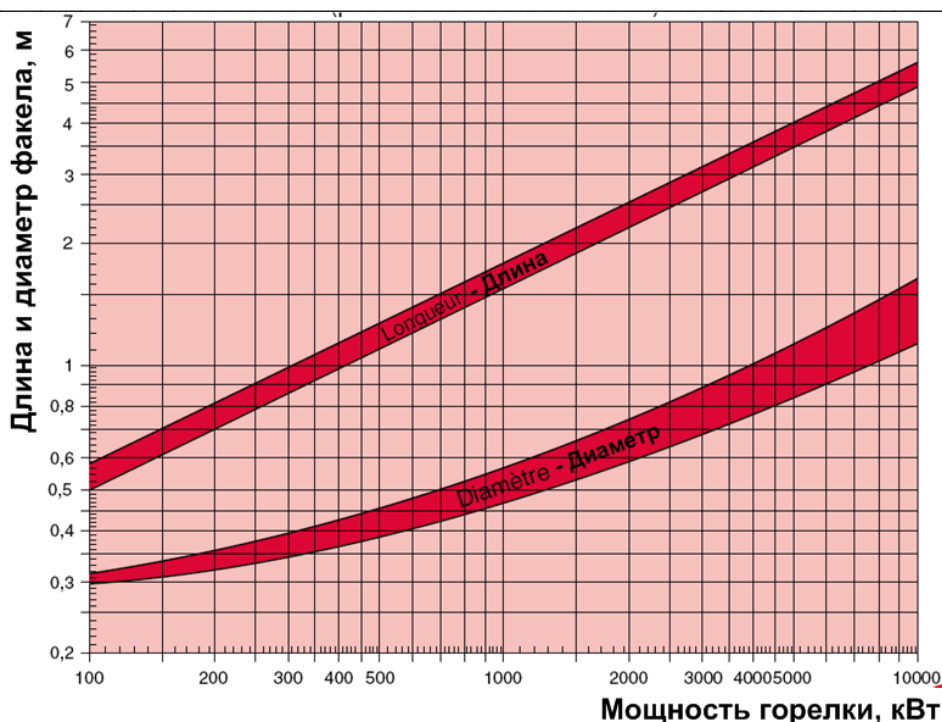


Рисунок 28. Зависимость длины и диаметра факела жидкотопливных горелок CUENOD от их мощности

Для примера рассмотрим определение соответствия геометрии факела пламени горелки геометрии топки (жаровой трубы) котла ЭКАС 500. Ранее была определена для этого котла газовая горелка C75 GX 507/8. Мощность горелки для работы с котлом, как было определено ранее, составляет 646 кВт. Определяем диаметр факела – 460 мм и длину факела – 1390 мм, как показано на рисунке 29.

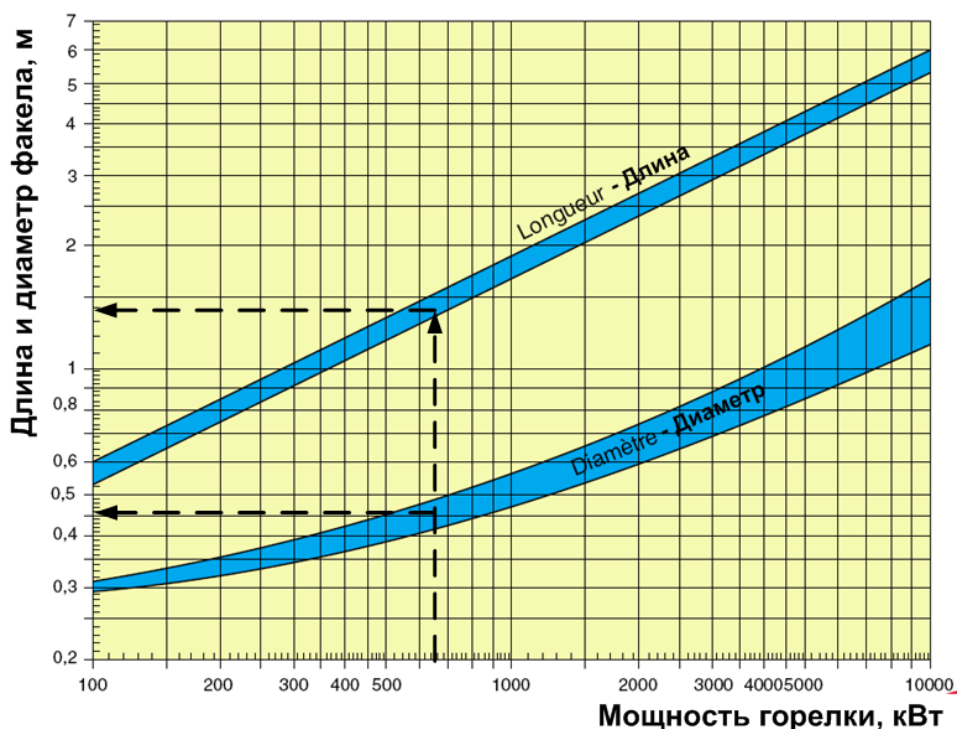


Рисунок 29. Определение длины и диаметра факела газовой горелки C75 GX 507/8, подобранной для котла КОЛВИ 500

По таблице к рисунку 21 определяем диаметр и длину топки (жаровой трубы) котла ЭКАС 500. Эти параметры котла составляют соответственно значения 636 и 1605 мм. Таким образом, делаем вывод – геометрия факела горелки C75 GX 507/8 соответствует геометрии топки (жаровой трубы) котла ЭКАС 500.

⚠ Внимание! Распространенной ошибкой, связанной с непониманием принципов работы блочных горелок является неправильное определение рабочих характеристик горелок без учета котла. Одной и той же блочной горелкой могут комплектоваться разные по мощности котлы. Так, например, горелкой C75 GX 507/8 комплектуются котлы ЭКАС 440 и ЭКАС 500. При этом рабочие характеристики горелки (мощность, минимальный и максимальный расход топлива) в процессе проведения пусконаладочных работ приводятся в соответствие характеристикам котла. Поэтому, в корне неверно определять расход топлива, например для выбора газового счетчика, исходя только из табличных характеристик горелки.

Для примера геометрические размеры газовых горелок CUENOD, которые могут поставляться комплектно с котлами ЭКАС согласно таблице 4 и геометрические характеристики котлов ЭКАС со смонтированными на них газовыми горелками представлены на рисунках 31...37.

Общий вид котла серии ЭКАС со смонтированной горелкой представлен на рисунке 30.

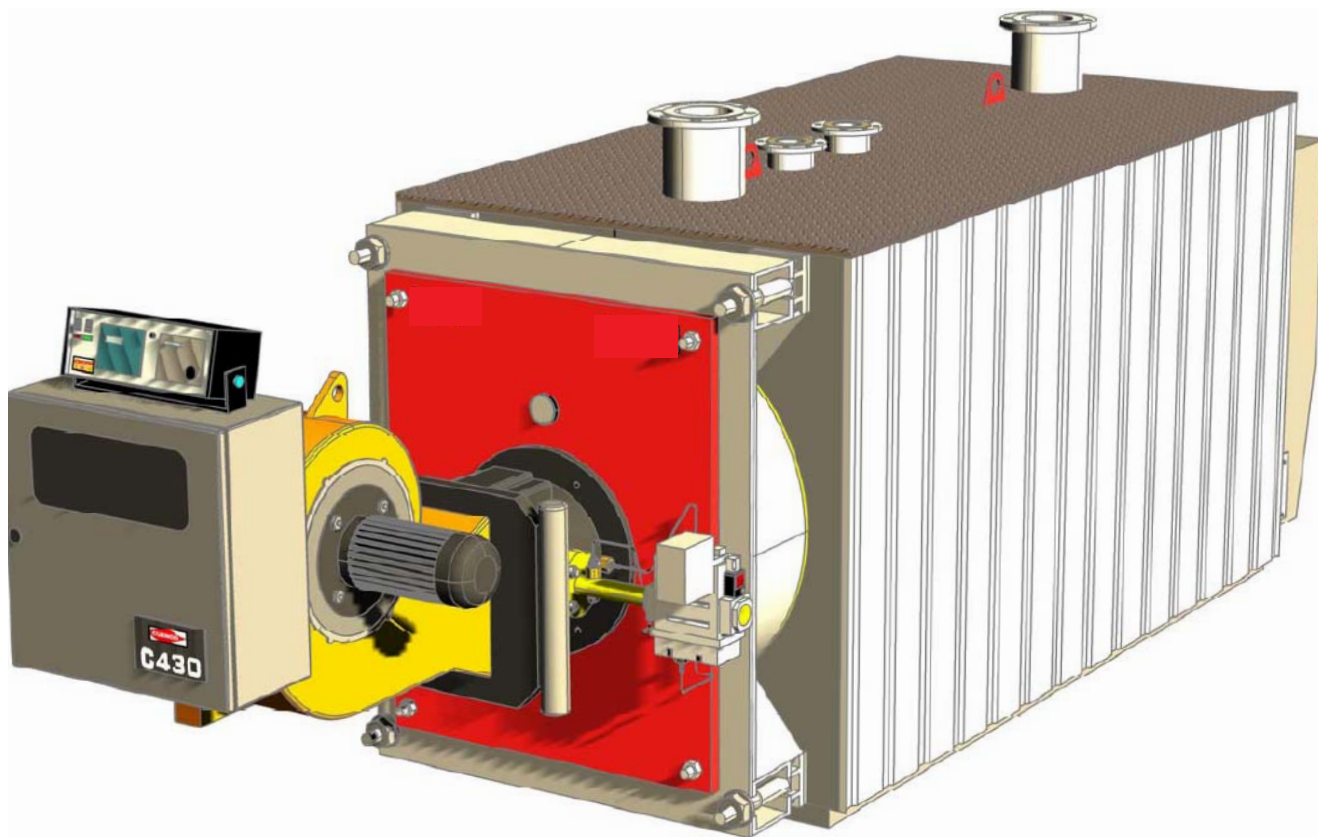
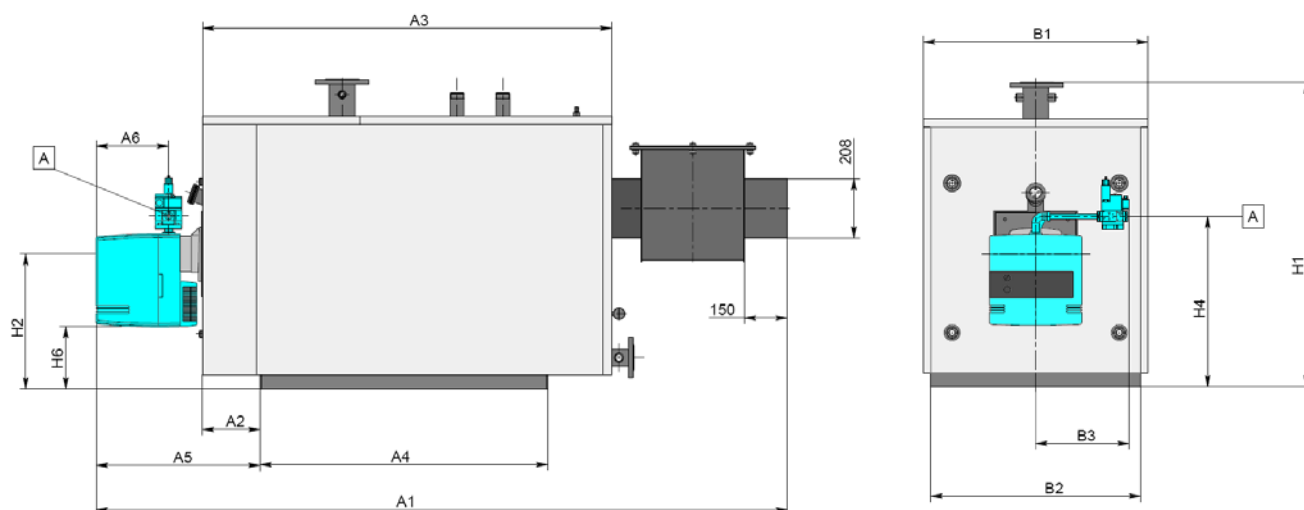


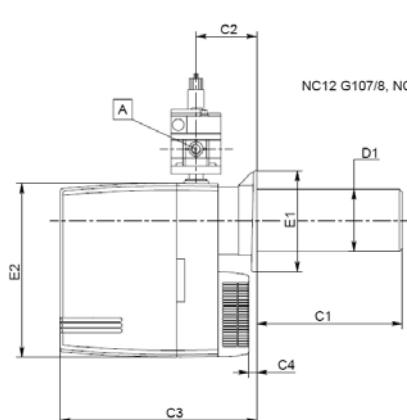
Рисунок 30. Общий вид котла серии ЭКАС со смонтированной горелкой

Приведенные чертежи и рисунки котлов с горелками CUENOD являются справочными, так как при поставке горелок других производителей, общий вид, размеры, расположение комплектующих будут отличаться от приведенных примеров.

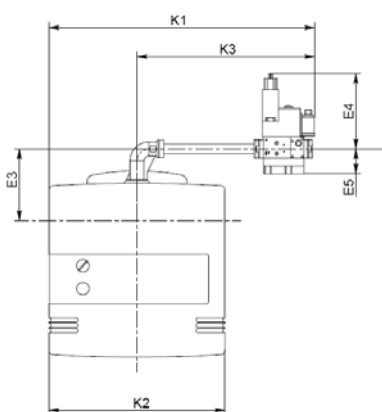
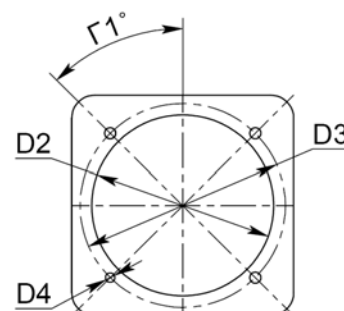
⚠ Внимание! Для подбора поставляемой горелки, необходимо заполнить опросный лист на котел и направить его представителю ЭКАС-Оргпищепром+. Форма опросного листа предоставляется представителем ЭКАС-Оргпищепром+. Кроме перечисленных выше факторов, влияющих на выбор горелки, необходимо учитывать ценовую составляющую, условия поставки, приемлемые для Заказчика и факт наличия на складе при срочных заказах.



№ п/п	Модель	Размеры в мм															А патрубок подачи газа
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
1	ЭКАС 90	2400	190	1415	1000	550	252	790	740	330	1080	510	---	643	---	256	G 3/4"
2	ЭКАС 120	2400	190	1415	1000	550	252	790	740	330	1080	510	---	643	---	256	G 3/4"



NC12 G 107/8, NC21 G 107.


 Отверстия в
передней панели


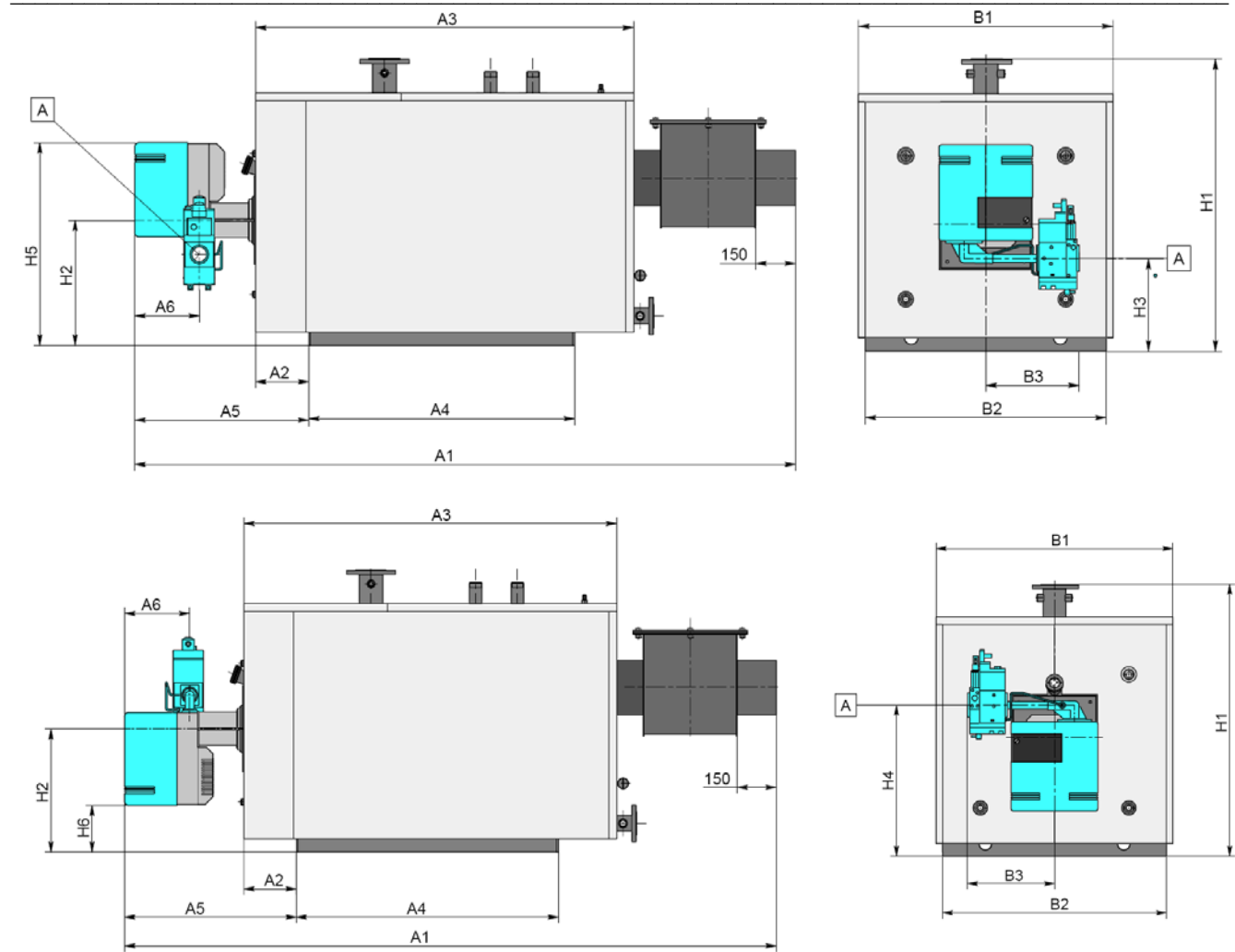
Размеры горелки

Присоединительные размеры горелки

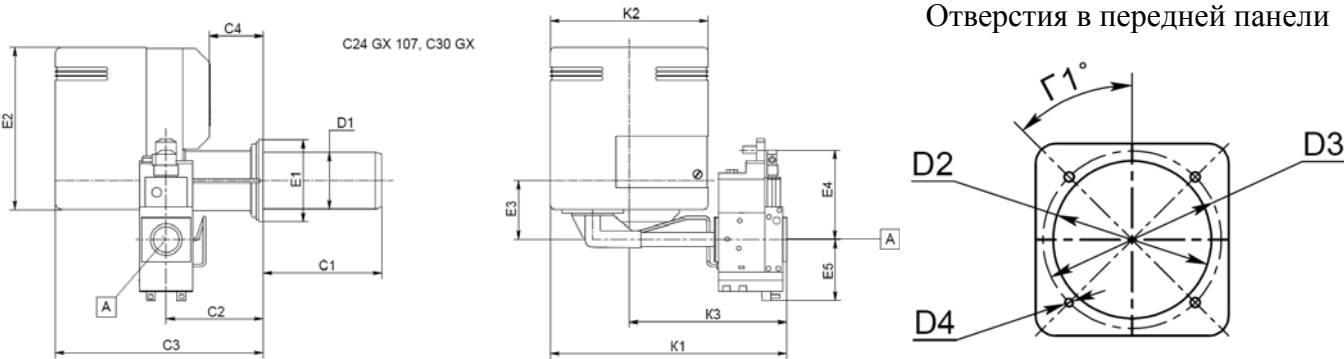
№ п/п	Модель котла	Модель горелки	Размеры в мм													Масса горел- ки
			C1	C2	C3	C4	D1	E1	E2	E3	E4	E5	K1	K2	K3	
1	ЭКАС 90	NC12 G 107/8	270	113	365	15	115	185	283	133	140	46	448	327	330	17 кг
2	ЭКАС 120	NC21 GX 107/8	270	113	365	15	115	185	283	133	140	46	448	327	330	17 кг

№ п/п	Модель горелки	G1	D2 мм	D3 мм	D4
1	NC12 G 107/8	45°	150/180	125	M8
2	NC21 GX 107/8				

Рисунок 31. Котлы ЭКАС 90...120 с газовыми горелками CUENOD



№ п/п	Модель	Размеры в мм															
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	A
																	па трубок подачи газа
1	ЭКАС 140	2790	190	1715	1300	646	244	790	740	346	1080	680	372	648	802	218	G1 1/4"
2	ЭКАС 170	2790	190	1715	1300	646	244	790	740	346	1080	680	372	648	802	218	G1 1/4"
3	ЭКАС 200	2790	190	1715	1300	646	244	790	740	346	1080	680	372	648	802	218	G1 1/4"

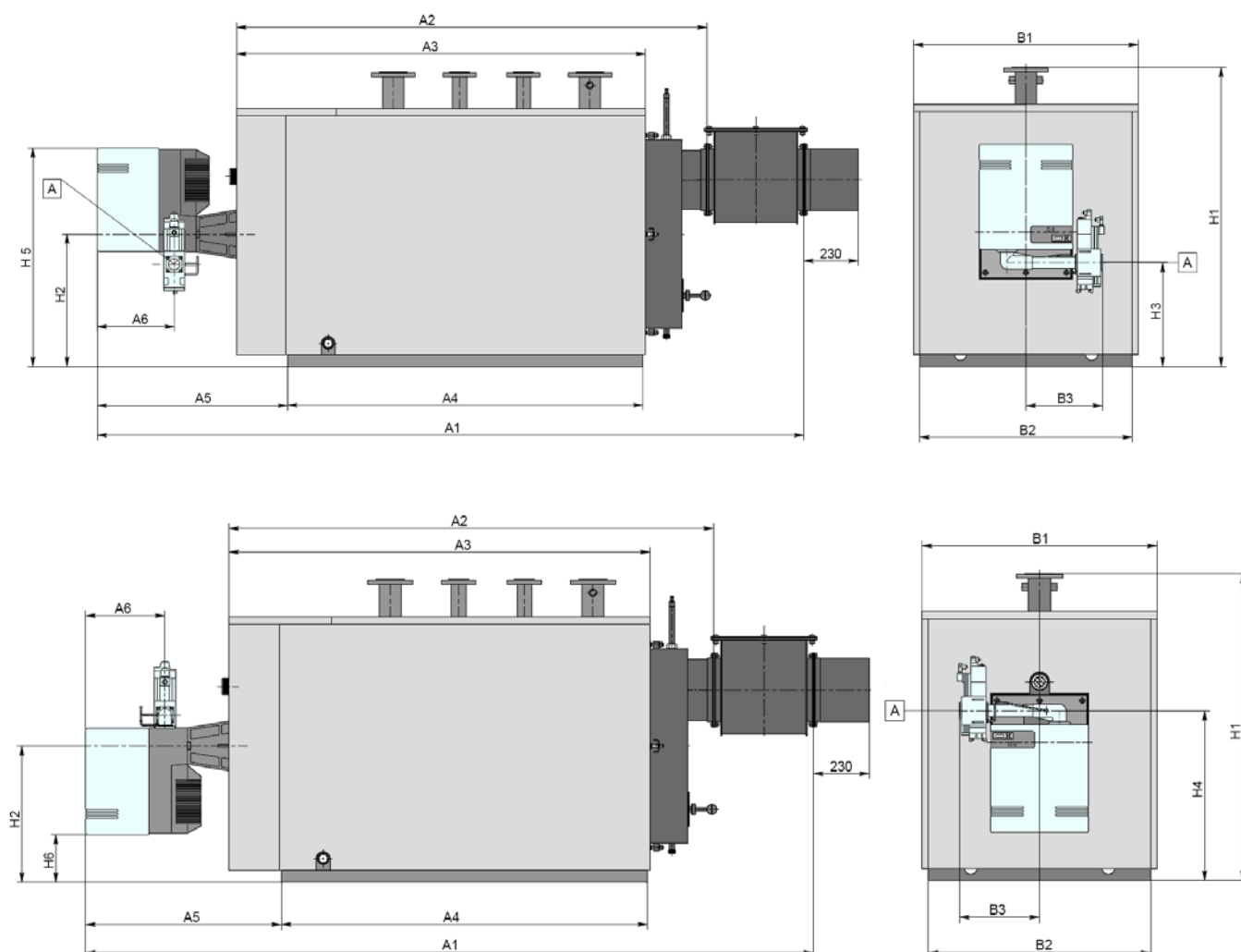


Примечание:
1. Горелка может быть установлена с корпусом
вверх или вниз.
2. Газовый блок может быть смонтирован слева
или справа независимо от положения горелки
(корпус вверх или вниз)

№ п/п	Модель котла	Модель горелки	Размеры в мм													Масса горел- ки
			C1	C2	C3	C4	D1	E1	E2	E3	E4	E5	R1	R2	R3	
3	ЭКАС 140	C24 GX 107	260	212	456	120	115	180x220	355	138	160	55	540	346	370	24 кг
4	ЭКАС 170	C30 GX 107	260	212	456	120	124	180x220	355	138	160	55	543	346	370	24 кг
5	ЭКАС 200	C30 GX 207	260	212	456	120	124	180x220	355	138	254	55	543	346	370	26 кг

№ п/п	Модель горелки	Присоединительные размеры горелки			
		G1	D2 мм	D3 мм	D4
1	C24 GX 107	45°	130-140	172-184	M8
2	C30 GX 107				
3	C30 GX 207				

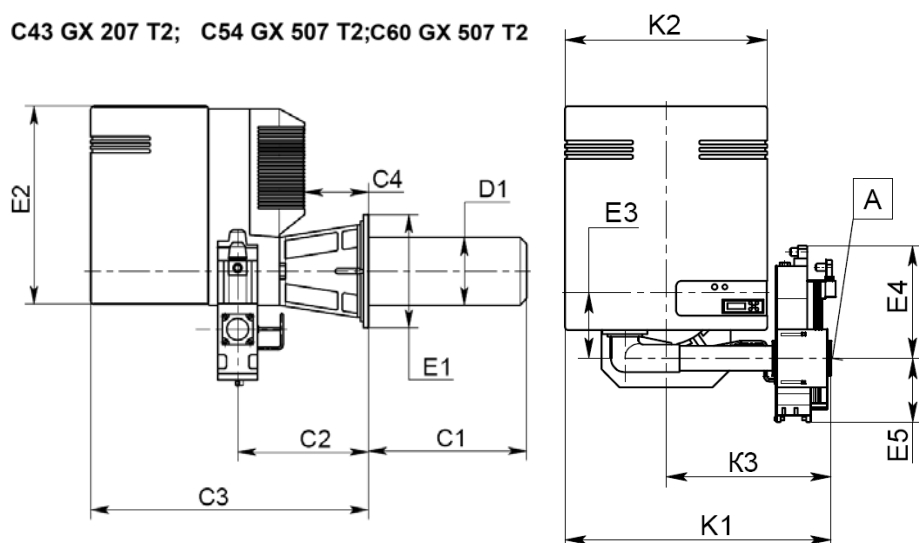
Рисунок 32. Котлы ЭКАС 140...200 с газовыми горелками CUENOD



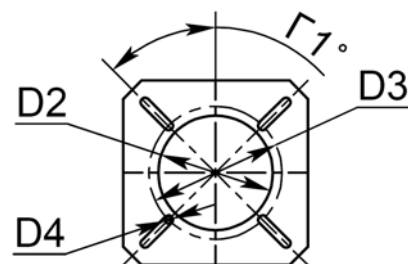
№ п/п	Модель	Размеры в мм															А
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
																	патрубок подачи газа
1	ЭКАС 250	2755	1745	1485	1250	820	325	940	890	410	1245	560	432	688	910	210	G 1 1/4"
2	ЭКАС 270	2755	1745	1485	1250	820	325	940	890	440	1245	560	432	688	910	210	G 2"
3	ЭКАС 300	2905	1895	1635	1400	820	325	940	890	440	1245	560	432	688	910	210	G 2"
4	ЭКАС 350	3005	1995	1735	1500	820	325	940	890	500	1245	560	432	688	925	195	G 2"
5	ЭКАС 440	3345	2170	1890	1660	980	516	1150	1100	540	1365	680	680	680	1130	230	G 1 1/4"
6	ЭКАС 500	3430	2250	1970	1740	985	516	1150	1100	540	1365	680	680	680	1130	230	G 1 1/4"
7	ЭКАС 550	3430	2250	1970	1740	985	516	1150	1100	635	1365	680	680	680	1130	230	G 2"
8	ЭКАС 600	3465	2270	1990	1760	985	516	1250	1200	635	1520	760	760	760	1210	310	G 2"
9	ЭКАС 650	3465	2270	1990	1760	985	516	1250	1200	635	1520	760	760	760	1210	310	G 2"

Рисунок 33. Котлы ЭКАС 250...650 с газовыми горелками CUENOD

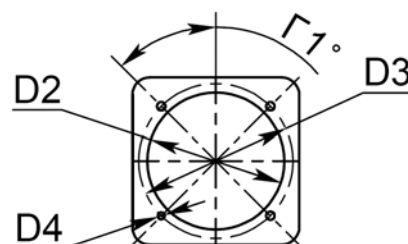
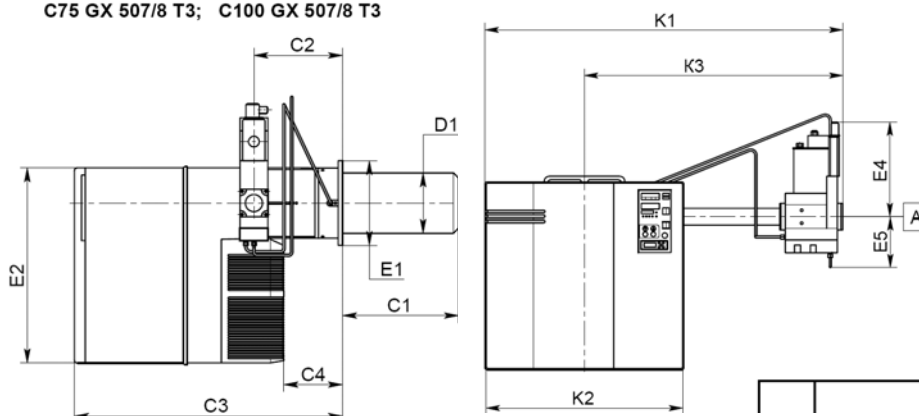
C43 GX 207 T2; C54 GX 507 T2; C60 GX 507 T2



Отверстия в передней панели

C43 GX 207 T2; C54 GX 507 T2;
C60 GX 507 T2

C75 GX 507/8 T3; C100 GX 507/8 T3



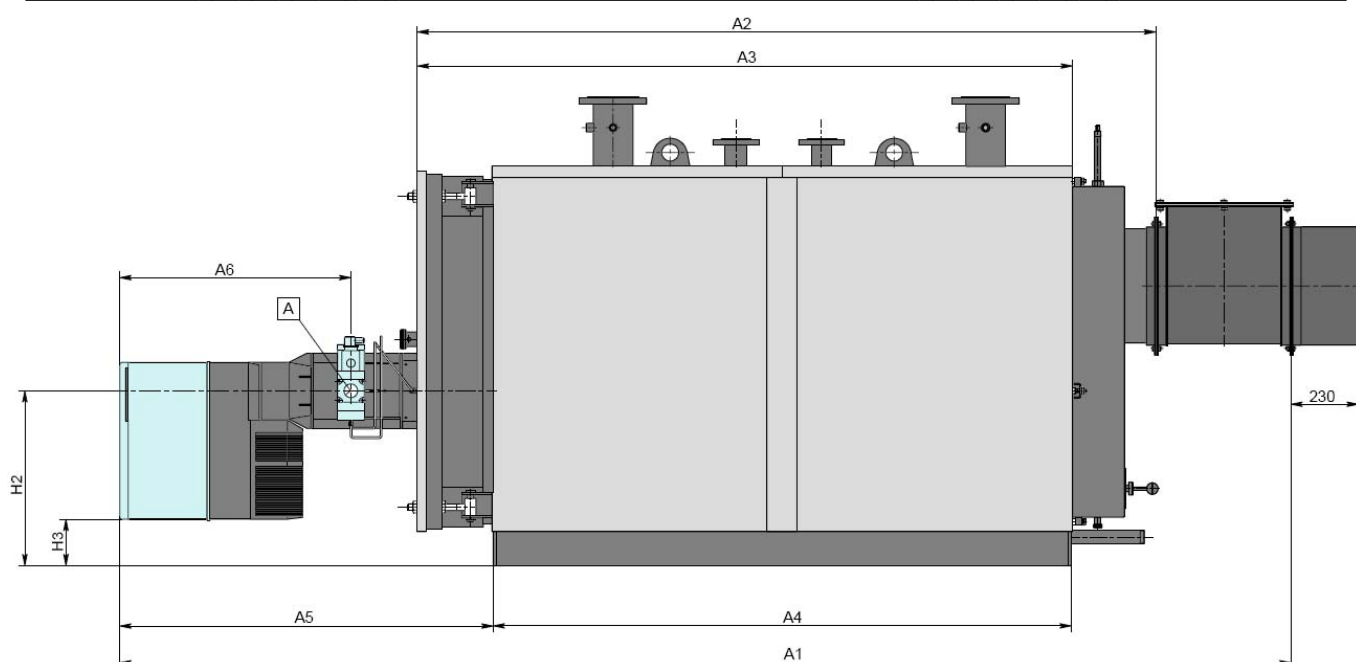
C75 GX 507/8 T3; C100 GX 507/8

№ п/п	Модель котла	Модель горелки	Размеры в мм													Масса горелки
			C1	C2	C3	C4	D1	E1	E2	E3	E4	E5	R1	R2	R3	
1	ЭКАС 250	C43 GX 207 T2	350	289	614	141	φ150	□250	437	128	225	55	606	392	410	49 кг
2	ЭКАС 270	C54 GX 507 T2	350	289	614	141	φ150	□250	437	128	220	125	636	392	440	50 кг
1	ЭКАС 300	C54 GX 507 T2														
2	ЭКАС 350	C60 GX 507/8 T2	350	289	614	141	φ150	□250	437	128	220	125	636	392	500	51 кг
3	ЭКАС 440	C75 GX 507/8 T3	325	248	764	164	φ170	238x 230	550	0	280	150	925	580	540	82 кг
4	ЭКАС 500	C75 GX 507/8 T3														
5	ЭКАС 550	C100 GX 507/8 T3						238x								
6	ЭКАС 600	C100 GX 507/8 T3	325	248	764	164	φ170	230	550	0	280	150	580	580	635	86 кг
7	ЭКАС 650	C100 GX 507/8 T3														

Присоединительные размеры горелки

№ п/п	Модель горелки	Г1	D2 мм	D3 мм	D4
1	C43 GX 207 T2	45°	155	180-270	M8
2	C54 GX 507 T2				M10
3	C54 GX 507 T2				
4	C60 GX 507 T2				
5	C75 GX 507/8 T3	45°	195	220-260	M10
6	C75 GX 507/8 T3				
7	C100 GX 507/8 T3				
8	C100 GX 507/8 T3	45°	195	220-260	M10
9	C100 GX 507/8 T3				

Рисунок 34. Газовые горелки CUENOD к котлам КОЛБИ 250...650



№ п/п	Модель	Размеры в мм												А
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	H1	H2	H3	на трубок подачи газа
1	ЭКАС 1000	4110	2585	2295	2025	1310	807	1300	1295	690	1640	610	160	G 2"
2	ЭКАС 1300	4110	2585	2295	2025	1310	807	1300	1295	734	1640	610	160	DN 50
3	ЭКАС 850	3860	2335	2245	1775	1310	807	1300	1295	690	1640	610	160	G 2"
4	ЭКАС 950	4110	2585	2295	2025	1310	807	1300	1295	690	1640	610	160	G 2"

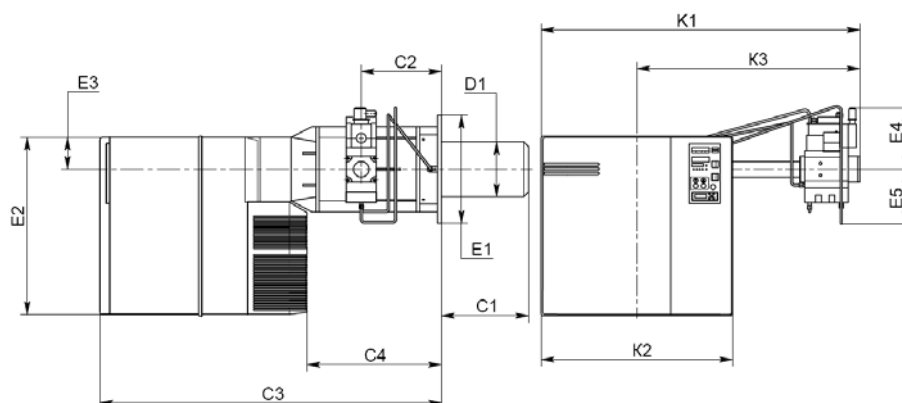
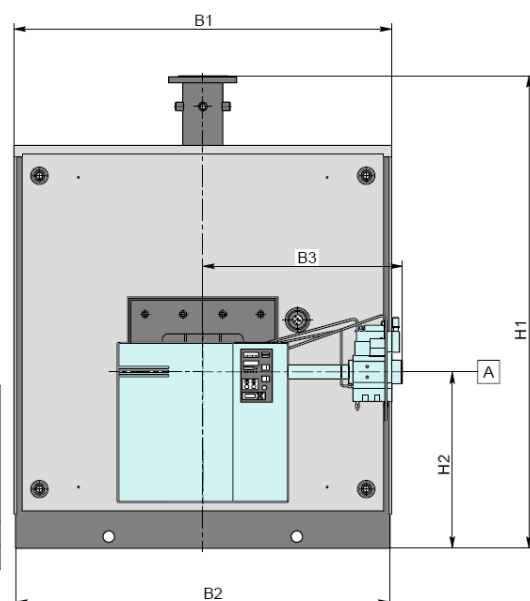
Примечание:
1. Горелка может быть установлена с корпусом вверх или вниз.
2. Газовый блок может быть установлен только в горизонтальном положении, справа или слева.

Присоединительные размеры горелки

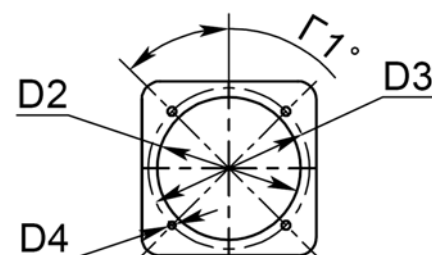
№ п/п	Модель горелки	Г1	D2 мм	D3 мм	D4
1	C160 GX 507/8 T1	45°	250	300-400	M12
2	C210 GX 507/8 T1	45°	250	300-400	M12
3	C210 GX/8 T1	45°	250	300-400	M12

Размеры горелки

№ п/п	Модель котла	Модель горелки	Размеры в мм													Масса горел- ки
			C1	C2	C3	C4	D1	E1	E2	E3	E4	E5	R1	R2	R3	
1	ЭКАС 1000	C160 GX 507/8 T1	270	250	1057	423	227	335x326	550	100	235	170	986	592	690	107 кг
2	ЭКАС 1300	C210 GX 507/8 T1	270	250	1057	423	227	335x326	550	100	235	170	1030	592	734	119 кг
3	ЭКАС 850	C120 GX 507/8 T1	270	250	1057	423	227	335x326	550	100	235	170	986	592	690	106 кг
4	ЭКАС 950	C120 GX 507/8 T1	270	250	1057	423	227	335x326	550	100	235	170	986	592	690	106 кг

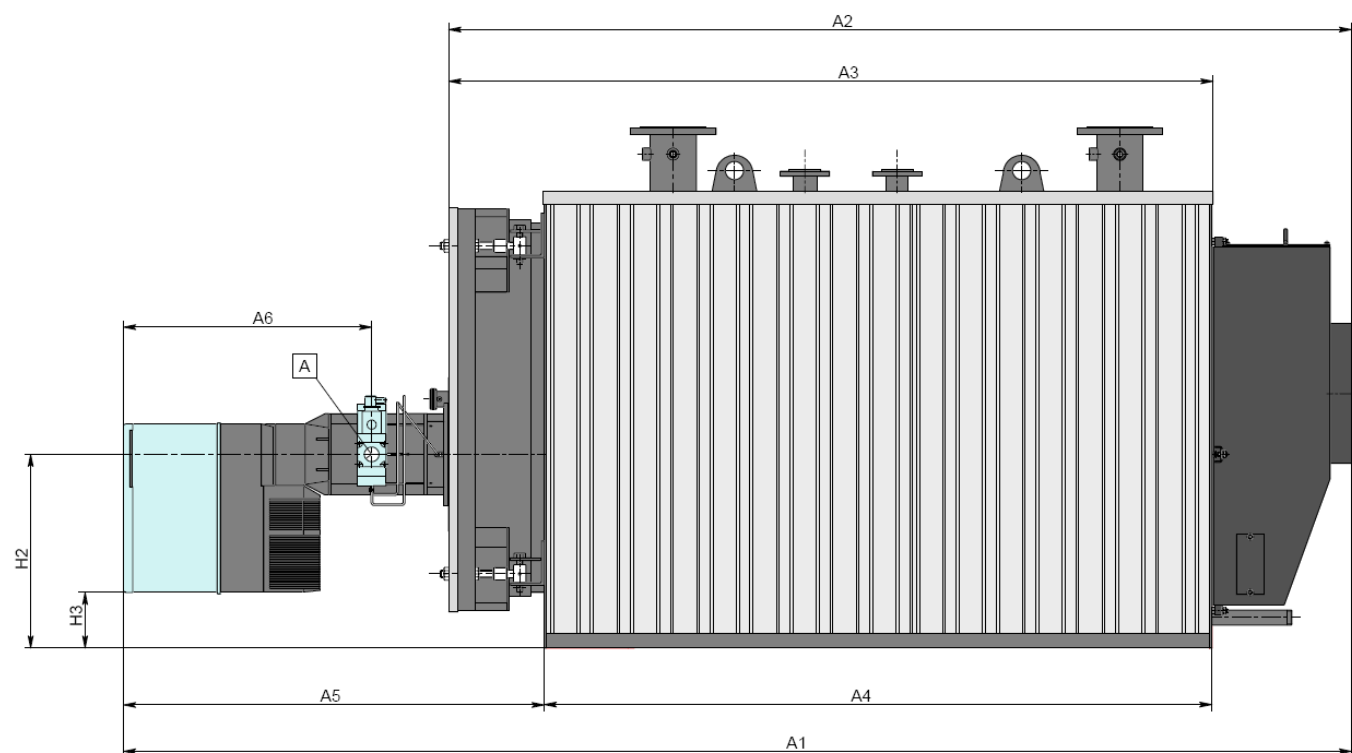


Отверстия в передней панели



C160 GX 507/8 T1; C210 GX 507/8 T1

Рисунок 35. Котлы ЭКАС 1000...1300 с газовыми горелками CUENOD



Модель	Размеры в мм												
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	H1	H2	H3	A
ЭКАС 1500	4005	2945	2490	2175	1370	807	1380	1360	734	1700	660	210	на трубок подачи газа DN 50

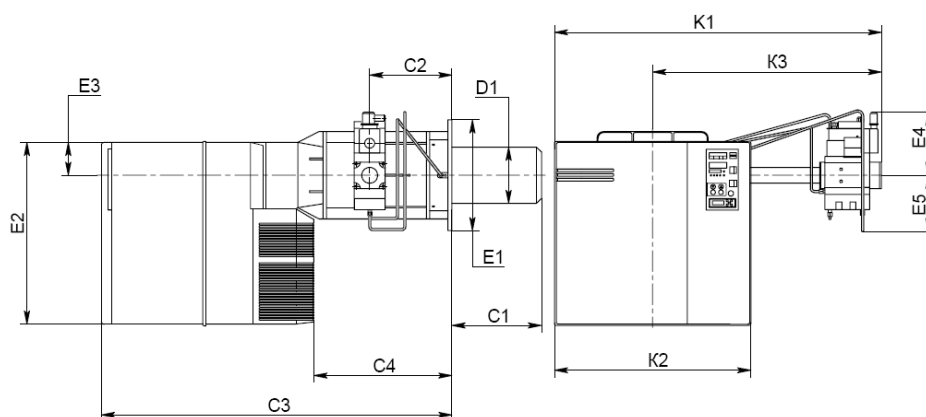
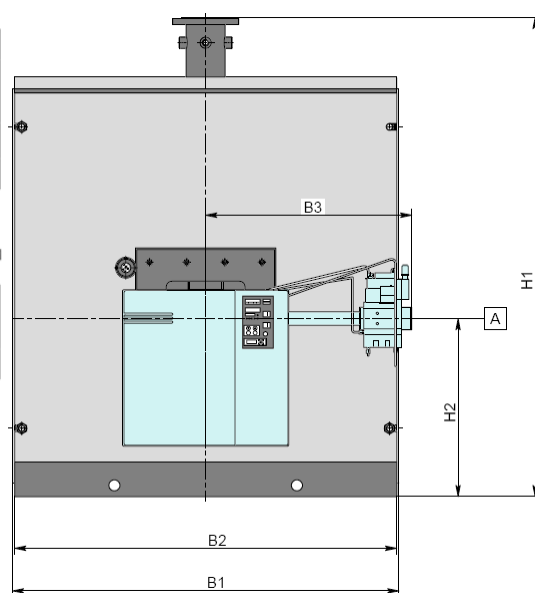
- Примечание:
1. Горелка может быть установлена с корпусом вверх или вниз.
 2. Газовый блок может быть установлен только в горизонтальном положении, справа или слева.

Присоединительные размеры горелки

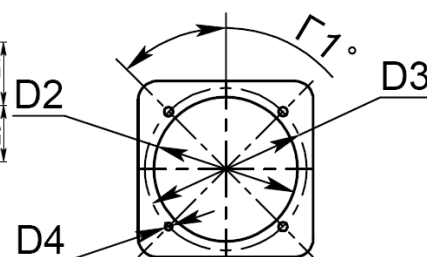
Модель горелки	Г1	D2 мм	D3 мм	D4
C210 GX 507/8 T1	45°	250	300-400	M12

Размеры горелки

Модель котла	Модель горелки	Размеры в мм												Масса горелки
		C1	C2	C3	C4	D1	E1	E2	E3	E4	E5	K1	K2	K3
ЭКАС 1500	C210 GX 507/8 T1	270	250	1057	423	227	335x326	550	100	235	170	1030	592	734

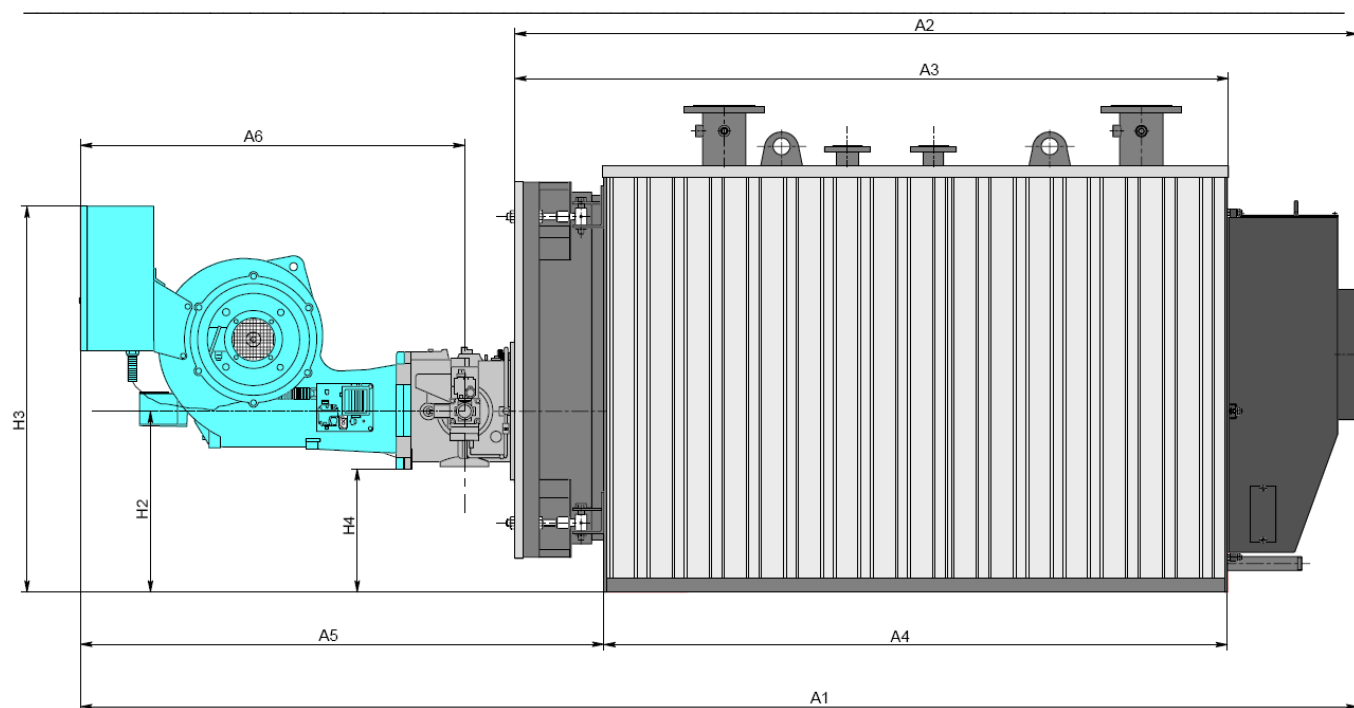


Отверстия в передней панели

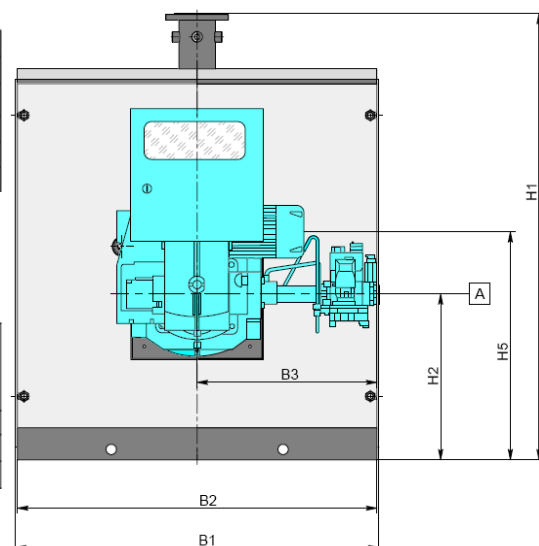


C210 GX 507/8 T1

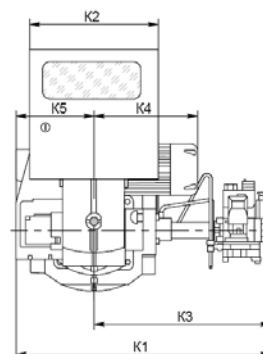
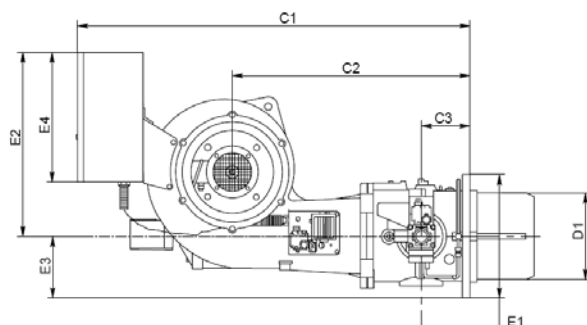
Рисунок 36. Котел ЭКАС 1500 с газовой горелкой CUENOD



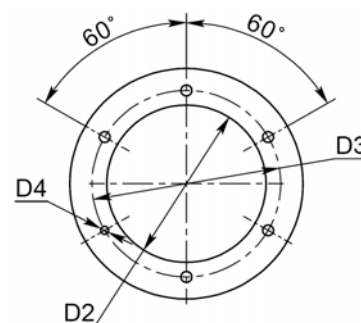
№ п/п	Модель	Размеры в мм															А
		А1	А2	А3	А4	А5	А6	В1	В2	В3	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	на трубо- провод газа	
1	ЭКАС 1850	4915	3315	2855	2545	1905	1410	1375	1360	700	1700	660	1360	420	900	G 1 1/2"	
2	ЭКАС 2000	5010	3410	2950	2640	1905	1410	1375	1360	700	1700	660	1360	420	900	G 2"	
3	ЭКАС 3000	5035	3435	3060	2690	1965	1410	1885	1870	700	2270	915	1615	675	1155	G 2"	



Размеры горелки																
№ п/п	Модель котла	Модель горелки	Размеры в мм													Масса горел- ки
			C1	C2	C2	D1	E1	E2	E3	E4	K1	K2	K3	K4	K5	
1	ЭКАС 1850	C285 GX507	1600	927	190	326	480	700	240	500	1005	500	700	395	305	274 кг
2	ЭКАС 2000	C330 GX507/8	1600	927	190	326	480	700	240	500	1005	500	700	395	305	275 кг
3	ЭКАС 3000	C380 GX507/8	1600	927	190	326	480	700	240	500	1005	500	700	425	305	290 кг



Отверстия в передней панели



Присоединительные размеры горелки

№ п/п	Модель горелки	D2 мм	D3 мм	D4
1	C285 GX507	360	430	M12
2	C330 GX507/8			
3	C380 GX507/8			
4	C430 GX507/8			

Рисунок 37. Котлы ЭКАС 1850...3000 с газовыми горелками CUENOD

4.2. Комплект облицовочных декоративных панелей

Инструкция по монтажу облицовочных декоративных панелей на котел приведена в Руководстве по эксплуатации, поставляемом в комплекте с котлом. Монтаж панелей производится, как правило, после завершения монтажных работ в котельной, за исключением передней панели, монтируемой на дверцу топki (без монтажа передней панели невозможен монтаж и «обвязка» горелки). Для котлов ЭКАС 1000... ЭКАС 3000 и ЭКАС 1000 М... ЭКАС 3000 М вместо верхней декоративной облицовочной панели применяется стальной лист с ромбическим или чечевичным рифлением в качестве площадки обслуживания. При проектировании котельной необходимо учитывать возможность монтажа и демонтажа облицовочных декоративных панелей, а также возможность подъема обслуживающего персонала на верхнюю площадку обслуживания для котлов ЭКАС 1000... ЭКАС 3000 и ЭКАС 1000 М... ЭКАС 3000 М (как правило, с помощью боковой площадки с лестницей).

4.3. Блок управления и сигнализации

Блок управления и сигнализации МК-2/версия 3 (далее по тексту – БУС) является составной частью комплекта котельной автоматики и предназначен для:

- управления котлом ЭКАС, который работает с газовой блочной горелкой, оснащенной автономной системой управления и безопасности горелки (горелки ELCO, CUENOD, RIELLO, GIER SCH, WEISHAUPT, CIB UNIGAS, FBR, ECOFLAM и другие) и управляется внешними сигналами:
 - ✓ для одноступенчатых горелок: **Включить горелку, Выключить горелку;**
 - ✓ для двухступенчатых горелок: **Включить горелку (I ступень), Включить II ступень, Выключить горелку;**
 - ✓ для модуляционных горелок: **Включить горелку, Увеличить мощность, Уменьшить мощность, Выключить горелку.**
- обеспечения модуляционного режима работы двухступенчатых прогрессивных горелок (без установки модулятора типа RWF-40);
- управления группой (каскадом) котлов ЭКАС, оснащенных данными БУСами и объединенных в сеть по интерфейсу RS485, что обеспечивает автоматическое поддержание заданной температуры в подающем коллекторе котлов (на подаче) путем изменения мощности регулирующего котла и включение необходимого количества котлов;
- управления котлом (котлами) в ручном, каскадном и дистанционном режимах;
- регулирования температуры воды на выходе котла (рисунки 40-1...40-5);
- регулирования температуры воды с возможностью использования температурного и часового графиков:
 - ✓ на подаче из котла путем управления регулирующего органа запорно регулирующей арматуры воды, установленной на котле (рисунок 40-8);
 - ✓ на подаче из котла изменением мощности горелки, без использования регулирующего органа запорно регулирующей арматуры воды (рисунках 40-6, 40-7, 40-9, 40-10);
 - ✓ на подаче из каскада котлов (рисунки 41-1...41-3, 42-1, 42-2).

- обеспечения на входе котла температуры воды не ниже от заданного значения, которое достигается:
 - ✓ автоматическим включением насоса рециркуляционного контура (рисунки 40-1...40-3, 40-5);
 - ✓ автоматическим изменением положения 3-ходового смешивающего клапана, установленного на котле (рисунок 40-4).
- обеспечения позиционного или ПИД-закона регулирования температуры на выходе котла и на подаче;
- обеспечения автоматического включения и выключения с запрограммированной задержкой циркуляционных насосов, установленных на котлах или общекаскадного циркуляционного насоса;
- обеспечения автоматического управления общекаскадным рециркуляционным насосом;
- обеспечения автоматической защиты от «сухого» хода циркуляционных насосов, установленных на котле по сигналу низкого давления воды на выходе котла путем сокращения задержки выключения насоса до 3 минут;
- обеспечения автоматического перекрытия протока воды через неработающий котел в случае установки на нем необходимых запорных органов с электроприводом;
- обеспечения возможности организации автономного (независимого от работы котла) контура регулирования температуры по температурному и часовому графикам, что включает у себя регулирующий клапан и датчик температуры воды на подаче, если соответствующие каналы управления клапаном и датчик температуры, не задействованные в основной системе управления.

Блок управления и сигнализации (БУС) отвечает требованиям к автоматике согласно ГОСТ 21204-83 и обеспечивает:

- автоматическое управление и защиту в процессе запуска, работы и остановки котла;
- индикацию текущего состояния БУС, датчиков, сигналов управления исполнительными устройствами;
- защиту горелки и котла с одновременным включением сигнализации в случае, если:
 - ✓ из системы управления горелкой получен сигнал **Авария**;
 - ✓ из системы управления горелкой не поступает сигнал **Работа**;
 - ✓ давление газов в топке котла высокое;
 - ✓ давление дымовых газов высокое;
 - ✓ превышено предельное значение температуры воды на выходе котла;
 - ✓ давление воды высокое;
 - ✓ давление воды низкое;
 - ✓ недостаточный проток воды через котел;
 - ✓ неисправный БУС.
- блокирование запуска горелки при:
 - ✓ неисправностях БУС, обнаруженных в процессе тестирования;

✓ неподобающем состоянии датчиков и горелки перед пуском.

- проверку и налаживание исполнительных устройств и датчиков;
- сигнализацию рабочую и аварийную (звуковую и световую);
- формирование сигналов о состоянии котла **РАБОТА** и **АВАРИЯ** для передачи на диспетчерский пункт (общий щит оперативного дежурного персонала);
- диалоговый ввод - вывод информации для управления работой БУС и индикации состояния БУС, горелки и котла с отображением информации на 2-х строчном 16-ти разрядном жидкокристаллическом дисплее.

БУС предусматривает возможность работы котла в составе автоматизированной котельной без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Конструктивно БУС состоит из четырёх соединённых между собой панелей и подставки, которая крепится на корпусе декоративными болтами.

На лицевой панели БУСа расположены:

- кнопочный выключатель «Сеть»;
- передняя рабочая панель собственно контроллера БУС;
- корпус блока плавкого предохранителя;
- кнопка «Сброс аварии» (может отсутствовать в зависимости от типа контроллера).

Внутри корпуса БУСа (рисунок 38) на задней стенке размещены клеммные колодки «под винт», предназначенные для подключения цепи питания пульта, цепи питания и управляющих цепей горелки котла, цепи питания рециркуляционного насоса, а также в зависимости от назначения пульта – управляющих цепей дополнительного внешнего контроллера или блока расширения. Клеммные колодки разделены на силовую (управляющую) и информационную (измерительную) колодки.

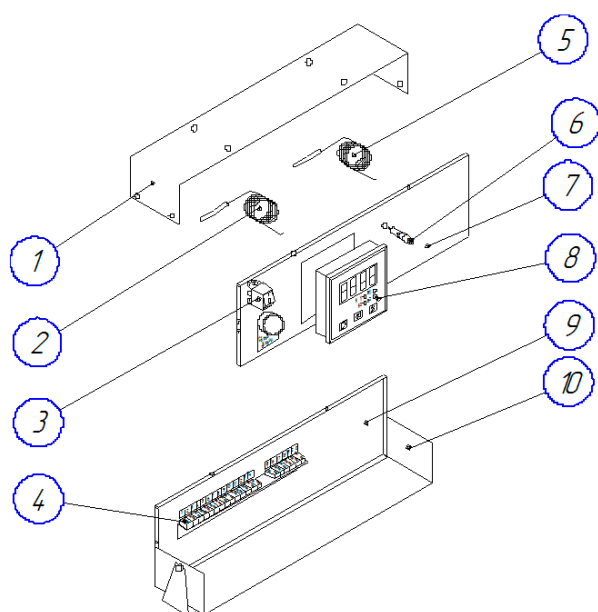


Рисунок 38. Конструкция корпуса БУСа

1-верхняя часть корпусаа; 2-датчик температуры обратной воды; 3-Выключатель «Сеть»; 4-Клеммные колодки; 5-Датчик температуры подающей воды; 6-Предохранитель; 7-Передняя панель корпуса; 8- Контроллер БУС КМ-2/версия 3; 9-Задняя часть корпусаа; 10-Нижняя часть корпуса.

Основные технические данные и характеристики БУС приведены в табл. 12.

Таблица 12. Основные технические данные и характеристики БУС

№ п/п	Технические данные и характеристики	Значение
1	Количество входов для подключения:	
	• дискретных электроконтактных датчиков, шт.	10
	• термопреобразователей сопротивления медных с номинальной статической характеристикой превращения: - 100М согласно ДСТУ 2858-94, шт.	5
2	Сопротивление контактов дискретного электроконтактного датчика:	
	• замкнутого, Ом, не больше	50
	• разомкнутого, кОм, не меньше	200
3	Количество выходных релейных ключей для подключения исполнительных устройств, шт.	8
4	Электрические цепи исполнительных устройств: - напряжение, В, не больше	242
	• частота, Гц, не больше	61
	• ток, А, не больше	1*
5	Диапазон изменения заданного значения температуры воды на выходе котла, °С	30...110**
6	Диапазон изменения заданного значения температуры воды на входе котла, °С	30...70
7	Диапазон изменения заданного значения температуры воды на подаче, °С	10...105***
8	Задержка срабатывания защиты при возникновении аварийных ситуаций (кроме задержек по давлению воды, дымовых газов и протока воды) с, не больше	1
9	Диапазон изменения значений параметров защиты и ограничения:	
	• задержка срабатывания защиты при возникновении аварийных ситуаций по давлению воды, дымовых газов, с	1...15
	• задержка срабатывания защиты при возникновении аварийных ситуаций по протоку воды, с	1...255
	• аварийная температура воды на выходе котла, °С	80...120
	• минимальная температура воды на выходе котла, °С	30...90
	• температура прогрева котла, °С	30...80
	• время прогрева котла, с	120...900
	• максимальная температура воды на подаче, °С	90...105
	• минимальная температура воды на подаче, °С	5...90
	• время розжига (запуска) горелки, с	10...900
10	Диапазон превращения значения температуры в цифровой код:	
	• температуры воды, °С	0...150
	• наружного воздуха, °С	-50...+50
11	Основная погрешность превращения температуры приведенная к диапазону превращения, %, не больше	1
12	Основная абсолютная погрешность часов (за 1 сутки без коррекции), с, не больше	20
13	Питание БУС от сети однофазного переменного тока: В, Гц	220, 50
14	Допустимый диапазон изменения напряжения питания, В	187...242
15	Мощность потребления БУС, ВА, не больше	10
16	Габаритные размеры:	
	• контролера БУС:	
	- длина, мм	96
	- ширина, мм	65
	- высота, мм	96
	• модуля коммутационных элементов:	
	- длина, мм	104
	- ширина, мм	90
	- высота, мм	70
17	Масса БУС, кг, не больше	1

* - Ток в электрических цепях исполнительных устройств необходимо ограничивать плавкими вставками с номинальным значением до 5 А.

** - Значение температуры воды на выходе котла ограничено заданными минимальным и аварийным значениями температур.

*** - Значение температуры воды на подаче ограничено заданными минимальным и максимальным значениями температур.

Подключение БУСа к котлу с горелкой, регулирующих органов запорно-регулирующих устройств воды и насосов выполняется согласно рекомендованной схеме подключений приведенной на рисунке 39. Условные обозначения на этой схеме приведены в таблице 12.

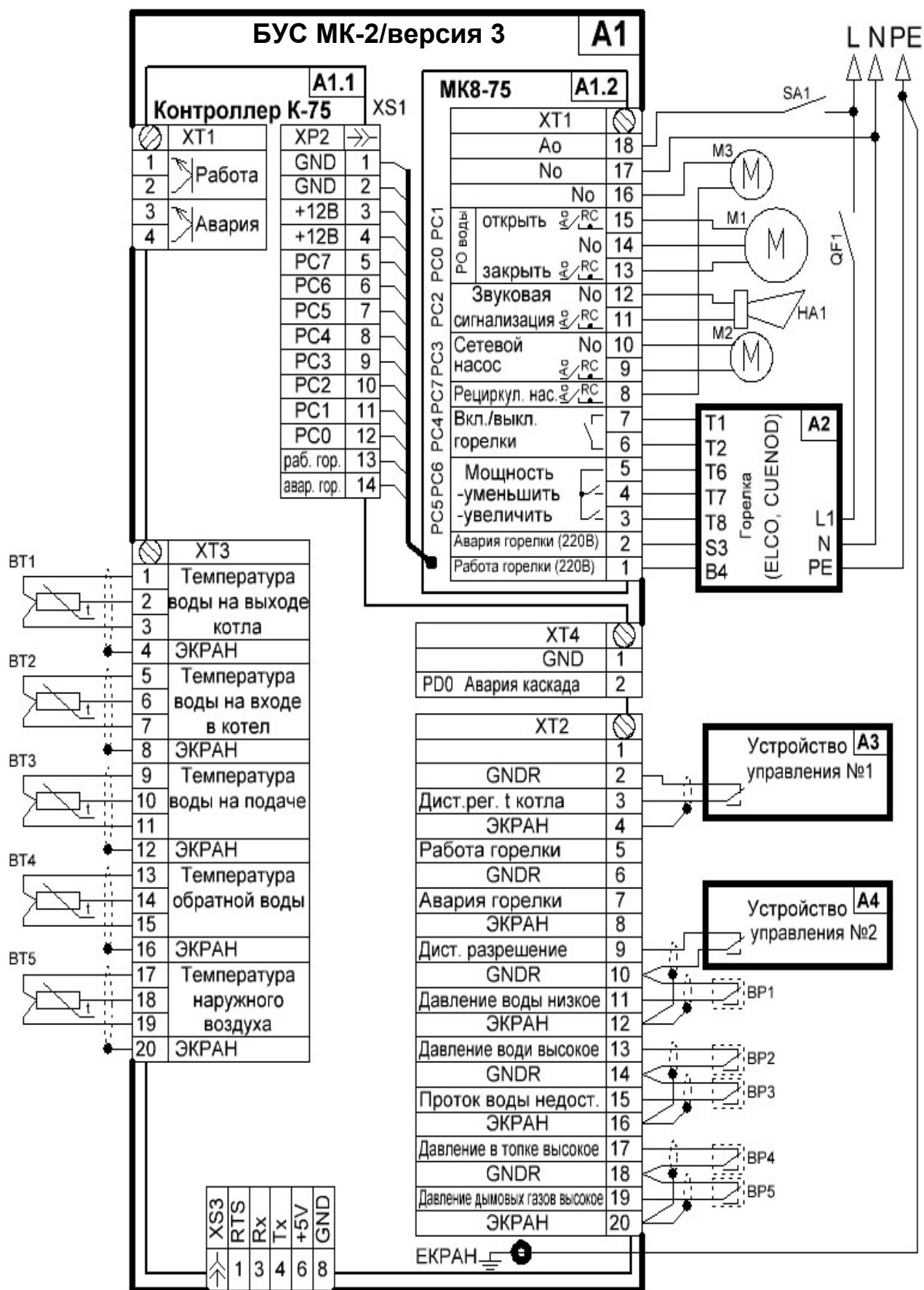


Таблица 12. Условные обозначения на схеме, приведенной на рисунке 39

Обозначение	Наименование устройства
BT1	Датчик температуры воды на выходе котла
BT2	Датчик температуры воды на входе котла
BT3	Датчик температуры воды на подаче
BT4	Датчик температуры обратной воды
BT5	Датчик температуры наружного воздуха
BP1	Датчик низкого давления воды
BP2	Датчик высокого давления воды
BP3	Датчик недостаточного протока воды
BP4	Датчик высокого давления газов (взрыва) в топке
BP5	Датчик высокого давления дымовых газов
M1	Регулирующий орган подачи воды (РО воды)
M2	Сетевой насос
M3	Рециркуляционный насос
SA1	Выключатель питания на БУС
QF1	Автоматический выключатель питания горелки
HA1	Устройство звуковой сигнализации
A2	Горелка
A3	Устройство управления верхнего уровня №1
A4	Устройство управления верхнего уровня №2
A5	Устройство интерфейсное ПИ485-Д

Некоторые схемы управления с помощью БУС приведены на рисунках 40, 41 и 42. Эти схемы носят принципиальный характер и не отображают всех элементов систем котельных установок.

На рисунках 40, 41 и 42 обозначение элементов на схемах следующее:

BT1 - датчик температуры воды на выходе котла;

BT2 - датчик температуры воды на входе котла;

BT3 - датчик температуры воды на подаче;

BT4 - датчик температуры обратной воды;

BT5 - датчик температуры наружного воздуха;

БУС - блок управления и сигнализации МК-2;

РО - регулирующий орган подачи воды с электроприводом;

НЦ - насос циркуляционный;

НР - насос рециркуляционный;

ГВ - гидравлический выравниватель.

 **Внимание!** БУС обеспечивает безопасную работу котла, управляет его мощностью способом, соответствующим выбранной схеме котельной, управляет вспомогательным оборудованием, обеспечивающим работоспособность котла, в том числе – и в каскаде с другими котлами. БУС не автоматизирует процесс работы всей котельной. Для автоматизации работы котельной в целом, в зависимости от технического задания по заказу предприятием ЭКАС-Оргпищепром+ выпускается комплексная автоматизированная система управления котельной АСУ.

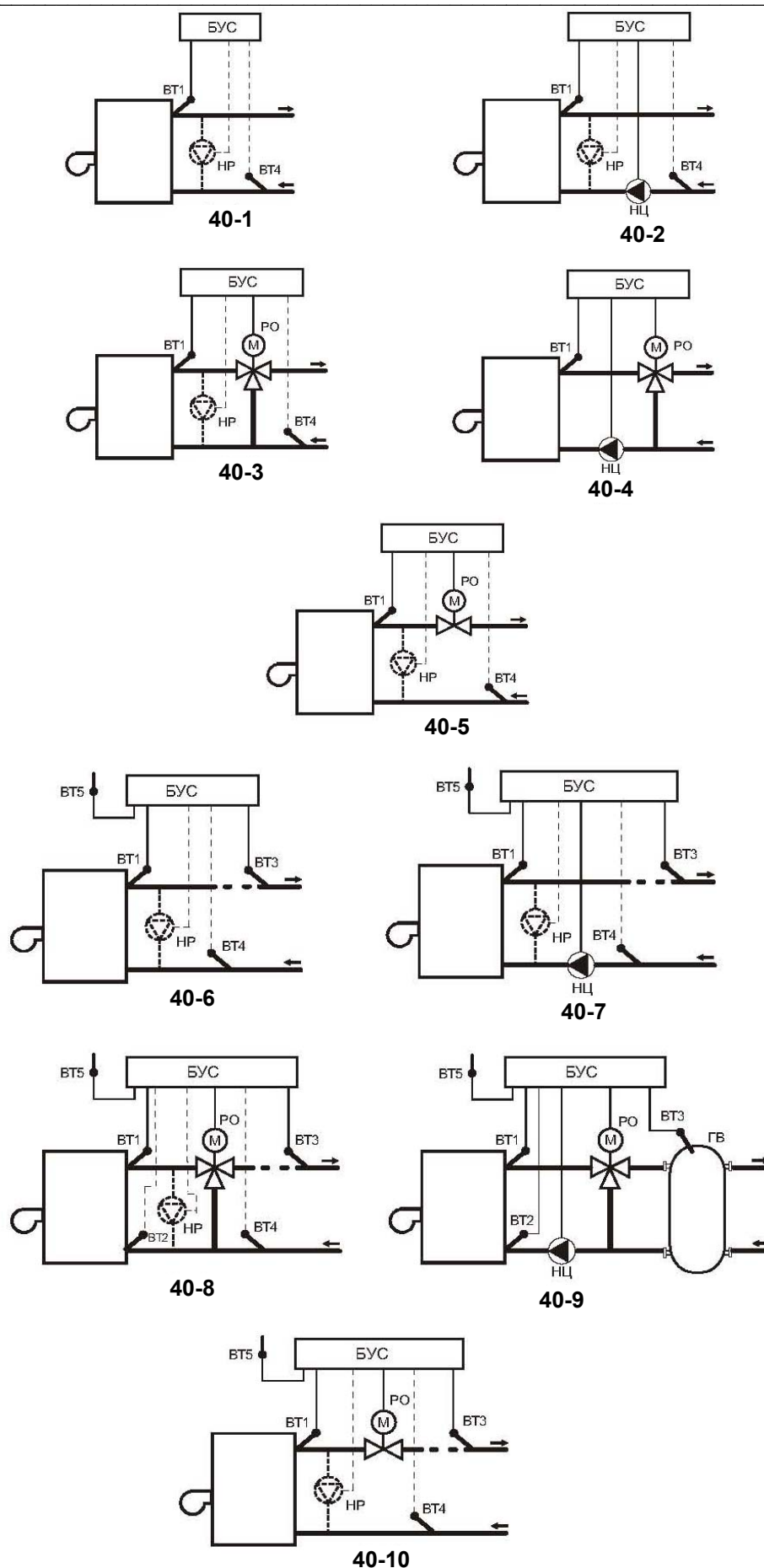


Рисунок 40. Принципиальные схемы управления котлом с помощью БУС МК-2/версия 3

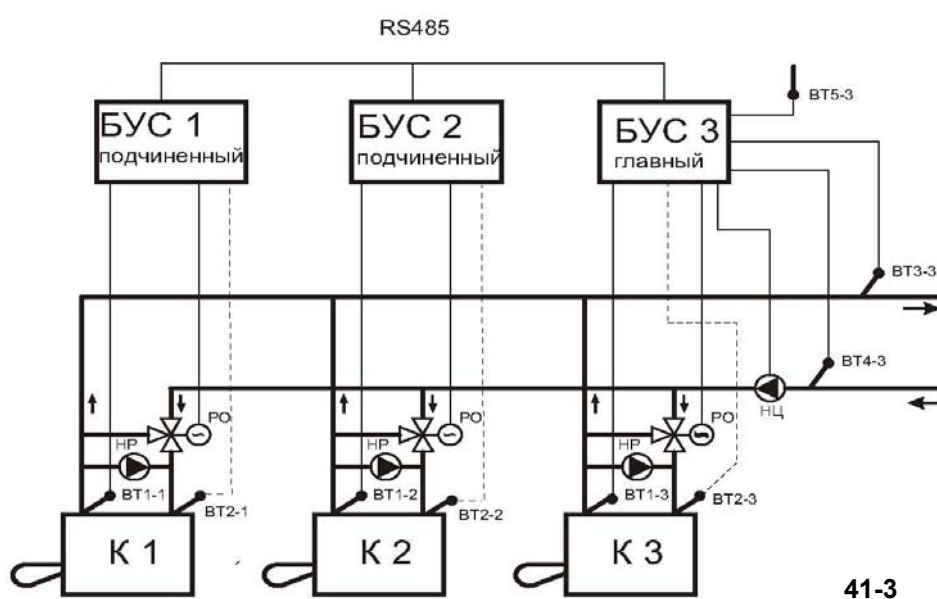
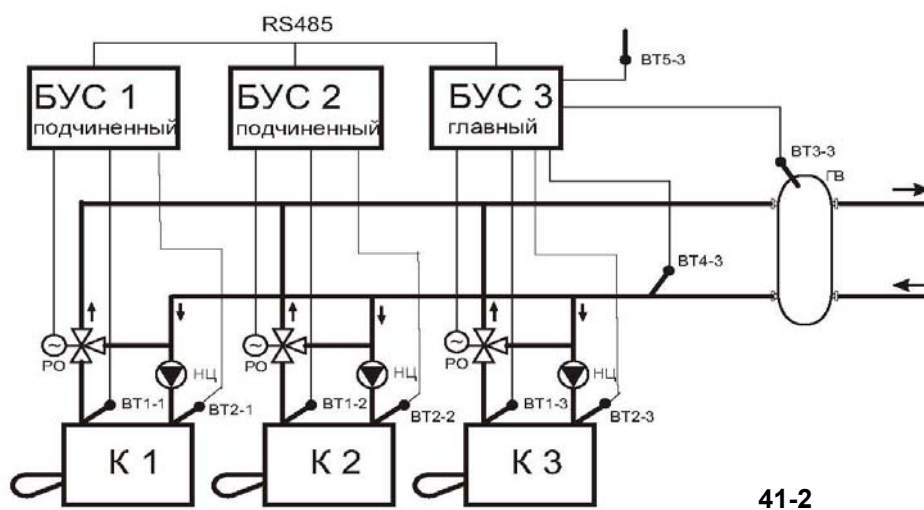
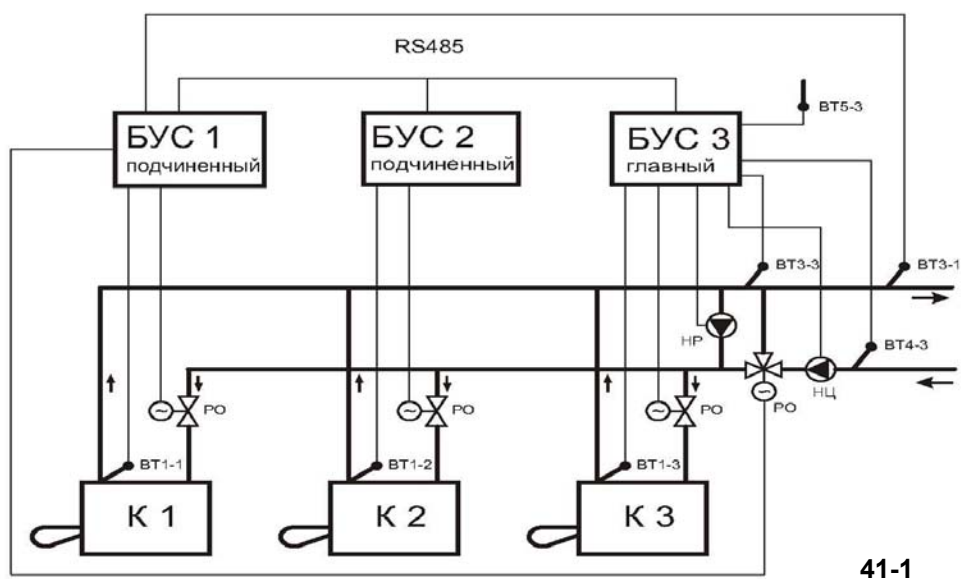


Рисунок 41. Принципиальные схемы управления многокотельными установками с помощью БУС МК-2/версия 3

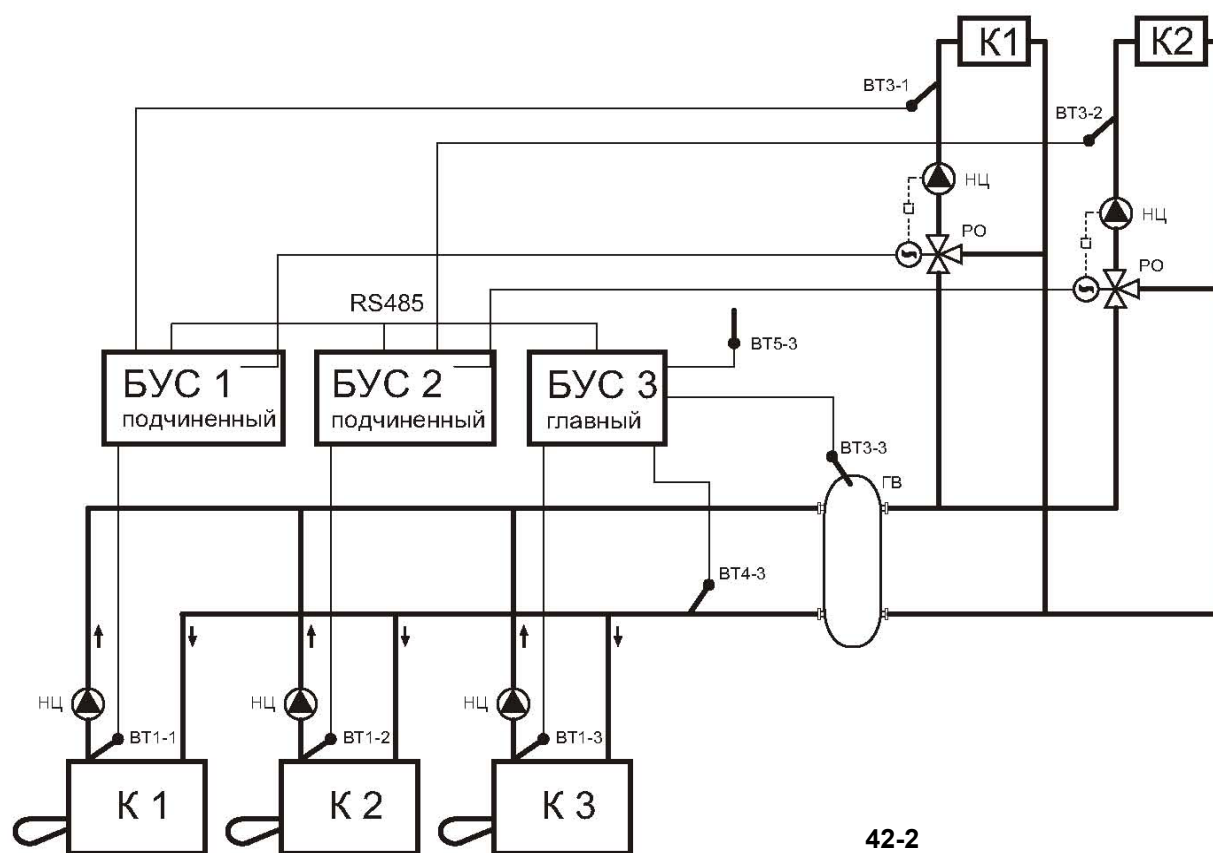
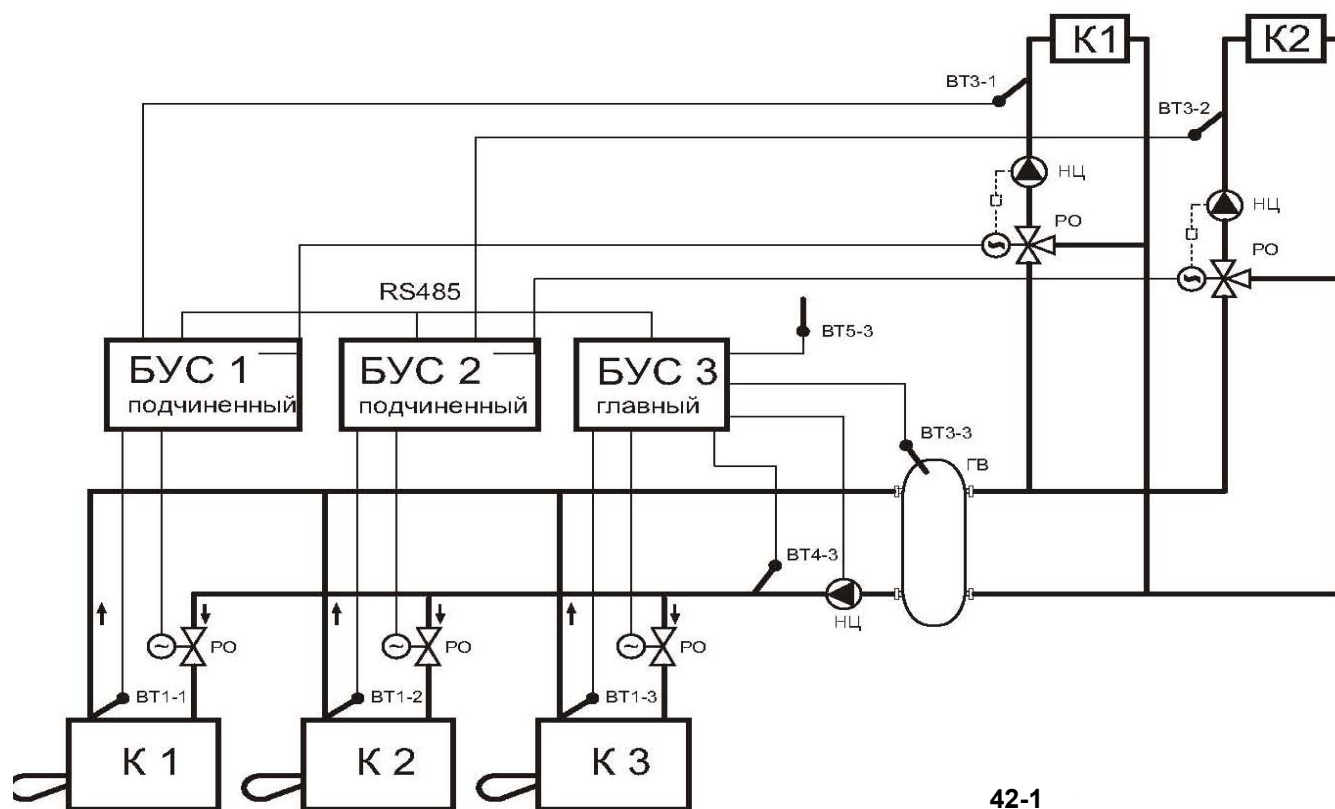


Рисунок 42. Принципиальные схемы управления многокотельными установками и контурами потребителей помощью БУС МК-2/версия 3

4.4. Взрывной клапан

Для котлов ЭКАС 90...ЭКАС 1300 и ЭКАС 90 М...ЭКАС 1300 М взрывные клапаны поставляются комплектно в виде отдельно выполненной сборочной единицы, монтируемой после установки котла непосредственно на патрубок выхода дымовых газов. Взрывные клапана котлов ЭКАС 1500...ЭКАС 3000 и ЭКАС 1500 М...ЭКАС 50000 М выполнены в верхней части сборного короба дымовых газов и конструктивно входят в состав котла. Чертеж взрывных клапанов приведен на рисунке 20.

При проектировании, необходимо предусмотреть короб, отводящий дымовые газы в случае срабатывания взрывного клапана в безопасный объем помещения котельной, в котором невозможно пребывание обслуживающего персонала. Обычно, в случае отсутствия рядом расположенных площадок обслуживания, отметка высоты отводящего короба составляет 2,2 м от уровня пола котельной. Коробы, как правило, изготавливают способом гнутья из тонколистового металла (жести) сечением, не меньшим сечения рабочей (разрывной) части взрывного клапана.

Размеры рабочей (разрывной) части взрывного клапана приведены в таблице 13.

Таблица 13. Размеры рабочей (разрывной) части взрывных клапанов

Наименование котла	Размер рабочей (разрывной) части клапана, мм	Примечание
ЭКАС 90... ЭКАС 500, ЭКАС 90 М... ЭКАС 500 М	350x364	Поставляется отдельной сборочной единицей
ЭКАС 600... ЭКАС 650, ЭКАС 600 М... ЭКАС 650 М	370x430	Поставляется отдельной сборочной единицей
ЭКАС 850... ЭКАС 1300, ЭКАС 850 М... ЭКАС 1300 М	420x470	Поставляется отдельной сборочной единицей
ЭКАС 1500... ЭКАС 2000, ЭКАС 1500 М... ЭКАС 2000 М	190x845	Входит в конструкцию котла
ЭКАС 3000, ЭКАС 3000 М... ЭКАС 5000 М	220x730	Входит в конструкцию котла

4.5. Комплект датчиков

Котлы ЭКАС комплектуются набором следующих датчиков:

- аварийный термостат КР 81 Danfoss. Термостат устанавливается в штуцер с гильзой, предусмотренный и выполненный на патрубке «прямой воды» котла ЭКАС и подключается к клеммам аварийного входа БУС (см. рисунок 39);
- датчик тяги (прессостат) LGW 3 A4 Dungs для котлов, поставляемых с газовой горелкой. Устанавливается на резьбовой штуцер, предусмотренный и выполненный на сборном коробе дымовых газов котла ЭКАС и подключается к клеммам аварийного входа пульта управления (см. рисунок 39);

- два температурных датчика ТСМ-100 М для «прямой воды» и «обратной воды». Датчик «прямой воды» устанавливается в штуцер с гильзой, предусмотренный и выполненный на патрубке «прямой воды» котла ЭКАС. Датчик «обратной воды» устанавливается в штуцер с гильзой, который необходимо варить в трубопровод обратной воды до точки смешения «обратной воды» и «рециркуляционной воды». Датчики подключаются к соответствующим клеммам пульта управления (см. рисунок 39);
- датчик давления (прессостат) LGW 50 A4 Dungs. Устанавливается на штуцер, предусмотренный и выполненный на смотровом окне двери топки котла ЭКАС и подключается к клеммам аварийного входа пульта управления (см. рисунок 39);
- два датчика давления KPI 35 Danfoss для «прямой воды» (для контроля по параметрам «давление воды на выходе котла больше или меньше предельных значений»). Устанавливаются на штуцера, свариваемые в трубопровод «прямой воды» и подключаются к клеммам аварийного входа пульта управления (см. рисунок 39). Датчики не входят в комплект поставки котла ЭКАС и заказываются отдельно.

Остальные датчики и приборы КИПиА для «обвязки котлов» устанавливаются согласно требованиям следующих нормативных документов: СНиП II - 35 - 76 «Котельные установки», Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338 К (115°C) и других нормативных документов, регламентирующих проектирование и безопасную эксплуатацию котельных, котлов и вспомогательных систем.

Схема установки комплекта датчиков показана на рисунке 43.

Для котлов ЭКАС (как и для подобных жаротрубных котлов) не существует жесткого требования к дополнительной защите от снижения расхода воды ниже определенного значения. Так как, при кратковременной остановке циркуляции воды через котел, вследствие возрастания температурного градиента (разницы температур «прямой» и «обратной» воды), система автоматического управления останавливает работу горелки при перегреве котла.

Температурный градиент, например, для котла ЭКАС 3000, работающего в температурном режиме 110/70°C составляет:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 110 - 70 = 40^\circ\text{C}.$$

Расчетный расход воды, соответствующий этому температурному градиенту составляет:

$$V = 0,86 \cdot Q / \Delta T = 0,86 \cdot 3000 / 40 = 64,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q – номинальная теплопроизводительность котла в кВт.

Система автоматического управления котла поддерживает температуру «обратной» воды на уровне не ниже 55...60°C путем подмешивания части «прямой» воды. Та же система автоматического управления котла выполняет блокировку работы котла (прекращает подачу топлива) при достижении температуры воды в котле значения 115°C.

Таким образом, мы можем определить нижний порог значений расхода воды через котел КОЛВИ 3000, при котором срабатывает автоматическая блокировка:

$$V = 0,86 \cdot Q / \Delta T = 0,86 \cdot 3000 / (115 - 55) = 43,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

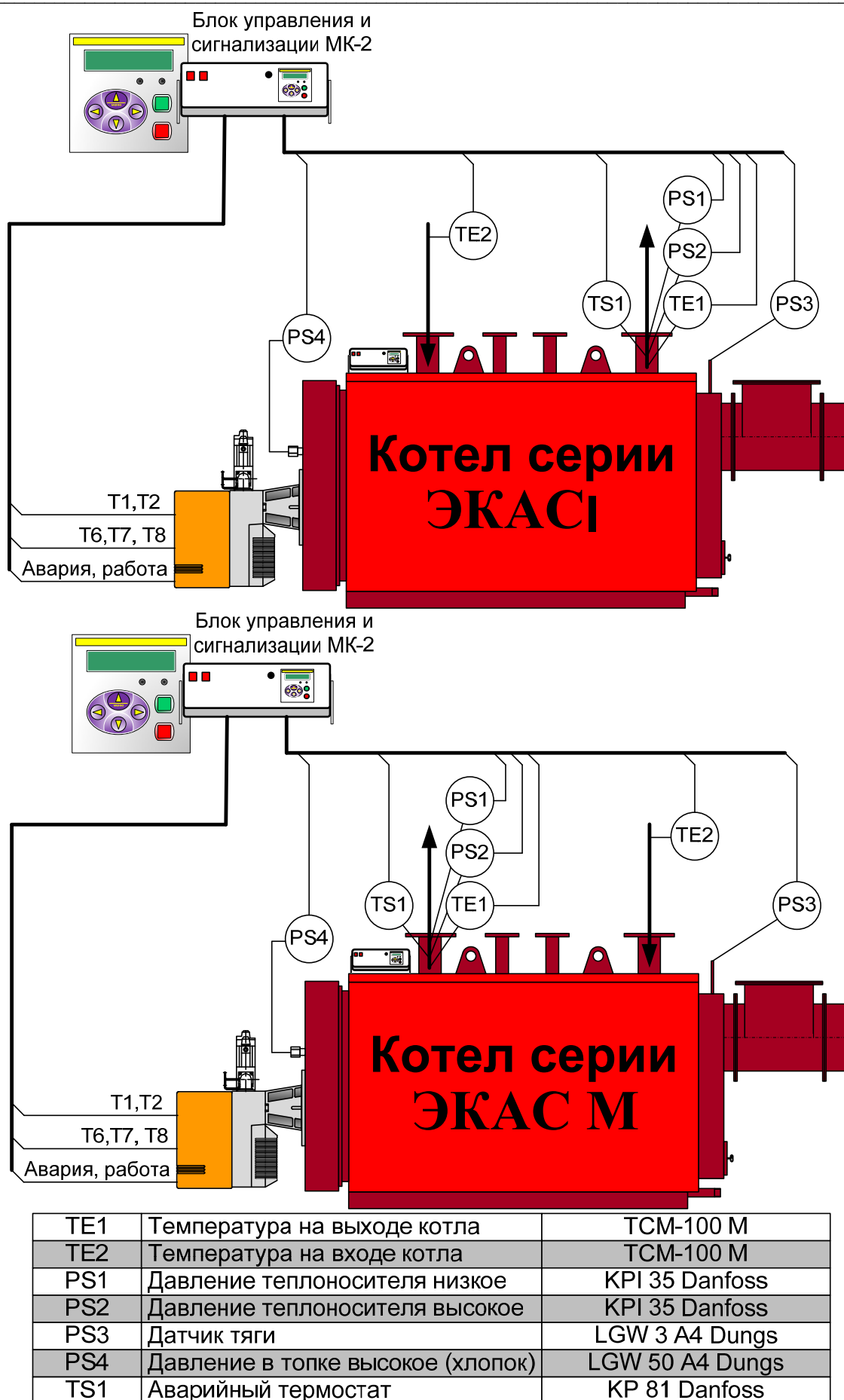


Рисунок 43. Схема установки комплекта датчиков

5. Дополнительное вспомогательное оборудование

В процессе проектирования котельных установок с котлами ЭКАС, возникает ряд вопросов, связанных с особенностями конструкции жаротрубных котлов и блочных горелок. Поскольку действующая нормативная документация для проектирования разрабатывалась несколько десятилетий тому назад и не учитывала современные тенденции развития техники, проектирование современных источников теплоснабжения нередко основывается на использовании рекомендаций производителей оборудования (естественно, в той части, где они не противоречат действующей нормативной документации). В данном пункте мы рассмотрим общие рекомендации для подбора дополнительного оборудования, применяемого в котельных установках с котлами ЭКАС.

5.1. Запорная арматура

В последнее время в качестве запорной арматуры получили широкое применение межфланцевые затворы, имеющие массу преимуществ перед традиционными конструкциями запорной арматуры больших диаметров:

- простота конструкции и монтажа;
- высокая надежность;
- малый вес и небольшие строительные размеры;
- быстрота выполнения операции «открыть – закрыть»;
- возможность использования в качестве регулирующей арматуры;
- возможность визуального определения степени открытия рабочего затвора. Запорную

арматуру необходимо устанавливать на патрубках «прямой воды», «обратной воды» и на патрубке дренажа. При необходимости, между соответствующим патрубком котла и арматурой можно предусмотреть применение, так называемой «катушки» - участка трубы с приспособлениями для крепления с обеих сторон (фланцами, резьбой).

До установки арматуры на дренажном трубопроводе необходимо предусмотреть тройник для организации отбора пробы котловой воды (обычно - Ду15). На линии отбора необходимо установить запорную арматуру.

5.2. Предохранительные клапаны

Для котлов ЭКАС 90...ЭКАС 350 необходимо предусмотреть установку двух предохранительных клапанов Ду 40 на соответствующие предусмотренные патрубки котлов. Для котлов ЭКАС 440...ЭКАС 5000 необходимо предусмотреть установку не менее двух предохранительных клапанов расчетного диаметра на соответствующие патрубки котлов. Диаметр устанавливаемых клапанов должен быть одинаковым. Диаметр и количество клапанов рассчитывается из условия выполнения следующего неравенства:

$$ndh \geq 0,000003Q,$$

где n – число предохранительных клапанов; d – диаметр клапана, см; h – высота подъема клапана, см (обычно принимается не более 1/20 d); Q - максимальная теплопроизводительность котла, ккал/ч.

Предохранительные клапаны должны защищать котлы от превышения в них давления более чем на 10% разрешенного рабочего давления.

Конструкция применяемых предохранительных клапанов должна предусматривать возможность проверки их действия в рабочем состоянии путем принудительного открывания клапана.

Среда, выходящая из предохранительных клапанов должна по отводящему трубопроводу отводиться за пределы котельного помещения. Диаметр отводящего трубопровода от каждого клапана подбирается из условия, что его площадь сечения составляет не менее удвоенной площади сечения применяемого клапана.

При невозможности, по каким либо причинам, установки предохранительных клапанов на соответствующие патрубки котла ЭКАС, или при необходимости замены клапана на обвод или обратный клапан, необходимо воспользоваться требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338 К (115°С).

5.3. Рециркуляционный насос

Для обеспечения условия автоматического поддержания температуры «обратной воды» на входе в котел на не менее 55...60°С, каждый котел должен быть оснащен устройством, обеспечивающим автоматическую подачу части «прямой воды» из трубопровода на выходе из котла в трубопровод «обратной воды» на вход в котел при уменьшении температуры менее указанного значения. Обычно для этого применяют рециркуляционный насос, установку которого предусматривают на линии, соединяющей трубопроводы «прямой воды» и «обратной воды» в непосредственной близости от котла. Расположение рециркуляционного насоса, приборов и арматуры к нему, должно обеспечивать их удобное обслуживание.

Рециркуляционный насос подбирается из условия обеспечения 1/3 расчетного значения расхода воды через котел при выбранном температурном градиенте. Напор насоса при этом должен обеспечивать преодоление местных гидравлических сопротивлений соответственно гидравлической схеме котельной. В общем случае, напор составляет 1,5...3,5 м вод. ст.

Температурный градиент, например, для котла КОЛВИ 3000, работающего в температурном режиме 110/70°С составляет:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 110 - 70 = 40^\circ\text{C}.$$

Расчетный расход воды через котел, соответствующий этому температурному градиенту составляет:

$$V = 0,86 \cdot Q / \Delta T = 0,86 \cdot 3000 / 40 = 64,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q – номинальная теплопроизводительность котла в кВт.

Расчетный расход рециркуляционной воды для выбора рециркуляционного насоса составит:

$$V_{\text{рец}} = 0,33 \cdot V = 0,33 \cdot 64,5 = 21,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В зависимости от применяемой гидравлической схемы, вместо рециркуляционного насоса можно устанавливать на линии, соединяющей трубопроводы «прямой воды» и «обратной воды»

трехходовый или двухходовый проходной клапан. Так же, при соответствующем обосновании, на линии подвода или отвода воды из котла, допускается устанавливать регулирующую арматуру, уменьшающую циркуляцию воды через котел при уменьшении температуры «обратной воды» ниже значений 55...60°C.

5.4. Циркуляционный насос

В зависимости от выбранной гидравлической схемы котельной установки, отвечающей условиям эксплуатации подсоединенной тепловой сети или системы отопления подсоединенного потребителя, выбирается тип, количество и место установки циркуляционных насосов. Главным критерием при выборе являются следующие требования:

- тип, количество и место установки циркуляционных насосов должны обеспечивать расчетную циркуляцию воды через котлы при соблюдении гидравлического режима в подсоединенных сетях для всех режимов работы котельной установки;
- количество и место установки циркуляционных насосов должны обеспечивать циркуляцию воды через котлы при соблюдении гидравлического режима в подсоединенных сетях в случае выхода из строя основных насосов (наличие резервных насосов);
- тип, количество и место установки циркуляционных насосов должны обеспечивать регулировку тепловой мощности котельной установки в предусмотренных случаях;
- тип, количество и место установки циркуляционных насосов должны обеспечивать минимальные тепловые потери котельной установки и минимальное потребление насосами электрической энергии.

Исходя из вышесказанного, насосы могут устанавливаться:

- обособленными для каждого из котлов;
- общими для котельной установки;
- общими для контура котельной установки и подсоединенной тепловой сети;
- обособленными для контура котельной установки и обособленными для подсоединенной тепловой сети (с применением гидроуравнителя или промежуточного теплообменника);
- обособленными для каждой системы подсоединенного потребителя (насос для нагрева ГВС, насосы для систем отопления и вентиляции, насос для технологических нужд и т. д.) при согласовании циркуляции через контур котельной установки;
- на линии «прямой воды»;
- на линии «обратной воды».

5.5. Подпиточные насосы

Для подпитки системы в котельной должны быть предусмотрены не менее двух подпиточных насосов с электроприводом, при этом насосы должны автоматически поддерживать давление в системе. Производительность подпиточных насосов должна отвечать требованиям обеспечения нормальной работы системы при расчетных потерях теплоносителя.

Подпитка водогрейных котлов должна производиться в трубопровод на всасывании сетевых насосов системы отопления.

5.6. Дымовая труба

Для котлов с наддувом, какими являются котлы ЭКАС, рекомендуется применять дымовые трубы, обособленные для каждого котла. При этом можно обеспечить надежный режим отвода дымовых газов. Напомним, что вентилятор блочной горелки преодолевает аэродинамическое сопротивление котла. При этом, в патрубке дымовых газов на выходе из котла при его работе, дымовые газы имеют избыточное давление, условно равное нулю. На практике, это значение рекомендуют поддерживать в диапазоне избыточных давлений 2...5 Па. Эпюра давлений приведена на рисунке 44.

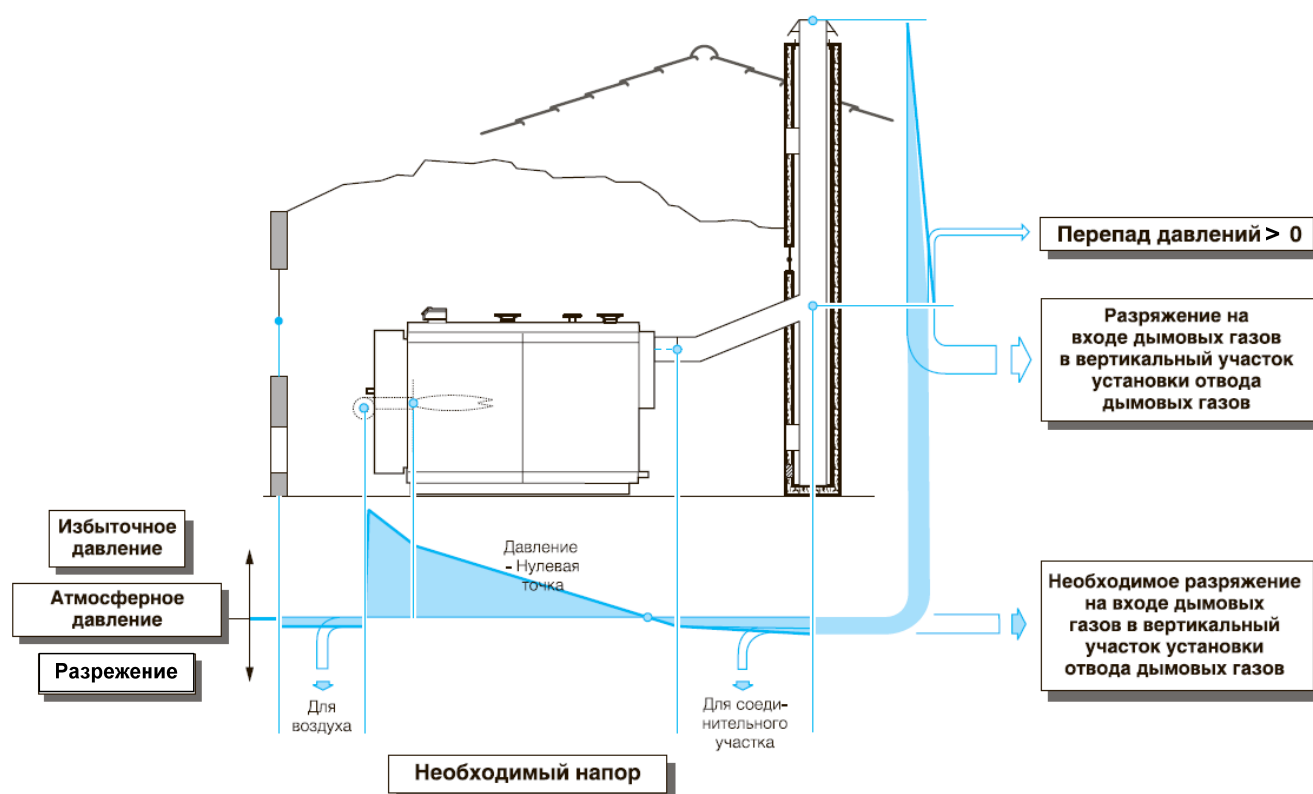


Рисунок 44. Эпюра необходимых давлений при работе котла под наддувом

Дымовая труба, помимо выполнения условия обеспечения рассеивания вредных веществ, содержащихся в дымовых газах, должна обеспечивать тягу, необходимую для преодоления аэродинамического сопротивления самой себя и подсоединенного к котлу горизонтального дымохода. Поэтому расчет высоты и диаметра обособленной дымовой трубы для котла ЭКАС должен происходить в следующей последовательности:

- задаемся диаметром дымовой трубы исходя из выполнения следующих условий - скорость в устье дымовой трубы должна соответствовать рекомендациям по расчету рассеивания и диаметр дымовой трубы должен быть не менее диаметра патрубка выхода дымовых газов из котла;
- в результате произведенного расчета рассеивания вредных веществ, содержащихся в дымовых газах, определяем высоту дымовой трубы;
- для определенного значения высоты дымовой трубы определяем создаваемую ею тягу для всех рабочих режимов котла;

- для определенного значения диаметра дымовой трубы определяем аэродинамическое сопротивление движению дымовых газов по ней для всех рабочих режимов котла;
- при условии, что величина создаваемой тяги превышает аэродинамическое сопротивление, считаем расчет завершенным, а при условии, что величина аэродинамического сопротивления создаваемой тяги превышает создаваемую тягу, увеличиваем значение диаметра или (и) высоты дымовой трубы и повторяем расчет.

Для ориентировочного определения диаметра и высоты дымовой трубы для работы котла на природном газе и дизтопливе можно воспользоваться диаграммами, приведенными соответственно на рисунках 45 и 46. Приведенные диаграммы справедливы для котлов под наддувом при условии, что значение температуры дымовых газов лежит в диапазоне $140 \dots 190^{\circ}\text{C}$.

При снижении нагрузки котла увеличивается коэффициент полезного действия (что собственно является положительным фактором), но при уменьшении температуры дымовых газов повышается вероятность конденсатообразования и ухудшения тяги (см. рисунок 47). Для предотвращения этих нежелательных факторов, дымовые трубы должны быть надежно теплоизолированы. В последнее время с лучшей стороны зарекомендовало себя применение сборных быстромонтируемых предварительноизолированных труб, выполненных из тонкостенного листа нержавеющей металла для монтажа дымоходных систем. Такие системы характеризуются малым весом, простотой монтажа и крепления и высоким уровнем технического дизайна, что немаловажно при применении их в гражданском строительстве.

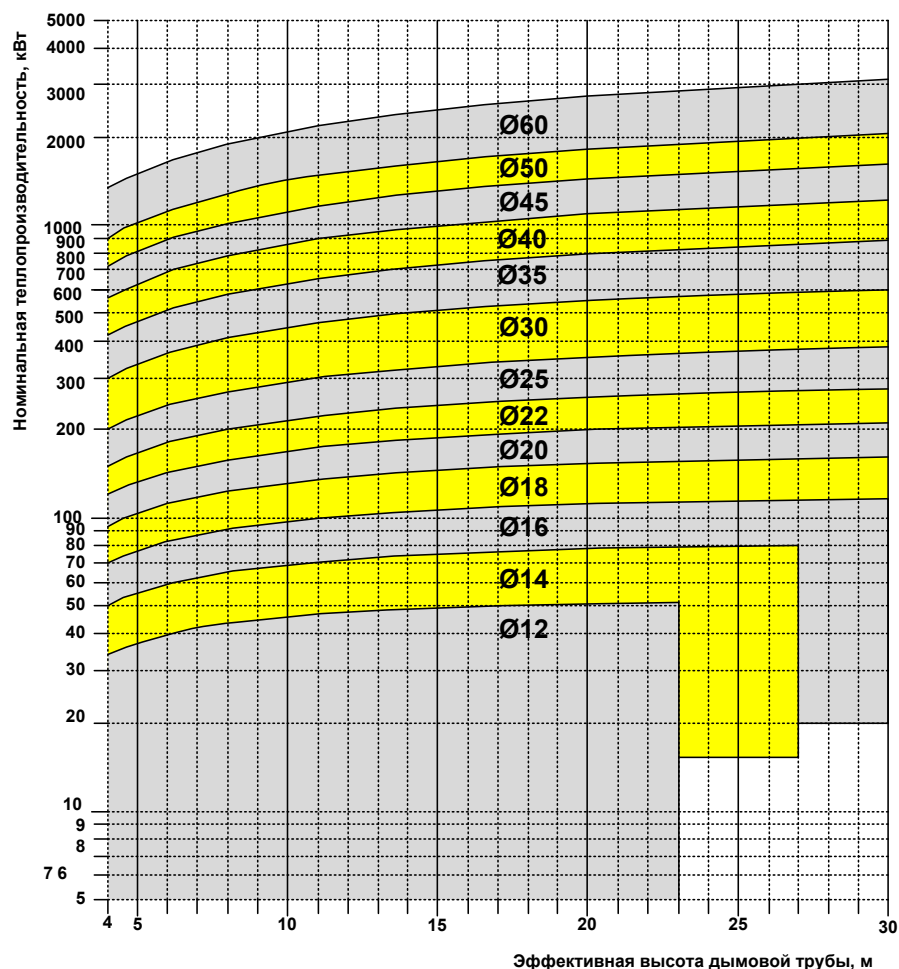


Рисунок 45. Диаграмма для ориентировочного определения поперечного сечения дымовой трубы для котла с газовой горелкой

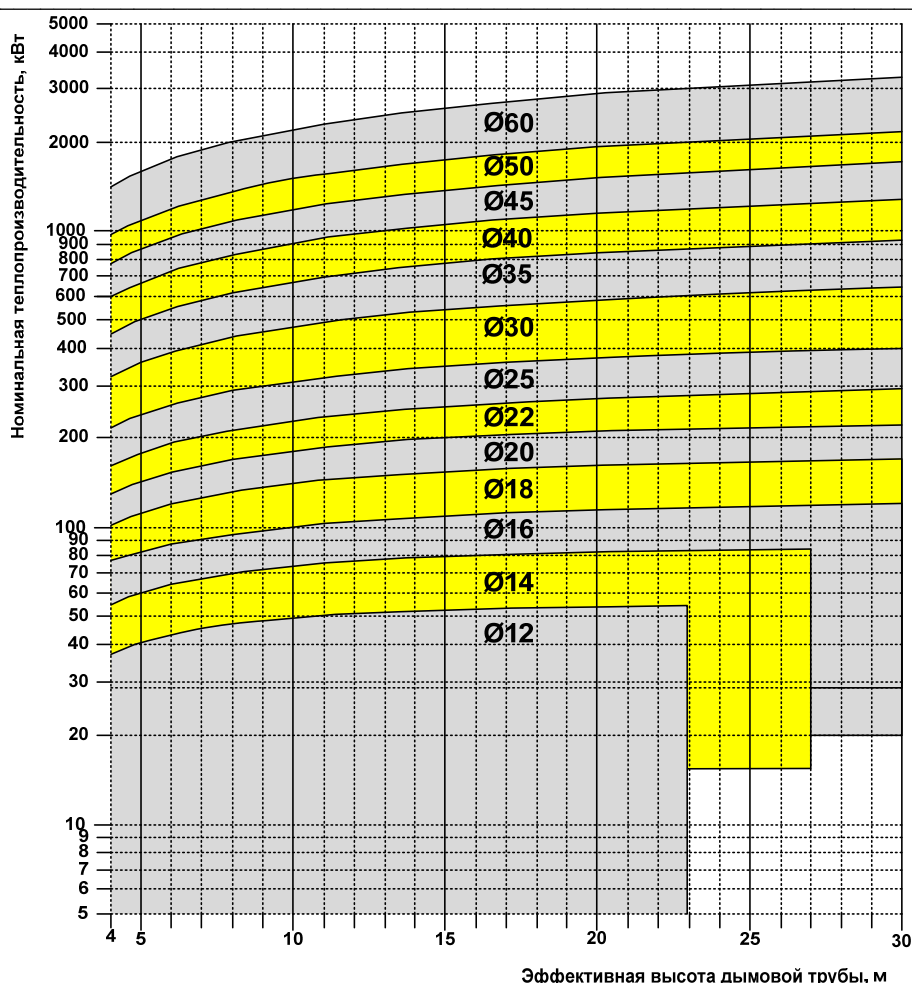


Рисунок 46. Диаграмма для ориентировочного определения поперечного сечения дымовой трубы для котла с дизтопливной горелкой

Нередки случаи, когда при проведении реконструкции существующих котельных в силу ряда причин (ограниченность бюджета, отсутствие технической возможности монтажа обособленных дымовых труб и т. д.) необходимо использовать общую дымовую трубу для нескольких котлов. В этом случае, для обоснования такого решения, необходимо проведение поверочных расчетов для всех режимов работы котлов в различных метеорологических условиях (самая холодная пятидневка, самый холодный месяц, средняя температура отопительного сезона, самый теплый месяц, если котельная работает для системы ГВС). Если не провести поверочные расчеты, при последующей эксплуатации котельной можно получить такие негативные явления, как недостаточная тяга при работе одного котла с минимальной мощностью, большое аэродинамическое сопротивление дымовой трубы при работе всех котлов, взаимное влияние котлов при работе, недожог или избыток воздуха для горения.

Для отключения неработающего котла от дымоходного тракта при работе котлов на общую дымовую трубу, необходимо предусмотреть установку шиберов, на дымоходах, соединяющих котлы с дымовой трубой. Шиберы должны быть снабжены отверстием в верхней части Ø 50 мм.

Для случая применения обособленной дымовой трубы для котла под наддувом с блочной горелкой, требование применять шибер является анахронизмом, иллюстрирующим несоответствие нормативной базы развитию техники.

Для высоких дымовых труб (как правило, в случаях котельных, пристроенных к высотным домам) для ограничения тяги, влияющей на настройку горелок, необходимо предусматривать установку на дымовых трубах ограничителей тяги.

Расчетный график зависимости к.п.д. котлов ЭКАС от изменения относительной нагрузки

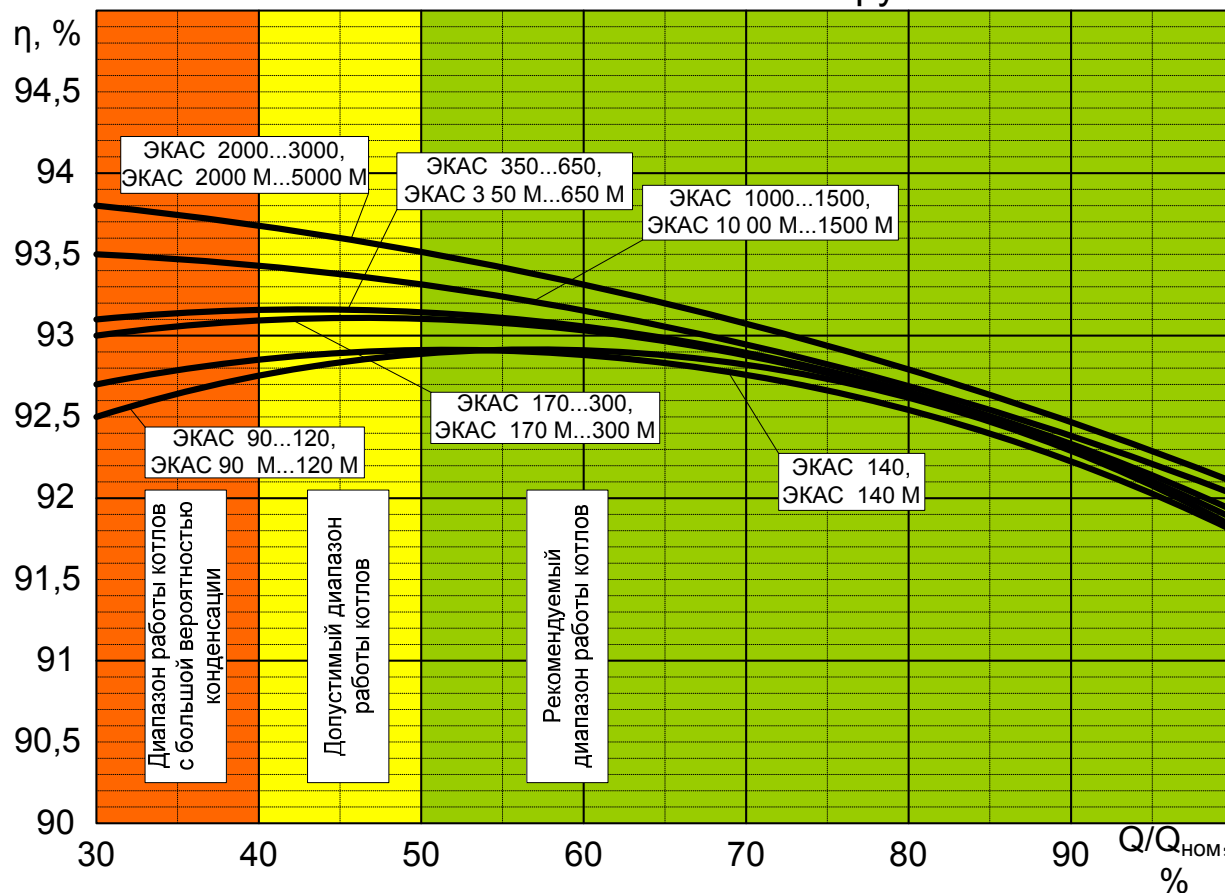


Рисунок 47. Расчетный график зависимости коэффициента полезного действия от изменения нагрузки котлов.

5.7. Гидрораспределители

В условиях развития децентрализованного (автономного, индивидуального) теплоснабжения при отсутствии тепловых сетей как таковых, и выполнения котельной функций тепlopункта (распределение и регулирование тепловых потоков по потребителям), оптимальная принципиальная схема котельной приобретает вид, приведенный на рисунке 48. Функционально эта схема разделяется на две объединенные между собой, но разные по назначению, составляющие: **котельный контур** (схема обвязки котлов) и **контур потребителей тепла**. В состав этих контуров входит разное инженерное оборудование, связанное между собой тепловой и гидравлической взаимосвязью, которая в процессе работы оборудования постоянно изменяется

Котельный контур выполняет следующие функции: обеспечивает расчетный расход теплоносителя через каждый теплогенератор при его работе, обеспечивает защиту от недопустимых режимов по значениям температуры и давления теплоносителя, обеспечивает подпитку, контроль и учет параметров теплоснабжения. Для **контура потребителей тепла** задачи следующие - обеспечить циркуляцию теплоносителя в каждом из контуров отдельного оборудования или

системы потребителей, которые и в расчетных, и в эксплуатационных условиях отличаются по мощности, параметрам теплоносителя (температура, располагаемый перепад давлений и расход), границами их изменений, временем и периодичностью функционирования.

То есть, очевидно, что для такой системы существует необходимость уравнивания, взаимного гидравлического и теплового согласования работы всех контуров. Для обеспечения стабильности работы котельного контура и защиты его работы от постоянных изменений режимов работы контуров потребителей, служит *гидрораспределитель*, или, как еще называют это устройство западные специалисты, «Hydraulische Weiche» – *«гидравлическая стрелка»*.

Кроме обеспечения гидравлической и тепловой стабильности работы котельной совместно со всей системой теплоснабжения, гидрораспределитель дополнительно позволяет осуществлять отделение шлама в нижней его части, и струйную деаэрацию в верхней части. Для этого предусмотрены соответственно: люк для удаления шлама и патрубок для подсоединения клапана автоматического удаления воздуха.

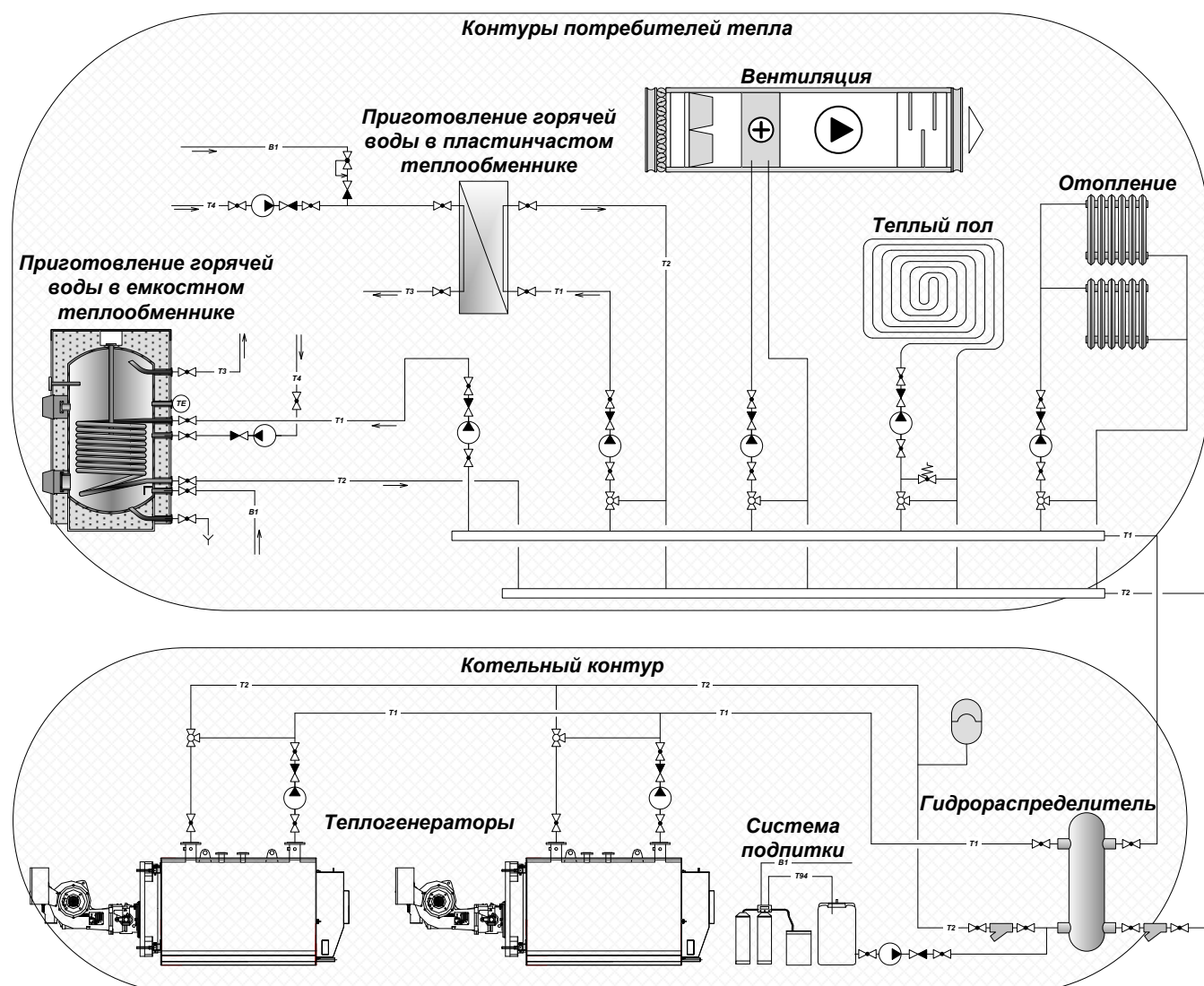


Рисунок 48. Пример применения гидрораспределителя в схеме котельной.

Гидрораспределитель по своей конструкции представляет собой перемычку в виде трубы большого диаметра, соединяющую подающую и обратную магистрали двух контуров: котельно-

го и потребителей. Определяющим параметром подбора гидрораспределителя является диаметр его корпуса, что должно обеспечить минимальную скорость потока теплоносителя в нем на уровне 0,1 м/с в расчете на максимальный расход теплоносителя, а соответственно - обеспечить практически нулевой перепад давления. То есть, вместе с мембранным расширительным баком, гидрораспределитель образует своеобразную «нулевую» точку, для которой, независимо от переменных режимов работы контуров (количество работающих насосов, положение смесительных клапанов), будет осуществляться автоматическое поддержание постоянного гидростатического давления.

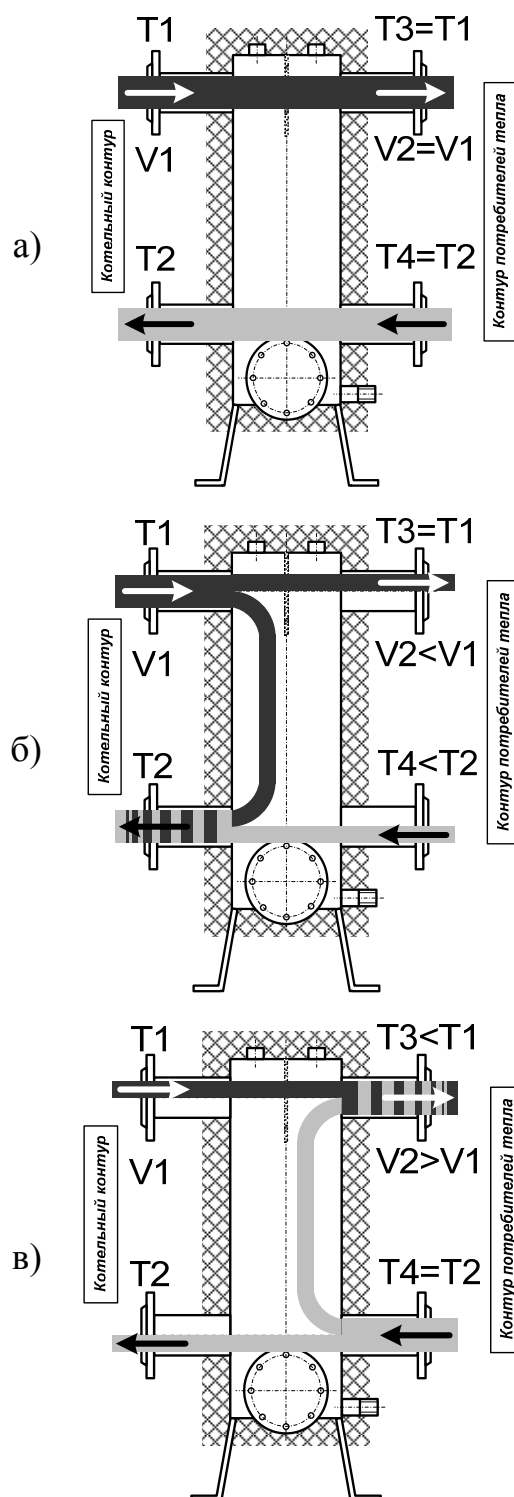
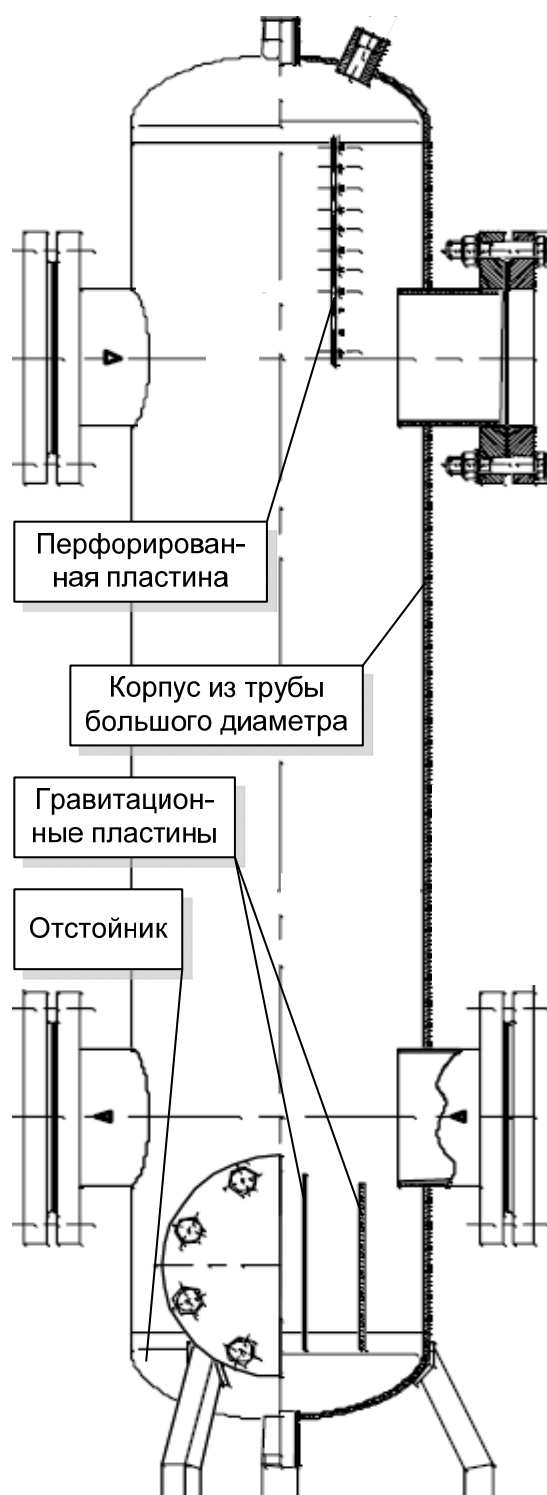


Рисунок 49. Конструкция гидрораспределителя и режимы его работы.

Расчетный режим работы гидрораспределителя, при котором расход теплоносителя через само сам гидрораспределитель равен нулю (рисунок 49-а), обеспечивается точным подбором циркуляционных насосов котельного контура и контура потребителей. При этом температуры в подающих магистралях контуров, обратных магистралях контуров и расхода теплоносителя в обоих контурах равны ($T_1 = T_3$, $T_2 = T_4$, $V_1 = V_2$). Такой режим работы является теоретическим, то есть его трудно достичь на практике. Для этого идеально должно выполняться условие равенства суммы подач работающих насосов в котельном контуре и работающих насосов в контуре потребителей. Для условий эксплуатации являются вероятными следующие два варианта работы гидрораспределителя. В первом случае - теплоноситель частично перетекает через гидрораспределитель с подающей магистрали котельного контура в обратную магистраль котельного контура (рисунок 49-б). При этом температуры в подающих магистралях контуров одинаковы, температура в обратной магистрали котельного контура является большей температуры в обратной магистрали контура потребителей, расход теплоносителя в котельном контуре больше расхода в контуре потребителей ($T_1 = T_3$, $T_2 > T_4$, $V_1 > V_2$). Такой режим характерен для случая, когда работают все, или большинство насосов теплогенераторов в котельном контуре, а в контуре потребителей внезапно снижается потребность в тепловой мощности и выключаются насосы, или трехходовые клапаны, перекрываясь, осуществляют циркуляцию теплоносителя во внутренних контурах собственно потребителей. При этом, при повышении температуры теплоносителя в котельном контуре, система каскадного автоматического управления уменьшает тепловую мощность теплогенераторов и, в случае необходимости, прекращает работу теплогенераторов вместе с насосами. То есть, система с гидрораспределителем стремится уравновесить работу двух контуров и приблизиться к теоретическому режима работы (рисунок 49-а). Во втором случае - теплоноситель частично перетекает через гидрораспределитель с обратной магистрали контура потребителей в подающий магистраль контура потребителей (рисунок 49-в). При этом температуры в обратных магистралях контуров одинаковы, температура в подающей магистрали котельного контура больше температуры в подающей магистрали контура потребителей, расход теплоносителя в котельном контуре меньше расхода в контуре потребителей ($T_1 > T_3$, $T_2 = T_4$, $V_1 < V_2$). Такой режим характерен для случая, когда работает только часть насосов в котельном контуре, а в контуре потребителей внезапно увеличивается потребность в тепловой мощности и включаются насосы, или трехходовые клапаны, открываясь, осуществляют прямую циркуляцию во внутренних контурах собственно потребителей. При этом, при уменьшении температуры теплоносителя в контуре потребителей, система каскадного автоматического управления увеличивает тепловую мощность теплогенераторов и, в случае необходимости, включает в работу теплогенераторы вместе с их насосами. То есть, система с гидрораспределителем опять-таки стремится уравновесить работу двух контуров и приблизиться к теоретическому режима работы (рисунок 49-а).

Для подбора гидрораспределителя предлагается следующая методика.

1. Определяются расходы теплоносителя в котельном контуре и в контуре потребителей, соответствующие расчетному режиму:

$$V = 0,866 \cdot Q / \Delta t, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q - тепловая мощность контура (суммарная мощность теплогенераторов или суммарная мощность всех потребителей), кВт;

Δt - расчетный температурный градиент, $^{\circ}\text{C}$.

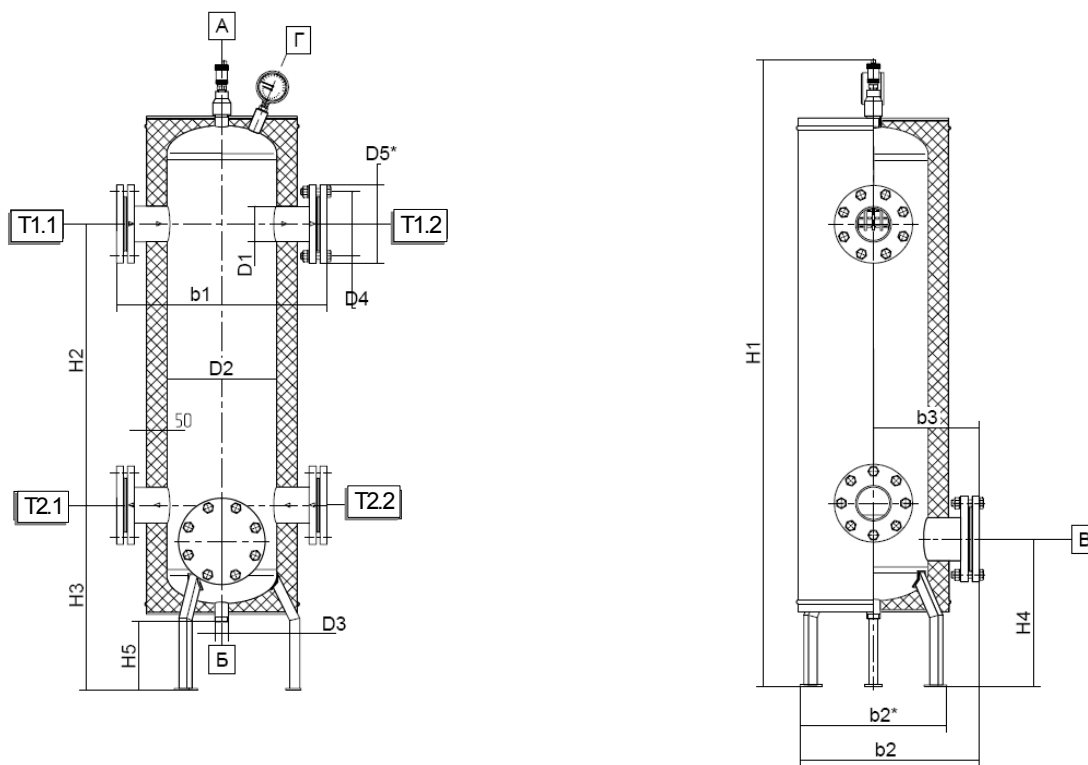
В случае, если теплогенераторы работают с разными температурными градиентами, то для котельного контура, состоящего из n теплогенераторов, расход теплоносителя в котельном контуре определяется как сумма всех расходов через каждый из теплогенераторов:

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = 0,866 \cdot Q_1 / \Delta t_1 + 0,866 \cdot Q_2 / \Delta t_2 + \dots + 0,866 \cdot Q_n / \Delta t_n, \text{ м}^3/\text{час}.$$

Аналогично, в случае различных температурных градиентов в контуре из n потребителей, расход теплоносителя в контуре определяется как сумма всех расходов во всех контурах потребителей.

2. Из двух значений расходов котельного контура и контура потребителей выбирается всего, что является определяющим для подбора гидрораспределителя.

3. По значению расхода теплоносителя из таблицы геометрических размеров (четвертая колонка) на рисунке 50 выбираем приемлемый типоразмер гидрораспределителя.



№ п/п	Тип	Ду	Максимальный расход воды м³/ч	Номинальное давление bar	Номинальная температура °C	b1 мм	b2 мм	b3 мм	D1 мм	D2 мм	D3 мм	D4 мм	D5 мм	H1 мм	H2 мм	H3 мм	H4 мм	H5 мм	Масса кг	Емкость резервуара м³
1	ГП 50-100	50	4	6	100	385	275*	—	57	108	G1"	125	160	985	350	345	—	180	30	0,005
2	ГП 65-150	65	9	6	100	445	350	240	76	159	G1"	145	180	1280	550	390	365	180	50	0,024
3	ГП 80-200	80	12	6	100	495	400	240	89	219	G1"	160	195	1565	700	460	370	180	57	0,041
4	ГП 80-250	80	20	6	100	550	450	270	89	273	G1"	160	195	1575	700	460	370	170	64	0,06
5	ГП 100-200	100	20	6	100	490	400	240	108	219	G1"	180	215	1565	700	460	370	180	61	0,047
6	ГП 100-250	100	25	6	100	555	450	270	108	273	G1"	180	215	1575	700	460	370	170	75	0,063
7	ГП 125-250	125	30	6	100	565	450	270	133	273	G1"	210	245	1715	740	510	365	170	86	0,0733
8	ГП 125-300	125	40	6	100	620	505	295	133	325	G2"	210	245	2020	1000	530	405	165	103	0,166
9	ГП 150-300	150	50	6	100	620	505	295	159	325	G2"	240	280	2020	1000	530	405	165	128	0,1373
10	ГП 200-450*	200	100	6	100	730	605	350	219	426	G2"	295	335	2650	1450	620	430	165	198	0,305
11	ГП 250-600*	250	180	6	115	940	840	455	273	630	G2"	350	390	3060	1500	800	545	165	425	0,8
12	ГП 300-600*	300	200	6	115	960	840	455	325	630	G2"	400	440	3060	1500	800	545	165	430	0,822

А – автоматический воздухоотводчик; Б – дренаж; В – люк для удаления шлама; Г – термоманометр; Т1.1 та Т2.1 – соответственно прямая и обратная вода котельного контура; Т1.2 та Т2.2 - соответственно прямая и обратная вода контура потребителей.

Рисунок 50. Гидрораспределители ЭКАС-Оргпищепром+.

Например: Необходимо подобрать гидрораспределитель для тепловой схемы, котельный контур которой состоит из двух котлов ЭКАС 500 теплопроизводительностью 582 кВт каждый, работающих с расчетным температурным градиентом $\Delta t = 25^{\circ}\text{C}$. Контур потребителей состоит из контура отопления ($Q = 650$ кВт, $\Delta t = 150^{\circ}\text{C}$), контура вентиляции ($Q = 240$ кВт, $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$) и контура подготовки горячей воды для системы ГВС ($Q = 230$ кВт, $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$).

Определяем затраты теплоносителя в котельном контуре:

$$V = 0,866 \cdot (2 \cdot 582) / 25 = 40,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем затраты теплоносителя в контуре потребителей:

$$V = 0,866 \cdot 650/15 + 0,866 \cdot 240/20 + 0,866 \cdot 230/20 = 37,5 + 10,4 + 10,0 = 57,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из двух значений выбираем наибольшее - $57,9 \text{ м}^3/\text{ч}$. По этим значениям из таблицы геометрических размеров (рисунок 50) выбираем гидрораспределитель ГП 200-450, для которого приемлемым является расход теплоносителя до $100 \text{ м}^3/\text{час}$.

Для упрощенного быстрого подбора гидрораспределителя можно воспользоваться таблицей 14. Например: необходимо подобрать гидрораспределитель для тепловой схемы, котельный контур которой состоит из двух котлов ЭКАС 90 теплопроизводительностью 99 кВт каждый, работающих с расчетным температурным градиентом $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$. Для контура потребителей такой же температурный градиент. Для мощности $2 \cdot 99 = 198$ кВт и температурного градиента определяем по таблице расход теплоносителя и, как показано на рисунке 51-а - приемлемый типоразмер гидрораспределителя - ГП 65-150. Для случая температурного градиента $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$ при тех же условиях, определяем по таблице расход теплоносителя и, как показано на рисунке 51-б - приемлемый типоразмер гидрораспределителя - ГП 80-200.

Мощность, кВт	Расход теплоносителя, м³/ч при температурном градиенте Δt П						
	$\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 25^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 40^{\circ}\text{C}$	
20	1.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.5	ГП 50-100
30	2.6	1.7	1.3	1.2	1.0	0.8	
40	3.4	2.3	1.7	1.6	1.3	1.0	
50	4.3	2.9	2.1	2.0	1.7	1.3	
60	5.2	3.4	2.6	2.4	2.0	1.5	
70	6.0	4.0	3.0	2.8	2.3	1.8	
80	6.9	4.6	3.4	3.2	2.7	2.0	
90	7.7	5.2	3.9	3.6	3.0	2.3	
100	8.6	5.7	4.3	4.0	3.3	2.5	
125	10.7	7.2	5.4	5.0	4.2	3.1	
150	12.9	8.6	6.4	6.0	5.0	3.8	ГП 65-150
175	15.0	10.0	7.5	7.0	5.8	4.4	
200	17.2	11.5	8.6	8.0	6.7	5.0	
250	21.5	14.3	10.7	10.0	8.3	6.3	
300	25.8	17.2	12.9	12.0	10.0	7.5	
350	30.1	20.1	15.0	14.0	11.7	8.8	
400	34.4	22.9	17.2	16.0	13.3	10.0	
450	38.7	25.8	19.3	18.0	15.0	11.3	
500	43.0	28.7	21.5	20.0	16.7	12.5	
600	51.6	34.4	25.8	24.0	20.0	15.0	ГП 80-250

а)

Мощность, кВт	Расход теплоносителя, м³/ч при температурном градиенте Δt						
	$\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 25^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$	$\Delta t = 40^{\circ}\text{C}$	
20	1.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.5	ГП 50-100
30	2.6	1.7	1.3	1.2	1.0	0.8	
40	3.4	2.3	1.7	1.6	1.3	1.0	
50	4.3	2.9	2.1	2.0	1.7	1.3	
60	5.2	3.4	2.6	2.4	2.0	1.5	
70	6.0	4.0	3.0	2.8	2.3	1.8	
80	6.9	4.6	3.4	3.2	2.7	2.0	
90	7.7	5.2	3.9	3.6	3.0	2.3	
100	8.6	5.7	4.3	4.0	3.3	2.5	
125	10.7	7.2	5.4	5.0	4.2	3.1	ГП 65-150
150	12.9	8.6	6.4	6.0	5.0	3.8	
175	15.0	10.0	7.5	7.0	5.8	4.4	
200	17.2	11.5	8.6	8.0	6.7	5.0	
250	21.5	14.3	10.7	10.0	8.3	6.3	
300	25.8	17.2	12.9	12.0	10.0	7.5	
350	30.1	20.1	15.0	14.0	11.7	8.8	
400	34.4	22.9	17.2	16.0	13.3	10.0	
450	38.7	25.8	19.3	18.0	15.0	11.3	
500	43.0	28.7	21.5	20.0	16.7	12.5	ГП 80-200
600	51.6	34.4	25.8	24.0	20.0	15.0	

б)

Рисунок 51. Пример быстрого подбора гидрораспределителя с помощью таблицы 14.

6. Примеры применения котлов ЭКАС

На рисунках 52..57 приведены примеры принципиальных схем котельных. На рисунках 58...60 приведены примеры общих видов «обвязки» котлов ЭКАС в котельных. Приведенные схемы носят рекомендательный характер и приведены для справки. На их основании может быть разработана схема с учетом конкретного задания на проектирование.



Внимание! На рисунках 52...Х показана «обвязка» котлов серии ЭКАС. Для котлов серии ЭКАС М патрубки прямой и обратной воды необходимо поменять местами.

Таблица 14. Определение гидрораспределителей ЭКАС-Оргпищепром+

Мощность, кВт	Расход теплоносителя, м ³ /ч при температурном градиенте Δt , °C						
	$\Delta t = 10$	$\Delta t = 15$	$\Delta t = 20$	$\Delta t = 25$	$\Delta t = 30$	$\Delta t = 40$	
20	1.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.5	ГП 50-100
30	2.6	1.7	1.3	1.2	1.0	0.8	
40	3.4	2.3	1.7	1.6	1.3	1.0	
50	4.3	2.9	2.1	2.0	1.7	1.3	
60	5.2	3.4	2.6	2.4	2.0	1.5	
70	6.0	4.0	3.0	2.8	2.3	1.8	
80	6.9	4.6	3.4	3.2	2.7	2.0	
90	7.7	5.2	3.9	3.6	3.0	2.3	
100	8.6	5.7	4.3	4.0	3.3	2.5	
125	10.7	7.2	5.4	5.0	4.2	3.1	
150	12.9	8.6	6.4	6.0	5.0	3.8	ГП 65-150
175	15.0	10.0	7.5	7.0	5.8	4.4	
200	17.2	11.5	8.6	8.0	6.7	5.0	
250	21.5	14.3	10.7	10.0	8.3	6.3	
300	25.8	17.2	12.9	12.0	10.0	7.5	
350	30.1	20.1	15.0	14.0	11.7	8.8	ГП 80-200
400	34.4	22.9	17.2	16.0	13.3	10.0	
450	38.7	25.8	19.3	18.0	15.0	11.3	ГП 80-250 ГП 100-200
500	43.0	28.7	21.5	20.0	16.7	12.5	
600	51.6	34.4	25.8	24.0	20.0	15.0	
700	60.2	40.1	30.1	28.0	23.3	17.5	ГП 100-250
800	68.8	45.9	34.4	32.0	26.7	20.0	
900	77.4	51.6	38.7	36.0	30.0	22.5	ГП 125-250
1000	86.0	57.3	43.0	40.0	33.3	25.0	
1200	103.2	68.8	51.6	48.0	40.0	30.0	ГП 125-300
1400	120.4	80.3	60.2	56.0	46.7	35.0	
1600	137.6	91.7	68.8	64.0	53.3	40.0	ГП 150-300
1800	154.8	103.2	77.4	72.0	60.0	45.0	
2000	172.0	114.6	86.0	80.0	66.7	50.0	
2250	193.5	129.0	96.7	90.0	75.0	56.3	ГП 200-450
2500	-	143.3	107.5	100.0	83.3	62.5	
2750	-	157.6	118.2	110.0	91.7	68.8	
3000	-	172.0	129.0	120.0	100.0	75.0	
3250	-	186.3	139.7	130.0	108.3	81.3	
3500	-	200.6	150.5	140.0	116.7	87.5	
3750	-	-	161.2	150.0	125.0	93.8	
4000	-	-	172.0	160.0	133.3	100.0	
4500	-	-	193.5	180.0	150.0	112.5	
5000	-	-	-	200.0	166.7	125.0	
				ГП 300- -600	ГП 250- -600		

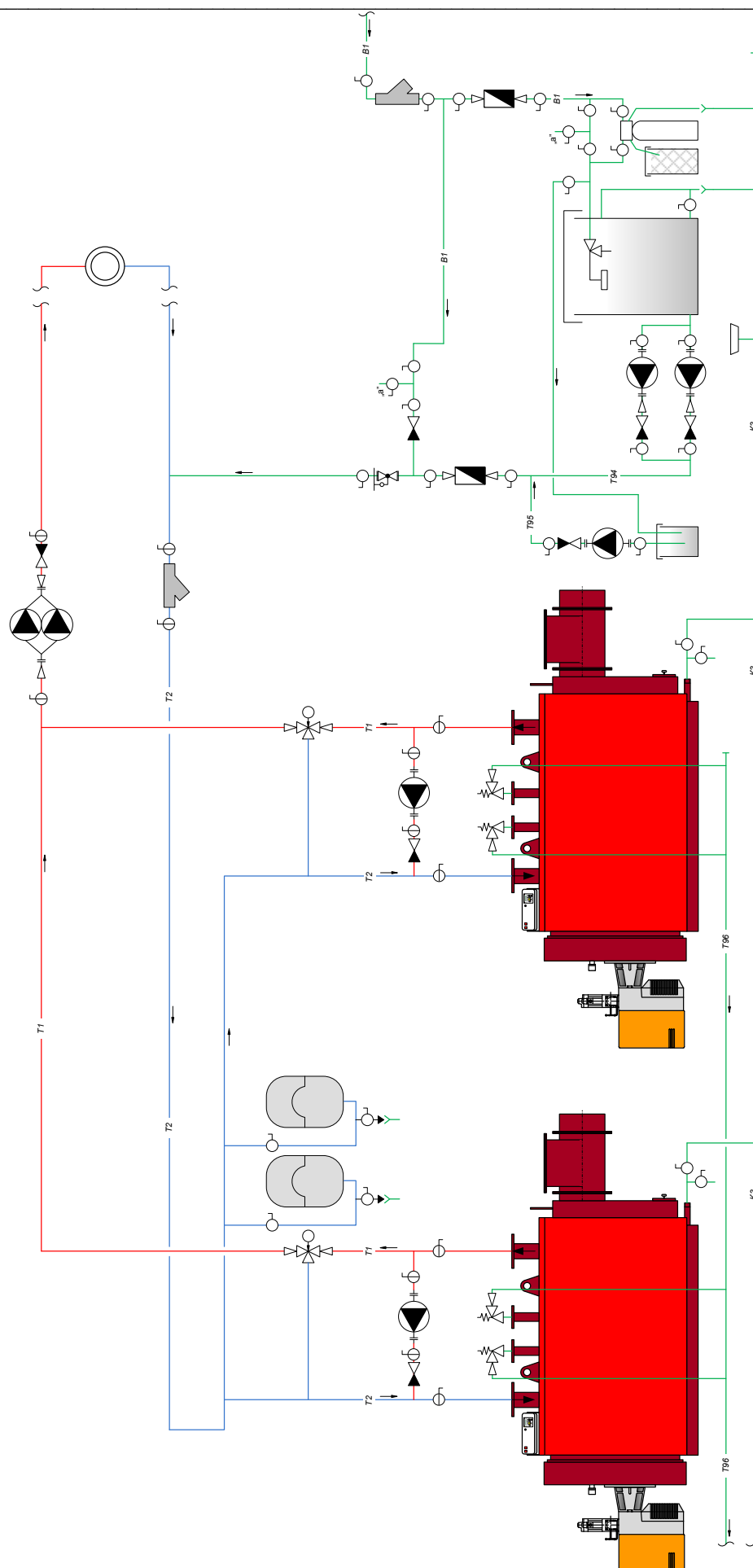


Рисунок 52. Пример установки с двумя котлами ЭКАС и прямым контуром теплоснабжения (для температурного графика «со срезкой»)

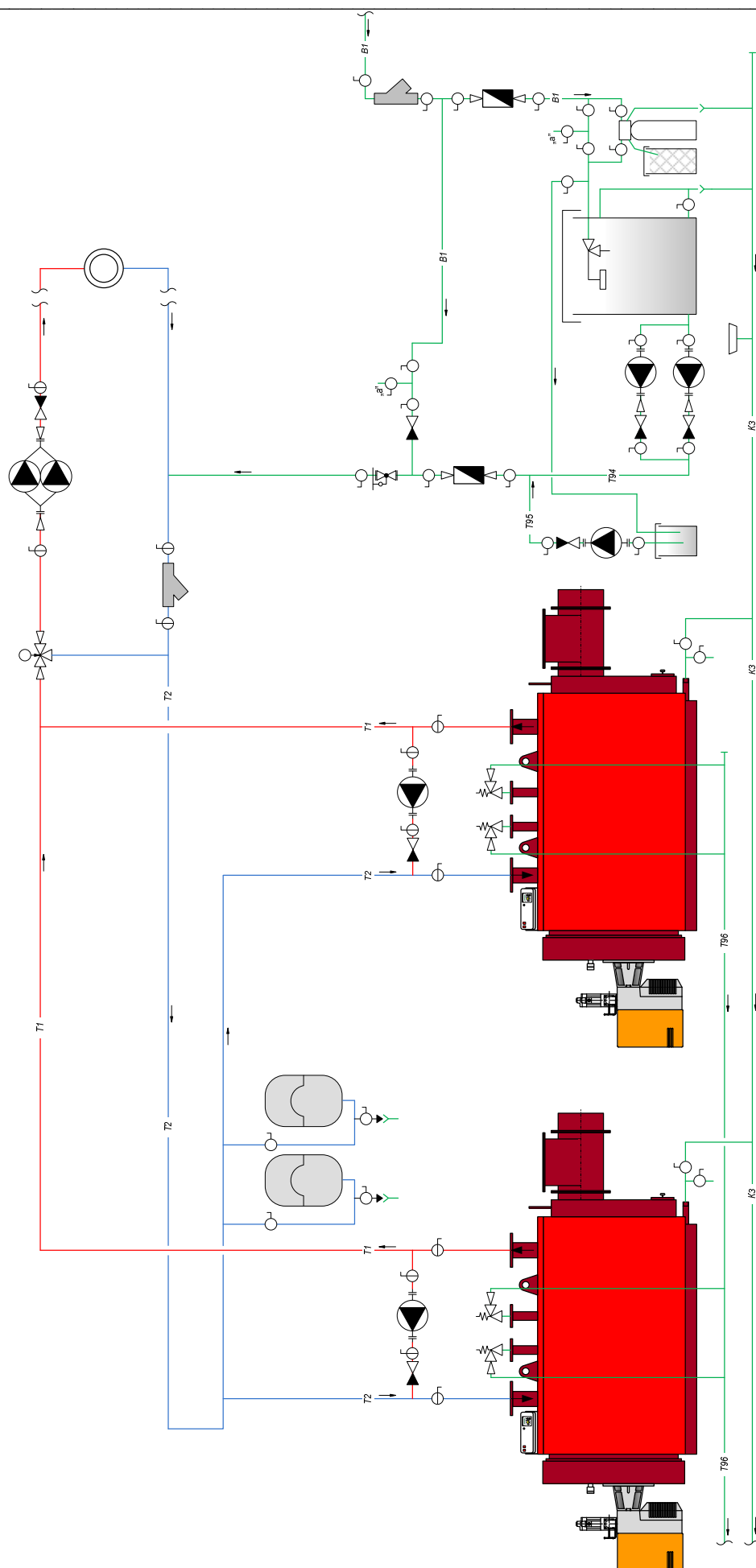


Рисунок 53. Пример установки с двумя котлами ЭКАС и зависимым контуром теплоснабжения.

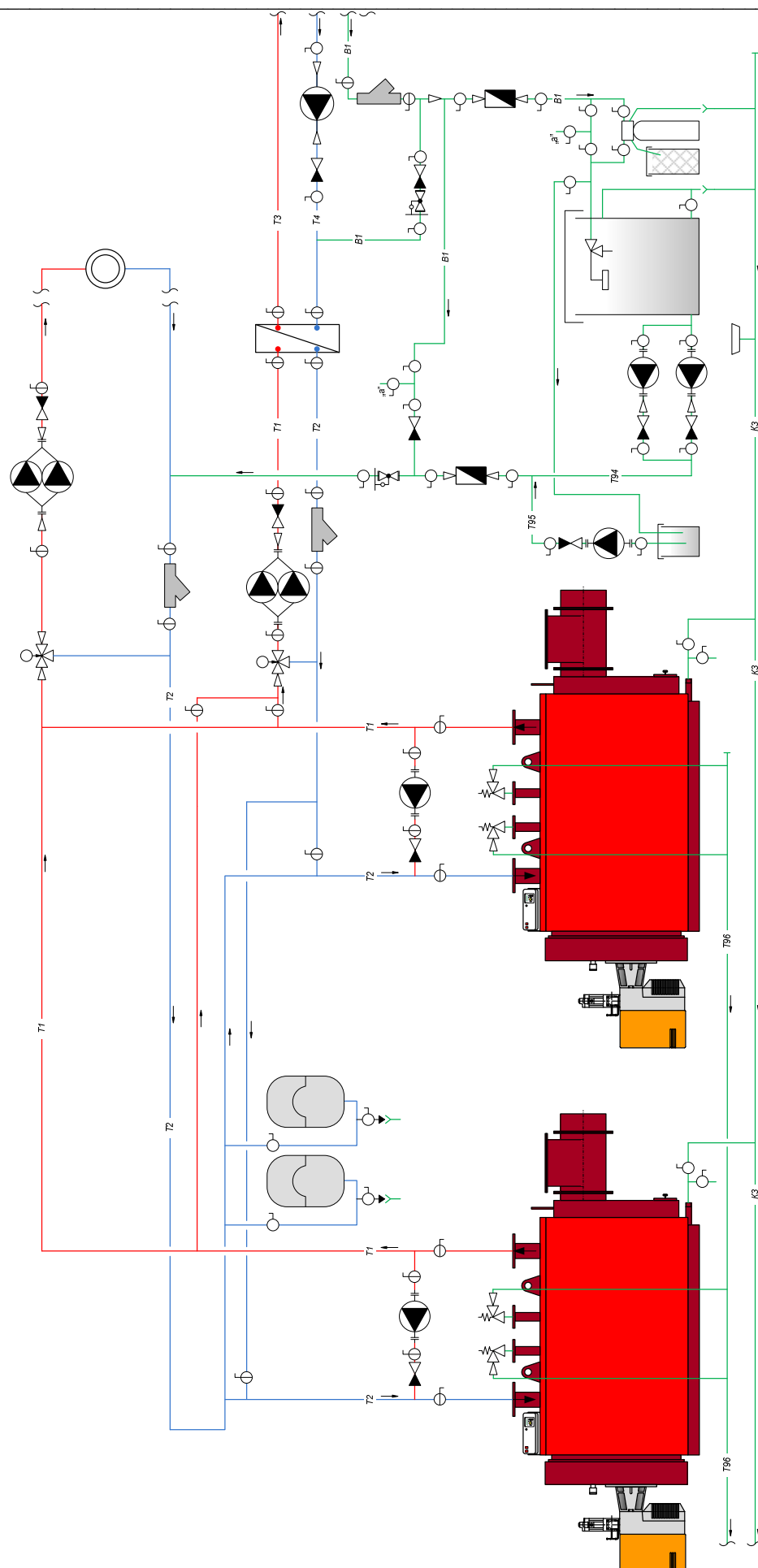


Рисунок 54. Пример установки с двумя котлами ЭКАС, зависимым контуром теплоснабжения и контуром ГВС.

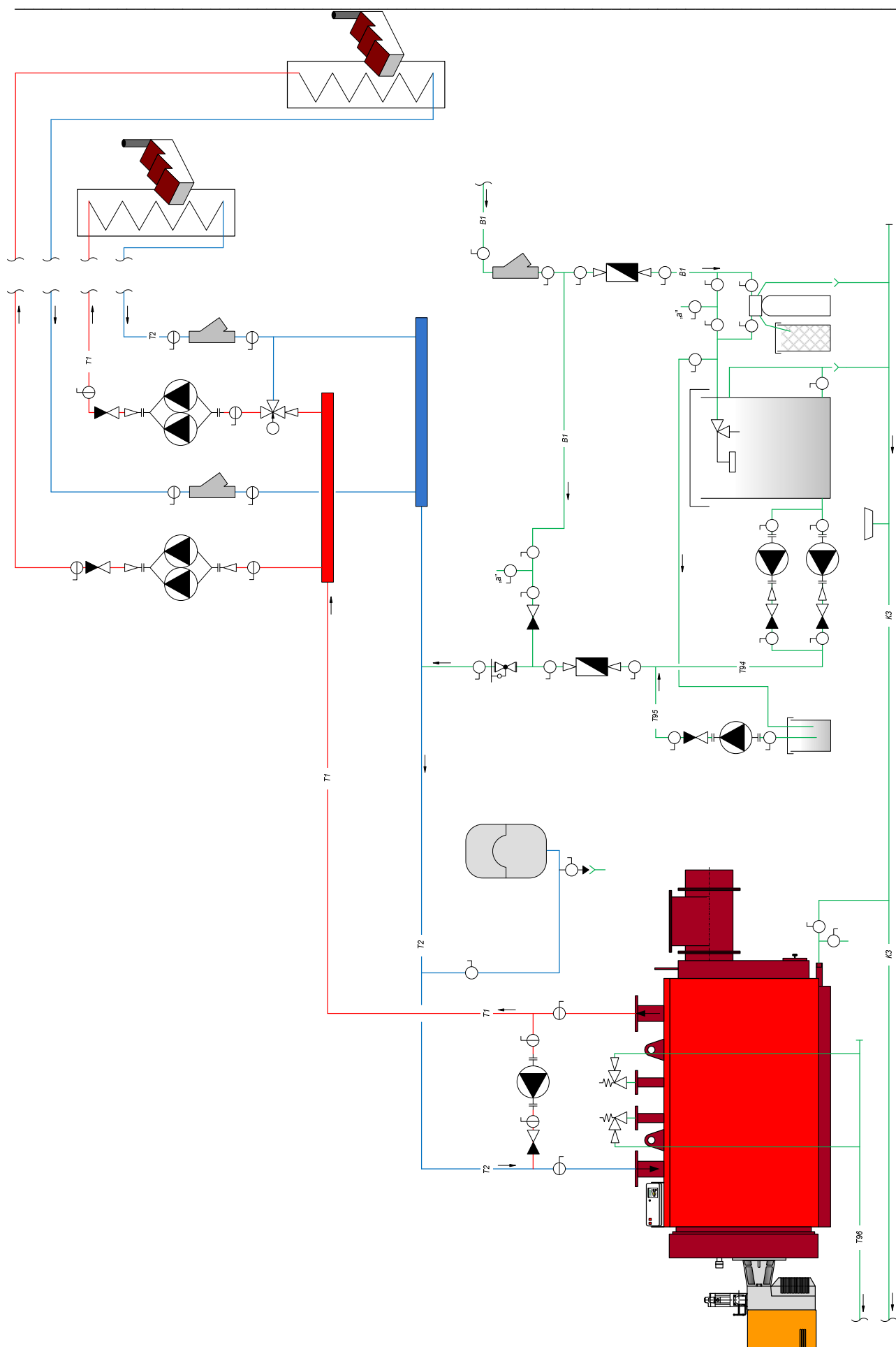


Рисунок 55. Пример однокотельной установки с зависимыми и прямым технологическими контурами.

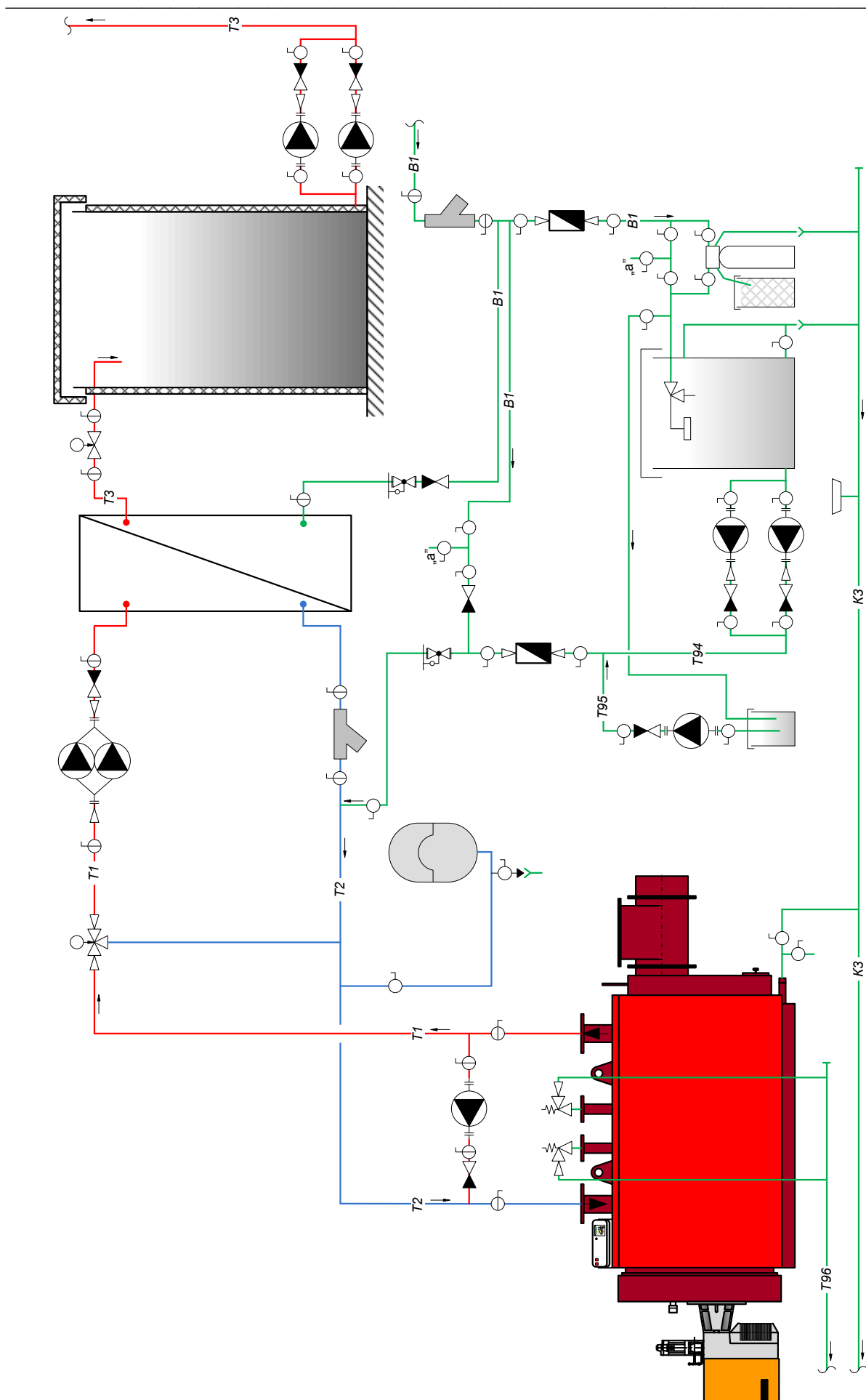


Рисунок 56. Пример онокотельной установки с контурами ГВС и атмосферным баком запаса горячей воды.

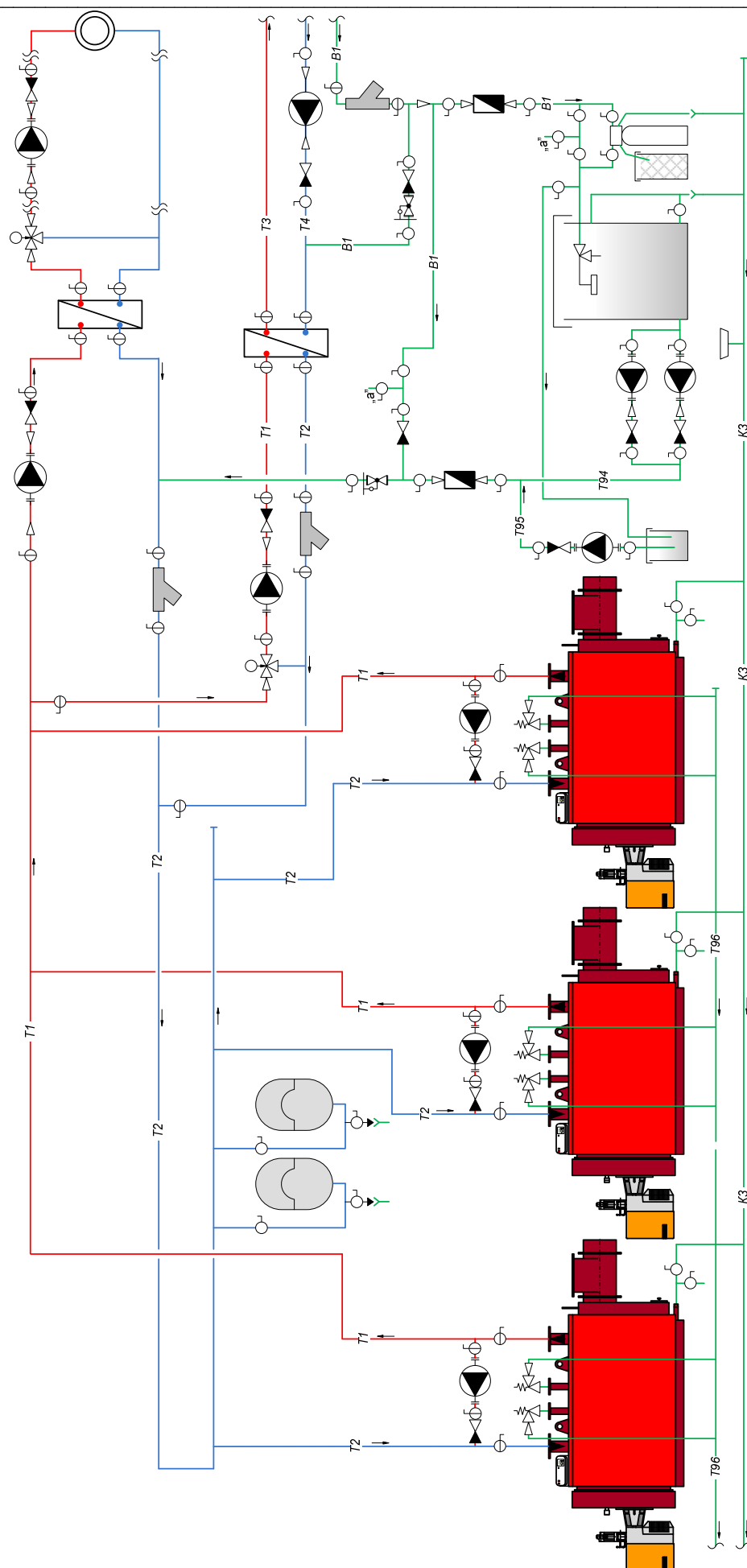


Рисунок 57. Пример многокотельной установки с контурами ГВС и отопления с промежуточным теплообменником.

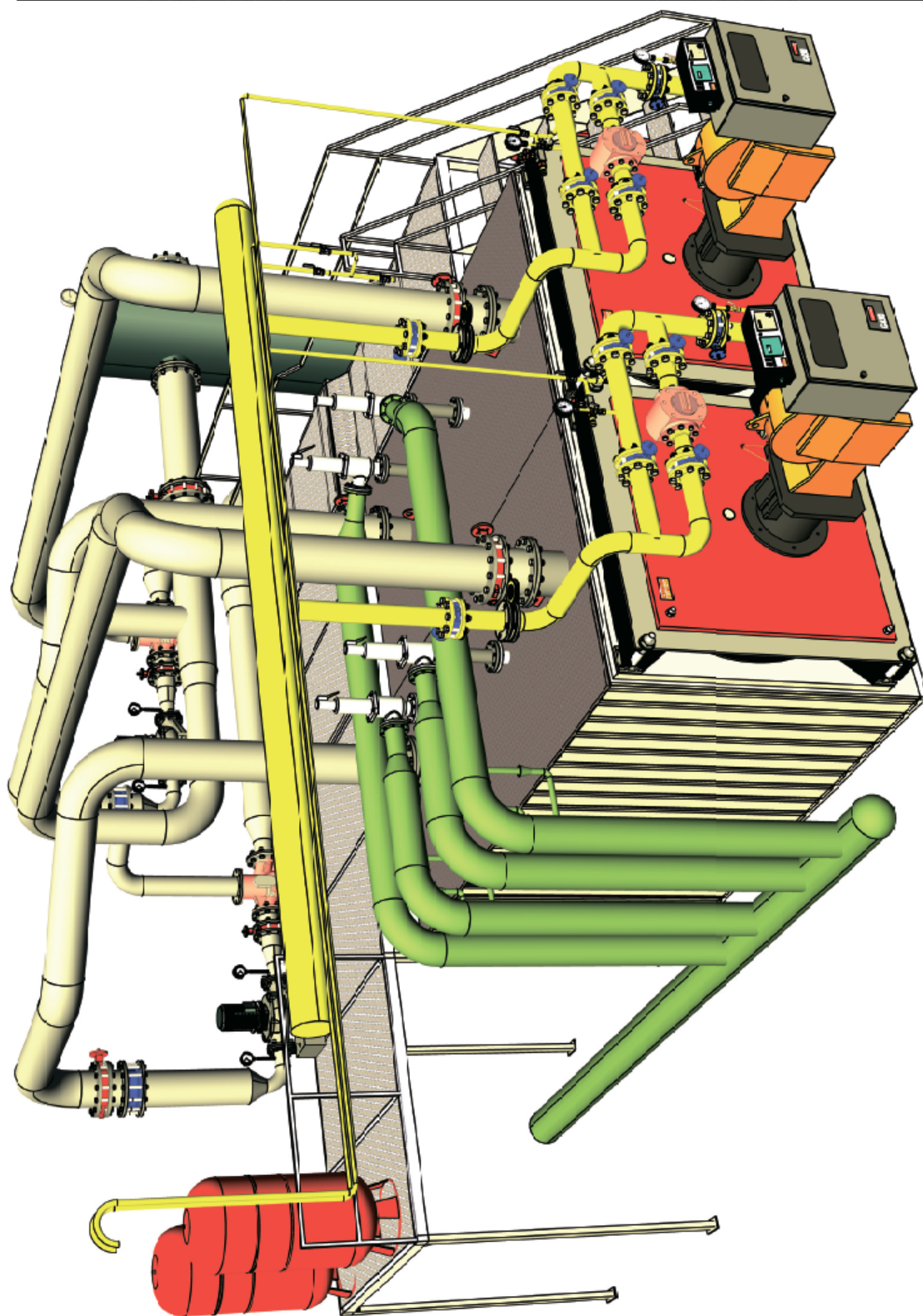


Рисунок 58. Пример «обвязки» котельной с двумя котлами ЭКАС 4000 М.

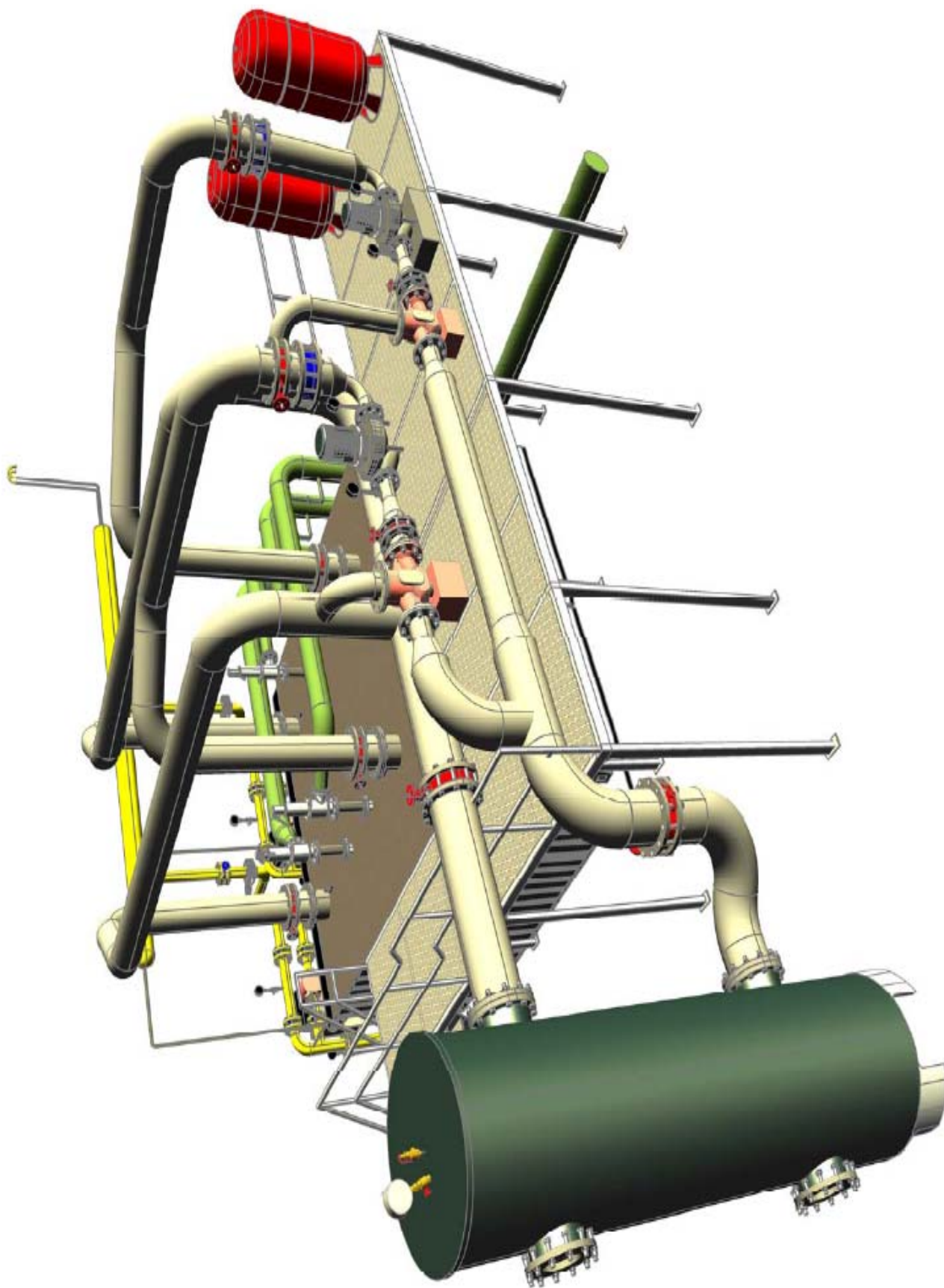


Рисунок 59. Пример «обвязки» гидроуравнителя и котельного контура.

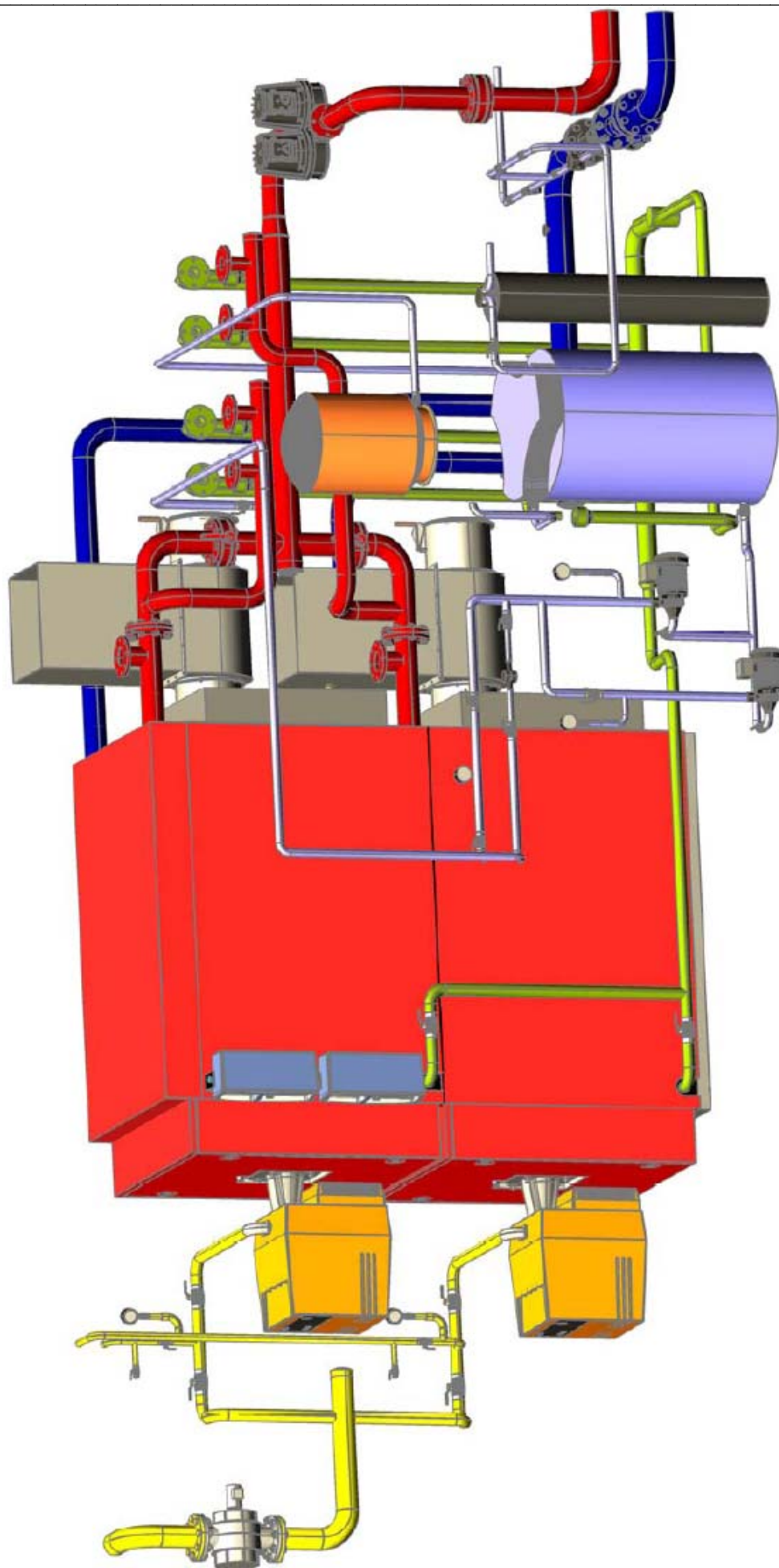


Рисунок 60. Пример «обвязки» котельной с термоблоком ЭКАС 700 Д.

7. Преимущества и недостатки жаротрубных котлов

Рост производства и применения жаротрубных котлов в постсоветских странах обусловлено следующими факторами:

- курс на реструктуризацию единой энергетической системы, который будет сопровождаться переделом собственности в энергетическом комплексе в пользу частного предпринимательства. Ожидается привлечение крупных инвестиций;
- жилищно-коммунальная реформа, ориентированная на сокращение и снятие дотаций населению в оплате, в том числе тепловой энергии;
- стабильное развитие строительного комплекса;
- интеграция в экономику страны передовых теплоэнергетических технологий;
- пересмотр нормативно - правовой базы теплоэнергетики в пользу крупных инвесторов. Лоббирование продукции крупных поставщиков;
- приближение внутренних цен на топливно-энергетические ресурсы к мировым.

Опыт первых лет эксплуатации «жаротрубников» в котельных тепловых сетей Прибалтики в 80-х годах, где было заменено большое количество отечественных водотрубных котлов определил ошибки проектирования, монтажа и эксплуатации этих котлов, проистекающие от незнания преимуществ и недостатков этих котлов. В результате неправильного применения и эксплуатации котлов появились трещины в трубных досках, отдушины в жаровых трубах.

В ретроспективном обзоре п.9 освещены преимущества и недостатки жаротрубных котлов, соответствующие их конструкции на момент начала прошлого века. Использование в качестве топлива природного газа и легкого жидкого топлива, развитие энергосберегающих принципов построения котельных и систем теплоснабжения и развитие технологий производства несколько изменило перечень преимуществ и недостатков (некоторые преимущества стали недостатками и наоборот). Сравним.

Преимущества:

- компактность. Плотность теплового потока в жаровой трубе котлов в 3÷4 раза выше, чем у водотрубных котлов. Именно за счет этого значительно снижены габариты и удельный вес современных водогрейных жаротрубных котлов;
- конструкция «жаротрубников» позволяет собирать котлы и котельные полностью в заводских условиях и поставлять заказчику в виде единого блока, что значительно упрощает монтаж оборудования котельной и повышает надежность его работы;
- простая, надежная конструкция;
- быстрая реакция на изменение тепловой нагрузки, вследствие чего работа котлов легко автоматизируются;
- низкое гидравлическое сопротивление котлов - это позволяет применять насосы меньшей мощности, что приводит снижению стоимости котельной и к экономии электроэнергии при ее эксплуатации;
- отсутствие необходимости в специальном фундаменте под котел;

- газоплотность и герметичность камеры сгорания дает возможность применять дутьевые горелки. Поэтому котельные, оснащенные такими котлами, не нуждаются в дымососах;
- по трудозатратам и материалам, изготовление жаротрубного котла дешевле, чем водотрубного на 10-15%, а с учетом трудозатрат при монтаже – дешевле в несколько раз.

Недостатки:

- более высокие требования к качеству питательной воды для современных жаротрубных котлов - это объясняется большими тепловыми нагрузками в жаровой трубе. Поэтому рекомендуется применение двухконтурной тепловой схемы при работе со старой тепловой сетью, имеющей многолетнее накопление шлама в нижней части радиаторов, сетевых трубопроводах (котел - теплообменник - потребитель) и системы умягчения воды.

В водотрубных котлах типа ТВГ, КВГМ и других для недопущения пристенного кипения скорость воды в трубах поверхностей нагрева принималась не менее 1 м/с. У жаротрубного котла скорость воды настолько мала, что он практически является осадочным фильтром. Причиной возможного выхода из строя котлов стало осаждение взвешенных частиц из сетевой воды (шлам, продукты коррозии) в нижней части котлового блока. В результате осаждения взвешенных веществ и покрытия ими нижних дымогарных труб «жаротрубника», температура этих труб становится выше верхних, давление перегретых труб на трубную доску и напряжение в сварных швах резко возрастают. Неохлажденные в этих трубах продукты горения дают локальный перегрев трубной доски. В результате больших напряжений в металле мостиков трубной доски между соседними отверстиями и, иногда, в сварных швах появляются микротрещины, которые в дальнейшем увеличиваются до сквозных. Если шлам или накипь (при некачественной подпиточной воде) покрывают жаротрубную трубу, то в этих зонах металл плохо охлаждается, образуются отдулины (см. фотографию на рис.61).

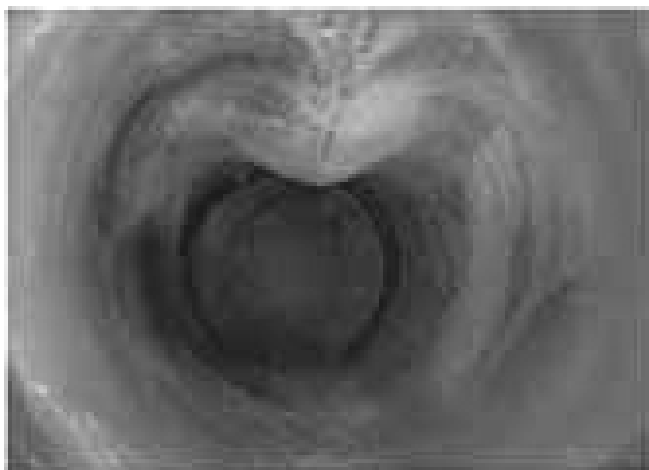


Рисунок 61. Отдулина в жаровой трубе

Ниже перечислены основные причины снижения надежности и безопасности, возникающие в процессе эксплуатации «жаротрубников».

Ошибки при проектировании:

- неверный подбор горелок к котлам, при котором конструкция горелки не позволяет отрегулировать геометрию факела, чтобы он не касался стен жаровой трубы. Напор вентилятора горелки не обеспечивает преодоление сопротивления котла на номинальной нагрузке;
- иногда проектировщики не предусматривают или неправильно подбирают рециркуляционные насосы или трехходовые клапаны, обеспечивающие требуемый изготовителем перепад температуры воды до и после котла. В результате возникает нерасчетное температурное напряжение в металле трубных досок;
- гидравлический режим схемы котельной не обеспечивает запаса давления воды в котле, предотвращающего пристенное кипение, по отношению к давлению, соответствующему температуре насыщения (для температурного графика 95/70 °С давление в котле желательно иметь не ниже 2 кгс/см², так как температура стенки жаровой трубы может быть более 130 °С);
- неправильно подобрана установка химводоочистки;
- для потребителей с часто меняющейся или очень малой нагрузкой (летнее время) ошибочно подбираются горелки с автоматикой в режиме «включено-выключено», а не в модулируемом режиме. В результате котлы включаются в работу и выключаются иногда до десяти раз в час. По расчету на малоцикловую усталость металла количество пусков из холодного состояния у различных «жаротрубников» разное – от одной до десятков тысяч. В таком режиме котел может превысить расчетное количество циклов менее чем за год;
- для систем отопления с большим количеством независимых контуров, из соображения удешевления сооружения котельной, зачастую выбирают гидравлическую схему без увязки условий работы котлов и контуров теплоснабжения. Анализ распространенных ошибок при проектировании с комментариями и рекомендациями для разработчиков систем теплоснабжения малой

Ошибки при монтаже:

- иногда монтажники путают вход и выход воды из котла;
- не применяются тройники, переходы. В местах врезок наблюдаются турбулизация потока и повышенное гидравлическое сопротивление. Появляется гидравлическая разверка между соседними котлами.

Ошибки при эксплуатации:

- отсутствует сервис, включающий в себя контроль работы горелки, ХВО, котлов. Иногда система водоподготовки вообще не работает;
- не осуществляется промывка системы отопления перед каждым пуском одноконтурных котельных;
- не отрегулирована система теплоснабжения. Так, в результате замены сетевых насосов на более производительные, в котел может выноситься шлам из системы;

- не организован контроль температуры уходящих газов и гидравлического сопротивления котла, увеличение которых на одной нагрузке – верный признак загрязнения установки накипью или шламом;
- иногда для уменьшения сопротивления продуктам горения из дымогарных труб извлекают часть турбулизаторов. При этом происходит температурный перекося по зонам трубных досок, а впоследствии появляются трещины;
- внедрение в процессе эксплуатации новых методов обработки воды (обработка комплексонами, магнитная обработка и т.д.). Как следствие – из системы начинают отмываться старые отложения, которые оседают в котлах. Кроме того, некоторые комплексоны разлагаются при температуре около 130°C. А на поверхности жаровой трубы со стороны воды в некоторых зонах температура выше;
- эксплуатация котлов с выключенными рециркуляционными насосами;
- имеют место большие утечки в теплосетях или значительный разбор воды на различные нужды из сетей (и даже внутреннего контура котельной), при этом водоподготовка не обеспечивает необходимое качество теплоносителя.

8. Анализ распространенных ошибок при проектировании. По материалам работы П. Хаванов, К. Барынин, Некоторые ошибки при разработке тепломеханической части автономных источников теплоты. «АВОК», №8, 2004.

Массовое развитие децентрализации теплоснабжения привело к созданию большого числа небольших котельных (обычно мощностью до 2 МВт), расположенных непосредственно у потребителя, без продленных тепловых сетей. Как правило, эти котельные совмещают в себе функции теплового пункта – распределение теплоносителя по контурам отопления, вентиляции, приготовления горячей воды и регулировка теплового режима этих контуров. Назовем такие котельные автономным источником теплоты. Надежность эксплуатации и функциональное соответствие автономного источника теплоты (АИТ) всему комплексу тепловых нагрузок преимущественно определяется техническим уровнем разработки и обоснованности принятых решений по принципиальной тепловой схеме.

Теплогидравлическая схема автономного источника теплоты представляет сложный комплекс функционально взаимосвязанного оборудования, согласующего режим выработки теплоты теплогенераторами и режимы потребления теплоты с учетом особенностей исходных условий: вид используемого топлива, тип и число теплогенераторов, качество исходной воды, конструктивное исполнение систем отопления (центральной, напольной и др.), условия потребления воды на цели горячего водоснабжения, режим работы систем вентиляции и др.

Технические решения требуют тщательного обоснования выбора теплогидравлической схемы, анализа режимов работы, обеспечения надежности функционирования и защиты оборудования от нерасчетных и недопустимых условий эксплуатации.

Целью данной публикации является рассмотрение отдельных конкретных ошибок в технических решениях принципиальных тепловых схем АИТ с комментариями и рекомендациями для разработчиков систем теплоснабжения малой мощности.

Основная масса ошибок при проектировании обусловлена простым переносом устаревших технических решений простейших тепловых схем АИТ для одно-, двухфункциональных систем потребления теплоты на современные, сложные системы теплоснабжения, включающие в себя несколько потребителей систем отопления, обогрева «теплых» полов, горячего водоснабжения, приточной вентиляции, подогрева воды в бассейнах, обогрева зимних садов и др.

1. В первую очередь следует отметить, что в проектах АИТ достаточно часто подбор числа и мощности устанавливаемого оборудования осуществляется только по максимально зимнему режиму, для температуры холодной пятидневки, т. е. по максимальной мощности без расчета основных режимов работы:

- для средней температуры холодного месяца;
- для средней температуры отопительного периода.

Достаточно часто не осуществляется расчетная оценка «летнего» режима работы.

Встречаются технические решения без необходимого расчетного обоснования эксплуатационных режимов и количества устанавливаемого оборудования. Например, с установкой только одного котла, подобранного по максимальной мощности, который на частичных нагрузках работает в режимах позиционного регулирования «включено-выключено» со значительной амплитудой колебания температуры теплоносителя и невыгодными режимами эксплуатации оборудования, что снижает эффективность использования топлива и сокращает срок службы оборудования.

2. Использование современных эффективных форсированных котлов с высокой степенью интенсификации процессов сжигания топлива и теплообмена в поверхностях нагрева наиболее остро ставит следующие требования:

- обеспечение постоянства расхода теплоносителя через котел (в соответствии с требованиями изготовителя котла);
- недопустимость снижения температуры теплоносителя на входе в котел «обратной» воды ниже уровня, исключающего низкотемпературную коррозию.

Опыт эксплуатации местных систем отопления с применением термостатических клапанов на отопительных приборах показывает, что даже при использовании «погодозависимого» регулирования (не говоря уже о «термостатическом» регулировании) отпуска теплоты работа системы отопления характеризуется значительными колебаниями расхода теплоносителя. Часовая и суточная неравномерность потребления теплоты на цели горячего водоснабжения и периодичность работы ряда систем (подогрев воды в бассейне, «теплые» полы и др.) еще более увеличивают колебания расхода и температуры теплоносителя в системе теплоснабжения.

Применение простейших тепловых схем (рисунок 63) будет непосредственно переносить процесс изменения расхода теплоносителя в местных системах на расход теплоносителя через котлы. В тепловой схеме (рисунок 63) нет принципиальной возможности воздействовать на температуру обратного теплоносителя и обеспечить защиту котла от «холодной» обратной воды. По этим причинам применение тепловых схем АИТ с отсутствием циркуляционных насосов котлов является нерациональным.

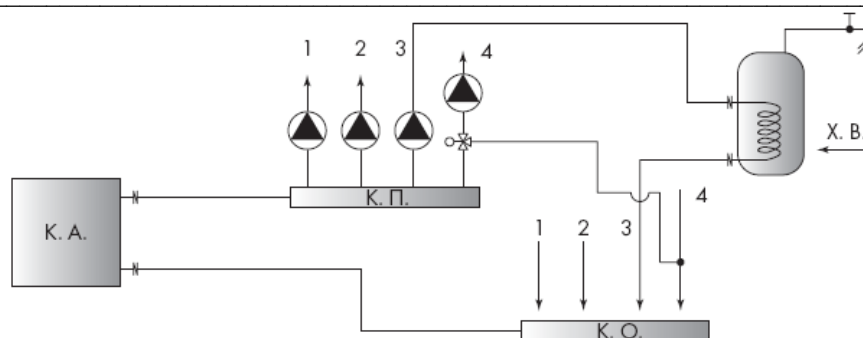


Рисунок 63. Традиционно используемая тепловая схема

3. Значительная группа ошибок обусловлена переносом принципов качественного регулирования отпуска теплоты отопительно-вентиляционных нагрузок на системы теплоснабжения с элементами количественного регулирования в местных системах отопления, и особенно при приоритете отпуска теплоты на горячее водоснабжение в традиционно используемых схемах (например, рисунок 63), что приводит к существенным колебаниям расхода теплоносителя через котел, как отмечалось ранее.

Поэтому необходимо управление работой тепловой схемы организовать таким образом, чтобы даже при существенных изменениях отпуска теплоты (максимумы потребления горячей воды, случаи массового срабатывания, например закрытия термостатических клапанов, отбор теплоты на подогрев воды в бассейне и др.) при использовании «термостатического» регулирования по температуре воды t_1 в подающем трубопроводе котлов переменным параметром должен быть не расход воды через котел, а температура обратной воды t_2 .

Это обеспечит соответствующее отбираемой мощности значение перепада температур в источнике теплоты $\Delta t = t_1 - t_2 = f(Q_k)$, вплоть до повышения температуры воды в обратной магистрали, при отсутствии потребления теплоты до значений t_2 , близких, или даже равных, значению t_1 .

Вышеуказанное соображение в полной мере относится и к режимам работы источника при «погодозависимом» регулировании. Вместе с тем, для АИТ, учитывая наличие нагрузки горячего водоснабжения, «термостатическое» регулирование при двух сезонных режимах, например в теплый период $t_1 = 70^\circ\text{C}$, а в холодный период $t_1 = 95^\circ\text{C}$, является более рациональным при условии обеспечения постоянства расхода теплоносителя через котел и защиты его от «холодной» обратной воды.

4. Поднять температуру обратной воды и обеспечить требуемый расход теплоносителя через котел можно путем установки рециркуляционного насоса НРЦ (рисунок 64), однако в этом случае подающий коллектор и подающий трубопровод А—В оказываются участками наименьшего гидростатического давления в системе. Это необходимо учитывать при организации подпитки (по гидростатическому давлению на участке А—В) и подборе насосов местных систем (НМ) и рециркуляционного насоса (НРЦ) (рисунок 64).

5. Для защиты котла от нерасчетных режимов работы может применяться установка циркуляционного насоса котла (НЦ) в подающем (рисунок 65-а) или обратном трубопроводе системы (рисунок 65-б) с организацией рециркуляционной линии, например линия А—В (рисунок

65-а), или, если это допускает конструкция местных систем, с устройством замыкающего участка малого перепада давления, например «гидравлический регулятор» (ГР) (рисунок 65-б).

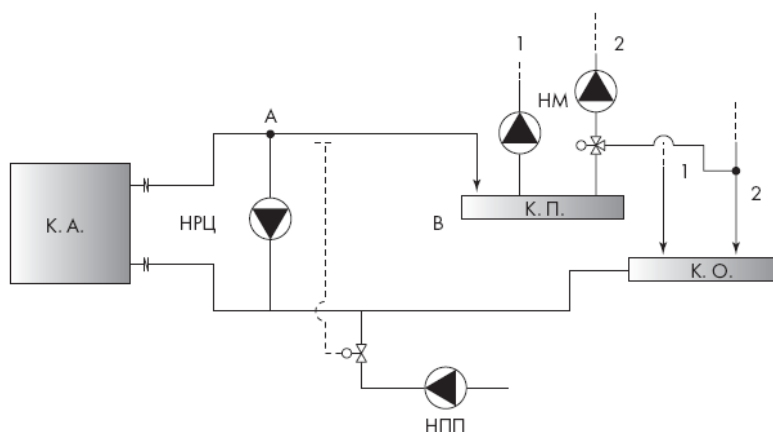


Рисунок 64. Тепловая схема с рециркуляционным насосом

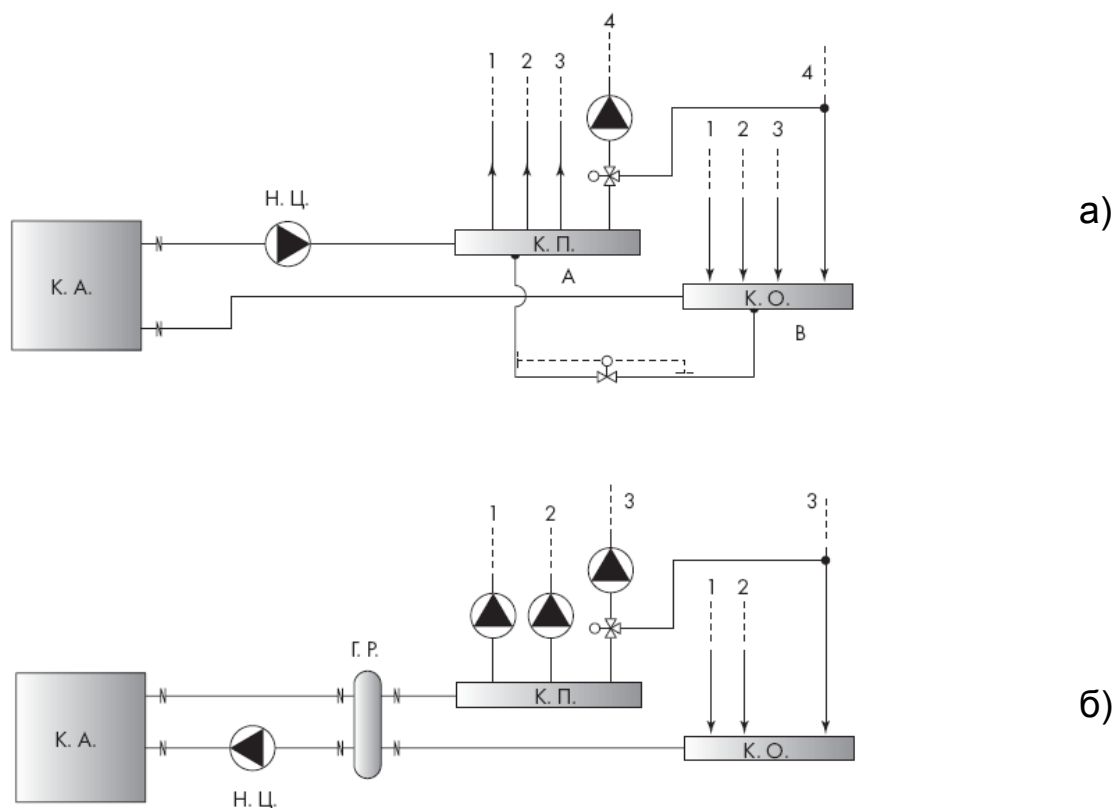
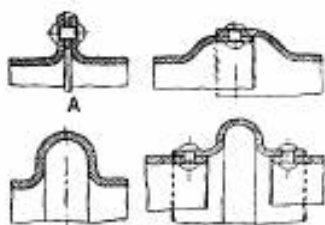


Рисунок 65. Тепловая схема с циркуляционным насосом:

а) в подающем трубопроводе с организацией рециркуляционной линии (А—В); б) в обратном трубопроводе с устройством замыкающего участка малого перепада давления (гидравлический регулятор)

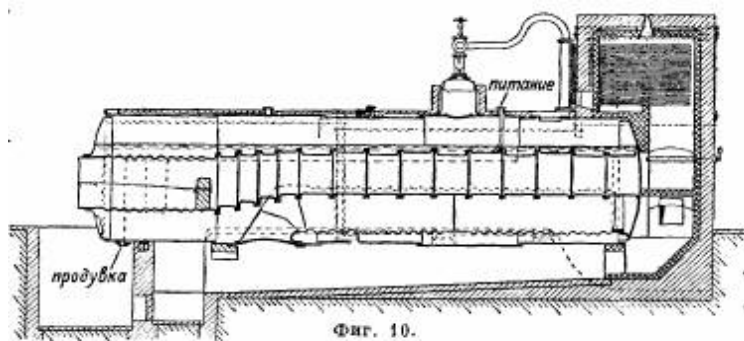
При прочих равных условиях установку циркуляционного насоса в подающем трубопроводе за котлом (рисунок 65-а) следует считать нерациональной, поскольку он оказывается в зоне максимальных температур теплоносителя, что ухудшает условия эксплуатации насоса и увеличивает угрозу возникновения кавитации в нем (особенно при максимальных нагрузках), по сравнению с установкой циркуляционного насоса в обратной линии. Поэтому установка циркуляционного насоса в подающей линии необходима только тогда, когда имеют место большие потери давления в разводящих (внешних) трубопроводах и узлах местных систем (при зависимом гид-

После того как вода прогрелась, циркуляция улучшается и практически одинакова в корнваллийских и ланкаширских котлах. Кроме числа жаровых труб характерна также и форма их. В этом отношении различают котлы с гладкими, волнистыми, ступенчатыми жаровыми трубами и *галловеевские* котлы с поперечными штуцерами. Наименее совершенным типом жаровых труб являются гладкие. Жаровые трубы как правило являются первыми дымоходами, а часто и топкой, благодаря чему они нагреваются сильнее остальных частей корпуса котла; поэтому наряду с сопротивляемостью поперечным усилиям они должны до известной степени обладать упругостью в продольном направлении. Для придания им жесткости в поперечном направлении и упругости в продольном применяют конструкции соединения отдельных обечаек между собой, представленные на фигуре 7; всего чаще применяют так называемые кольца Адамсона (А), обладающие наряду с достаточной жесткостью тем преимуществом, что головки заклепок не подвергаются непосредственному воздействию пламени. Ступенчатые жаровые трубы (фигура 10) получают соединением отдельных обечаек различных диаметров; наряду с достаточной жесткостью они способствуют перемешиванию газов.



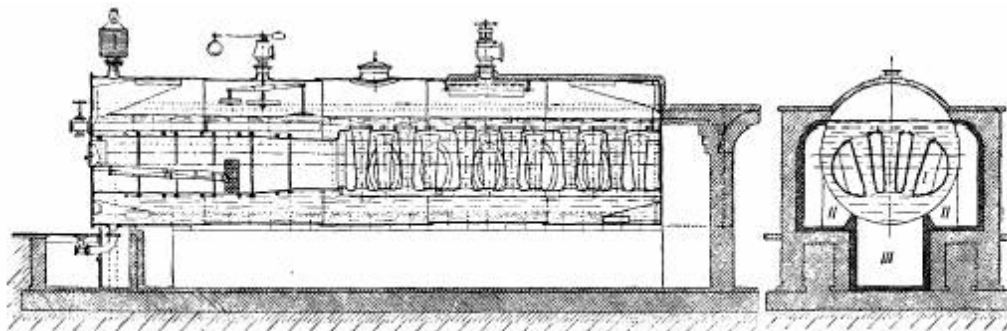
Фиг. 7.

Трубки Галлоуэя (фигура 11), способствуя увеличению жесткости жаровой трубы, увеличивают поверхность нагрева и вызывают энергичное перемешивание топочных газов.



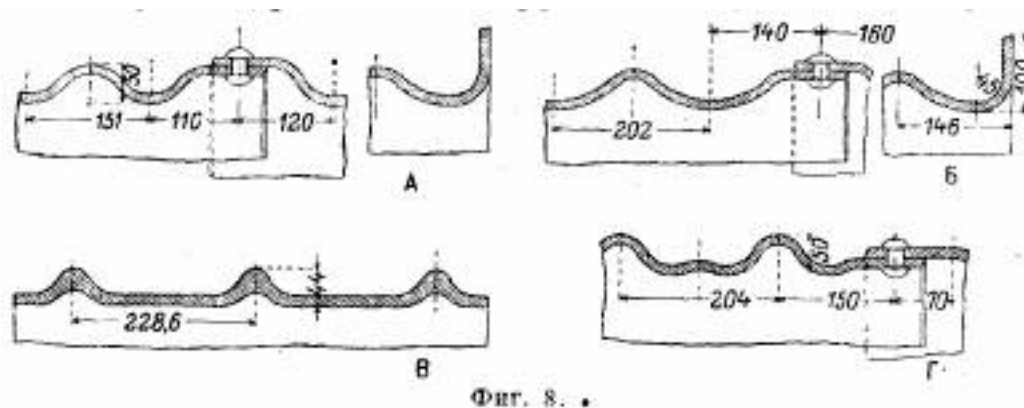
Фиг. 10.

Наиболее совершенным типом жаровых труб, однако, являются волнистые жаровые трубы. Наиболее распространенные типы изображены на фигуре 8 (А - Фокса, Б - Морисона, В - Пурвса и Г - Дейтона).

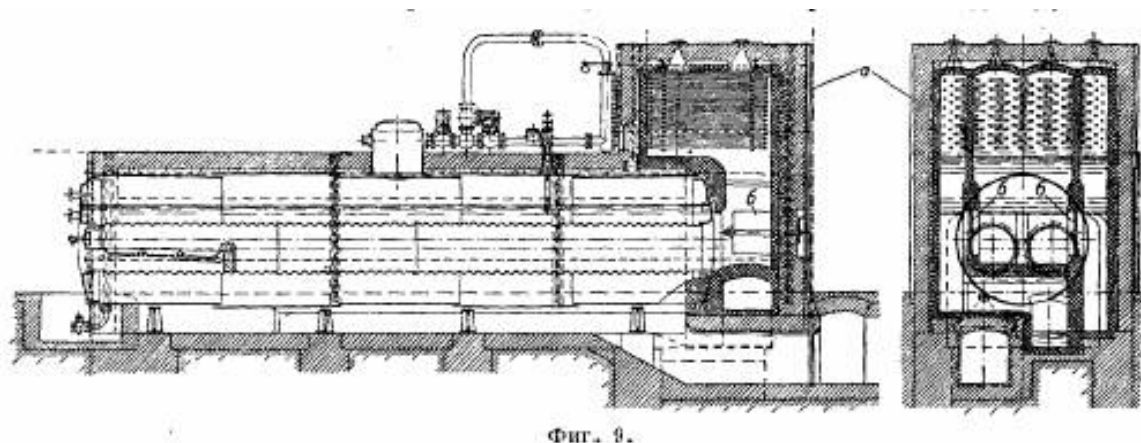


Фиг. 11.

Соединение жаровой трубы с днищем котла бывает наружное (фигура 10, левый конец) и внутреннее (фигура 9).



Первый способ применяется обычно в переднем конце котла с внутренней топкой, т. к. он сильно облегчает навеску передней стенки с топочной дверцей; при приставных топках и в задних концах жаровых труб, однако, применяют обычно внутреннее соединение, т. к. оно допускает расчеканку с обеих сторон и не образует острого угла, который часто заполняется котельным камнем и ведет к перегревам этой части котла.



Наиболее часто применяется в жаротрубных котлах внутренняя топка в самой жаровой трубе, причем в этом случае ее обычно снабжают плоской колосниковой решеткой с ручным или (в последнее время чаще) механическим забрасыванием топлива. Гораздо реже применяют наклонные или ступенчатые решетки, для чего приходится или делать первую часть жаровой трубы большего диаметра или ставить топку перед котлом в отдельной кирпичной кладке. Дымовые газы сначала проходят по жаровой трубе, затем идут по второму дымоходу к передней части, омывая одну половину наружной поверхности нагрева котла, а затем, пройдя под котлом, поворачивают обратно и омывают вторую половину ее. Реже делают так, что газы идут вперед по двум дымоходам сбоку котла и уходят в боров через общий дымоход внизу котла.

Золуудаление обычно совершается вручную в плоскости пола кочегарки; очистка внутренней и наружной поверхностей стенок котлов, вообще говоря, не затруднительна; наиболее удобными в этом отношении являются корнваллийские котлы, наименее удобными - трехжаротрубные. Видоизменением жаротрубных котлов является котел системы Паукиша (фигура 10); его отличительной особенностью является третья жаровая труба, идущая на $\frac{2}{3}$ длины котла от его задней стенки; она служит обратным дымоходом и способствует улучшению цирку-

ляции при растопке котла, причем избегается основное неудобство трехжаротрубных котлов - расположение топок на двух различных уровнях. В котлах Галловея (фигура 11) обе жаровые трубы объединяются в одну общую огневую коробку бобовидного сечения, в которой противолежащие стенки соединены рядом кипятильных труб Галловея. Эти котлы распространены в Англии; на континенте и в СССР более приняты обычные гладкотрубные ланкаширские и корнваллийские котлы, в которых в жаровые трубы вставлены кипятильные трубки Галловея.

К достоинствам жаротрубных котлов должны быть отнесены: 1) большой водяной объем, 2) малая чувствительность к качеству питательной воды, 3) простота ухода за котлом и его очистки, 4) надежность в работе и долговечность, незначительные расходы на ремонт, 5) относительно высокая производительность и возможность форсировки (в особенности корнваллийских), 6) незначительная высота помещения, требуемая для установки котлов.

Недостатками этой системы являются: 1) довольно слабое использование площади пола котельной, 2) медленная растопка, 3) громоздкость и тяжелый вес при неразборности конструкции, что сильно затрудняет перевозку, 4) жесткость конструкции при применении (обычно в СССР) гладких жаровых труб, 5) плохая приспособляемость к различным системам топок и необходимость сжигания высокосортного топлива в виду ограниченности площади колосниковой решетки, 6) сравнительная дороговизна, 7) невозможность создания крупных единиц, 8) неудобство приключения перегревателя. Несмотря на указанные недостатки этот тип жаротрубных котлов пользуется широким распространением в ряде различных отраслей промышленности (каменноугольная, химическая, кожевенная, текстильная), главным образом в мелких и средних установках, где его хорошие качества получают перевес над недостатками. Однако необходимо признать, что этот тип котлов достиг своего полного развития, и дальнейшее прогрессирование его по пути увеличения поверхности нагрева отдельных единиц или повышения рабочего давления выше 12, а в исключительных случаях 15 атм является невозможным.

Комментарии. Как видно из статьи, основные принципы технического развития жаротрубных котлов (водогрейных и паровых) сложились уже сотню лет назад. Совершенствование удачных технических решений и развитие технологий производства не повлияло на принцип работы жаротрубных котлов. В силу определенных причин (чрезмерная централизация промышленности, ускоренная индустриализация, дешевое топливо, закрытый информационный простор и т. д.) в СССР развитие жаротрубных котлов обуславливалось ограниченностью их применения. Кризис традиционной для Советского Союза централизованной системы отопления, обусловленный использованием устаревшего парка котельного оборудования, большими потерями тепла при транспортировке, большими эксплуатационными расходами, ростом цен на энергоносители, изменением законодательной базы и переходом «плановой» экономики к рыночным принципам, дал толчок развитию автономных, децентрализованных и умеренно централизованных систем отопления. Как нельзя лучше, в качестве теплогенераторов для таких систем стали применяться жаротрубные котлы.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 25720-83 Котлы водогрейные. Термины и определения. М., Стандартинформ, 2005.
2. ГОСТ 23172-78. Котлы стационарные. Термины и определения. М., Издательство стандартов. 1978.
3. ГОСТ 17356-89 (СТ СЭВ 1706-88). Горелки на газообразном и жидком топливах. Термины и определения. М., Издательство стандартов. 1990.
4. ГОСТ 30735-2001. Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью от 0,10 до 4,0 МВт. Общие технические условия. М., Издательство стандартов. 2003.
5. СНиП II - 35 - 76 «Котельные установки».
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 21204-97. Горелки газовые промышленные. Общие технические требования. Утверждено постановлением Госстандарта РФ от 17 сентября 1997 г. № 313 (с изменениями от 9 марта 2004 г.).
7. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338 К (115°C). Утверждено Минстроем России (приказ от 28.08.92 № 205).
8. Технический регламент о безопасности машин и оборудования (Постановление Правительства РФ от 15.09.2009 № 753 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 24.03.2011 № 205).
9. ТУ У 23164313.001-2000. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ. Котлы стальные водогрейные «ЭКАС».
10. Статья из Технической Энциклопедии 1927-34 г.г. http://zhurnal.lib.ru/t/tonina_o_i/kotli_11.shtml
11. Р. Ширяев, Основные причины аварий «жаротрубников». «Аква-Терм», № 4 (26), 2005.
12. П. Хаванов, К. Барынин, Некоторые ошибки при разработке тепломеханической части автономных источников теплоты. «АВОК», №8, 2004.
13. Дымоходные системы Schiedel UNI. Расчет поперечного сечения. Издание и редакция ООО «Шидель», Москва.

[illegible]

Содержание

	Стр.
От составителя	2
1.Определение	3
2.Конструкция котла	4
3.Технические характеристики котлов ЭКАС	10
4.Комплектность поставки котлов ЭКАС	30
4.1. Горелка	31
4.2. Комплект облицовочных декоративных панелей	54
4.3. Блок управления и сигнализации	54
4.4. Взрывной клапан	63
4.5. Комплект датчиков	63
5. Дополнительное вспомогательное оборудование	66
5.1. Запорная арматура	66
5.2. Предохранительные клапаны	66
5.3. Рециркуляционный насос	67
5.4. Циркуляционный насос	68
5.5. Подпиточные насосы	68
5.6. Дымовая труба	69
5.7. Гидрораспределители	72
6. Примеры применения котлов ЭКАС	77
7. Преимущества и недостатки жаротрубных котлов	88
8. Анализ распространенных ошибок при проектировании. По материалам работы П. Хаванов, К. Барынин, Некоторые ошибки при разработке тепло-механической части автономных источников теплоты. «АВОК», №8, 2004.	91
9. Из истории жаротрубных котлов (статья из «Технической Энциклопедии 1927-34 г.г.» с купюрами)	95
Приложения	99
Список использованной литературы	99
Содержание	