

ООО МПВФ “Энергетик”

***КОТЛЫ СТАЛЬНЫЕ ВОДОГРЕЙНЫЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
КСВа – 1.0 Р (Э); КСВа – 2.9 Р (Э); КСВа – 5.0 Р (Э)***

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Содержание

	Стр.
1.Техническое описание	4
1.1.Введение	4
1.2.Назначение и область применения	4
1.3.Технические данные	5
1.4.Состав, устройство и принцип работы котла	5
1.5.Контрольно – измерительные приборы	7
1.6.Маркировка и пломбирование	7
1.7.Упаковка котла	8
2.Инструкция по эксплуатации	8
2.1.Введение	8
2.2.Общие указания	9
2.3.Меры безопасности	9
2.4.Порядок установки(монтажа)	10
2.5.Подготовка котла к работе	11
2.6.Пуск котла	12
2.7.Работа котла	13
2.8.Остановка котла	14
2.9.Водный режим и его химический контроль	15
2.10.Техническое освидетельствование	16
2.11.Контроль износа элементов поверхностей нагрева	17
2.12.Характерные неисправности и методы их устранения	18
2.13.Техническое обслуживание и ремонт	20
2.14.Хранение и консервация	22
2.15.Транспортирование	23
Приложение 1: Рис. 1	24

Приложение 2: Рис. 2	30
Приложение 3: Рис. 3	
Приложение 4: Принципиальная схема автоматики котла	36
Приложение 5: Методика регулирования предохранительных клапанов и контроля исправности пружин	37

1.ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1.Введение

Настоящее техническое описание содержит сведения о назначении котлов водогрейных твердотопливных, их составе, технических данных и других сведений, необходимых для обеспечения полного использования технических возможностей изделия. При изучении следует дополнительно руководствоваться следующими документами:

- паспортом котла;
- паспортом слоевой топки ТСП;
- инструкцией по эксплуатации комплекта средств управления;
- паспортами на тягодутьевые машины.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

1.2.Назначение и область применения.

Котел КСВа принадлежит к типу жаротрубных котлов с принудительной циркуляцией.

Водогрейный котёл рассчитан для работы на твёрдом топливе следующего состава:

№ п.п.	Наименование	Размер-ность	Значение
1	Вид топлива	Уголь каменный	
2	Низшая теплотворная способность	МДж/кг	20÷25
3	Рабочая зольность	%	10÷20
4	Рабочая влажность	%	10÷15
5	Содержание серы	%	< 0.6
6	Максимальная фракция зерна	мм.	12
7	Выход летучих	%	> 28
8	Температура спекания золы	°C	> 1000
9	Температура размягчения золы	°C	> 1250

Котел предназначается для подогрева воды до 110 °C давлением до 0.3 МПа в замкнутых системах теплоснабжения для потребления предприятиями промышленности, транспорта и сельского хозяйства для производственных и отопительных нужд.

Конструкция трубной системы котла выдерживает кратковременное давление в топке до 3000 Па и разрежение в топке до 400 Па. По устойчивости и воздействию температуры и влажности окружающего воздуха водогрейный котел изготавливается в климатическом исполнении

УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150. Конструкция котла обеспечивает сейсмостойкость 6 баллов по шкале MSK-64.

1.3. Технические данные

Наименование основных параметров	Нормы для типоразмеров		
	КСВа-1,0 Р (Э)	КСВа-2,9 Р (Э)	КСВа-5,0 Р (Э)
Номинальная теплопроизводительность МВт, * ($\pm 7\%$)	1.0	2.9	5.0
Абсолютное давление воды, МПа (кгс/см ²), не более	0,4(4,0)	0,4(4,0)	0,4(4,0)
Температура воды на выходе, °С, не более	110	110	110
Температура воды на входе °С не менее	70	70	70
Коэффициент полезного действия, %, не менее	81	83	83
Расчетный расход* кг/ч	147	426	735
Диапазон изменения теплопроизводительности, %	50÷100	50÷100	50÷100
Габариты котлов м, не более:			
-длина	4	5,3	7,6
-ширина	1,7	2,6	3
-высота	2,6	3,5	3,8
Масса котла т., (не более)	12	16	20

* при работе на расчётном топливе.

1.4. Состав, устройство и принцип работы котла

1.4.1. Состав котла

Котел состоит из следующих основных узлов (рис. 1):

- система трубная, натрубная теплоизоляция с каркасом и обшивкой;
- лестница с площадкой ;
- система управления ;
- топочное устройство ТСП.

1.4.2. Устройство котла

Трубная система (рис.2) выполненная в газоплотном исполнении с применением в качестве радиационной поверхности жаровой трубы (жаровой арки – для котла КСВа – 1.0 Р (Э)) и прямых дымогарных труб в качестве конвективной.

Доступ во внутреннюю часть котла возможен благодаря лазам.

На выходных коллекторах котлов размещаются:

- термометр показывающий,
- термореле системы автоматизации,
- манометр показывающий,

- Датчик давления системы автоматизации,
- Автоматический воздухоотделитель.

На входных коллекторах котлов размещаются:

- термометр показывающий,
- термopapa системы автоматизации,
- манометр показывающий.

На корпусах котлов находятся патрубки предохранительных клапанов и внутренней рециркуляции (на котле КСВа-1,0 Р (Э) - отсутствует). Патрубки внутренней рециркуляции котлов соединены трубопроводом с установленным циркуляционным насосом и регулирующими задвижками.

В жаровые трубы котлов устанавливаются слоевые топki с подвижной решеткой (ТСП). Воздуховоды дутьевых маши подсоединяются к соответствующим фланцам ТСП, для удобства монтажа фланцы расположены как с левой так и с правой стороны ТСП. На передней части ТСП расположены органы регулирования подачи воздуха в различные зоны колосникового полотна а также регулятор высоты слоя угля. Скорость вращения колосникового полотна регулируется с щита автоматики управления. В верхней части ТСП находится приёмный бункер топлива.

В нижней части первой поворотной камеры котлов имеются зольники для сброса золы.

Теплоизоляция выполнена минераловатными матами или другими теплоизоляционными материалами, уложенными на штыри, приваренные к трубной системе.

Наружная декоративная обшивка изготавливается из тонколистовой стали.

Система управления предназначена для автоматического управления и защиты котла. Комплект средств управления совместно с датчиками обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматический пуск и остановка котла по заданной программе;
- запоминание первопричины аварий;
- регулирование температуры воды на входе в котёл;
- срабатывание защиты и включение аварийной сигнализации при:
- аварийном повышении давления;
- аварийном отключении дымососа;
- аварийном понижении давления воздуха;
- аварийном понижении разрежения в топке;
- неисправности узла привода колосникового полотна ТСП;

Принципиальная схема и инструкция системы автоматики котла приведена в приложении 4.

1.4.3. Принцип работы котла

Из приемного бункера топлива уголь протягивается через регулятор слоя топлива и попадает в жаровую трубу. В начале (по ходу движения колосникового полотна) жаровой трубы находится зажигательный пояс в

котором происходит нагрев и воспламенение топлива. При сжигании топлива в топке котла образуются дымовые газы высокой температуры. Эти газы проходят по газоходам котла, омывая внутренние стенки труб, находящиеся в водяном объёме котла. В результате газы отдают воде часть своей теплоты и охлаждаются, а вода нагревается.

Из топки котла дымовые газы удаляются дымососом, проходя через золоуловитель. Подача воздуха в воздушный короб ТСП обеспечивается вентилятором. Из воздушного короба ТСП воздух через систему шиберов раздается под различные зоны колосникового полотна ТСП.

В конце колосникового полотна зола ссыпается в короб зольника из которого периодически удаляется через приводную автоматизированную заслонку и средства транспортировки золы до места ее складирования.

Вода, с давлением не более 0.3МПа из системы теплоснабжения подаётся во входной коллектор котла. Из выходного коллектора котла вода направляется потребителю тепла. На котлах КСВа-2.9 Р (Э) и КСВа-5.0 Р (Э) имеется постоянно-работающая линия внутренней рециркуляции воды в котле.

1.5. Контрольно – измерительные приборы.

Котел комплектуется:

- термометрами показывающими для измерения температуры воды на входе и выходе из котла,
- термопарами системы управления для измерения температуры воды на входе и выходе из котла,
- манометрами показывающими для измерения давления воды на входе и выходе из котла,
- датчиком давления воды системы автоматики,
- тягонапоромером для измерения разрежения за котлом,
- напоромерами для измерения давления воздуха в воздушном коробе ТСП.

1.6. Маркировка и пломбирование

На фронте котла имеется фирменная табличка, содержащая следующие данные:

- а) наименование, товарный знак предприятия – изготовителя;
- б) обозначение котла по ГОСТ 3619-82;
- в) номер котла по системе нумерации предприятия – изготовителя;
- г) год изготовления;
- д) номинальная тепловая мощность котла, в МВт;
- е) рабочее давление на выходе в МПа (кгс/см²);
- ж) Максимальная температура воды на выходе °С;
- к) обозначение технических условий;
- л) климатическое исполнение.

На обшивке котла нанесена схема строповки, центр тяжести и масса.

Котел поставляется с опломбированными предохранительными клапанами.

1.7. Упаковка котла

1.7 Котел паровой отправляется потребителю в следующем виде:

- поставочный блок котла – без упаковки;
- ТСП* - без упаковки;
- дымосос* – без упаковки;
- вентилятор* – без упаковки;
- золоуловитель* - без упаковки;
- комплект заготовок трубопроводов в пределах котла* - без упаковки;
- комплект арматуры в пределах котла* – в ящиках;
- комплект средств управления и контрольно-измерительных приборов в пределах котла* - в ящиках;
- заготовки к лестнице с площадкой* – в связке;
- устройства автоматического привода зольника* - без упаковки;
- бункер топлива с опорой* – без упаковки.

*По согласованию с заказчиком.

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Введение

Настоящая инструкция содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации котла и поддержания его в постоянной готовности к работе.

Кроме настоящей инструкции, при эксплуатации котла должны выполняться требования следующих нормативных документов:

- “Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07МПа(0,7кгс/см², водогрейных котлов и водонагревателей с температурой нагрева воды не выше 115⁰С.” (далее по тексту “Правил”);
- “Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей” (ПТЭ);
- “Правил устройства электроустановок потребителей” (ПУЭ);
- “Типовой инструкцией для персонала котельной”;
- Инструкций и паспортами на комплектующие изделия;
- Строительных норм и правил (СНиП).

2.2. Общие указания

При приемке котла необходимо произвести внешний осмотр, проверить его комплектность, убедиться в отсутствии повреждений и составить акт о приемке.

Пуск в эксплуатацию вновь смонтированного, демонтированного и установленного на новом месте котла производить после регистрации его в органах Госгортехнадзора в установленном порядке.

Владелец котла, кроме паспорта котла установленной формы должен иметь в котельной часы, телефон или звуковую сигнализацию для вызова в экстренных случаях представителей администрации. В котельной необходимо вести сменный журнал для записи результатов проверки котлов и котельного оборудования, манометров, предохранительных клапанов, средств автоматики.

Режим работы котла должен осуществляться в строгом соответствии с режимной картой. Режимная карта должна корректироваться в случае реконструкции котла или изменения марки топлива.

2.3. Меры безопасности

При эксплуатации котлов должны выполняться организационно – технические мероприятия, обеспечивающие безопасность условия труда, а именно:

- наличие и выполнение производственных инструкций по эксплуатации;
- наличие инструкций по безопасности труда на рабочих местах;
- выполнение работ повышенной опасности по нарядам (нарядам - допускам);
- до начала проведения каких – либо работ, связанных с осмотром или ремонтом котла, вспомогательного оборудования и т. д., необходимо снизить давление в котле до нуля, отключить его от рабочих трубопроводов заглушками, отключить электрические схемы вспомогательного оборудования, вывесить (запрещающие, предупреждающие, указывающие) плакаты по ТБ.

2.3.2. Не разрешается:

- принимать и сдавать дежурство во время ликвидации аварии и неисправностей на оборудование котла до их устранения;
- оставлять котёл без надзора до полного прекращения горения топлива и снижения давления в котле до нуля;
- заклинивать предохранительные клапаны котла и изменять их регулировку на давление выше 0,31 МПа;
- растапливать котёл без воды;

- работать при неисправном манометре, водоуказательных стёклах, КИП и других приборах безопасности;
- работать в ночное время без освещения арматуры котла;
- производить какой – либо ремонт во время его работы.

Подтягивать фланцевые соединения на котле разрешается только нормальными ключами без применения удлиняющих рычагов и при давлении в котле не более 0,3 МПа.

Обслуживающему персоналу запрещается работать с неисправными и неотрегулированными предохранительными клапанами и неисправными питательными насосами, с неисправной системой управления, отключенными и заблокированными датчиками, отключенными приборами защиты, при наличии утечек воды.

Выпуск воды из остановленного котла разрешается производить после снижения давления в нем до атмосферного.

Обслуживающий персонал несёт ответственность за нарушение инструкций, относящихся к выполняемой ими работе, в установленном порядке.

Съемку и установку крышек люков должны производить не менее двух человек.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током необходимо:

- обеспечить заземление электрооборудования (сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом);
- следить чтобы при эксплуатации электрооборудования крышки коробок выводов электродвигателей, щиты управления были постоянно закрыты;
- возле щита управления должен находиться диэлектрический коврик с рифленной поверхностью;
- при работе пользоваться только инструментом с изолированными рукоятками и индивидуальными средствами защиты.

2.4. Порядок установки (монтажа)

Монтаж котла и вспомогательного оборудования производится согласно документации на него и проектной документации на его установку в котельной. Рекомендуемые схемы гидравлической обвязки котла приведены на рис.3.

Разгрузку и транспортирование котла к месту установки следует производить осторожно, чтобы не повредить котел и вспомогательное оборудование. При установке и монтаже приборы системы автоматики следует защищать от ударов, попадания влаги, краски.

После распаковки произвести проверку наличия всего оборудования по комплектности завода – изготовителя. После проверки составляется акт технической приемки котла.

Котел устанавливается салазками на бетонную площадку без крепления фундаментными болтами (котел КСВа-1.0 Р (Э) устанавливается на раму ТСП-1). Установка котла проверяется по уровню. Монтажные работы производятся в соответствии с документацией завода – изготовителя и проектом с обязательной технической ревизией оборудования перед монтажом.

Электромонтаж, заземление котла и вспомогательного оборудования производится в соответствии с требованиями поставляемой технической документации и правилами устройства электроустановок до 1000 В.

Гидравлическая и тепловая схема котельной должна быть выполнена с учетом выполнения требований:

- Давление на входе воды в котел – не более 0.3 МПа;

- Расход воды через котел – не менее:

 - КСВа-1.0 Р (Э) – 30 м³/час;

 - КСВа-2.9 Р (Э) – 87 м³/час;

 - КСВа -5.0 Р (Э) – 150 м³/час.

- Температура воды на вход в котел - не менее 60 °С.

Котел снабжается дымососом. При монтаже произвести проверку на отсутствие стуков и вибрации.

Комплект средств управления устанавливается согласно проекта котельной. Электромонтаж системы управления выполняется согласно схемы электрических соединений, поставляемой с котлом.

Установка дутьевого вентилятора, золоуловителя, бункера топлива, зольника, транспортных средств загрузки и выгрузки, соединительных коробов и дымоходов производится после установки котла, согласно проектной документации на котельную.

После окончания монтажа следует составить акт о соответствии произведенного монтажа проектной документации, после чего разрешается приступить к пуску и наладке котла.

2.5. Подготовка котла к работе

Возможность пуска в эксплуатацию котла определяется по результатам технического освидетельствования, проводимого в соответствии с требованиями правил.

Пуск и наладку котла должна производить специализированная наладочная организация. По окончании наладки администрация предприятия должна получить от наладочной организации режимную карту и технический отчет о наладке котла.

Перед растопкой котла необходимо произвести осмотр котла и вспомогательного оборудования:

- проверить наличие воды и достаточности расхода через котел;
- проверить состояние ТСП и вспомогательного оборудования;

- опробовать исправность заслонок и шиберов, легкость их хода, убедиться в наличии естественной тяги;
- убрать посторонние предметы и мусор в топке, газоходах, рабочем месте обслуживающего персонала;
- проверить исправность арматуры котла и предохранительных клапанов;

Вся арматура опробовывается на легкость хода ее открытием и закрытием, одновременно с проверкой исправности арматуры следует проверить, чтобы продувочные вентили котла были закрыты.

- проверить отсутствие заглушек перед и после предохранительных клапанов;
- проверить наружным осмотром все приборы и импульсные линии к ним;
- проверить исправность системы управления и защиты котла, действие световой и звуковой сигнализации;
- промыть котел заполняя его водой и спуская из него воду (расход воды и длительность промывки зависит от загрязненности котла).

Произвести заполнение котла водой, убедившись, что в котле трубопроводах не остался воздух. Температура питательной воды должна быть не ниже +5°C.

Продолжительность заполнения котла водой и ее температура должны быть указаны в распоряжении на растопку, записанном в сменном журнале лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котла.

После полного заполнения котла водой убедиться в наличии циркуляции через него.

2.6. Пуск котла

Пуск вновь установленного котла в работу производится по письменному распоряжению администрации предприятия после проверки готовности оборудования котельной установки и проведения работ по подготовке котла к работе.

Перед пуском котла необходимо загрузить топливо в топливный бункер (конструкция и метод его загрузки выполняются согласно проекта котельной).

Для первой растопки котла необходимо регулятором слоя топлива выставить максимальную его величину и включив колосниковое полотно ввести слой в топку на длину зажигательного пояса. На введенном слое топлива разложить сухие дрова и поджечь их. По мере зажигания слоя топлива включить дымосос, а затем вентилятор (при включении вентилятора систему шиберов отрегулировать для подачи воздуха только в первую зону колосникового полотна). После зажигания угля включить колосниковое

полотно и постепенно отрегулировать скорость движения полотна, подачу воздуха, разряжение за котлом, толщину слоя. При выборе режима работы котла необходимо стремиться к минимальному избытку воздуха за котлом при отсутствии химического и механического недожога в золе выгружаемой в зольник.

При первом пуске котла, в результате разогрева колосникового полотна происходит его тепловое удлинение что приводит к ослаблению натяжения приводного вала. В таком случае необходимо подтянуть болты натяжения колосникового полотна.

При пуске котла после непродолжительного останова необходимо нажать кнопку «Пуск» блока управления.

При первоначальной растопке котла, а также не реже одного раза в месяц в процессе эксплуатации необходимо проверить срабатывании защиты котла по аварийным параметрам (рекомендуется в дальнейшем совмещать проверку защиты с плановым останом котла). Кроме того. В зависимости от режима эксплуатации котла (сезонный, периодический и т.д.) порядок проверки защиты должен быть уточнен в производственной инструкции администрацией котельной.

2.7.Работа котла.

При приемке смены оператор обязан принять котел от предыдущей смены, лично осмотреть и проверить его исправность. Проверить исправность манометров (установкой стрелки на нуль), водоуказательных приборов. Приемку и сдачу смены записать в сменный журнал.

Во время дежурства оператор должен следить за исправностью всего оборудования котельной и строго соблюдать установленный режим работы котла.

Выявление в процессе работы оборудования неисправности должны записываться в сменном журнале. Если неисправность устранить невозможно, то необходимо об этом сообщить начальнику котельной или лицу, ответственному за безопасную эксплуатацию котлов.

Особое внимание во время работы котла необходимо обращать:

- на температуру воды на выходе из котла;
- на поддержание в котле заданного давления, которое не должно быть выше 0,3МПа;
- на равномерность движения колосникового полотна, которое должно происходить без рыков, стуков, заклинивания лопаток.

Проверку исправности действия манометров с помощью трехходового крана следует производить не реже одного раза в смену с записью в сменном журнале.

Проверку предохранительных клапанов принудительным подрывом проводить не реже одного раза в смену. Работа котла с неисправными и неотрегулированными клапанами запрещается.

Удаление с поверхностей нагрева отложений должно производиться механическим способом в сроки, установленные администрацией.

2.8. Остановка котла.

Остановка котла во всех случаях, за исключением аварийного, должен производиться только по получению письменного распоряжения администрации в соответствии с инструкцией по эксплуатации котла.

При остановке котла необходимо нажать кнопку «Стоп» блока управления, при этом выполняется программа остановки:

- Останавливается вращение колосникового полотна;
- Выключается вентилятор подачи воздуха;
- Выключается дымосос.

При необходимости (при создании в топке котла избыточного давления) после остановки котла необходимо открыть шибер дымососа для увеличения самотяги через котёл.

Запрещается сливать воду из котла без распоряжения лица, ответственного за котельную. Слив воды должен вестись медленно, водяное пространство котла при этом должно быть сообщено с атмосферой при помощи трехходового крана манометра.

Аварийная остановка котла.

Обслуживающий персонал обязан в аварийных случаях немедленно остановить котел и сообщить об этом начальнику (заведующему) котельной или лицу, заменяющему его, в частности, если:

1. обнаружена неисправность предохранительного клапана;
2. давление поднялось выше допустимого;
3. перестал действовать циркуляционный насос;
4. температура воды на выходе из котла поднялась выше допустимой;
5. в основных элементах котла обнаружился трещины, выпучины, нарушение целостности сварных швов;
6. исчезло напряжение на контрольно – измерительных приборах и устройствах автоматического управления;
7. возник пожар в котельной или загорелась сажа в газоходе, угрожающие обслуживающему персоналу и котлу;
8. не работает система автоматического регулирования и защиты котла;
9. в работе котла замечены непонятные явления (ненормальный шум, удары, стук и т. п.).

Причины аварийной остановки котла должны быть записаны в сменном журнале.

При появлении свищей на трубах поверхностей нагрева, а также при других повреждениях и неисправностях арматуры, манометров, приборов безопасности и вспомогательного оборудования, не требующие немедленной остановки котла, обслуживающий персонал обязан срочно сообщить об этом администрации.

При аварийной остановке котла необходимо нажать кнопку «Стоп» блока управления, что приводит к:

- отключению вращения колосникового полотна;
- отключению вентилятора подачи воздуха;
- отключению дымососа.

В случае возникновения в котельной пожара персонал котельной должен немедленно вызвать пожарную охрану и принять все меры к тушению, не прекращая наблюдения за котлом.

Если пожар угрожает котлу и невозможно потушить его быстро, необходимо остановить котел в аварийном порядке.

2.9. Водный режим и его химический контроль.

Водный режим должен обеспечивать работу котла и водяного тракта без повреждения их элементов, вследствие отложений накипи и шлама или в результате коррозии металла.

Безнакипный режим котла должен обеспечиваться устройством докотловой обработки воды. Добавляемая вода должна проходить обработку в водоподготовительной установке, которая должна обеспечить осветление и умягчение её.

Качество питательной воды должно удовлетворять нормам, устанавливаемым испытаниями в пределах, регламентированных Правилами технической эксплуатации отопительных котельных.

Химический контроль за водой основным своим назначением имеет: обеспечить безаварийную и экономичную эксплуатацию всех элементов тепловой схемы энергетической установки и в первую очередь самих котлов.

Химический контроль осуществляется производством текущего оперативного контроля за всеми стадиями водоподготовки, водохимического режима котлов и теплообменных аппаратов, а также углубленного периодического контроля за всеми типами вод целью фиксации фактического режима энергоустановки в целом.

2.10. Техническое освидетельствование.

Техническое освидетельствование производится с целью установки исправности котла и его элементов и возможности его дальнейшей безопасной эксплуатации.

Техническое освидетельствование котла должно проводить лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов и водоподогревателей.

Порядок, сроки и объём технического освидетельствования подробно изложен в п. 9 и 10 «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 388К (115 °С)».

Целесообразно проводить внутренний осмотр котла по окончании отопительного сезона или снижения потребляемой мощности. Это позволяет комплексно оценить состояние элементов котла, состояние его внутренних поверхностей и своевременно запланировать комплекс мероприятий по поддержанию его работоспособности, надежности и т.д. с целью обеспечения дальнейшей его безопасной эксплуатации.

Перед внутренним осмотром до начала проведения работ должны быть выполнены следующие мероприятия:

а) подготовлено распоряжение по котельной о выводе котла в резерв и подготовке его к внутреннему осмотру;

б) подготовлен наряд на подготовку котла к внутреннему осмотру, где должны быть указаны технические мероприятия, обеспечивающие безопасность при проведении работ по внутреннему осмотру, а именно:

- порядок отключения котла от питающих и дренажных линий с указанием места установки заглушек (заглушки должны быть установлены между фланцами, и иметь выступающую часть - “хвостик”, позволяющую удостовериться, что котел отключен);
- порядок демонтажа топливоподающей системы;
- указание о снижении давления в котле и спуске воды;
- указание о разборке электрических схем приводов электрооборудования ;
- о состоянии вентилей и задвижек (закрыто, открыто);
- о вывешивании плакатов безопасности и т.д.

После отключения котла и спуска из него воды, необходимо:

- открыть лозовые отверстия корпуса;
- открыть съемные крышки поворотных камер;
- подготовить переносное освещение с источником питания на 12 В.

Произвести осмотр:

- топки котла и ТСП, используя при этом лаз в задней части котла;
- первой поворотной камеры;
- жаровой трубы (арки для КСВа-1,0 Р (Э)) котла ;

- дымогарных труб котла;
- второй поворотной камеры;
- внутреннего объема корпуса.

При этом осмотре обратить внимание на выявление возможных дефектов: трещин, выпучин, коррозионных повреждений с внутренней и наружной сторон, разрушений обмуровки, отложений накипи и т. д. Для слоевой топки убедиться в целостности её рамы, корпуса, лопаток и приводных цепей.

По результатам внутреннего осмотра принимается решение по очистке внутренних поверхностей, объёме ремонта элементов котла и т. д.

Результаты внутреннего осмотра записываются в «Ремонтный журнал».

После выполнения работ по очистке котла и его ремонта (не требующего досрочного технического освидетельствования) администрация котельной проводит повторный внутренний осмотр котла, гидравлическое испытание рабочим давлением и делает соответствующие записи в паспорте котла и «Ремонтном журнале». В паспорте о проведённом внутреннем осмотре и гидравлическом испытании с указанием разрешённого рабочего давления с подписью лица, ответственного за безопасную эксплуатацию котла. В «Ремонтном журнале» - о проведённой работе по очистке и ремонте котла.

2.11. Контроль износа элементов поверхностей нагрева.

Для предупреждения аварий, связанных с утонением стенок труб, корпусов, вследствие сернистой и стояночной коррозии всех типов, необходимо при ежегодных наружных и внутренних осмотрах, проводимых администрацией котельной, производить контроль износа поверхностей нагрева котлов.

Основными дефектами и повреждениями элементов поверхностей нагрева являются:

- дефекты в сварных соединениях;
- коррозия на наружных и внутренних поверхностях;
- окалинообразование на наружных поверхностях;
- свищи, выпучины, разрывы труб.

Коррозия наружных поверхностей происходит под воздействием на металл слабоконцентрированной серной кислоты, образующейся при взаимодействии SO_3 и водяных паров, и конденсирующихся на поверхности труб при температуре стенок ниже точки росы дымовых газов.

Коррозия внутренних поверхностей происходит под воздействием коррозионных газов (O_2, CO_2) с металлом. При содержании железа в питательной воде более 400мкг/л возможна подшламовая язвенная коррозия, протекающая под железоокисными отложениями.

Окалинообразование на трубах происходит из – за нагрева до температуры, превышающей расчетную, по причине повышенного термического сопротивления стенки трубы, вследствие значительных отложений накипи с внутренней стороны или вследствие перегрева металла труб.

Контроль производить внешним осмотром, легким обстукиванием наружных поверхностей, доступных к осмотру труб и измерением толщины стенок труб. При контроле необходимо выбирать участки труб, имеющие наибольшую вероятность подвергаться износу и коррозии.

Толщина стенок труб должна быть не менее расчетной согласно расчета на прочность с учетом прибавки на коррозию, но не менее 1,5 мм. При толщине стенки труб менее 1,5 мм трубы подлежат замене.

На предприятиях, где в результате длительной эксплуатации не наблюдалось интенсивного износа труб поверхностей нагрева, контроль толщины стенки труб можно производить при капитальных ремонтах, но не реже одного раза в 4 года.

Результаты контроля должны заноситься в “Ремонтный журнал” или паспорт котла. При контроле толщины стенки методом засверловки или вырезкой участков труб с последующим восстановлением, необходимо приложить документы, подтверждающие качество сварки и применяемых материалов.

2.12. Характерные неисправности и методы их устранения.

Наибольшую опасность для котла представляет собой нарушение герметичности элементов работающих под давлением. Общая изношенность котла, выражающаяся в том. Что с течением времени стенки элементов поверхностей нагрева котла утрачивают свои первоначальные механические свойства. Необходимо своевременно производить все виды контроля (согласно требований “Правил” и инструкций) и содержать котел в исправном состоянии.

Разрушение конструкции котла может происходить при повышении давления воды сверх допустимого.

Причинами повышения давления могут быть:

- заклинивание рычагов предохранительных клапанов;
- неисправность предохранительных клапанов и манометров;
- несанкционированное закрытие арматуры подающей линии котла.

Характерные неисправности манометров, арматуры, ТСП и методы их устранения.

№ п/п	Основные Неисправности	Возможные причины возникновения	Способы устранения
1	2	3	4
1	При отключении манометра стрелка не становится на нуль.	Остаточная деформация латунной трубки манометра.	Заменить манометр.
2	Стрелка манометра движется рывками.	Повреждение передаточного механизма манометра.	То же.
3	Запотевание циферблата.	Повреждение латунной трубки манометра.	То же.
4	Стрелка сбита с оси или заскочила за шрифт. Шестеренка соскочила с зубчатого сектора.	При проверке манометра, произошел гидравлический удар.	То же.
5	Стрелка движется медленно во время проверки без контрольного манометра.	Частичное засорение проходного отверстия крана или штуцера манометра.	Прочистить проходные отверстия штуцера и манометра.
6	Пропуск воды или течь резьбовых соединений.	Неплотности в резьбовых соединениях.	Подтянуть резьбовое соединение; заменить уплотнители.
ТСП			
7	Рывки и посторонние звуки во время работы.	Фракция топлива не соответствует расчётной.	Установить сито на загрузочном бункере
8	Срабатывание аварии «Перегрузка привода ТСП»	Фракция топлива не соответствует расчётной. Заклинивание лопаток между защитными чашечками цепи	То же.
9	Проскальзывание приводного вала в колосниковом полотне.	Ослаблено усилие упора привода Ослаблено усилие натяжения полотна	Устранить причину попадания лопаток между чашечками Затянуть пружину привода до усилия сжатия 3100 Н. Подтянуть болты натяжения колосникового полотна.
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ.			
12	Пропуск воды в клапане.	Износ клапана и седла. Перекося клапана. Попадание посторонних предметов под клапан.	Протереть клапан и седло. Посадить клапан на место. Продуть клапан.
13	Запаздывание подъема клапана при превышении допустимого давления.	Прикипание клапана к седлу.	Предварительно произвести подрыв клапана вручную. Очистить и протереть уплотнительные поверхности.

ВЕНТИЛИ И ЗАДВИЖКИ			
14	Пропуск воды в вентиле.	Коррозия уплотнительных поверхностей тарелки и седла.	Проточить и притереть тарелку и седло.
15	Пропуск воды через сальник.	Перекося тарелки вследствие большого зазора между втулкой седла и направляющими тарелки. Недостаточно затянута крышка. Износилась набивка. Между тарелкой и седлом попало твердое тело.	Заменить тарелку. Равномерно подтянуть болты крышки. Заменить набивку. Несколько раз открыть-закрыть вентиль. Если не устранится-разобрать и удалить твердое тело.
16	Туго вращается шпindel.	Недостаточная смазка.	Смазать резьбу маслом с графитом.
17	Срыв резьбы шпинделя.	Применялась удлинительная ручка.	Заменить шпindel. Не применять удлинительной ручки.
ВЕНТИЛЯТОР И ДЫМОСОС			
18	При работе сильно нагревается эл.двигатель и подшипники. Сильная вибрация.	Загрязнены подшипники эл.двигателя, отсутствует смазка в подшипниках. Неудовлетворительная балансировка колеса. Ослабело крепление эл.двигателя к станине.	Промыть подшипники и смазать свежей смазкой. Отбалансировать колесо. Подтянуть крепление эл.двигателя.

2.13. Техническое обслуживание и ремонт

Техническое обслуживание котла и вспомогательного оборудования служит для обеспечения нормальной работы оборудования, удлинению сроков службы без снижения его качественного состояния и позволяет получить информацию о состоянии оборудования, планировать мероприятия по поддержанию работоспособности котла.

Арматура.

Для предупреждения повреждения арматуры и продления сроков ее эксплуатации необходимо:

- не допускать течей и парений во фланцевых соединениях и сальниках, вовремя производить подтяжку ослабленных болтовых соединений и сальников, производить систематическую смазку шпинделей;
- не применять чрезмерных усилий при открытии и закрытии арматуры;
- при замене арматуры правильно ее устанавливать (на корпусе имеется стрелка, указывающая направление движения среды);

- при ремонте арматуры обратить внимание на износ отдельных ее деталей с целью определения пригодности их к дальнейшей эксплуатации;
- открывать и закрывать запорный вентиль питательного трубопровода медленно и осторожно во избежание гидравлических ударов в питательной линии;
- после полного открытия арматуры особенно подверженной большим температурным колебаниям, маховик повернуть на пол – оборота вправо во избежание заедания вследствие теплового расширения;
- применять сальниковую набивку, соответствующую условиям работы арматуры.

Дутьевые машины.

Основными причинами повреждений вентиляторов во время работы являются:

- разбалансировка рабочего колеса;
- ослабление посадки втулки рабочего колеса на валу;
- ослабление болтовых соединений;
- чрезмерный нагрев и деформация вала вследствие износа подшипников;
- неправильный выбор смазочных материалов с учетом конструкции и режима работы подшипников; установка подшипников без смазки.

Для обеспечения безаварийной и надежной работы вентилятора и дымососа необходимо:

- систематически следить за смазкой и температурой подшипников;
- производить по графику осмотр и текущий ремонт дымососов, проверять на легкость открытия шиберов;
- проверять состояние болтовых соединений.

Во время ремонта проверять:

- состояние рабочего колеса, зазор между ним и кромкой конфузора, который должен быть не более 2мм;
- шаг лопаток рабочего колеса не должен отличаться от размеров чертежа более чем на 1%;
- балансировку рабочего колеса.

Техническое обслуживание средств управления, питательного насоса, предохранительных клапанов, датчиков, исполнительных механизмов, проверку сигнализации и автоматических защит производить согласно их эксплуатационных документов в соответствии с графиком и инструкцией, утвержденной главным инженером предприятия, эксплуатирующего котел.

Для обеспечения безаварийной и надёжной работы топki слоевой подвижной необходимо:

- следить за соответствием топлива расчётным параметрам;
- следить за исправностью ременного привода электродвигателя к быстроходному валу редуктора;

- следить за исправностью редуктора согласно инструкции на него.

Рекомендации по ремонту котла.

Администрация предприятия – владельца котла должна обеспечивать своевременный ремонт котлов по утвержденному графику планово – предупредительного ремонта (графику ППР). Ремонт должен выполняться по техническим условиям и технологии, разработанной до начала выполнения работ, в соответствии с требованиями “Правил котлонадзора”. На основании графика ППР устанавливается вид и периодичность ремонта.

Различают следующие виды ремонта котельного оборудования:

- текущий ремонт проводят с целью обеспечения нормальной работы котла из вспомогательным оборудованием с номинальными параметрами не реже одного раза в год. При текущем ремонте производится ремонт или замена изношенных труб деталей или сборочных единиц, составление предварительной дефектной ведомости, осмотр и очистка водоуказательных стекол от возможных отложений шлама и т.д.
- средний ремонт предусматривает разборку отдельных сборочных единиц для осмотра, чистки деталей и устранения обнаруженных дефектов с заменой вышедших из строя частей.
- капитальный ремонт включает в себя наружный и внутренний осмотры с проверкой составления и определения степени износа поверхностей нагрева трубопроводов, арматуры, изоляции, замену и реконструкцию поверхностей нагрева, наружную и внутреннюю чистку и т.д. Средний срок службы между капитальными ремонтами 5,5 лет. Допускается удлинение периода между ремонтами, если по своему состоянию котел может обеспечить дальнейшую надежную работу(определяется при ежегодных технических освидетельствованиях);
- восстановительный ремонт проводится с целью ликвидации последствий аварий или длительного бездействия котла.

Кроме указанных выше ремонтов, необходимо во время эксплуатации проводить межремонтное обслуживание котла и вспомогательного оборудования, включая в себя уход за оборудованием (регулярный осмотр, смазка, устранение мелких неисправностей и т.д.) в период его эксплуатации.

В процессе эксплуатации возможны в корпусах котлов возникновения трещин и коррозионных разъеданий металла. Коррозионные повреждения могут появляться в местах скопления влаги в период останова котла.

2.14.Хранение и консервация

Хранение котла должно соответствовать условиям хранения 8(ОЖЗ) и 9(ОЖІ) по ГОСТ 15150.

Через каждые 6 месяцев хранения необходимо проверить состояние котла и при необходимости произвести переконсервацию. Переконсервацию комплектующего оборудования производить по истечении срока консервации, указанном в сопроводительной документации на комплектующее оборудование.

Во время простоев котла, на внутренних поверхностях нагрева, находящихся во влажном состоянии интенсивно протекает стояночная коррозия. Для ее предупреждения рекомендуется осуществлять консервацию котла одним из следующих способов в зависимости от цели остановки котла и ее продолжительности:

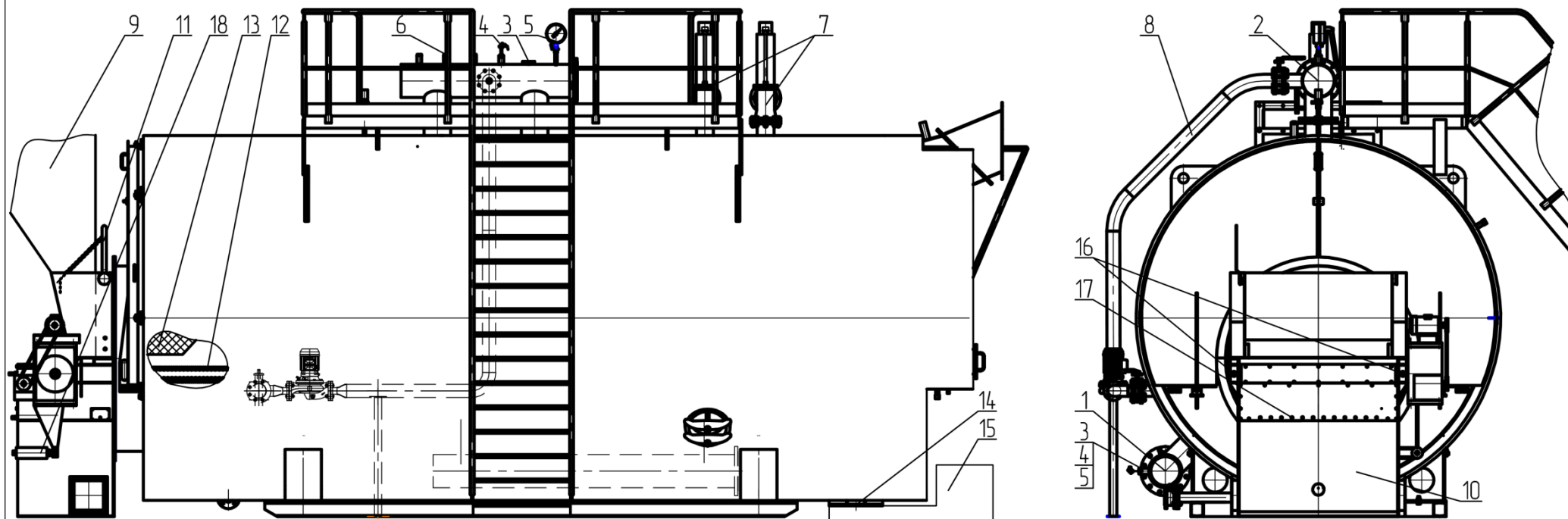
а) помещением влагопоглощающих веществ в корпус котла (при кратковременной или длительной остановке котла с необходимостью спуска воды – при плановых ремонтах или выводу котла в резерв). При кратковременной остановке котла после спуска воды из него с температурой 70 – 80°C и открытия лазов корпусов, внутренние поверхности высушиваются путем принудительной обдувки горячим воздухом. При длительной остановке после спуска воды и сушки котла в корпусе на противнях разместить обезвоживающий реагент. В качестве такого можно использовать CaCl_2 , негашенную известь или силикагель из расчета 2кг на 1м³ водяного объема котла. При этом способе консервации котел может храниться длительное время при отрицательных температурах в помещении. Через каждые три месяца необходимо проверять состояние котла и реагента;

б) созданием на внутренних поверхностях поверхностей нагрева нерастворимой защитной пленки при помощи нитрата натрия (при кратковременной или длительной остановке котла с необходимостью спуска из него воды). Консервация осуществляется заполнением котла 15% раствором нитрата натрия с последующим его дренированием. Перед включением котла в работу пленка нитрата натрия должна быть удалена промывкой котла. Восстановление консервации котла снаружи (открытые патрубки) производится смазкой К – 17. Восстановление консервации вспомогательного оборудования и средств автоматики производить согласно указаний их эксплуатационных инструкций.

2.15.Транспортирование

Транспортирование котлов может производиться на любое расстояние без ограничений скорости следующими видами транспорта:1) железнодорожным – в соответствии с “Правилами перевозки грузов”, изд. “Транспорт”, Москва, 1977г.,Техническими условиями погрузки и хранения грузов”, изд. МПС, СССР, 1969г.; 2) морским – в соответствии с “Общими специальными правилами перевозки грузов”, Морфлот, 1979г;

На каждый котел предприятие – изготовитель оформляет отправочную документацию в установленном порядке



1-Входной коллектор; 2-Выходной коллектор; 3-Термометр показывающий; 4-Термопара системы автоматики; 5-Манометр показывающий; 6-Датчик давления системы автоматики; 7-Предохранительные клапана; 8-Трубопровод внутренней рециркуляции; 9-Топливный бункер; 10-ТСП; 11-Регулятор высоты слоя топлива; 12-Колосниковое полотно ТСП; 13-Зажигательный пояс; 14-Зольник; 15-Автоматический привод задвижки зольника; 16-Болты натяжения колосникового полотна; 17-Система шиберав раздачи воздуха; 18-Упор привода колосникового полотна.

Рис. 1а – Общий вид КСВа-5.0 Р (Э)

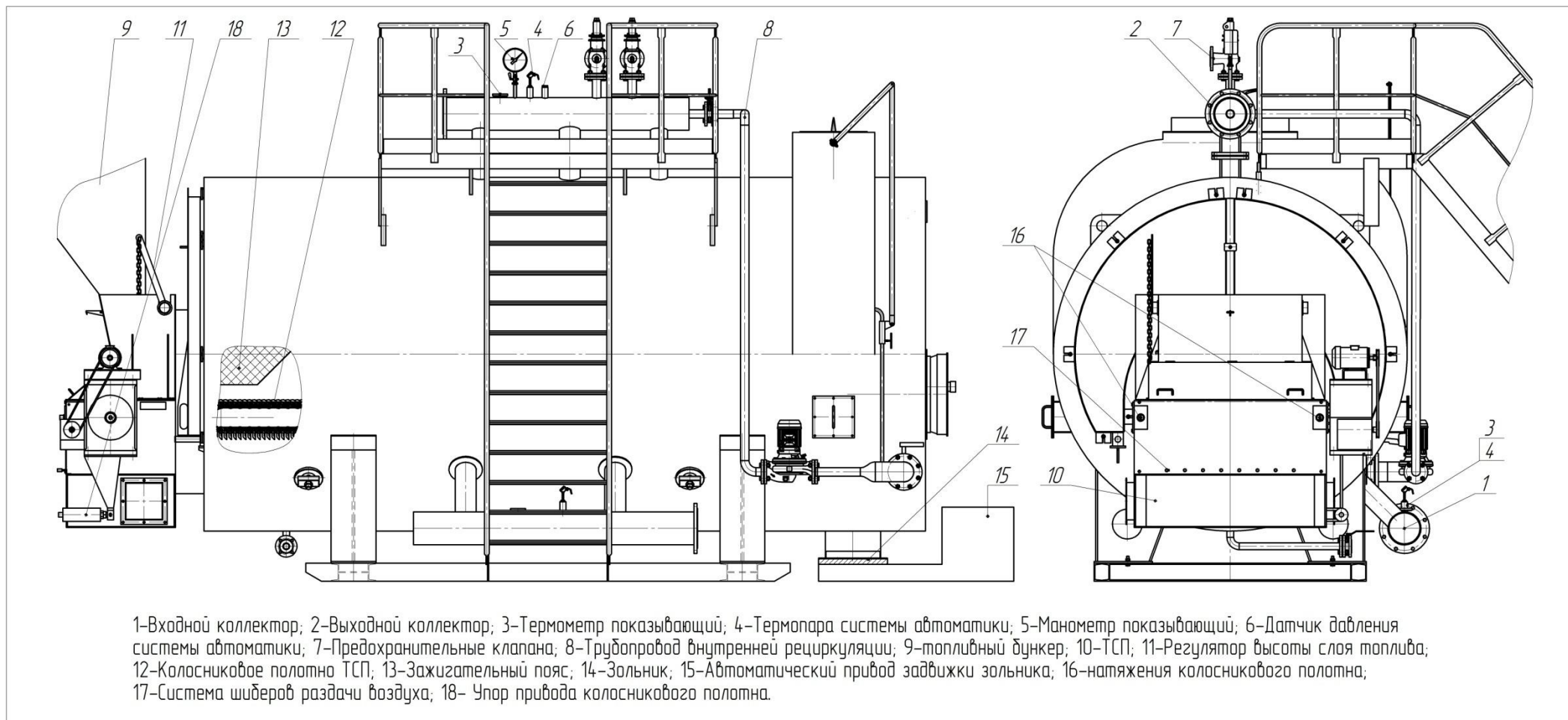
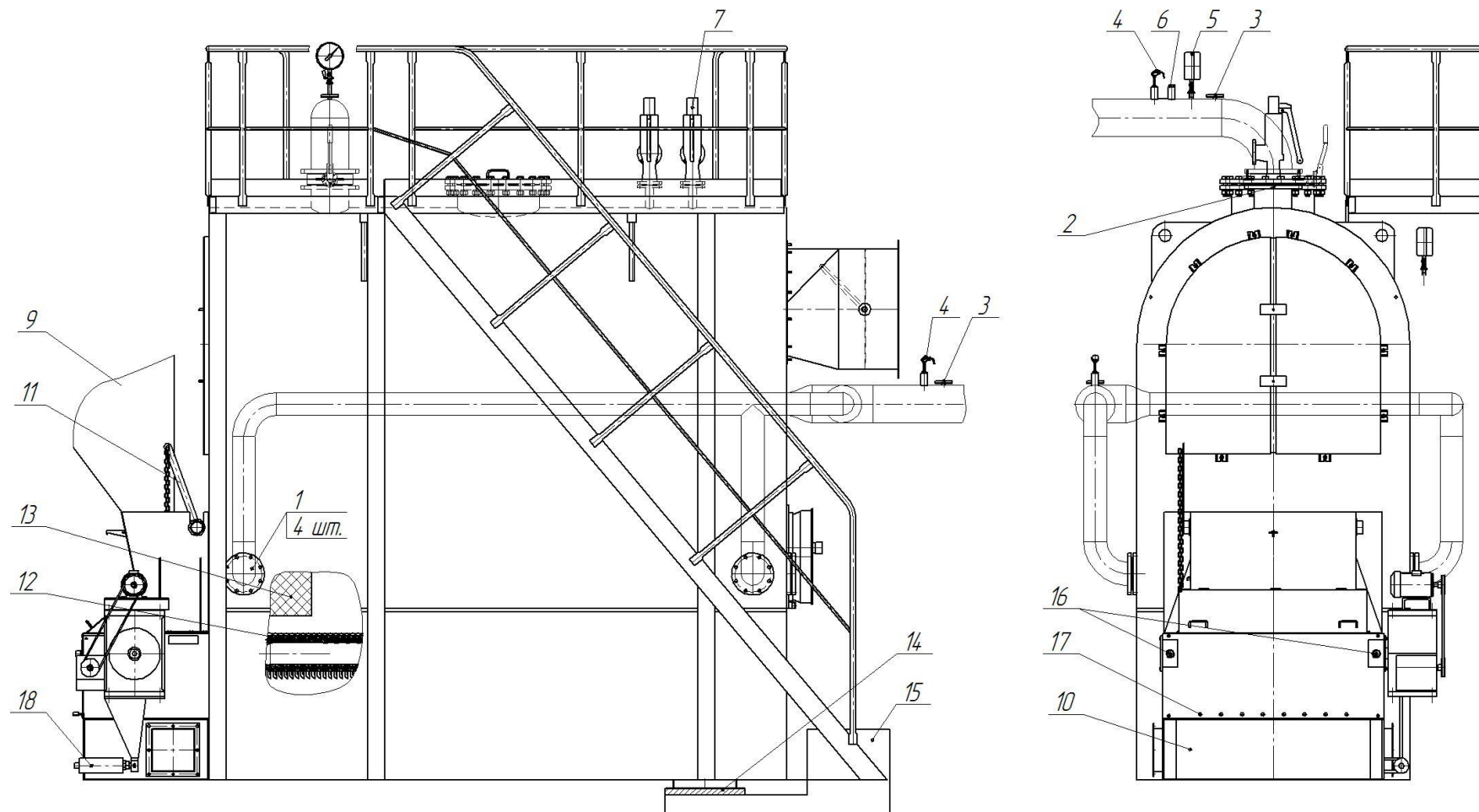


Рис. 16 – Общий вид КСВа-2.9 Р (Э)



1-Входной коллектор; 2-Выходной коллектор; 3-Термометр показывающий; 4-Термопара системы автоматики; 5-Манометр показывающий; 6-Датчик давления системы автоматики; 7-Предохранительные клапана; 9-топливный бункер; 10-ТСП; 11-Регулятор высоты слоя топлива; 12-Колосниковое полотно ТСП; 13-Зажигательный пояс; 14-Зольник; 15-Автоматический привод задвижки зольника; 16-натяжения колосникового полотна; 17-Система шиберах раздачи воздуха; 18- Упор привода колосникового полотна.

Рис. 1в – Общий вид КСВа-1.0 Р (Э)

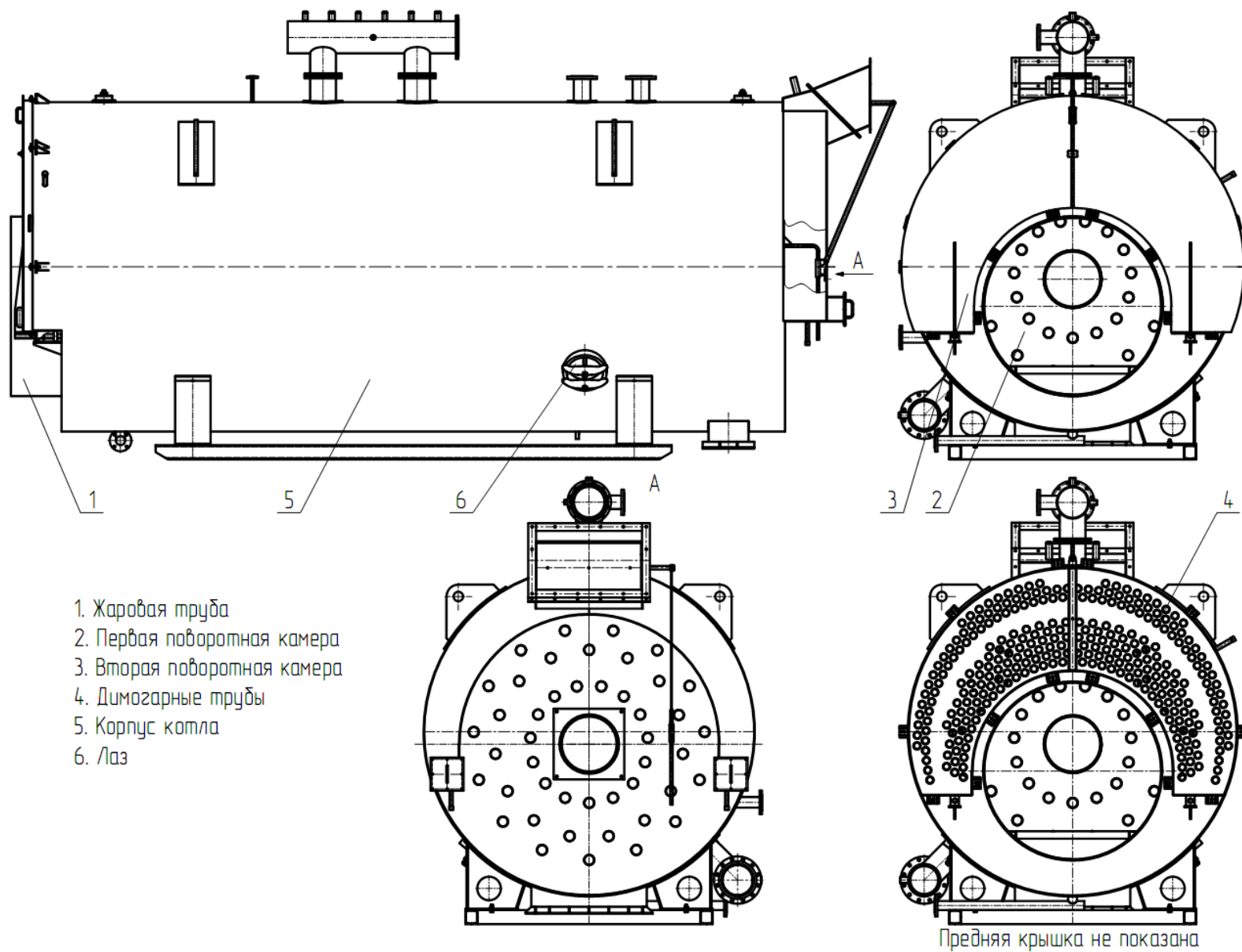


Рис. 2а – Система трубная КСВа-5.0 Р (Э)

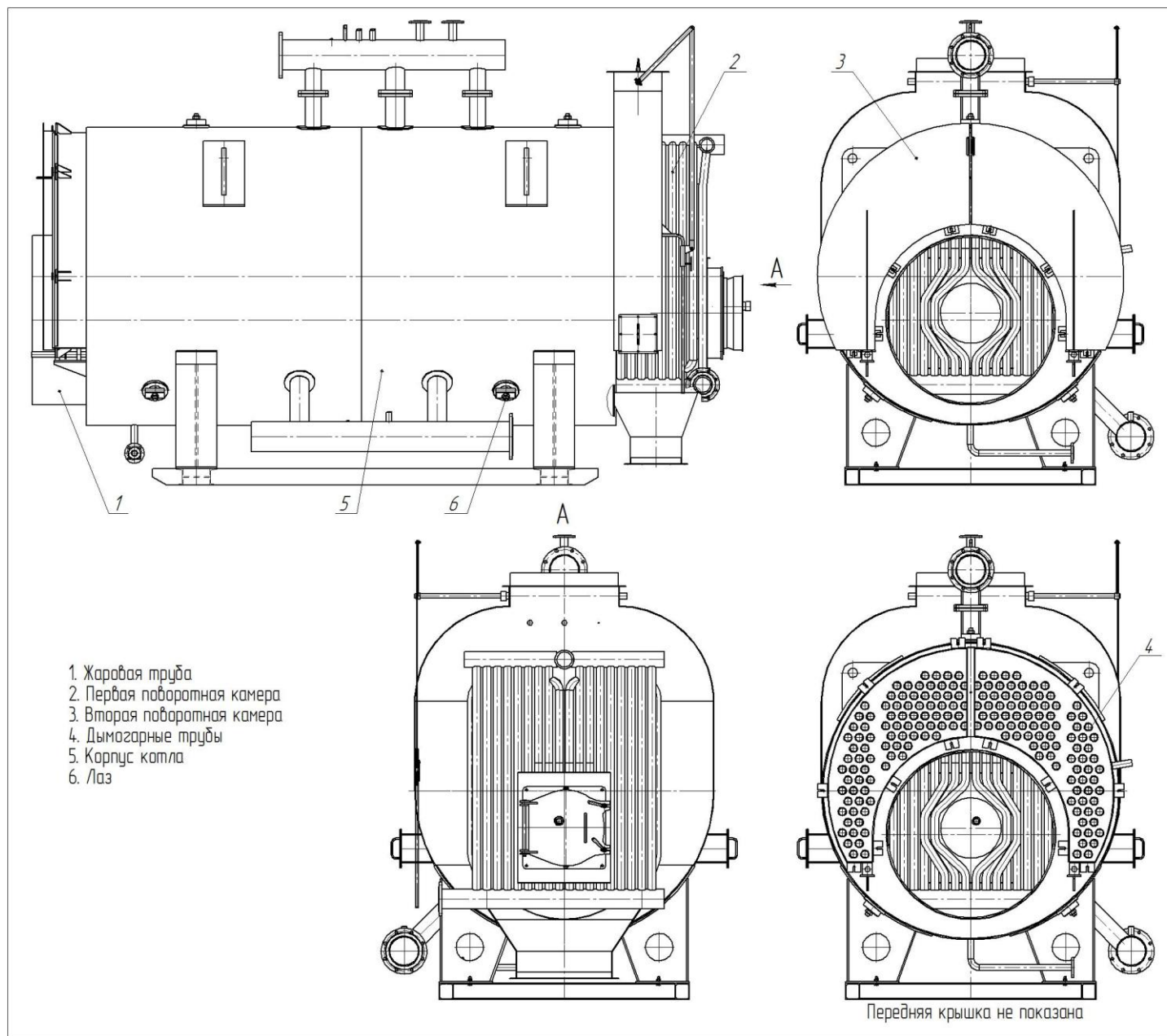


Рис. 2б – Система трубная КСВа-2.9 Р (Э)

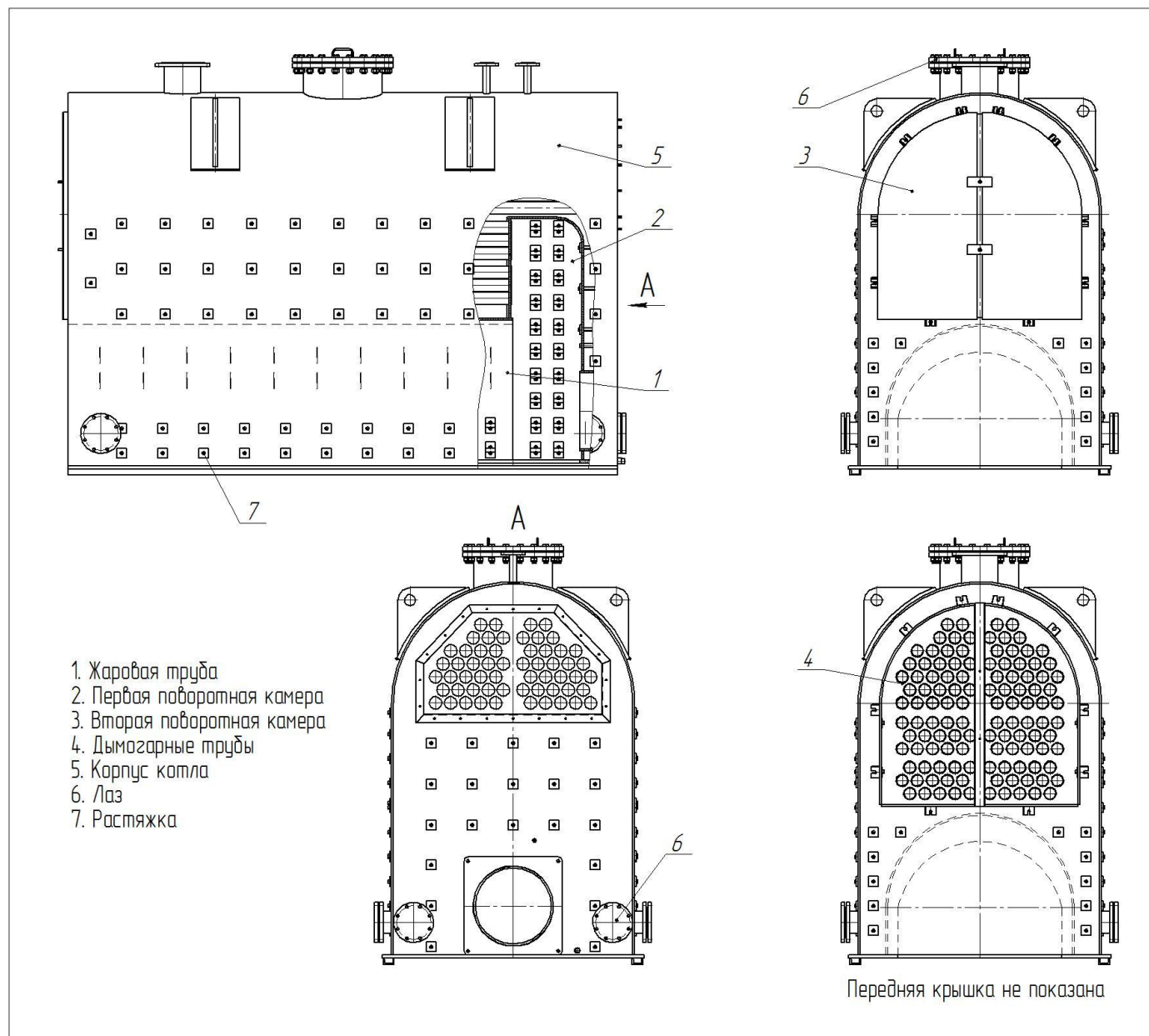


Рис. 2в – Система трубная КСВа-1.0 Р (Э)

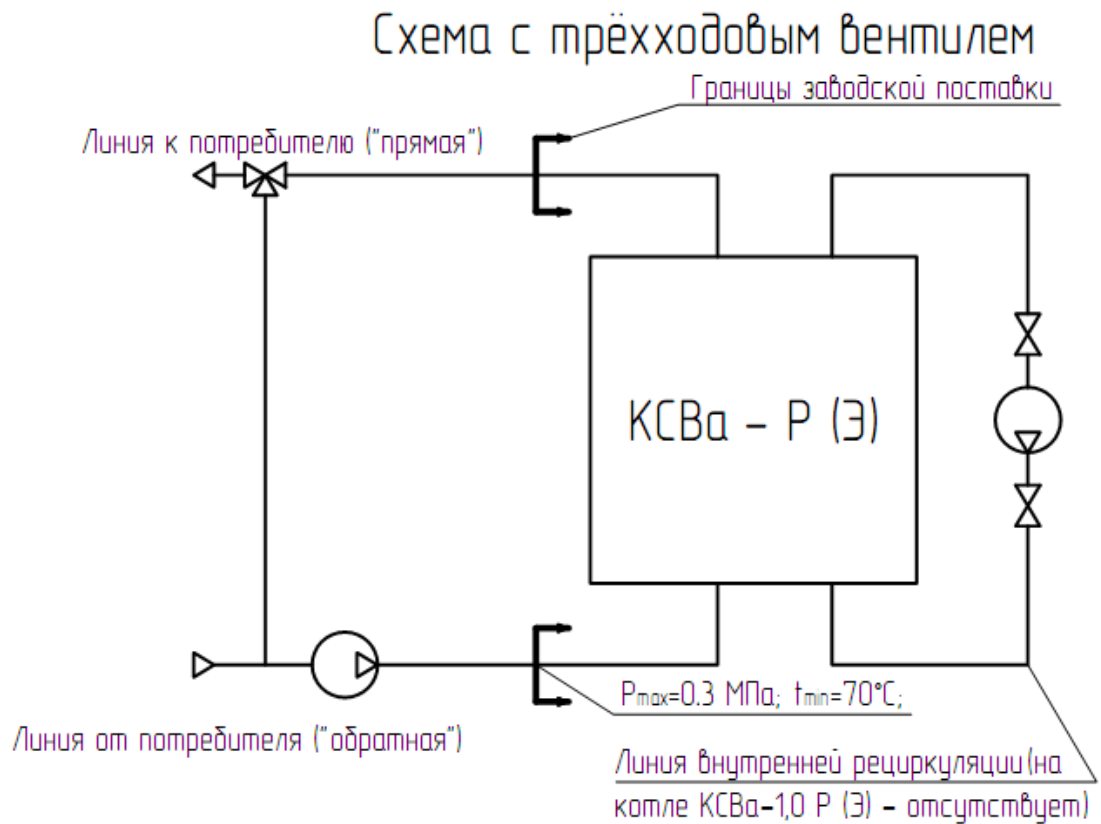
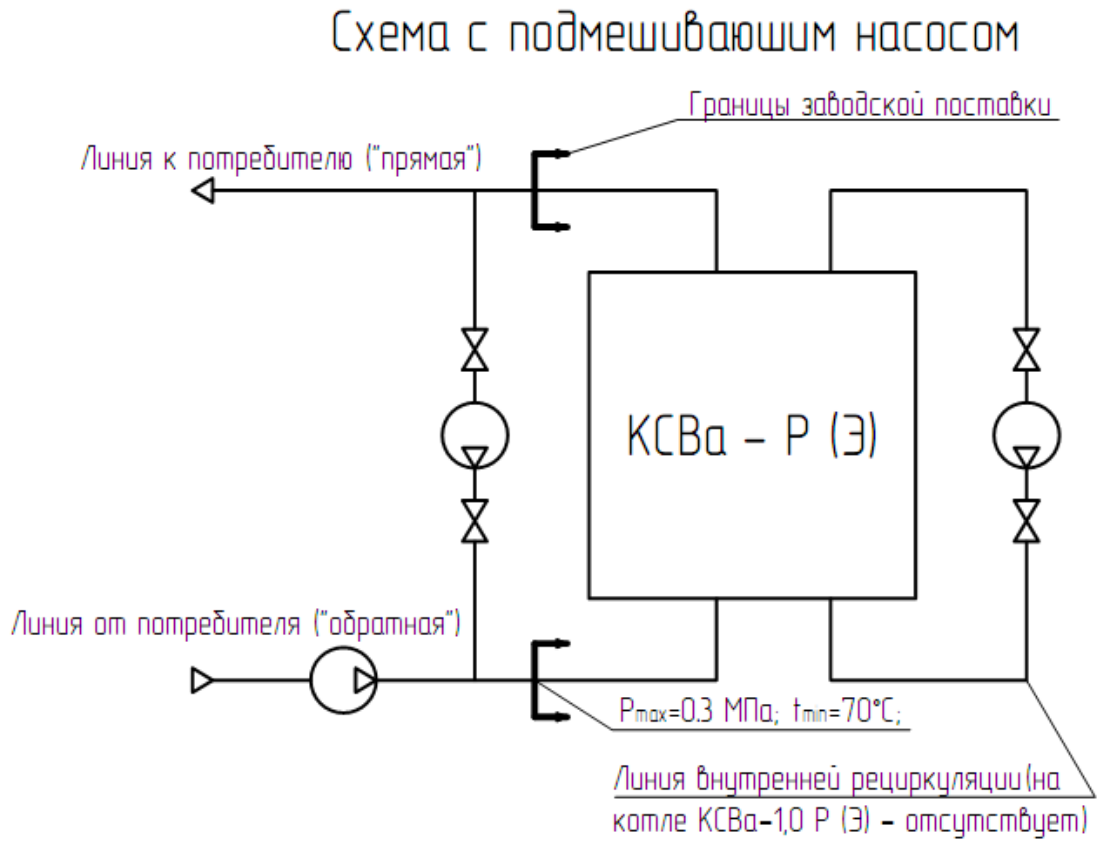
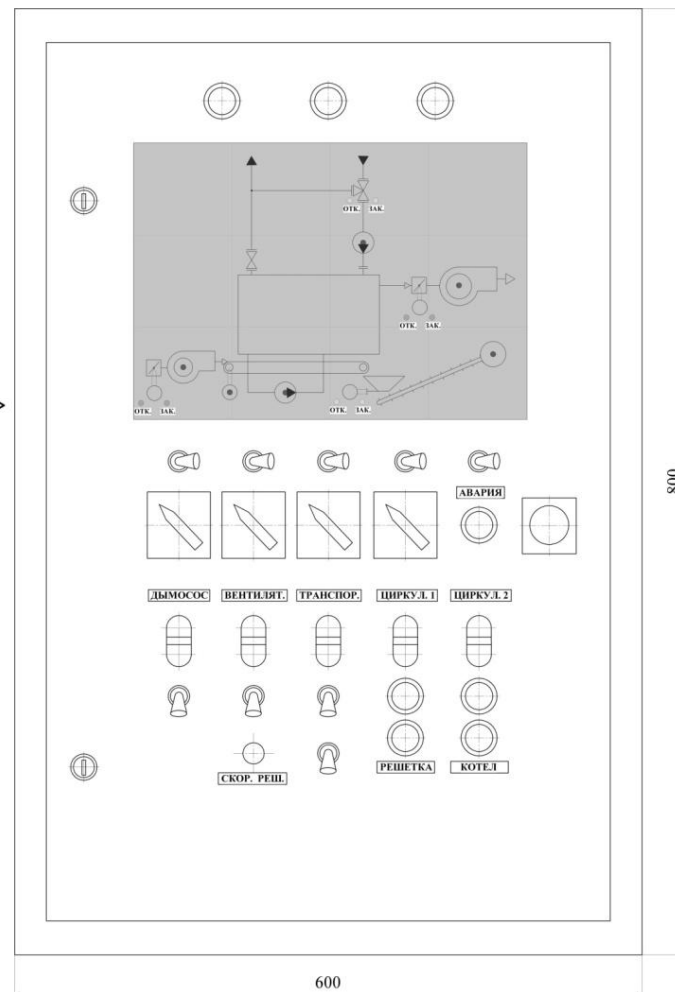
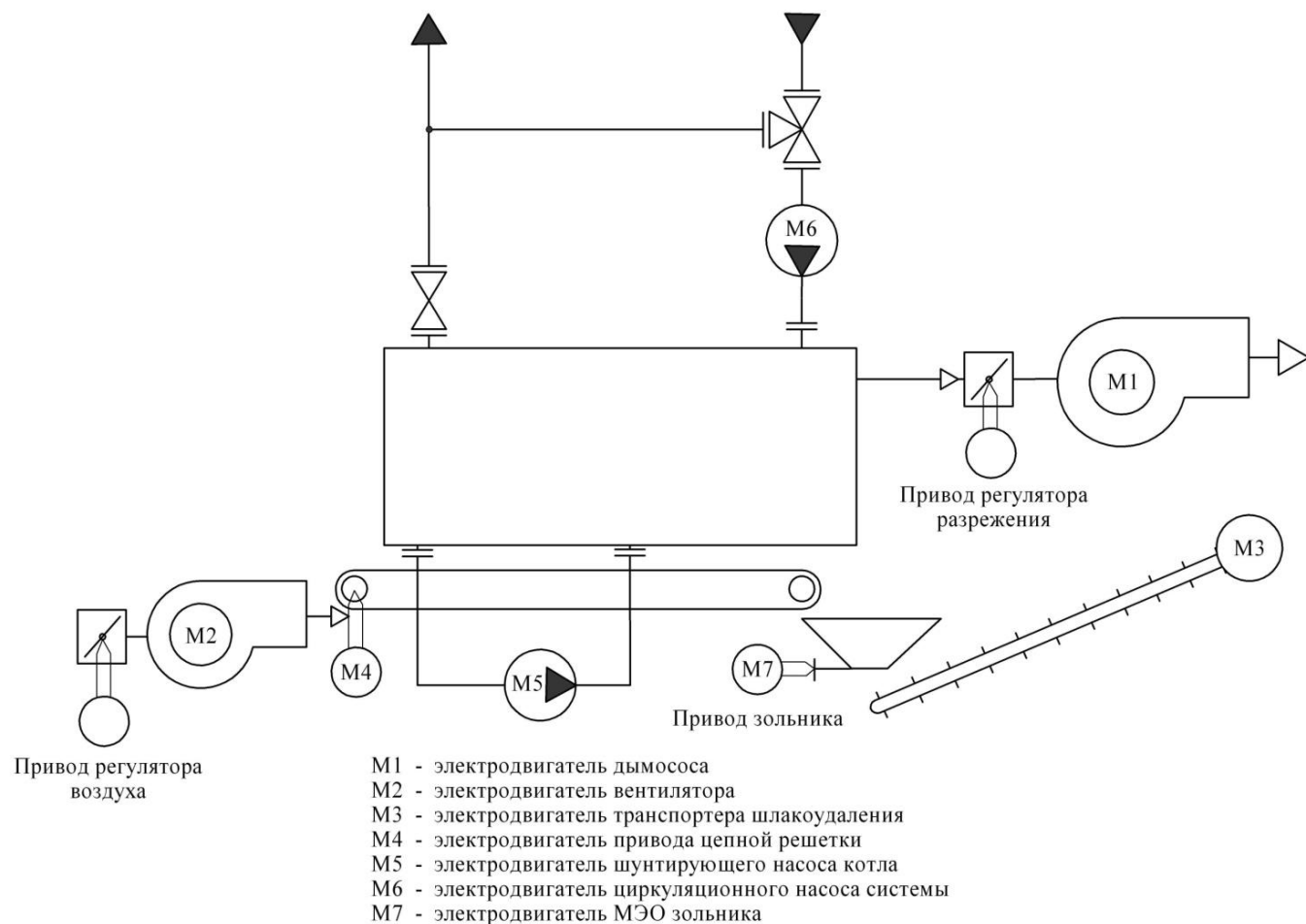


Рис.3 – Рекомендуемые схемы гидравлической обвязки котлов.

Приложение 4



На рисунках показаны внешний вид и габаритные размеры щита и функциональная схема котла с элементами системы управления. Принятая схема обеспечивает управление электроприводами котла в ручном и автоматическом режиме. Выбор режима управления осуществляется оператором посредством пакетных переключателей, размещенных на дверке щита. Подробное описание системы автоматизации приведено в дополнении к настоящей инструкции.

Приложение 5.

Методика регулирования предохранительных клапанов и контроля исправности пружин.

1. Требования, предъявляемые к предохранительным клапанам.

1.1. Главным, наиболее ответственным требованием, предъявляемым к предохранительным клапанам, является высокая надежность, включающая в себя:

- безотказное и своевременное открытие клапана при заданном превышении рабочего давления в системе;
- обеспечение клапаном в открытом положении требуемой пропускной способности;
- осуществление своевременной обратной посадки (закрытие клапана) с требуемой степенью герметичности при заданной величине падения давления в котле после аварийного срабатывания и сохранение установленной степени герметичности при последующем возрастании давления до величины рабочего;
- обеспечение стабильности работы, т.е. сохранение в течение всего срока эксплуатации заданного цикла срабатываний, параметров настройки, требуемой степени герметичности.

1.2. Предохранительные клапаны должны защищать котлы от превышения в них давления более чем на 10% расчетного (разрешенного).

2. Устройство и принцип работы.

2.1. Обязательными компонентами конструкции предохранительного клапана прямого действия являются запорный орган и задатчик, обеспечивающий силовое воздействие на чувствительный элемент, связанный с запорным органом клапана.

Запорный орган предохранительного клапана состоит из затвора и седла. Затвор (золотник) является запирающим устройством.

2.2. Для регулировки клапана на установленные параметры срабатывания предусмотрен регулировочный винт, с помощью которого регулируется давление открытия клапана. Кроме того, на клапане имеется, в зависимости от конструкции клапана, винт (или винты) регулировки давления обратной посадки, точной настройки срабатывания по установленным параметрам.

2.3. На предохранительном клапане предусмотрена рукоятка механизма ручной (принудительной) продувки клапана.

2.4. Пружинный предохранительный клапан предоставляет собой механизм автоматического действия. Давлению среды на золотник клапана противодействует давление пружины, передаваемое на золотник через опорную шайбу и шток.

Превышение давления среды вызывает сжатие пружины, подъем золотника и сброс избыточного давления.

3. Методика регулирования предохранительных клапанов.

3.1. Подготовить клапан к регулировке, для чего:

- расконсервировать клапан, очистить от всех видов загрязнений;

- промыть внутренние поверхности ацетоном и просушить при температуре 60°C;
- проверить, нет ли каких загрязнений в присоединительном трубопроводе;
- установить клапан на котел.

3.2. Произвести поднастройку клапана, для чего:

- отключить датчик давления системы управления котла (аварийный);
- снять колпак предохранительного клапана;
- отпустить (открутить) контргайку на винте регулировочном;
- установить давление срабатывания клапана, предусмотренное инструкцией по эксплуатации котла.

При регулировке двух и более предохранительных клапанов, установленных на котле и имеющих разные значения давления срабатывания, сначала регулируется клапан, имеющий большее значение давления срабатывания. Давление срабатывания контролировать по контрольному манометру с классом точности I:

- зафиксировать положение винта регулировочного контргайкой;
- произвести проверку срабатывания клапана на установленное давление, его герметичность;
- проверить давление обратной посадки клапана и, при необходимости, подрегулировать его регулировочным винтом;
- проверить работу настроенного клапана на установленные давления (срабатывания и обратной посадки) и при удовлетворительных результатах проверки установить колпачок с механизмом ручной продувки;
- проверить исправность клапана путем принудительного надрыва;
- опломбировать клапан;
- сделать соответствующую запись в листе регистрации поднастройки клапана.

Регулировку предохранительного клапана на котле должны производить не менее двух человек, один из которых производит регулировку клапана, второй – контролирует давление в котле и состояние котла в целом.

4. Методика контроля пружин для предохранительных клапанов.

4.1. При ревизии предохранительного клапана пружина тщательно промывается в керосине, высушивается и подвергается следующей проверке:

- наружному осмотру на предмет выявления поверхностных дефектов и проверки перпендикулярности торцов оси пружины. При этом на поверхности пружины не должно быть механических повреждений: вмятин, забоин, рисок;
- трехкратному сжатию статической нагрузкой, вызывающей максимальный прогиб, при этом пружина не должна иметь остаточной деформации (усадки).

Максимальным прогибом считается такое сжатие пружины, при котором зазор между витками на участке среднего витка пружины не должен превышать 0,1 диаметра прутка пружины:

- проверка на поверхностные трещины путем погружения пружины на 30 мин. в керосин с последующей обработкой насухо.

После обтирки пружина посыпается меловой пудрой. Темные штрихи на поверхности мела указывают наличие поверхностных трещин, а такая пружина бракуется.

По другому методу поверхностные трещины на пружине обнаруживаются путем погружения пружины в подогретую до 60 – 80°C смесь машинного или веретенного масла(50%) и керосина(50%) с выдержкой в этой смеси не менее 30 минут.

После обработки в масляной ванне пружина насухо обтирается и подвергается пескоструйной обработке до получения ровной матовой поверхности. Сжатый воздух предварительно очищается от масла и влаги, пропуская его через масловлагоотделитель. Сжатый воздух можно считать вполне очищенным от масла и влаги, если его струя, направленная на белую бумагу в течение 20 – 30 сек., не оставляет на ней следов. Песок для пескоструйной обработки должен быть сухим с величиной зерна 0,2÷0,4 мм. После обработки пружина тщательно осматривается. Если на поверхности пружины остаются следы масла в виде тонких темных штрихов или полос, то это указывает на наличие трещин и такая пружина бракуется.

- при наличии магнитного дефектоскопа контроль пружин рекомендуется производить этим прибором.

После контроля на поверхностные трещины пружина подвергается сжатию статистической нагрузкой, равной максимальной рабочей нагрузке, указанной в паспорте. При этом высота пружины под нагрузкой должна быть в пределах +10% ÷ –5% от величины, указанной в паспорте на пружину. Пружины, имеющие большие отклонения, бракуются:

- на основании опыта эксплуатации пружинных предохранительных клапанов сроки дополнительного контроля пружин устанавливаются администрацией предприятия, эксплуатирующего котел.

4.2. Максимальный срок работы пружины предохранительного клапана без дополнительного контроля – 12 месяцев.

5. Порядок ремонта, регулировки предохранительных клапанов (работы выполняются специализированной организацией).

5.1. Проверку правильности регулировки (настройки) предохранительного клапана на установленное давление проводить не реже одного раза в 12 месяцев.

5.2. Внеочередную проверку правильности настройки клапана производить после ремонта или иных операций, связанных с разборкой клапана, или изменением положения регулировочных винтов.

5.3. После настройки клапана составить акт установленной формы о произведенной работе с указанием параметров (давления срабатывания и обратной посадки), заводского номера предохранительного клапана за подписью лиц, производивших настройку клапана и утвердить главным инженером предприятия.

5.4. После выполнения работ предохранительный клапан должен быть опломбирован.