



Техническое описание автоматических твердотопливных водогрейных отопительных котлов

Терморобот® ТР-1600



Содержание

Важная информация	3
Отличительные особенности котлов Терморобот®	3
Интеллектуальная собственность	3
Описание котлов Терморобот® ТР-1600	4
Обозначение и маркировка	4
Назначение котлов ТР	4
Устройство и принцип работы	5
Основные технические характеристики	6
Экологические показатели и КПД	8
Состав котла ТР-1600	9
Общий вид изделия	9
Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла	10
Перечень сопроводительной документации	10
Описание работы узлов и систем	11
Общие сведения	11
Описание составных частей изделия	11
Каркас с топливным бункером	11
Узел шнековой подачи топлива	11
Линейная горелка Терморобот	12
Топка и жаротрубный теплообменник	13
Тепловая схема котла	14
Газовоздушный тракт	15
Уровень шума тягодутьевых машин	15
Электрооборудование и котельная автоматика	16
Информация о производителе	16
Проектирование котельных на базе котлов ТР-1600	17
Требования и рекомендации производителя	17
Выбор конфигурации котельной	17
Требования к месту установки и к расположению котлов	17
Загрузка топлива и утилизация золы	17
Требования к топливу	18
Требования к системам вентиляции и отопления	19
Требования к водно-химическому режиму	19
Требования к потоку теплоносителя через котел	20
Требования к электроснабжению и размещению электрооборудования	21

Важная информация

В настоящем документе приведены сведения о конструкции, особенностях и технических характеристиках автоматических твердотопливных отопительных водогрейных котлов Терморобот ТР-1600, а также рекомендации по проектированию автоматизированных котельных на их основе.

Отличительные особенности котлов Терморобот®

Особенностью котлов ТР является применение в них горелочного устройства нового типа: линейной горелки Терморобот ([патент на изобретение № 2451239](#)). Принцип работы горелки показан в анимационном ролике «Как работает котел Терморобот», его можно просмотреть по [QR-коду справа](#) или по ссылке, размещенной на официальном сайте завода termorobot.ru.



В отличие от горелок со слоевым сжиганием твердого топлива (колосниковый барабан, ретортная горелка, шурующая планка) в горелке котлов ТР находится водоохлаждаемый шнек, который непрерывно ворошит горящий уголь, что обеспечивает одновременное горение всей массы топлива и удаление шлака из зоны горения. Аналогичный принцип сжигания топлива применяется в промышленных топках «кипящего слоя». Особенности этого способа сжигания угля показаны в анимационном ролике, который доступен по [QR-коду слева](#).

Высокая степень автоматизации и безопасность данных котлов позволяет строить на их основе автоматические угольные котельные Терморобот, работающие с минимальным участием персонала, что дает большую экономию фонда оплаты труда.



Конструктивной особенностью котла ТР-1600 является одновременное использование в нем двух линейных горелок Терморобот мощностью по 800 кВт с независимыми узлами подачи топлива и поддува воздуха.

Интеллектуальная собственность

Терморобот® — это зарегистрированный товарный знак ([свидетельство о регистрации № 444505 от 19.09.2011](#)), охраняемая законом интеллектуальная собственность производителя данного оборудования.



Разработчиком и производителем котлов Терморобот® ТР является ООО «Тепловые машины», ИНН 5445038456, Новосибирская область, г. Бердск (далее — «завод», «производитель»).



Использование названия **Терморобот** (Termorobot) другими производителями в отношении любого производимого ими теплотехнического оборудования является незаконным и влечет за собой ответственность, установленную действующим законодательством РФ.

Для того, чтобы исключить приобретение контрафактной продукции, при покупке котлов ТР-1600 требуйте от продавца документы, подтверждающие происхождение товара.

Покупайте продукцию Терморобот у уполномоченных региональных дилеров, актуальная информация о них приведена в разделе «Контакты» официального сайта завода termorobot.ru.



Интеллектуальной собственностью завода являются также:

- технические решения, описанные в [патентах на изобретения № 2451239 «Автоматизированный угольный котел»](#) и [№ 2467251 «Устройство подачи твердого топлива, варианты»](#);
- программный код контроллера;
- статьи, фотографии, анимационные ролики и видеоматериалы, размещенные на сайте завода, их использование возможно только с письменного разрешения уполномоченных служб завода.

Описание котлов Терморобот® ТР-1600

Обозначение и маркировка

Таблица 1, Обозначение котлов

Стальные жаротрубные автоматические твердо-топливные водогрейные отопительные котлы ТР-1600 производятся согласно ТУ 4931-001-44054729-2015 и ГОСТ 30735-2001, их обозначение указано в таблице 1.

Мощность котла, кВт	Обозначение по ГОСТ 30735	Обозначение по ТУ
1 600	КВа-1,6 Б/К	ТР-1600

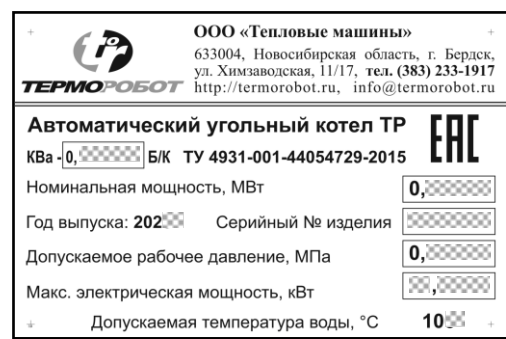
В обозначении производитель может использовать любые дополнительные символы, указывающие на модификацию котла (например, ТР-1600-М2), либо на его специальное исполнение.

Котлы Терморобот® ТР-1600 маркируются с помощью металлического шильдика (рисунок 1), закрепленного на кожухе жаротрубного теплообменника со стороны топливного бункера.

В соответствии с ГОСТ 30735-2001 шильдик содержит следующую информацию:

- наименование, товарный знак, адрес производителя;
- тип и модель котла по ГОСТ, заводское обозначение;
- знак соответствия Техническим регламентам Таможенного союза (ТР ТС);
- номинальная теплопроизводительность котла, МВт;
- заводской номер изделия; год его изготовления;
- допустимое рабочее давление, МПа (бар);
- макс. потребляемая электрическая мощность, кВт;
- допустимая температура воды, °С.

Рисунок 1



Маркировка котлов других заводов-изготовителей выглядят иначе, либо отсутствует.

Для обсуждения любых вопросов, связанных с приобретенным котлом, необходимо выслать производителю качественную фотографию шильдика для идентификации котла.



Котлы ТР соответствуют требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», что подтверждается декларацией соответствия № ЕАЭС N RU Д-RU.PA03.B.38606/25.



Назначение котлов ТР

Котлы ТР-1600 предназначены для выработки тепловой энергии для автономного теплоснабжения и горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов и зданий производственного и социально-культурного назначения. Используются при строительстве стационарных и транспортабельных модульных котельных Терморобот мощностью до 30 МВт, а также при реконструкции, капитальном ремонте и техническом перевооружении существующих котельных как современная энергоэффективная замена изношенных и устаревших ручных и механизированных котлов.

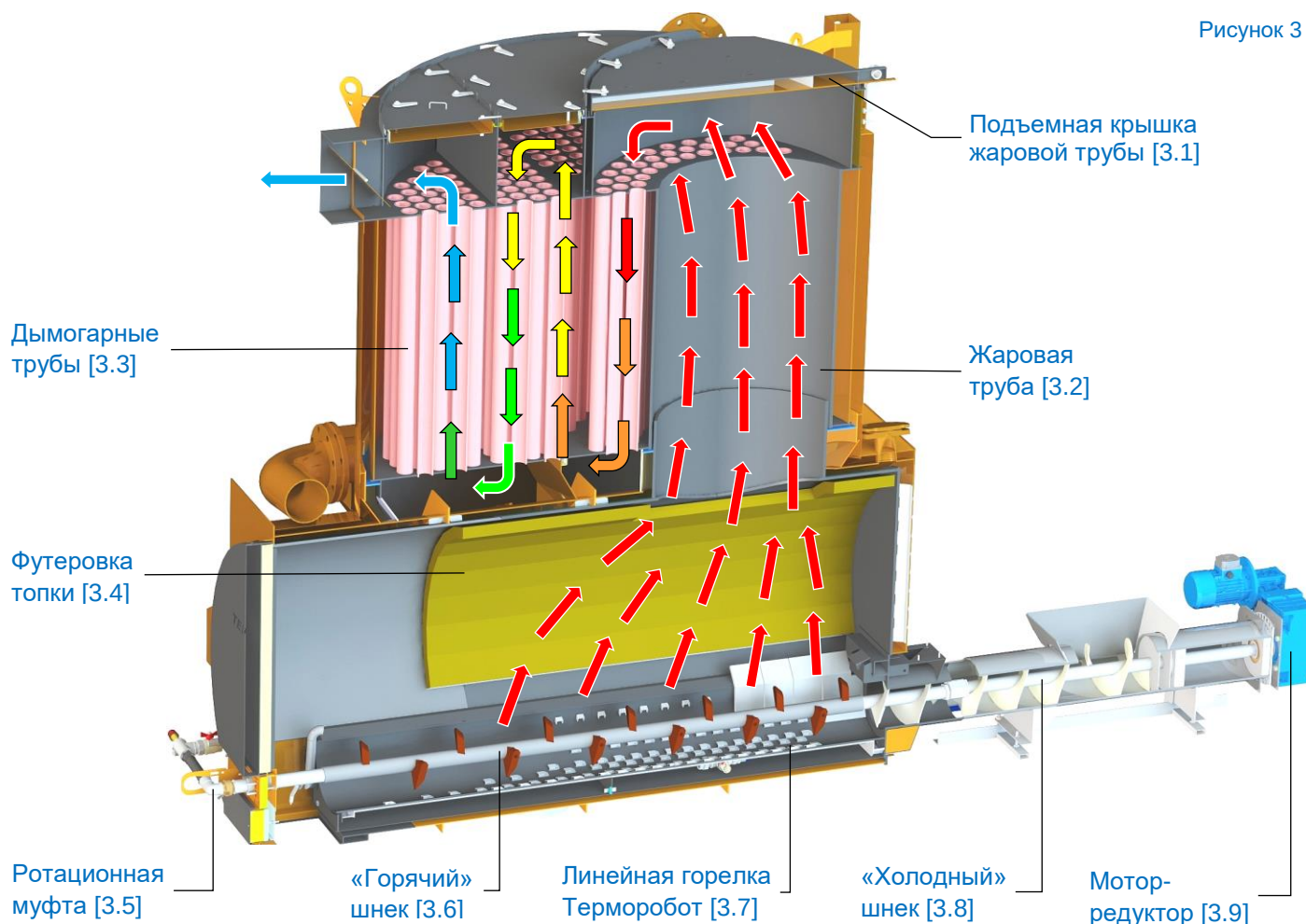
Для увеличения выработки тепла и надежности теплоснабжения котлы ТР-1600 могут включаться на общую нагрузку (например, БМК Терморобот 12×1600 кВт).



Котлы ТР применяются в системах отопления закрытого типа, разбор воды из котлового контура циркуляции на нужды горячего водоснабжения (ГВС) не допускается!

Устройство и принцип работы

Рисунок 3



В топке котла ТР-1600 расположено две одинаковых горелки мощностью 800 кВт каждая.

Уголь или пеллеты из большого открытого бункера [2.3] подаются в топку при помощи сдвоенного узла подачи [4]. «Холодный» шнек [3.8], вращаемый мотор-редуктором [3.9], перемещает топливо из точки бункера в водоохлаждаемую линейную горелку Терморобот [3.7]. Вентилятор поддува [2.11] через форсунки горелки [5.2] подает первичный воздух в зону горения и продувает его сквозь горящее топливо. «Горячий» шнек [3.6], расположенный в горелке, непрерывно ворошит топливо и удаляет шлак из зоны горения. Шлак смещается на край горелки и ссыпается во внешний сменный зольник, общий для двух горелок.

Выделяющиеся из топлива пиролизные газы соединяются со вторичным воздухом, подаваемым через форсунку [5.1], и горят в объеме футерованной топки [3.4], [6.1] и жаровой трубы [3.2], [7.2] теплообменника. Полностью догоревшие дымовые газы под действием дымососа проходят четыре последовательных вертикальных хода дымогарных труб [3.3], [7.1], нагревая теплоноситель.

Микропроцессорный контроллер управляет сбалансированной работой всех систем и механизмов котла и обеспечивает бесперебойную и безопасную эксплуатацию котла без участия человека.

Основные технические характеристики

Таблица 2, Технические характеристики

Марка котлоагрегата	TP-1600
Номинальная теплопроизводительность ⁽¹⁾ , кВт (Гкал/ч)	1 600 (1,376)
Рабочий диапазон изменения теплопроизводительности ⁽¹⁾	20–100% от номинала (при одновременной работе обеих горелок)
КПД-брутто котла ⁽¹⁾ ⁽³⁾ *	Около 86% (класс 1 по ГОСТ 30735-2001)
* При работе на мощности $W = 70\%$ от номинальной. В среднем по году КПД котла может быть несколько ниже	
Режим работы	Непрерывный, автоматизированный.
Режимы (методы регулирования) теплопроизводительности	• автоматический по температуре подачи теплоносителя; • автоматический погодозависимый (по уличной температуре); • с понижающим коэфф. (мощность задается в % от номинальной); • ручной (задается длительность подачи угля в секундах); • «старт–стоп» (автоматич. поддержание минимального горения)
Расчетные (рекомендуемые) виды топлива	• уголь бурый ЗБ фракции М (13–25 мм), ОМ (13–50 мм); • древесные пеллеты (при установке пеллетного варианта горелки)
Резервные (допустимые) виды топлива	Уголь 2Б (бурый), Д (каменный длиннопламенный) фракции 6–50 мм Содержание угля фракции 0–6 мм (пыль, штыб) — не более 15%
Удельный расход топлива ⁽²⁾ ⁽³⁾ * — рекомендованный уголь — условное топливо	около 240 кг/Гкал (при низшей теплоте сгорания 4 900 ккал/кг) около 170 кг/Гкал
* При работе котла в оптимальных режимах. В среднем по году расход топлива может быть несколько выше.	
Расход угля ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ , кг/ч (кг/сутки)	330 (8 000)
Объем / вес загружаемого угля (при насыпной плотности 0,82–0,85 т/м³)	7,3 м³ / 6,0 т (высота каркаса 3,0 м, перевозка автотранспортом) 6,0 м³ / 4,9 т (высота каркаса 2,8 м, железнодорожная доставка)
Время работы на 1 загрузке ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ , ч	18 (при условии полной загрузки бункеров)
Увеличение бункера	В составе БМК общий объем бункера не должен превышать 15 м³
Объем сменного зольника, м³	2×1,6
Объем топки, м³	1,6–1,9
Площадь зеркала горения	2 горелки площадью 0,59 м² каждая
	Указана площадь (Д×Ш) лежа линейной горелки, но благодаря непрерывному ворошению топливо горит одновременно во всем объеме, поэтому удельная мощность данных горелок существенно выше, чем у горелок такой же площади со слоевым сжиганием топлива.
Рекомендуемое давление в топке, Па	от –100 до –20
Рекомендуемый коэффициент избытка воздуха (α) ⁽¹⁾ ⁽²⁾	1,45–1,60
Объем уходящих газов при рекомендованном значении α , м³/ч ⁽¹⁾ ⁽²⁾	4 000 (зависит от марки применяемого топлива)
Содержание СО в дымовых газах ⁽¹⁾ ⁽²⁾	соответствует классу 1 по ГОСТ 30735-2001
Температура дымовых газов на выходе из котла ⁽²⁾ ⁽³⁾ , не более, °С	220
Диаметр дымового патрубка, мм	400

Аэродинамическое сопротивление газового тракта ⁽³⁾ , Па, не более	600
Количество ходов теплообменника	1 жаровая труба + 4 хода дымогарных труб (вертикальные)
Объем теплоносителя в котле, м ³	1,6
Рекомендуемый проток воды через котел, м ³ /ч	Около 90
Поверхность теплообмена, м ²	44
 В котле ТР около 50% выработанного тепла передается теплоносителю через водоохлаждаемые горелки, шнеки и тело котла, остальные 50% — через жаротрубный теплообменник.	
Гидравлическое сопротивление котла при рекомендуемом протоке	0,3–0,4 кгс/см ² (3–4 метров водяного столба, мвс)
Избыточное давление воды, кгс/см ² при максимальной t воды = 95°C	
— минимальное (ГОСТ 30735);	2,0
— максимальное;	4,0
— срабат. аварийного клапана;	4,5
— испытательное (1,5 рабочего)	6,0
Температура теплоносителя, °C	
— на выходе из котла («подача»)	не более 105
— на входе в котел («обратка»)	не менее 60
Подключение (типоразмер фланца)	
— вход в котел;	Ду125
— выход (на группе безопасности)	Ду150
Род и напряжение электропитания	3 фазы, 380 В ±10%, 50 Гц ±10%
Мощность электрооборудования, Вт	
— установленная	10 770
— расчетная потребляемая	10 340
Удельный расход электроэнергии ⁽²⁾ ⁽³⁾ *	7,5 кВт×ч на 1 Гкал выработанного тепла
Масса ⁽⁴⁾ , кг	
— котла в раме	8 000
— сменные зольники	500 (2×250)
Климатическое исполнение	общеклиматическое, категория размещения 4.2 по ГОСТ 15150
Расчетный срок службы ⁽³⁾ , лет	10

Примечания:

⁽¹⁾ При работе на расчетном (рекомендованном) виде топлива. При использовании других видов топлива не гарантируется соответствие указанных показателей заявленным.

⁽²⁾ При работе котла ТР-1600 на номинальной теплопроизводительности (1,6 МВт).

⁽³⁾ При соблюдении правил монтажа и эксплуатации котла, а также при регулярном и своевременном проведении регламентных работ, технического обслуживания и текущего ремонта котла.

⁽⁴⁾ Масса указана оценочно.

Экологические показатели и КПД

Для очистки уходящих газов от сажи и золы уноса в состав котлов ТР входит 2 последовательно расположенных золоуловителя [2.4] гравитационного типа. Скорость и направление дымовых газов в них подобраны таким образом, что происходит осаждение крупных твердых загрязняющих частиц, которые затем автоматически сбрасываются во внешний зольник.



Золоуловители являются неотъемлемой частью конструкции жаротрубного теплообменника, они не рассматриваются как отдельная газоочистная установка (ГОУ), поэтому паспорт на них не выдается (сертифицировался котел в сборе), а их эффективность (степень очистки) производителем не нормируется (фактическое значение — 50–60%).

Для дополнительной очистки выходных газов допускается применять внешние ГОУ при условии, что они не нарушают работу сбалансированного газозоудного тракта котла. Для этой цели рекомендуется использовать циклон ЦН-11-800 производства ООО «Тепловые машины», его производительность соответствует количеству дымовых газов, образующихся в котле ТР-1600 при сгорании рекомендованного угля. Для компенсации аэродинамического сопротивления циклона (около 600 Па) на его выходе следует установить дымосос ВР 280-46-4КЖ-5,5 кВт с регулятором частоты (7,5 кВт).

Правила эксплуатации ГОУ регламентируются [Приказом Минприроды РФ № 124 от 21.03.2025](#).

При работе на рекомендованном виде топлива котлы ТР имеют высокий КПД (около 86%) и низкое содержание загрязняющих веществ в уходящих газах. По этим показателям котлы согласно [ГОСТ 30735](#) относятся к классу I во всем диапазоне мощности (20–100% от номинальной). Указанное в значение КПД подтверждено независимыми испытаниями, проведенными «Сибирским теплотехническим НИИ ВТИ» (г. Красноярск).

При использовании других марок угля или при установке заказчиком неправильных режимов работы топливо может сгорать не полностью (химический недожог), концентрация загрязняющих веществ в уходящих газах при этом увеличится (визуально это определяется по темному цвету газов), а КПД котла снизится. Для измерения фактического уровня вредных выбросов на конкретном угле и настройки оптимальных режимов работы котла следует обращаться в ФГБУ «ЦЛАТИ».

Зола из топки котла и циклона собирается в стальные сменные зольники, в которых она увозится на утилизацию без перегрузки на объекте, что снижает запыленность помещения котельной.

Примечание

В котле ТР-1600 установлены современные автоматизированные горелочные устройства нового типа (линейные горелки Терморобот), использующие сложные алгоритмы сжигания топлива. Интеллектуальное управление всеми технологическими процессами гарантирует полное сгорание рекомендованного топлива, и как следствие, стабильно высокие КПД и экологические показатели котла при его работе в широком диапазоне мощностей (от 15–20 до 100% от номинальной).

Режимы сжигания различных видов топлива отрабатывались в процессе заводских НИОКР и в условиях реальной эксплуатации котлов. Найденные оптимальные значения параметров записаны в контроллере котла, который передается заказчику с предустановленной программой. Основываясь на заложенных алгоритмах, контроллер в процессе работы непрерывно балансирует подачу топлива в топку и поддув первичного и вторичного воздуха. При нормальной эксплуатации ручная регулировка процесса горения не требуется, вмешательство в оптимизированные режимы сжигания топлива может ухудшить технические показатели котлов ТР, снизить их надежность и безопасность. Завод не рекомендует самостоятельно изменять настройки котла.

Состав котла ТР-1600

Общий вид изделия

(каркас показан частично)

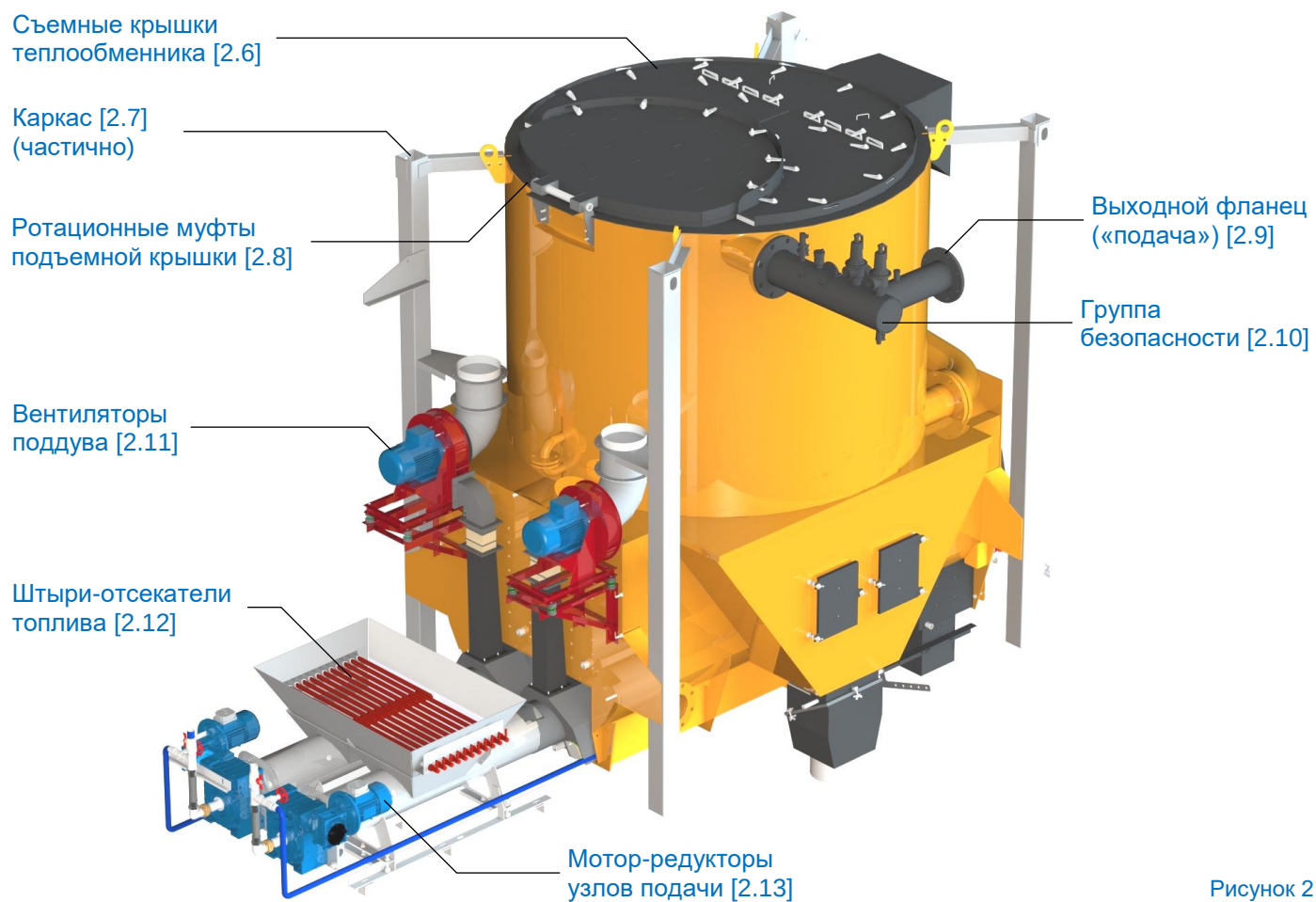
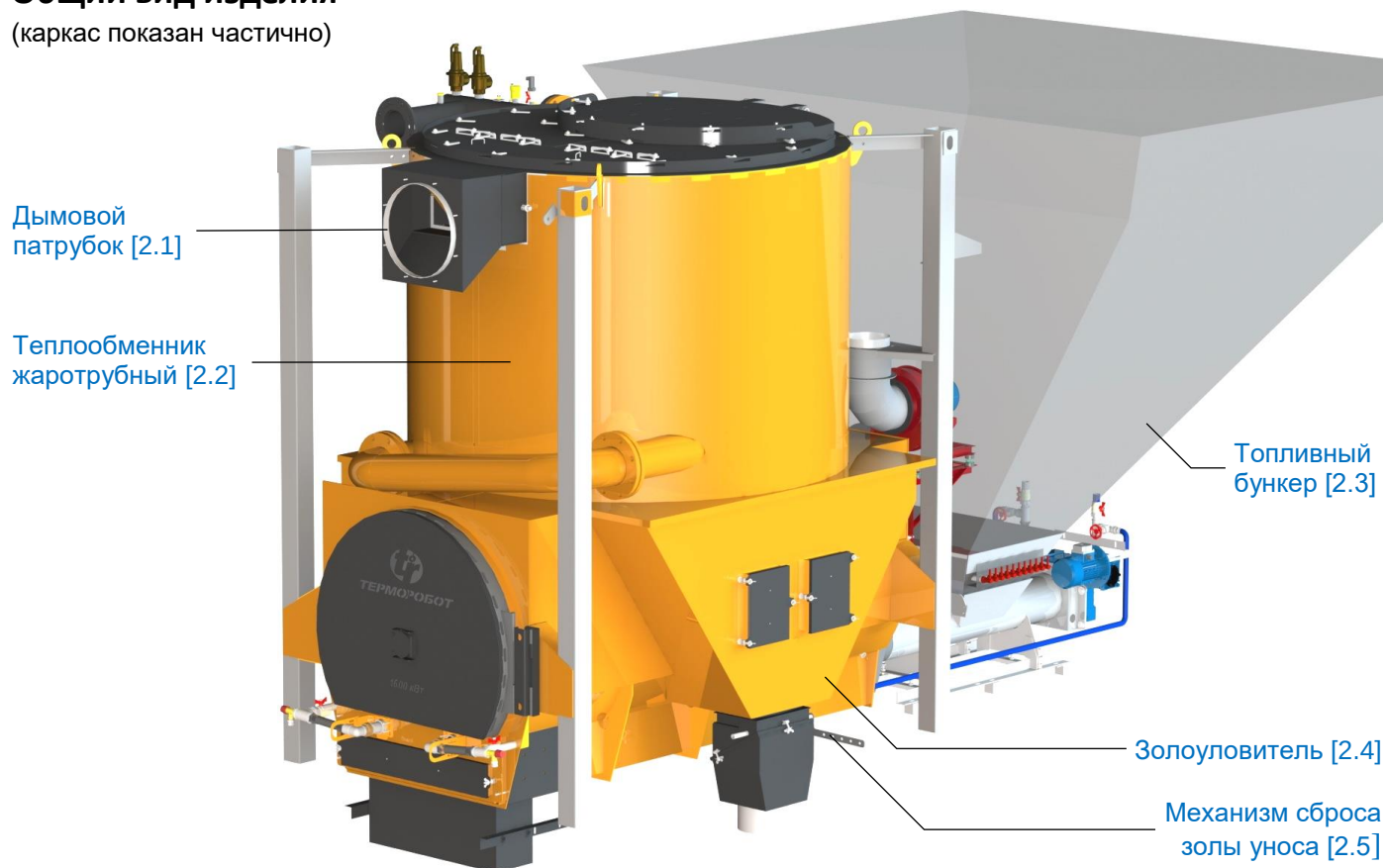


Рисунок 2

Основные узлы котла ТР-1600 указаны на рисунках 2–7. Также в состав и цену котла входит:

- **стальной несущий каркас** с утепленным полом;
- **дымосос** (может крепиться к дымовому патрубку [2.1], либо за пределами каркаса);
- **2 одинаковых сменных зольника** (в рабочем положении располагаются под котлом);
- **аварийный шнековый насос** (общий для обеих горелок котла);
- **электрический шкаф** (контроллер, датчики, регуляторы частоты и другое оборудование);
- **набор инструмента** для обслуживания топки и жаротрубного теплообменника.

Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла

Таблица 3. Комплектующие изделия с указанием производителя

Контроллер (блок автоматики)	«Терморобот Heater» («Тепловые машины»)
Ротационные муфты («Тепловые машины»)	1" — шнековые (2 шт. задних + 2 шт. передних) 1" — на крышке теплообменника (2 шт.)
Предохранительные клапаны («ТД АДЛ»)	4,5 бара — на группе безопасности (2 шт.) 6 бар — на горелках (2 шт.)
Насос аварийный шнековый	CNP CMS(L) 40-12F3M-I, 3 фазы 550/750 Вт (или аналог) Grundfos UPS 32-120F, 1 фаза 380 Вт (или аналог)
Вентилятор поддува	BP 240-26-2,5O 1,5 кВт, 3 000 об/мин (2 шт.) («НЭМЗ Тайра»)
Регулятор частоты вентилятора	2,2 кВт (2 шт.) (Innovert)
Дымосос	BP 280-46-4КЖ, 5,5 кВт, 1 500 об/мин (1 шт.) («НЭМЗ Тайра»)
Регулятор частоты дымососа	7,5 кВт (Innovert)
Мотор-редуктор узла подачи	DRV 040/090, 750 Вт, 3 фазы (2 шт.) («ПП Европривод»)
Вибратор поверхностный	120 Вт, 1 фаза



Производитель поставляет заказчикам только серийные комплектные котлы ТР-1600 полной заводской готовности. Отдельные узлы и системы котлов (теплообменник, тело котла, горелка, шнеки, узел подачи топлива, блок автоматики, группа безопасности) поставляются только для ремонта котлов ТР-1600, находящихся в эксплуатации.

Перечень сопроводительной документации

Вместе с котлом ТР-1600 завод передает покупателю следующие документы:

1. Паспорт на котел;
2. Гарантийный талон (гарантийный срок и порядок исполнения обязательств описан в «Положении о гарантийном обслуживании», размещенном на сайте завода, смотреть **QR-код справа**).



Паспорт и гарантийный талон выдаются покупателю в одном экземпляре, в случае передачи котла другому владельцу они должны передаваться вместе с котлом. Гарантийное обслуживание котлов ТР осуществляется только при наличии этих документов у владельца котла.



3. Электрическую и тепловую схемы котла.
4. Данное «Техническое описание» (**QR-код справа**);
5. Руководство «Управление контроллером котлов ТР» (**QR-код слева**);
6. Эксплуатационные документы на котел.



7. Паспорта, руководства по эксплуатации, гарантийные талоны, свидетельства о проверке и другая документация на комплектующие изделия сторонних производителей.



ООО «Тепловые машины» передает покупателю котла оригиналы этих документов, копий не сохраняет и восстановить утерянные покупателем документы не имеет возможности.

Описание работы узлов и систем

Общие сведения

Котлы ТР-1600 являются комплектными котельными установками заводской компоновки и включают в себя топочное устройство, теплообменник, механизм подачи угля, тягодутьевые машины, КИП и средства регулирования и управления, что упрощает проектирование котельных.

Благодаря блочной конструкции, все основные узлы и системы котла ТР-1600 могут быть за 1,5–2 часа демонтированы и заменены на новые, полная разборка изделия для этого не требуется. Такая конструкция обеспечивает высокую ремонтпригодность котла и безопасность при обслуживании.



Производитель постоянно работает над совершенствованием конструкции и функциональных возможностей котлов ТР-1600, поэтому возможны некоторые расхождения между описанием и фактическим исполнением продукции, не ухудшающие ее характеристик.

Описание составных частей изделия

Каркас с топливным бункером

Котлы ТР-1600 поставляются в моноблочном исполнении: топка, жаротрубный теплообменник, навесное оборудование и угольный бункер и узлы подачи топлива размещаются в стальном каркасе размером 5 150×3 350 мм (Д×Ш). Для доставки автотранспортом каркас делается высотой 3 000 мм (объем бункера 7,3 м³), для перевозки по ЖД — 2 800 мм (6,0 м³).

Стальные элементы окрашены алкидной грунт-эмалью по ржавчине РжавоSTOP.

Пол выполнен из горячекатаных листов с односторонним чечевичным рифлением по ГОСТ 8568, сталь Ст3сп толщиной 3 мм, покрыт антикоррозионной полиуретановой грунт-эмалью повышенной прочности. Утепление пола выполнено листами пенополистирола ПСБ С-35 толщиной 100 мм, а в зоне удаления золы — листами огнестойкой минеральной ваты толщиной 60 мм.

Узел шнековой подачи топлива

В котле ТР-1600 установлен сдвоенный винтовой питатель с двухступенчатыми мотор-редукторами [4.3]. Уголь из бункера под действием собственного веса осыпается в течку, а шнеки [4.2] дозированно подают его в горелки. Спирали шнеков выполнены с разрывами, что исключает заклинивание узлов подачи, если размер кусков топлива и породы не превышает 50–70 мм.

Два комплекта штырей-отсекателей [2.12] позволяют перекрыть поступление топлива в узел подачи. При заклинивании механизма можно снять узел подачи без остановки работы котла и без выгрузки топлива из бункера. При этом контроллер автоматически увеличит подачу топлива в оставшийся питатель, чтобы скомпенсировать уменьшение вырабатываемой котлом тепловой мощности.

Благодаря особой форме спирали «холодный» шнек формирует в шнековой трубе [4.1] пробку из подаваемого топлива. Благодаря этому пиролизные газы не проникают из топки в бункер, что позволяет держать бункер открытым и загружать топливо без остановки работы котла. Система подачи топлива в котлах ТР взрыво- и пожаробезопасна.

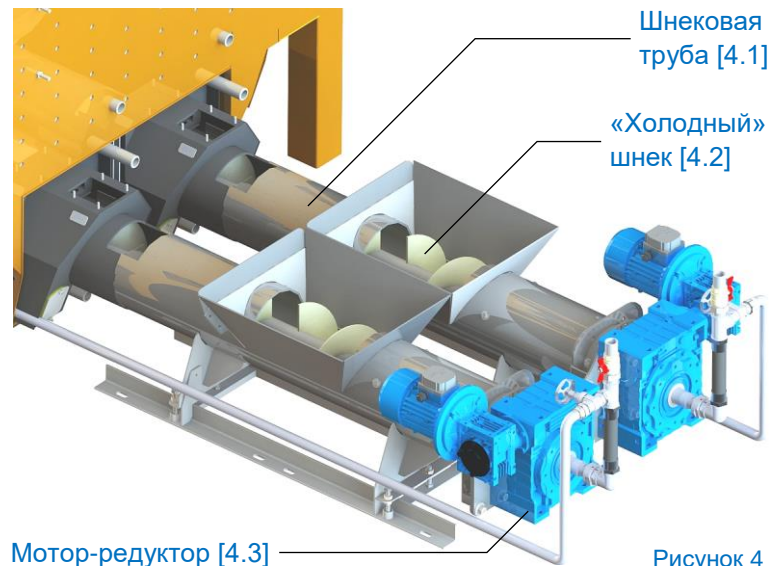


Рисунок 4

Надежной подаче мерзлого угля способствует большой угол наклона стенок бункера и шнеки, через которые прокачивается горячий теплоноситель, также на стенке бункера установлен поверхностный вибратор с электрическим приводом.

Подача топлива в топку происходит циклически. Количество угля, подаваемого за цикл, зависит от требуемой теплопроизводительности котла, и может меняться в широких (10–100%) пределах. подача топлива небольшими порциями гарантирует его полное сгорание и обеспечивает высокие экологические показатели котла. Механизм подачи управляется контроллером, который вычисляет необходимую длительность подачи, а также выявляет и устраняет нештатные ситуации.

Для бесперебойной работы котла в узле подачи предусмотрены следующие системы безопасности.

1. **Магнитный датчик** отслеживает вращение шнека. При заклинивании механизма контроллер реверсирует двигатель, затем снова включает прямую подачу. Если за несколько попыток устранить проблему не удалось, подача топлива прекращается, а диспетчер получает сообщение о необходимости вмешательства. Реверсирование двигателя происходит и в начале каждого цикла подачи для того, чтобы разрыхлить топливо и снизить нагрузку на механизм.
2. **Датчик шнековой трубы** непрерывно следит за температурой подаваемого топлива. При отключении электроснабжения котла возможно тление топлива в трубе. Когда фронт горения нагреет датчик, контроллер включит мотор-редуктор, запитанный от ИБП, и сбросит тлеющий уголь обратно в топку. Согласно п. 13.33е СП 89.13330.2016 г. с изменениями от 15.12.2021 г. подобной системой должны комплектоваться все котельные на базе твердотопливных котлов.

Линейная горелка Терморобот

Тип горелки определяет основные характеристики твердотопливного котла. Для котлов ТР разработан новый тип горелочного устройства — линейная горелка Терморобот (патент на изобретение № 2451239). В ней реализована промышленная технология сжигания топлива, близкая к «кипящему слою». Согласно современной классификации, приведенной в СП 89.13330.2016 (ред. от 15.12.21 г.), устройство можно также отнести к «факельно-слоевым топкам для сжигания топлива с большим содержанием мелких фракций».

В ней в оптимальных условиях одновременно горит вся масса топлива, поэтому горелка имеет высокую удельную мощность, позволяет автоматизировать процесс горения, мало чувствительна к качеству топлива, имеет высокий КПД, диапазон изменения мощности и экологические показатели.

Горелка состоит из водоохлаждаемого стального ложа [5.4] с форсунками подачи первичного [5.2] и вторичного [5.1] воздуха, и водоохлаждаемого «горячего» шнека, который является существенной частью горелки (в отличие от твердотопливных котлов, где шнек используется только для подачи топлива из бункера в топку [винтовой питатель], но не участвует в процессе сжигания топлива).

Водоохлаждаемые лопатки шнека [5.3] непрерывно ворошат горящее топливо, обеспечивая доступ воздуха к каждому его кусочку и исключая локальный перегрев и шлакование золы. Одновременно шнек выталкивает золу из зоны горения, поэтому ручное удаление золы не нужно. Проходя по водоохлаждаемому ложу горелки, зола отдает тепло и сыпается во внешний зольник.



Рисунок 5

В ложе линейной горелки Терморобот отсутствуют прозоры, поэтому мелкое топливо не просыпается, механический недожог отсутствует.

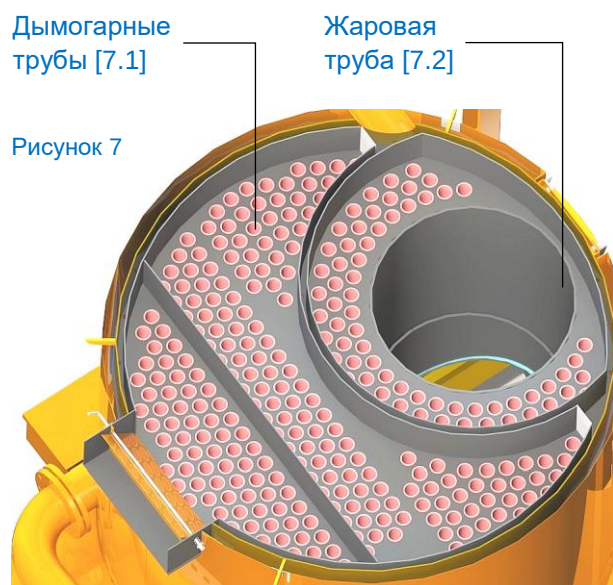
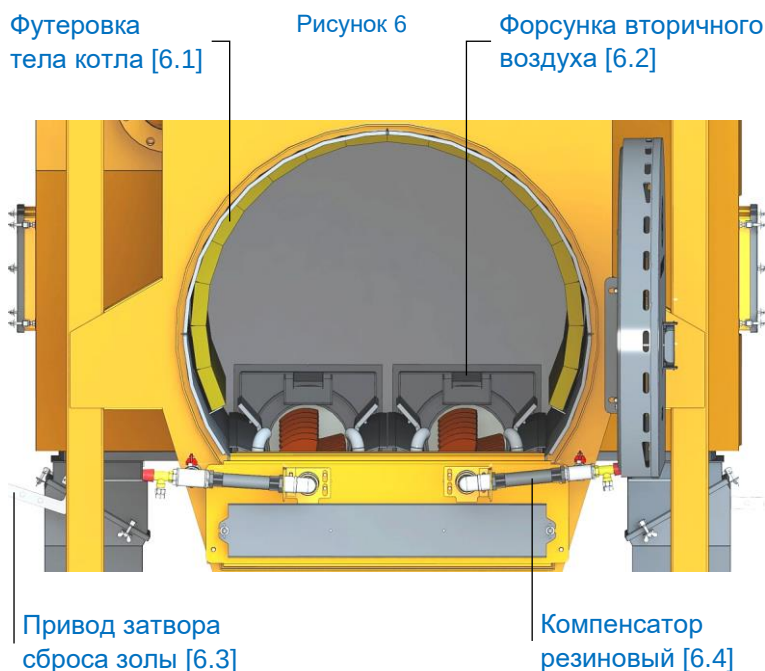
Подача первичного воздуха в горелку зонирована. При работе на малой мощности встроенные регуляторы позволяют отсечь часть форсунок и направить весь воздух в зону горения, снижая тем самым коэффициент избытка воздуха α .

Водоохлаждение «горячего» шнека обеспечивает ему достаточно большой срок службы, но как любая колосниковая система шнек относится к быстроизнашиваемым элементам и подлежит периодической замене. Заявленный срок службы — 2 года, но благодаря высокой ремонтпригодности шнек можно эксплуатировать до 5 лет. Для сжигания различных марок угля и пеллет используются разные модификации «горячего» шнека, отличающиеся количеством и расположения лопаток и форсунок.

Топка и жаротрубный теплообменник

Топка котла ТР-1600 состоит из водоохлаждаемого тела котла и двух линейных горелок с «горячими» шнеками.

Спереди топка закрывается дверцей со смотровым отверстием, в рабочем положении она уплотняется стекловолоконным шнуром. Дверца теплоизолирована слоем минеральной ваты и защищена кожухом. Изнутри топка частично футерована асбестовым картоном и шамотными кирпичами ШБ-6 толщиной 40 мм [3.4], [6.1]. В топке и в жаровой трубе формируется поток горящих газов длиной более 3 м. Благодаря наличию футеровки и сбалансированной подаче вторичного воздуха через форсунки [6.2] в топке создаются условия для полного сгорания летучих компонентов топлива.



Жаротрубный теплообменник котла ТР-1600 представляет собой съемный узел. Срок его службы не менее 10 лет, при нормальной эксплуатации котла он не требует замены или ремонта.

Теплообменник вынесен за пределы топки и не препятствует горению (в дымогарные трубы [3.3] поступают уже полностью сгоревшие пиролизные газы), что позволяет свести к минимуму химический недожог. Четыре последовательно расположенных хода дымогарных труб обеспечивает эффективный отбор тепла, температура уходящих газов на выходе котла ТР-1600 не превышает 220°C. За счет малого химического недожога и низких потерь тепла с дымовыми газами котлы ТР имеют высокий КПД (до 86%). Вертикальное расположение дымогарных труб теплообменника препятствует осаждению в

них твердых частиц и снижает затраты на обслуживание котла.

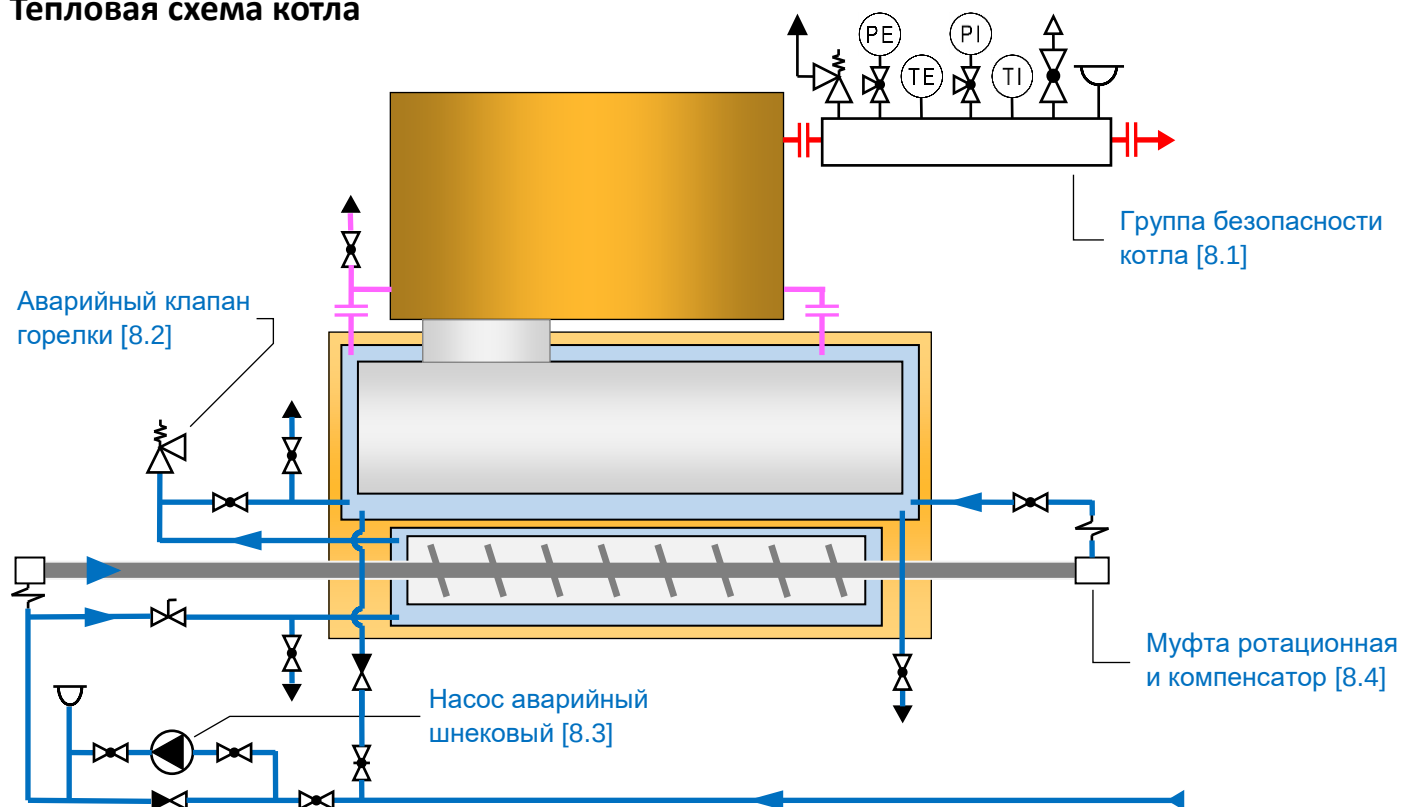
У стальных водоохлаждаемых элементов котла ТР-1600, работающих при высоких температурах, принята следующая толщина и материал стенок.

Таблица 4, Толщина стенок водоохлаждаемых элементов

Элемент конструкции	мм	Сталь
Внутренняя обечайка тела котла	10	сталь 20
Внешняя обечайка тела котла	6	сталь 20
Жаровая труба [3.2], [7.2]	10	сталь 20
Крышка жаровой трубы [3.1]	10	09Г2С

Элемент конструкции	мм	Сталь
Дымогарные трубы ТО [3.3], [7.2]	5	котловая
Ложе линейной горелки [5.4]	6	09Г2С
Осевая труба «горячего» шнека	5	сталь 20

Тепловая схема котла



Котлы ТР предназначены для работы в закрытых 1- и 2-контурных системах теплоснабжения с принудительной циркуляцией воды.

Водоохлаждаемое тело котла и обе горелки со шнеками включены в котловой контур циркуляции, что обеспечивает их охлаждение, нужный тепловой режим в топке и съем тепла в систему отопления. Вода, поступающая из обратного трубопровода [Т2], разветвляется на три потока. Основной поток подается в водяную рубашку тела котла; часть воды проходит через горелки; оставшая вода — через оси и лопасти шнеков, балансировка потоков осуществляется с помощью дисковых затворов и регулирующих вентилей. Затем вода поступает в жаротрубный теплообменник, а из него через группу безопасности — в подающий трубопровод [Т1].

Шнеки непрерывно ворошат горящий уголь, поэтому около 50% выделяющейся в нем тепла сразу же передается теплоносителю за счет теплопроводности водоохлаждаемых стенок горелки, «горячего» шнека и внутренней обечайки котла (оставшиеся тепло отбирается от раскаленных газов в теплообменнике). Если температура воды на входе в котел $+55^{\circ}\text{C}$, а на выходе $+75^{\circ}\text{C}$, то в теплообменник она поступает уже нагретой до $+65^{\circ}\text{C}$, в таких условиях кислотный конденсат из дымовых газов не образуется, это обеспечивает надежность и долговечность теплообменника. Благодаря такой особенности котлов ТР в котельных Терморобот нет необходимости устанавливать 3-ходовые клапаны или иные схемы подмеса воды.

Для принудительного охлаждения «горячих» шнеков, горелок и теплообменника при отключении электроснабжения используется аварийный насос (входит в базовую комплектацию), подключенный к ИБП. Согласно п. 13.33 и СП 89.13330.2016 г. с изм. от 15.12.21 г. подобной системой должны ком-

плектоваться все котельные на базе твердотопливных котлов. Производительность насоса должна быть 9–10 м³/ч (не менее 10% от рекомендованного протока через котел).



Перекрытие протока воды через горелку или шнек работающего котла приводит к их перегреву и необратимому повреждению, это не относится к гарантийным случаям.

«Холодные» и «горячие» водоохлаждаемые шнеки подключены через передние [8.4] и задние ротационные муфты, обеспечивающие их вращение. Резиновые вставки компенсируют тепловое расширение «горячих» шнеков. Подъемная крышка жаровой трубы также подключена через комплект ротационных муфт.

Муфты и компенсаторы, наряду с горелкой и шнеками, являются узлами, требующими периодического обслуживания или замены. Это несложные операции, которые заказчик может проводить своими силами, изучив обучающие видеоматериалы, размещенные на сайте производителя (**QR-код справа**). Имеющаяся запорная арматура позволяет произвести замену любого элемента не сливая воду из котлового контура.



В состав котла ТР-1600 входит группа безопасности [8.1]. На ней установлены КИП и 2 предохранительных клапана, защищающих котел от превышения давления более чем на 10% от расчетного значения. Также предусмотрены сбросные клапаны на каждой из горелок [8.2]. Выходные отверстия всех клапанов должны быть соединены с дренажной трубой для сброса паровоздушной смеси в случае закипания воды. Кроме автоматического воздухоотводчика на группе безопасности установлен шаровый кран сброса воздуха, позволяющие быстро заполнять систему отопления, а в низших точках котла есть краны для слива теплоносителя.

Газовоздушный тракт

Объем подаваемого воздуха и уходящих дымовых газов пропорциональны количеству сжигаемого топлива (текущей мощности котла). В процессе работы контроллер вычисляет необходимый расход газов и с помощью частотных регуляторов меняет производительность дымососа и вентиляторов.

В котле ТР-1600 используется уравновешенная тяга, то есть напор, создаваемый вентиляторами поддува, синхронизирован с принудительной тягой, создаваемой дымососом, поэтому в состав котла включены согласованные между собой модели тягодутьевых устройств, и замена их при ремонте на другие модели не рекомендуется. Точная балансировка потока газов достигается независимой регулировкой частоты вращения дымососа и вентиляторов.

В котлах ТР применяются промышленные дымососы и вентиляторы российского завода «Тайра», (г. Новосибирск). Исполнение дымососа — коррозионно- и жаростойкое (КЖ). За счет использования эффективного теплообменника температура дымовых газов на выходе из котла ТР-1600 не превышает 160°C, это обеспечивает высокий ресурс подшипника дымососа.

Все тягодутьевые машины проходят входной контроль уровня вибрации. Для снижения шума вентилятор и дымосос установлены на пружинных виброизоляторах ДО-41 и соединены с газоходами термостойкими гибкими вставками.

Уровень шума тягодутьевых машин

При расчете шумовых характеристик БМК следует учитывать, что основными источниками шума котла являются вентиляторы и дымосос. В таблице 3 указаны модели этих механизмов, а в таблице 5 приведены их паспортные значения по звуковой мощности.

Таблица 5, Уровни шума тягодутьевых машин

ВР 240-26-2,50 (1,5 кВт, 3 000 об/мин) ⁽¹⁾								2 шт.
Уровни звуковой мощности в октавной полосе, Гц								дБА
63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
93	92	91	93	90	87	83	81	

(1) Одновременно работает два вентилятора данного типа.

ВР 280-46-4КЖ (5,5 кВт, 1 500 об/мин) ⁽²⁾								1 шт.
Уровни звуковой мощности в октавной полосе, Гц								дБА
63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
90	91	95	97	93	89	84	76	

(2) Дымосос работает на более низкой частоте вращения, потребляемая мощность и уровень шума ниже указанных.

Электрооборудование и котельная автоматика

Работу котла обеспечивает контроллер «Терморобот Heater», который в соответствии с заложенной в него программой управляет двигателями дымососа, вентиляторов, мотор-редукторов и аварийного насоса, а также приводами узла сброса золы. Управление исполнительными механизмами производится встроенными оптоэлектронными ключами контроллера, электромагнитными реле и регуляторами частоты. Режимы работы описаны в документе «Управление контроллером котлов Терморобот ТР». Электрическая схема котла входит в комплект документации.

Для обеспечения надежности работы мощность регуляторов частоты тягодутьевых машин выбрана на одну ступень больше, чем номинальная мощность двигателей.

Контроллер, регуляторы частоты и другие электрические компоненты смонтированы в шкафу индивидуального изготовления в исполнении IP54 с принудительным воздушным охлаждением и фильтрами. Для дополнительной защиты от влаги и токопроводящей угольной пыли контроллер устанавливается в шкаф в индивидуальном боксе.

Электрические механизмы смонтированы на стальной раме котла, которая обеспечивает уравнивание потенциалов. Металлические нетоковедущие части механизмов заземлены путем присоединения их к РЕ-проводникам сети. Провода и кабели уложены в кабель-каналах.

В Таблице 6 указана паспортная мощность установленных электрических механизмов и уровень потребляемой ими электрической энергии при работе котла на номинальной тепловой мощности.



Таблица 6, Электрическая мощность механизмов, Вт

По согласованию с заказчиком котел может быть укомплектован дополнительными элементами:

- преобразователи частоты мотор-редукторов для подключения к 1-фазному ИБП (описание узла подачи топлива приведено выше);
- GPRS-терминал Teleofis WRX708-L4 (аналог) для удаленного контроля и управления котлом;
- датчик температуры дымовых газов для контроля горения в котле;
- задвижка с электрическим приводом, перекрывающая газовоздушный тракт при отключении котла и позволяющая подключать несколько котлов к общей дымовой трубе.

Механизм	W	Шт.
Вентиляторы поддува	1 500	2
Дымосос	5 500	1
Аварийный шнековый насос	550	1
Мотор-редуктор узла подачи	750	2
Блок котельной автоматики	50	1
Вибратор бункера	120	1
Электропривод золоуловителя	50	2
Суммарная мощность, Вт		
— установленная	10 770	
— расчетная потребляемая	10 340	

Информация о производителе

ООО «Тепловые машины» — разработчик и производитель котлов Терморобот®. Юридический и фактический адрес завода: 633004, РФ, Новосибирская область, г. Бердск, ул. Химзаводская, 11/17. Телефон +7 (383) 233-1917, info@termorobot.ru, официальный сайт: **termorobot.ru**. Смотреть фильм о заводе по **QR-коду справа**.



Проектирование котельных на базе котлов ТР-1600

Требования и рекомендации производителя

При проектировании быстровозводимых и блочно-модульных котельных на базе автоматических котлов ТР-1600 следует руководствоваться действующими СП, ПБ и следующими рекомендациями.

Выбор конфигурации котельной

В котельных рекомендуется устанавливать однотипные котлы ТР. Их количество (от 2 до 20 штук) выбирается с учетом необходимой мощности и категории надежности отпуска тепла.

В холодное время года рекомендуется включать в работу все установленные котлы, так как это увеличивает время работы котельной на одной загрузке топлива и обеспечивает «горячее» резервирование, то есть, при отказе одного котла остальные автоматически увеличат свою теплопроизводительность и скомпенсируют выпавшую мощность. В межсезонье часть котлов лучше отключать, чтобы оставшиеся котлы и установленные на них циклонные фильтры работали в оптимальном режиме (на мощности 70–80% от номинальной).

Использование в мощных котельных сравнительно большого количества котлов технически и экономически оправданно. Такое решение повышает надежность теплоснабжения, так как отключение 2–3 котлов не станет критичным для потребителей тепла. Построение многомодульных котельных Терморобот описано в анимационном ролике (QR-код справа).



Увеличению количества котлов не приводит к удорожанию котельной, так как при этом **снижается избыточность резервирования оборудования**. Если в котельной 1-й категории по надежности отпуска тепла установлено всего 2 мощных котла (основной и дублирующий), избыточность резервирования составляет 100%, то есть, затраты вдвое больше минимально необходимых. В то же время в котельную с присоединенной нагрузкой 24 МВт можно установить 16 котлов ТР-1600 (15 в работе, 1 в резерве), избыточность при этом будет 1/15 (менее 7%). При этом обеспечивается необходимая надежность теплоснабжения: при отказе 1 котла оставшиеся выдадут 100% нужной мощности.

Требования к месту установки и к расположению котлов

Исполнение котлов ТР-1600 общеклиматическое, категория размещения **4.2 по ГОСТ 15150**. Они предназначены для эксплуатации в закрытых отапливаемых и вентилируемых помещениях при отсутствии воздействия прямого солнечного света, атмосферных осадков, пыли и конденсации влаги.



Не допускается установка и эксплуатация котлов на открытом воздухе (под навесом).

Несоблюдение указанных условий хранения и эксплуатации котла резко снижает срок службы и надежность, и может являться основанием для снятия котла с гарантии.

Объем бункера котла ТР-1600 около 7,3 м³. Допускается увеличение (наращивание) объема до 12–15 м³, это увеличивает время работы котла на одной загрузке до суток.



Увеличение объема бункера свыше 15 м³ не рекомендуется, так как давление столба топлива может привести к заклиниванию механизмов подачи, работа котла при этом будет нарушена.

Высота потолков в котельной должна обеспечивать возможность механизированной загрузки топлива и чистки теплообменника через крышки [2.6] в рабочем (поднятом) положении котла.

Загрузка топлива и утилизация золы

Механизированная загрузка топлива в бункер котла производится изнутри котельной, или снаружи через люк в кровле. Топливо россыпью засыпается фронтальным автопогрузчиком с объемом ковша до 2–2,5 м³, скиповым механизмом или скребковым конвейером. Можно использовать кран-балку или бортовой кран, в этом случае топливо заранее фасуется в мешки или стальные емкости объемом

1,2–1,5 м³. Способ загрузки топлива не влияет на выработку тепла, заказчик выбирает его на стадии проектирования котельной.

При проектировании котельной следует учитывать, что как штатный, так и увеличенный бункер является частью котла (механизм подачи топлива) и не может рассматриваться как топливный склад котельной. В бункере находится **оперативный запас топлива**, его полезная вместимость регламентируется п. 13.32 СП 89.13330.2016 (не менее 3-часового запаса), вместимость же склада котельной определяется п. 13.12 указанного свода правил.



Ручная загрузка топлива в горелки котла ТР-1600 не предусмотрена и не допускается.

В рабочем положении зольники располагается под рамой котла, для этого она устанавливается на фундамент. При нормальной работе котла в его топке поддерживается разрежение 20–100 Па, поэтому съемные зольники (или механизированная система золоудаления) должны плотно присоединяться к котлу с помощью стальных труб-переходников. Для правильного выбора длины этих труб необходимо при заказе котла указать предполагаемую высоту фундамента.



Использование для сбора золы открытых емкостей или колодцев запрещено.

При отсоединенных зольниках нарушается правильное распределение потока газов, это делает работу котла менее эффективной и более опасной, так как дымовые газы попадают в помещение котельной, а вылетающие из топки искры могут привести к пожару.

Объем штатных зольников рассчитан на сбор золы, образующейся при сжигании примерно одного бункера угля (соотношение зависит от объема бункера и зольности угля). Для удобства эксплуатации котлов желательно предусмотреть дополнительный комплект зольников. Наполненные зольники можно складировать на бетонированной площадке в 2 слоя. Конструкция зольника допускает как механизированную (бортовым краном), так и ручную (с помощью лопаты) очистку от золы.

Требования к топливу

Расчетными (**рекомендованными**) видами топлива являются **сухой сортовой уголь марки ЗБ** (бурый) фракции **М** («мелкий», 13–25 мм) или **ОМ** («орех-мелкий», 13–50 мм) и **древесные пеллеты** (при установке соответствующей модификации линейной горелки). Такое топливо обеспечивает безопасную работу котла и соответствие его параметров заявленным.

Допускается использование угля марки **Д** (длиннопламенный каменный), а также «рядового» (не сортированного по фракциям) угля (**БР, ДР**) при условии его отсева через сетку со стороной ячейки 35–40 мм или измельчения с помощью дробилки, если количество мелкой фракции (от 0 до 6 мм) будет составлять **не более 15%**.



При использовании такого угля (не являющегося рекомендованным) допускается снижение мощности котла на 15% и ухудшение других показателей, помеченных в таблице 2 сноской ⁽¹⁾, это не является признаком неисправности котла или несоответствия его показателей паспортным (смотреть п. 3.5 ГОСТ 30735).

В таблице 2 показатель «Расход угля» указан для угля с низшей теплотой сгорания равной 4 900–5 000 ккал/кг (в сертификатах на уголь этот показатель обозначается **Q_г**). При использовании топлива с другой теплотой сгорания его расход пропорционально изменится. Например, при сжигании угля с низшей теплотой сгорания 3 300 ккал/кг его расход будет в $5\,000 / 3\,300 = 1,52$ раза больше, чем расход рекомендованного угля.

Не рекомендуется применять угли с низким (менее 41%) выходом летучих веществ (показатель **V^{daf}** в сертификатах) и высоким содержанием углерода (кокса). К ним относятся **К** («коксовые»), **Т** («тощие»), **СС** («слабоспекающиеся»), **Ж** («жирные»), **Г** («газовые»). При использовании таких углей мощность котла снижается на 20–35%, это нужно учитывать при выборе количества установленных в котельной котлов. Дело в том, что при нагревании угля из него выделяются пиролизные газы, которые горят во всем объеме топки, а на горелке сжигается коксовая часть угля. И газы, и кокс дают

свой вклад в общую мощность котла, и, если в угле мало летучих веществ, суммарная мощность падает. Некоторые марки углей склонны к интенсивному вспучиванию при горении, что нарушает работу горелок.

Если в котельной предполагается использовать не рекомендованное топливо, требуется провести испытания. Для этого нужно выслать на завод 3–5 тонн угля. Специалисты завода проведут пробное сжигание и либо сообщат о невозможности использования данного угля в котлах ТР, либо дадут информацию о фактической мощности котла и порекомендуют оптимальный режим сжигания угля.

Не допускается использование угля марки А («антрацит»), он имеет очень высокую температуру горения, из-за этого резко снижается ресурс горелок и «горячих» шнеков.

Также нельзя работать на мелкой фракции угля (пыль, штыб) и отходах его обогащения (кек, шлам). В низкокачественном угле содержится много породы, что резко ускоряется абразивный износ шнеков, горелок и узлов подачи топлива, а влажный уголь вызывает интенсивную химическую коррозию механизмов котла. Из-за большой зольности штыба увеличивается унос золы дымовыми газами, что приводит к загрязнению прилегающей территории.



Применение в автоматических котлах дешевого низкокачественного угля не дает экономии, но значительно снижает ресурс оборудования.

При экономических расчетах следует учитывать, что теплота сгорания у штыба существенно ниже, чем у сортового угля, а значит, его расход будет больше паспортного. Кроме того, возрастут затраты на обслуживание котла (более частая доставка угля, вывоз золы, чистка котла) и на запасные части.



Категорически запрещено использование других видов топлива (дрова, щепа, опилки, шелуха, торф, различные отходы, угольные гранулы и брикеты, а также смесь твердого топлива с горючими жидкостями), это может привести к пожару и является основанием для безусловного снятия котла с гарантии.

Требования к системам вентиляции и отопления

Конструкция котлов ТР-1600, способ подачи топлива (бункер, загружаемый с улицы) и золоудаления (герметичные сменные зольники) минимизируют количество пыли и золы в помещении котельной. Воздух, выбрасываемый в атмосферу системой вентиляции, практически не содержит загрязняющих веществ, поэтому аспирационная установка в котельной как правило не требуется.

Если забор воздуха в топку котлов осуществляется изнутри котельной, необходимо обеспечить достаточный приток воздуха в котельный зал. При работе котла ТР-1600 на номинальной мощности расход рекомендованного угля (ЗБОМ) составляет 330 кг/ч. Для сжигания 1 кг такого угля требуется около 5 м³ воздуха, а суммарный расход воздуха с учетом коэффициента избытка воздуха $\alpha=1,6$ составляет 2 650 м³/ч, поэтому забор воздуха из котельной в зимнее время приводит к значительным потерям тепла (50–60 кВт на 1 котел).

Потери тепла с поверхности котла ТР-1600 составляет 7–8 кВт (до 0,5% его тепловой мощности). При малой площади котельного зала тепловыделение котлов и вспомогательного оборудования в межсезонье может оказаться избыточным, это нужно учитывать при проектировании котельной.

Объем уходящих газов у котла ТР-1600 составляет 3 500–4 000 м³/ч в зависимости от марки угля.

Требования к водно-химическому режиму

Котлы предназначены для работы в закрытых системах отопления. Первичное заполнение котлового контура должно проводиться питьевой водой. Если качество воды на объекте низкое, следует использовать привозную водой, для этого желательно установить в котельной бак для подпиточной воды. Подпитка котлов жесткой водой вызывает отложение накипи на внутренних поверхностях водоохлаждаемых элементов горелок, шнеков и труб теплообменника; в них возникают зоны локального перегрева, что приводит к быстрому выходу из строя этих узлов.



Разбор (утечка) воды и регулярная подпитка котлового контура циркуляции не допускаются. Аварии, вызванные низким качеством воды, не является гарантийным случаем.

Следует применять системы механической и/или магнитной очистки подпиточной воды. Необходимость химической подготовки должна определяться на стадии разработки проекта котельной с учетом фактического состава воды и в соответствии с требованиями СП 31.13330 и СП 124.13330.

Для химической коррекционной обработки воды нужно использовать современные эффективные реагенты, например, Инэдит. Это универсальный жидкий ингибитор накипобразования и коррозии черных и медьсодержащих сплавов. Реагент разрыхляет шлам, поддерживает pH на оптимальном уровне, связывает остаточный кислород и обеспечивает равномерную защитную пленку на поверхности металла.

Использование гликолевых антифризов в котлах ТР допускается только при тщательном соблюдении технологии их подготовки. Концентрат антифриза должен разбавляться в соотношении **2:1 дистиллированной** водой. Если в антифриз добавляется жесткая вода, антифриз приходит в негодность, в нем выпадают хлопья, которые могут препятствовать потоку воды через элементы котла и фильтры контура циркуляции.

Требования к потоку теплоносителя через котел

При проектировании котельной на базе котлов ТР-1600 необходимо учитывать, что в котле установлено две линейные горелки Терморобот, в которых шнеки постоянно находятся в массе горящего угля. Шнеки и ложе горелок работают в напряженном тепловом режиме, их необходимо охлаждать водой. Кроме того, эти элементы являются теплообменниками: они отбирают тепло из зоны горения и передают его теплоносителю, поэтому поток воды через котел ТР-1600 должен быть строго определенным, а именно, **90 м³/ч** (5,7 м³/ч на каждые 100 кВт мощности котла).



Если поток воды будет меньше 70–80 м³/ч, ускорится износ шнека, если же поток будет больше 95 м³/ч, зона горения охладится и несколько снизится эффективность сжигания угля.

Для контроля потока воды на выходе каждого котла следует установить турбинный расходомер с диаметром условного прохода 100 мм с импульсным выходом (СТВУ ДГ1 или аналогичный), и подключить его к контроллеру котла. Снижение потока через работающий котел свидетельствует о критическом загрязнении системы, либо об ошибочном перекрытии кранов, что является аварийной ситуацией. Также эти приборы позволяют измерять текущую теплопроизводительность каждого котла при режимной наладке котельной, для этого в контроллере котлов ТР предусмотрен режим технологического (не коммерческого) тепловычислителя.

В состав котлов ТР-1600 входит аварийный шнековый насос, работающий от ИБП. Его задача — при отключении электроснабжения отвести избыточное тепло из зон горения и устранить закипание воды в горелках, шнеках и теплообменнике, и сброс теплоносителя через защитные клапаны.



Аварийный шнековый насос котла не обеспечивает штатной работы котельной, не заменяет циркуляционные насосы и не должен учитываться при их расчете.

Поток теплоносителя 5,7 м³/ч на 100 кВт соответствует перепаду температуры 15°C, поэтому при расчете 2-контурной схемы отопления и ГВС следует выбирать теплообменники с температурным графиком по нагревающей стороне 105/90 (рекомендуется) или 100/85°C.

Гидравлическое сопротивление теплообменника по нагревающей стороне должно быть не более 4–6 метров водяного столба (мвс), в этом случае подойдут насосы с напором 12–15 мвс. Если же в котловом контуре предполагается установить 3-ходовый клапан, потребуются более мощные насосы с напором 15–18 мвс, чтобы скомпенсировать дополнительное гидравлическое сопротивление.

В котельных средней мощности как правило ставят 2 (основной и резервный) насоса. В более мощных БМК допускается установка трех и более параллельно включенных насосов, при этом следует руководствоваться требованиями [раздела 8 СП 124.13330.2012 \(с изменениями 1–3\)](#).

Таблица 7, Насосы котлового контура

2×1600	150-12,5G/4 (11 кВт) 150-18G/4 (15 кВт)
3×1600	200-15Q/4 (15 кВт) 200-16/4 (18,5 кВт)
4×1600	200-14,5/4 (22 кВт)

В таблице 7 приведены марки насосов серии **CNP TD**, которые применяются в котловой насосной группе 2-контурных котельных Терморобот, можно использовать насосы других производителей. Насосы следует комплектовать частотными регуляторами.

При выборе циркуляционных насосов необходимо учитывать их рабочую температуру. На выходе из котлов ТР-1600 температура теплоносителя не превышает 105°C, поэтому подойдут насосы с рабочей температурой 110 или 120°C.

В котельных с одноконтурными тепловыми схемами при подборе циркуляционных насосов необходимо учитывать рабочее давление котлов, у ТР-1600 оно составляет 4 кгс/см².



Если нужно обеспечить большой перепад давления на теплотрассе, насосы следует ставить после котлов (на подающем трубопроводе).

При большой (более 25–30 метров) высоте отапливаемого здания или при таком же перепаде высот на местности необходимо создать высокое статическое давления в теплотрассе, чтобы поднять столб воды до верхнего этажа. В этом случае нужно применять 2-контурную схему отопления.

Требования к электроснабжению и размещению электрооборудования

Для электропитания котлов ТР-1600 используется 3-фазная сеть с напряжением 380 В ±10% и частотой 50 Гц ±10%.

Все установленное электрооборудование котла рассчитано для непосредственного подключения к электрическим сетям РФ, но при низком качестве электроэнергии может потребоваться установка дополнительных устройств (электрические фильтры, регуляторы или стабилизаторы напряжения).



Гарантийные обязательства не распространяются на повреждения, возникшие в результате включения котла в электросеть с недопустимыми или не соответствующими ГОСТам параметрами, или в результате перебоев в электроснабжении.

Силовое электрооборудование и котельная автоматика собраны в электрическом шкафу индивидуального изготовления, который соединяется с котлом маркированными кабелями.



Шкаф управления котлом следует монтировать на стене котельной. Не допускается его установка на котел или другое тепловыделяющие оборудование.

Системы и механизмы, от которых зависит надежность и безопасность работы котла (контроллер, мотор-редукторы, аварийный шнековый насос), рекомендуется запитать от аккумуляторного источника бесперебойного питания (ИБП). Целесообразно использовать промышленные 3-фазные инверторы (МАП Sin Hibrid или аналогичные) мощностью 3×(3–6 кВт). В ИБП желательно применять специальные аккумуляторы, предназначенные для систем бесперебойного электропитания (Delta DTM или аналогичные). Это герметизированные необслуживаемые изделия, для их размещения не требуется аккумуляторная комната. При правильной эксплуатации срок службы аккумулятора составляет более 10 лет, что сравнимо с расчетным сроком эксплуатации котельной.

Емкость аккумулятора ИБП должна обеспечивать 6–8-часовую работу систем безопасности котлов ТР-1600 с учетом алгоритма их работы в нештатной ситуации. В пересчете на 1 котел требуется комплект аккумуляторов суммарной емкостью порядка 150 А×ч,