



Техническое описание

автоматических твердотопливных

водогрейных отопительных котлов

Терморобот® ТР 60–800 кВт



Содержание

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



Высокая автономность и безопасность котлов ТР позволяет строить на их основе автоматизированные твердотопливные котельные, работающие без постоянного присутствия обслуживающего персонала (кочегаров или операторов). Загрузка топлива, вывоз золы и регламентные работы в такой котельной производятся силами выездной бригады, которая обслуживает большое количество отдельно стоящих котельных, а диспетчер удаленно управляет их работой. При такой схеме теплоснабжения на отапливаемых объектах не требуется содержать топливные склады и персонал, что дает экономию фонда оплаты труда. Подробности — в ролике «Что такое Терморобот» ([QR-код слева](#)).



Терморобот — это новая технология автономного отопления твердым топливом, аналог центрального отопления, в котором исключены потери тепла на теплотрассах.

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 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»](#);
- статьи, фотографии, анимационные ролики и видеоматериалы, размещенные на сайте завода, их использование возможно только с письменного разрешения уполномоченных служб завода.

Описание котлов Терморобот® ТР

Номенклатура, обозначение и маркировка

Стальные жаротрубные автоматические твердотопливные водогрейные отопительные котлы Терморобот® типа ТР производятся согласно ГОСТ 30735-2001, ГОСТ EN 303-5-2013 и ТУ 4931-001-44054729-2015.

В данных ТУ принята следующая система обозначений котлов.

Таблица 1, Обозначение котлов

Мощность котла, кВт	Номенклатура по ГОСТ 30735	Обозначение по ТУ
60	КВа-0,06 Б/К	ТР-60
100	КВа-0,1 Б/К	ТР-100
150	КВа-0,15 Б/К	ТР-150
200	КВа-0,2 Б/К	ТР-200

Мощность котла, кВт	Номенклатура по ГОСТ 30735	Обозначение по ТУ
300	КВа-0,3 Б/К	ТР-300
400	КВа-0,4 Б/К	ТР-400
600	КВа-0,6 Б/К	ТР-600
800	КВа-0,8 Б/К	ТР-800

В обозначении допускается использование любых дополнительных символов, указывающих на модификацию котла (например, ТР-800-М2), либо на его специальное исполнение.

Котлы ТР маркируются с помощью металлического шильдика (см. рисунок 1), закрепленного на кожухе жаротрубного теплообменника [2.1] со стороны топливного бункера [2.12] (рисунок 2).

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 соответствуют требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», что подтверждается декларацией соответствия № ЕАЭС N RU Д-РУ.РА03.В.38606/25.



Перечень сопроводительной документации

Вместе с котлом ТР 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.

Назначение котлов ТР

Котлы ТР 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, а также при реконструкции, капитальном ремонте и техническом перевооружении существующих котельных как современная энергоэффективная замена изношенных и устаревших ручных и механизированных твердотопливных котлов. Для увеличения выработки тепла и надежности теплоснабжения котлы ТР можно включать параллельно (например, 2×300, 4×800 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

Уголь или пеллеты механизированным способом загружаются в большой открытый бункер котла. Из него топливо под действием собственного веса поступает в шнековый механизм подачи. Для надежного обрушения влажного или мерзлого угля предназначен вибратор. Также может быть установлен ворошитель [3.2] или электрическая система подогрева стенок бункера (опции).

«Холодный» шнек [3.5], вращаемый мотор-редуктором, подает топливо из течи бункера в водоохлаждаемую линейную горелку Терморобот [3.3]. Вентилятор поддува через форсунки горелки подает первичный воздух в зону горения и продувает его сквозь горящее топливо. «Горячий» шнек [3.4], расположенный в горелке, непрерывно ворошит горящее топливо и удаляет шлак из зоны горения. Шлак смещается на край горелки и сыпается в большой сменный зольник.

Выделяющиеся из топлива пиролизные газы, двигаясь вдоль раскаленных плит футеровки [3.1], соединяются со вторичным воздухом и полностью догорают. Дымовые газы под действием дымососа проходят пять вертикальных ходов жаротрубного теплообменника, нагревая теплоноситель.

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

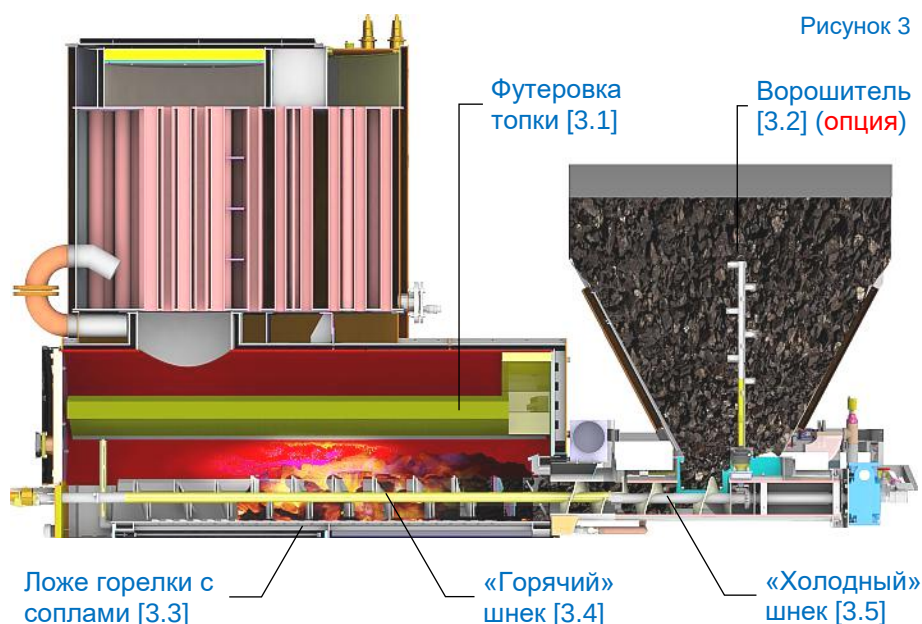


Рисунок 3

Основные технические характеристики

Таблица 2, Технические характеристики

Марка котлоагрегата	TP-60	TP-100	TP-150	TP-200	TP-300	TP-400	TP-600	TP-800
Номинальная теплопроизводит. ⁽¹⁾ , — кВт — Гкал/ч	60 0,052	100 0,086	150 0,129	200 0,172	300 0,258	400 0,344	600 0,516	800 0,688
Рабочий диапазон изменения теплопроизводительности ⁽¹⁾	20–100% от номинальной							
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. Допускается работа котельной без постоянного присутствия в ней обслуживающего персонала							
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» (автоматическое поддержание минимального горения)							
Расчетные (рекомендуемые) виды топлива	• уголь бурый марки ЗБ фракции М (13–25 мм), ОМ (13–50 мм); • древесные пеллеты (при установке пеллетного варианта горелки)							
Резервные (допустимые) виды топлива	Уголь ЗБ (бурый), Д (каменный длиннопламенный) фракции							
	6–50 мм (ОМС)						6–70 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	12,5 300	20,8 500	31,3 750	41,7 1 000	62,5 1 500	83,3 2 000	125 3 000	167 4 000
Объем (вес) загружаемого угля	1,0 м³ (800–850 кг)				1,3 м³ (1 050–1 100 кг)			
Время работы на 1 загрузке ^{(1) (2) (3)} , ч	65	39	26	20	17	13	8,5	6,5
Увеличение бункера	В составе БМК общий объем бункера не должен превышать 10 м³							
Объем сменного зольника, м³	0,9						1,4	
Объем топки, литров	134	160	160	185	430	430	710	1 080
Площадь зеркала горения, м²	0,2	0,25		0,29			0,51	0,59
	Указана площадь (Д×Ш) ложа линейной горелки, но благодаря непрерывному ворошению топливо горит одновременно во всем объеме, поэтому удельная мощность данной горелки 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)}	1,45–1,6							
Объем уходящих газов при рекомендованном значении α, м³/ч ^{(1) (2)}	150	250	375	500	750	1 000	1 500	2 000
(зависит от марки применяемого топлива)								
Рекомендуемый диаметр циклона ЦН-11 (в состав котла не входит), м	—	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6
рекомендуется использовать циклоны пр-ва ООО «Тепловые машины»								
Содержание СО в дымовых газах ^{(1) (2)}	соответствует классу 1 по ГОСТ 30735-2001							

Температура дымовых газов на выходе из котла ⁽²⁾ ⁽³⁾ , °С, не более	150					180		
Кол-во ходов теплообменника, шт.	4	5						
Аэродинамическое сопротивление газового тракта ⁽³⁾ , Па, не более	600							
Объем теплоносителя в котле, л	н/д	400		415	530	610	770	985
Рекомендуемый проток воды через котел (5,7 м³ на 100 кВт), м³/ч	3–3,6	5–6	7,5–9	10–12	15–18	20–24	30–36	40–48
Поверхность теплообмена, м²	5,4	6,1	6,8	9,0	13,3	16,2	20,6	24,7
 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/см² (3–4 метров водяного столба, мвс)							
Избыточное давление воды, кгс/см² при максимальной t воды = 95°С								
— минимальное (ГОСТ 30735);	1,5					1,5		
— максимальное;	2,5					4,0		
— срабат. аварийного клапана;	3,0					4,5		
— испытательное (1,5 рабочего)	3,8					6,0		
Температура воды, °С								
— на выходе из котла («подача»)	не более 105							
— на входе в котел («обратка»)	не менее 60							
Подключение (типоразмер фланца)	Ду50				Ду65		Ду100	
Род и напряжение электропитания	3 фазы, 380 В ±10%, 50 Гц ±10%							
Мощность электрооборудования, Вт								
— установленная	1 390		1 570		2 720	3 790	3 970	4 170
— расчетная потребляемая	1 210		1 390		2 540	3 590	3 730	3 890
Удельный расход электроэнергии ⁽²⁾ , кВт×ч / 1 Гкал выработанного тепла		14,1	10,8	8,1	9,9	10,4	7,2	5,7
Масса ⁽⁴⁾ , кг								
— тело котла с теплообменником	Поставляются только в составе БМК		2 200		2 400		3 200	3 200
— угольный бункер + узел подачи							600	600
Масса зольника (пустой / полный), кг	80 / 550						150 / 850	
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 на номинальной теплопроизводительности.

⁽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 [2.18] 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 5-ходового 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 газовоздушного тракта котла. Для этой цели рекомендуется использовать одиночные циклоны ЦН-11 производства ООО «Тепловые машины», их производительность соответствует количеству дымовых газов, образующихся в котлах ТР при сгорании рекомендованного угля. Для компенсации аэродинамического сопротивления циклона (500–600 Па) на его выходе следует установить дымосос с регулятором частоты (такие же, как на котле).

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 значении 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 установлено современное автоматизированное горелочное устройство нового типа (линейная горелка Терморобот), использующее 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 котлов ТР

Общий вид изделия

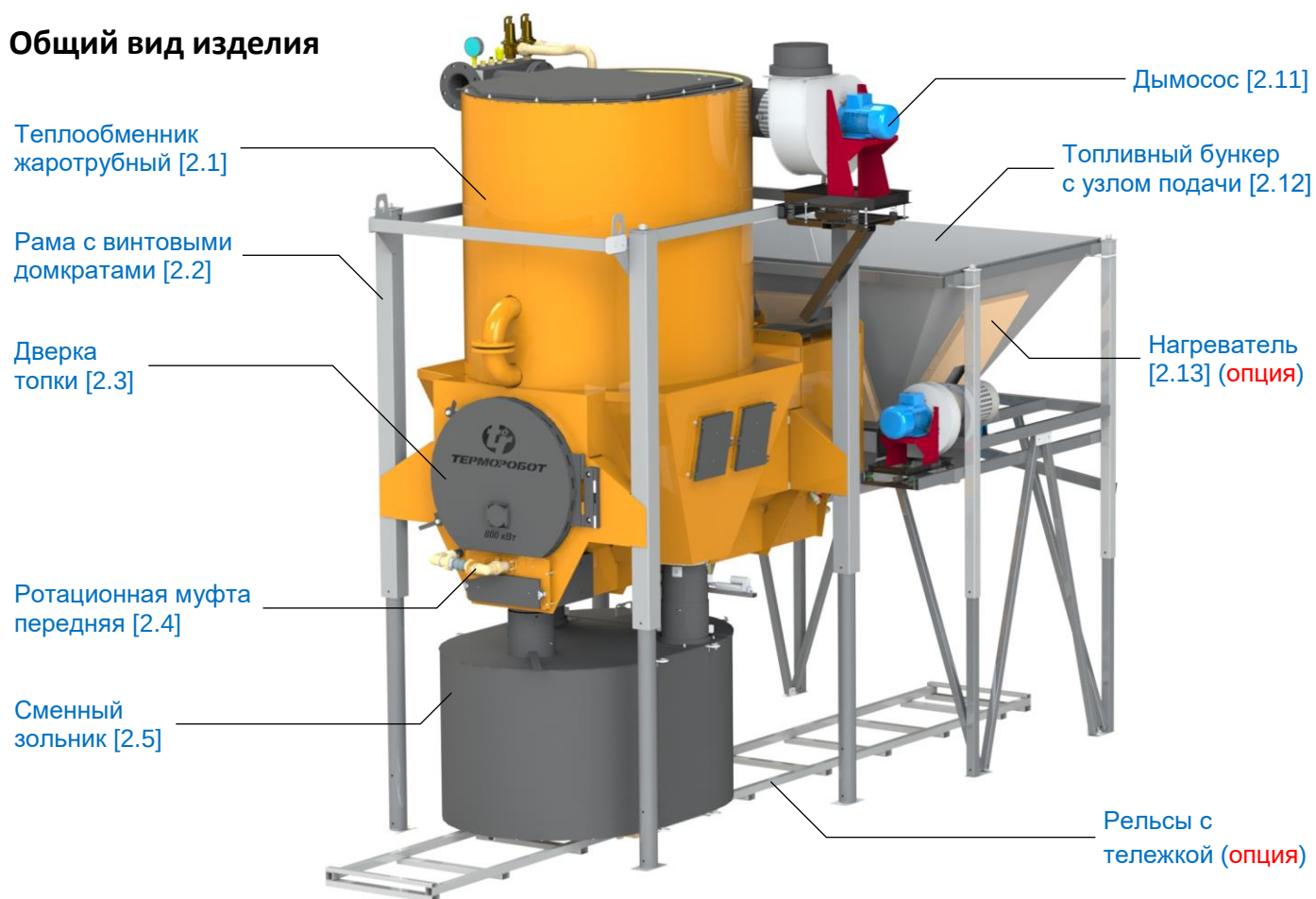
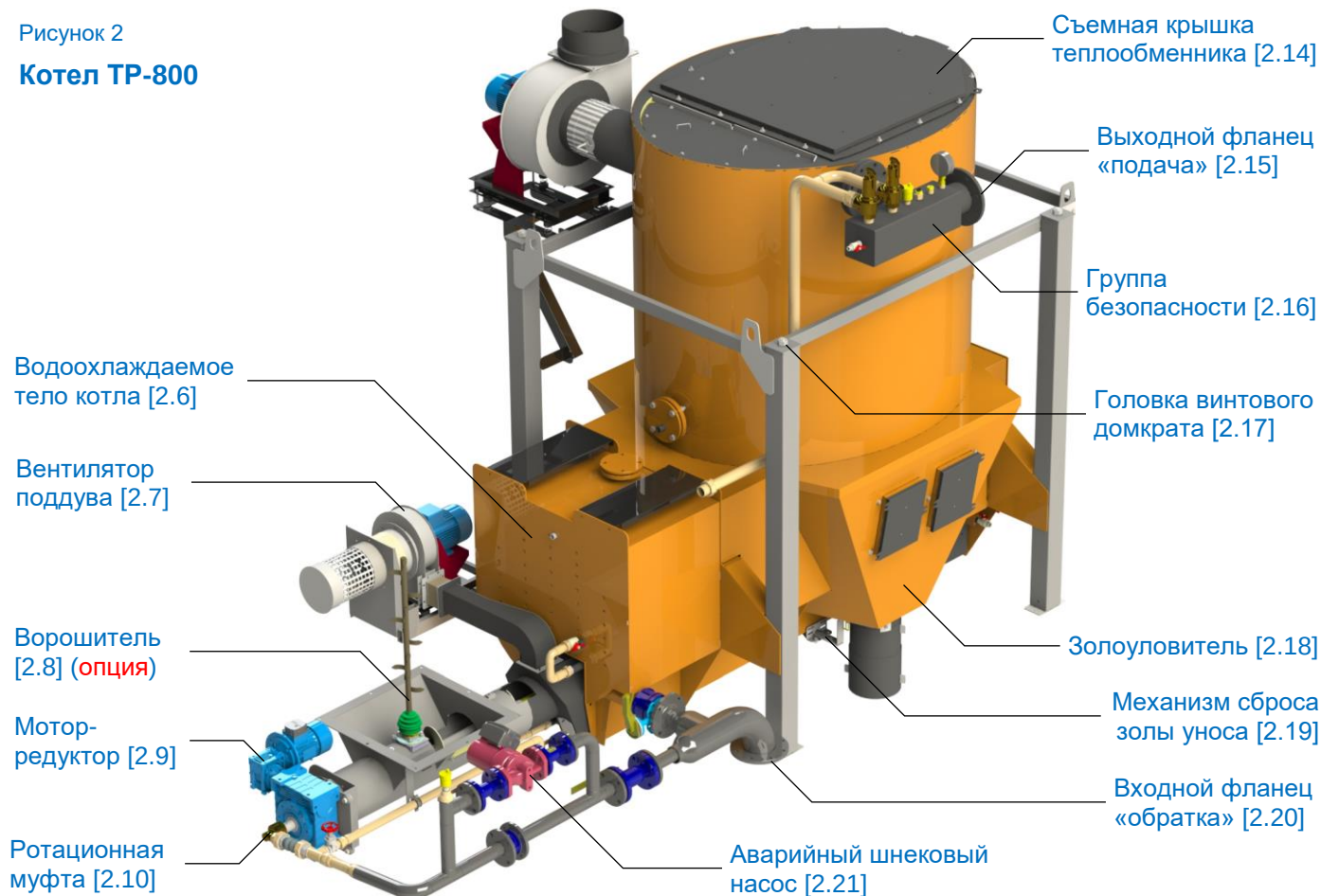


Рисунок 2

Котел ТР-800



Основные узлы котлов ТР указаны на рисунках 2, 3 (на примере котла ТР-800):

- несущая рама [2.2]; топливный бункер [2.12] с вибратором и подогревателями (опция) [2.13];
- узел подачи с «холодным» шнеком [3.5], мотор-редуктором [2.9] и ворошителем (опция) [2.8];
- тело котла [2.6]; теплообменник [2.1]; линейная горелка [3.3] с «горячим» шнеком [3.4];
- вентилятор поддува [2.6], дымосос [2.11]; золоуловители [2.18]; механизм сброса золы [2.19];
- контроллер с датчиками; электрошкаф; группа безопасности [2.16] с КИП и клапанами;
- аварийный насос [2.21] (у котлов ТР 300–800 кВт); сменный зольник [2.5]; набор инструмента.

Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла

Таблица 3. Комплектующие изделия

ТР 60–200 кВт	ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200
Контроллер (блок автоматики)	«Терморобот Heater» («Тепловые машины»)			
Вибратор бункера электрический	120 Вт, 1 фаза			
Ротационные муфты шнековые	¾" (2 шт. — передняя и задняя, пр-во «Тепловые машины»)			
Предохранительные клапаны	на группе безопасности — 3 бара; на горелке — 6 бар («ТД АДЛ»)			
Дымосос [2.11] («НЭМЗ Тайра»)	ВР 280-46-2КЖ, 550 Вт 1 500 об./мин		ВР 280-46-2,5КЖ 550 Вт, 1 500 об./мин	
Регулятор частоты дымососа	750 Вт (Innovert)			
Вентилятор поддува [2.6] («НЭМЗ Тайра»)	ВР 280-46-20 370 Вт, 1 500 об./мин		ВР 280-46-2,50 550 Вт, 1 500 об./мин	
Регулятор частоты вентилятора	550 Вт (Innovert)			750 Вт (Innovert)
Мотор-редуктор [2.9];	DRV 040/090.600, 250 Вт, 1 фаза («ПП Европривод»)			
Сменный зольник [2.5]	0,9 м³, 2 отверстия	0,9 м³, тип 1 («Тепловые машины»)		

ТР 300–800 кВт	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800
Контроллер (блок автоматики)	«Терморобот Heater» («Тепловые машины»)			
Вибратор бункера электрический	120 Вт, 1 фаза			
Ротационные муфты шнековые	¾" (2 шт, «Тепловые машины»)		1" (2 шт., «Тепловые машины»)	
Предохранительные клапаны («ТД АДЛ»)	на группе безопасности — 3 бар на горелке — 6 бар		на группе безопасности — 4,5 бара на горелке — 6 бар	
Шнековый аварийный насос [2.21]	LRP 25-80/180 (LEO или аналог)			
Дымосос [2.11] («НЭМЗ Тайра»)	ВР 280-46-2,5КЖ 550 Вт, 1 500 об./мин		ВР 280-46-3,15КЖ 1 500 Вт, 1 500 об./мин	
Регулятор частоты дымососа	750 Вт (Innovert)		2 200 Вт (Innovert)	
Вентилятор поддува [2.6]	ВР 240-26-2,50, 1 500 Вт, 3 000 об./мин («НЭМЗ Тайра»)			
Регулятор частоты вентилятора	2 200 Вт (Innovert)			
Мотор-редуктор [2.9] («ПП Европривод»)	DRV 040/090.600 250 Вт, 3 фазы	DRV 040/090.600 370 Вт, 3 фазы	DRV 050/110.500 550 Вт, 3 фазы	DRV 050/110.500 750 Вт, 3 фазы
Сменный зольник [2.5]	0,9 м³, тип 1	0,9 м³, тип 2	1,4 м³ («Тепловые машины»)	



Производительставляет покупателям серийные комплектные котлы ТР 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, находящихся в эксплуатации.

Описание работы узлов и систем

Общие сведения

Котлы ТР 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 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, поэтому возможны некоторые расхождения между описанием и фактическим исполнением продукции, не ухудшающие ее характеристик.

Описание составных частей изделия

Рама и топливный бункер

Котлы ТР 100–300 кВт имеют моноблочное исполнение, в них все элементы располагаются на общей стальной несущей раме. Котлы ТР 400–800 кВт состоят из двух блоков (рисунок 2), на первой раме монтируется тело котла с жаротрубным теплообменником, на второй — бункер с узлом подачи. Блоки транспортируются отдельно, и по месту собираются в единую конструкцию.

Несущие стойки котла [2.2] раздвижные, котел поднимается в рабочее положение с помощью встроенных винтовых домкратов [2.17]. Модели 100–300 кВт содержат 6 домкратов, а 400–800 кВт — 8 штук (по 4 в каждой раме). Габаритные чертежи котлов ТР в рабочем положении доступны на сайте завода ([QR-код справа](#)).



Узел шнековой подачи топлива

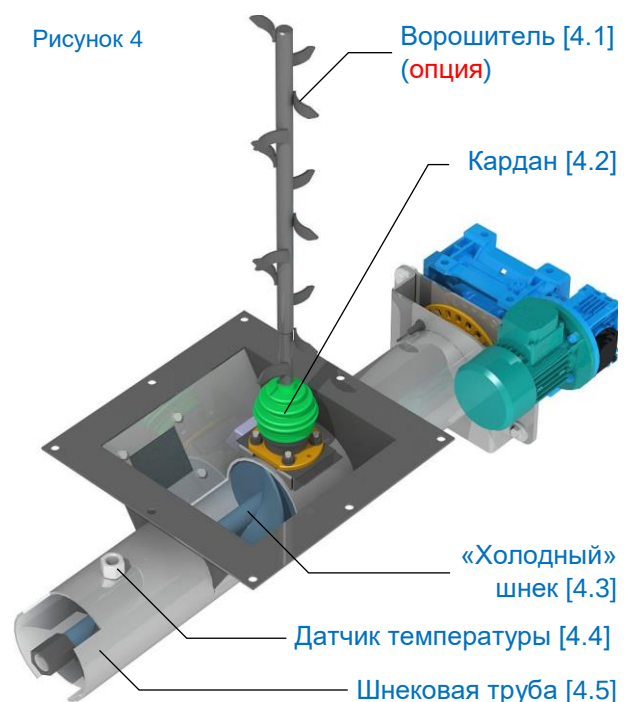
В котлах ТР используется винтовой питатель с 2-ступенчатым мотор-редуктором. Топливо из бункера под действием собственного веса поступает в течку механизма, а затем «холодным» шнеком [4.3] дозированно подается в топку. Спираль шнека выполнена с разрывами, исключаящими заклинивание механизма при условии, что размер кусков топлива и породы не превышает 50–70 мм.

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

Для бесперебойного осыпания топлива на стенке бункера расположен электрический вибратор, также внутри бункера можно установить эффективный «падающий» ворошитель [4.1] ([патент № 2467251](#)).

Он обеспечивает работоспособность котла при загрузке топлива, склонного к слипанию (влажного, с большим содержанием пыли). Стальной прут с зацепами соединен со шнеком с помощью конической зубчатой пары и кардана [4.2]. При работе он вращается по оси и может падать в любую сторону, передвигаясь по стенкам конуса осыпания и выгребая топливо до стенок бункера. Надежной подаче

Рисунок 4



мерзлого угля способствует управляемая контроллером система электрического подогрева нижней части стенок бункера (ворошитель и нагревающие пластины устанавливаются по запросу заказчика).

Подача топлива в топку происходит циклически. Количество топлива, подаваемого за цикл, зависит от требуемой теплопроизводительности котла, и может меняться в широких (10–100%) пределах. Подача топлива небольшими порциями способствует его полному сгоранию и обеспечивает высокие экологические показатели котлов ТР. 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 [5.1] с форсунками подачи первичного [5.2] и вторичного [5.3] воздуха, и водоохлаждаемого шнека [5.5], 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 в топке).

Водоохлаждаемые лопасти шнека непрерывно ворошат горящее топливо, обеспечивая доступ воздуха к каждому его кусочку и исключая локальный перегрев и шлакование. Одновременно шнек выталкивает золу из зоны горения, поэтому ее ручное удаление не требуется. Проходя по водоохлаждаемому ложу горелки, зола остывает и сыпается во внешний сменный зольник.



Рисунок 5
Горелка

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 могут использоваться разные модификации «горячего» шнека, отличающиеся количеством и схемой расположения лопаток.

Топка и жаротрубный теплообменник

Топка котла ТР состоит из стального водоохлаждаемого корпуса и линейной горелки Терморобот.

Спереди топка закрывается дверцей со смотровым отверстием, в рабочем положении она уплотняется стекловолоконным шнуром. Дверца теплоизолирована слоем минеральной ваты и снаружи закрыта защитным кожухом.

Изнутри топка частично футерована асбестовым картоном и шамотным кирпичом (применяются различные схемы футеровки). Топка имеет большой объем и перегороджена керамической пластиной-дожигателем, формирующей поток раскаленных газов длиной более 3 м. Благодаря наличию футеровки и сбалансированной подаче вторичного воздуха [6.2]

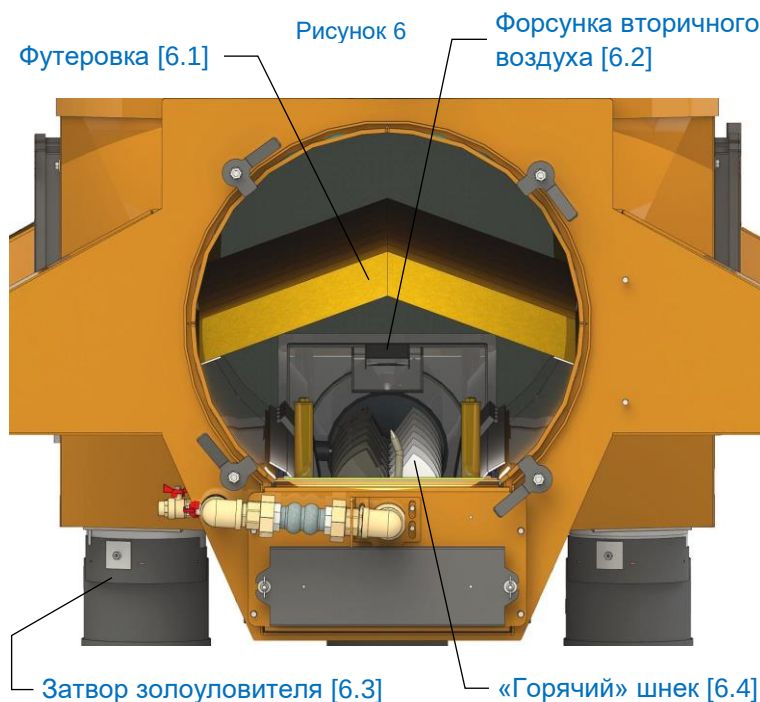
в топке создаются условия, обеспечивающие полное сгорание летучих компонентов топлива.

Жаротрубный теплообменник [2.1] представляет собой съемный узел. Срок его службы не менее 10 лет, при нормальной эксплуатации котла он не требует замены или ремонта.

Дымогарные трубы теплообменника вынесены за пределы топки и не препятствуют сжиганию пиролизных газов, в него поступают уже полностью сгоревшие раскаленные дымовые газы, что позволяет свести к минимуму химический недожог. Теплообменник имеет 5 последовательно расположенных ходов, это обеспечивает эффективный отбор тепла у уходящих газов, их температура на выходе из котла не превышает 150–180°C (таблица 2). За счет малого химического недожога и низких потерь тепла котлы ТР имеют высокий КПД (около 86%).

Тепло от горящих в топке газов передается теплоносителю через стенку корпуса, а водоохлаждаемые горелка и шнек отбирают тепло непосредственно от горящего угля, что характерно для топок с «кипящим слоем». Это очень эффективный способ теплообмена, поэтому в котлах ТР таким способом снимается и передается в систему около 50% выработанного тепла, а это позволяет существенно снизить габариты и металлоемкость теплообменника.

Вертикальное расположение дымогарных труб теплообменника препятствует осаждению в них твердых частиц и снижает затраты на обслуживание котла. Котлы комплектуются набором инструмента, в него входит ёрш, совок, кочерга и щуп для прочистки сопел горелки. Для чистки газовоздушного тракта и горелки предусмотрен ряд технологических лючков. Снаружи теплообменник теплоизолирован слоем минеральной ваты и закрыт декоративным кожухом.



У стальных водоохлаждаемых элементов котла, работающих при высоких температурах, принята следующая толщина стенок (в миллиметрах).

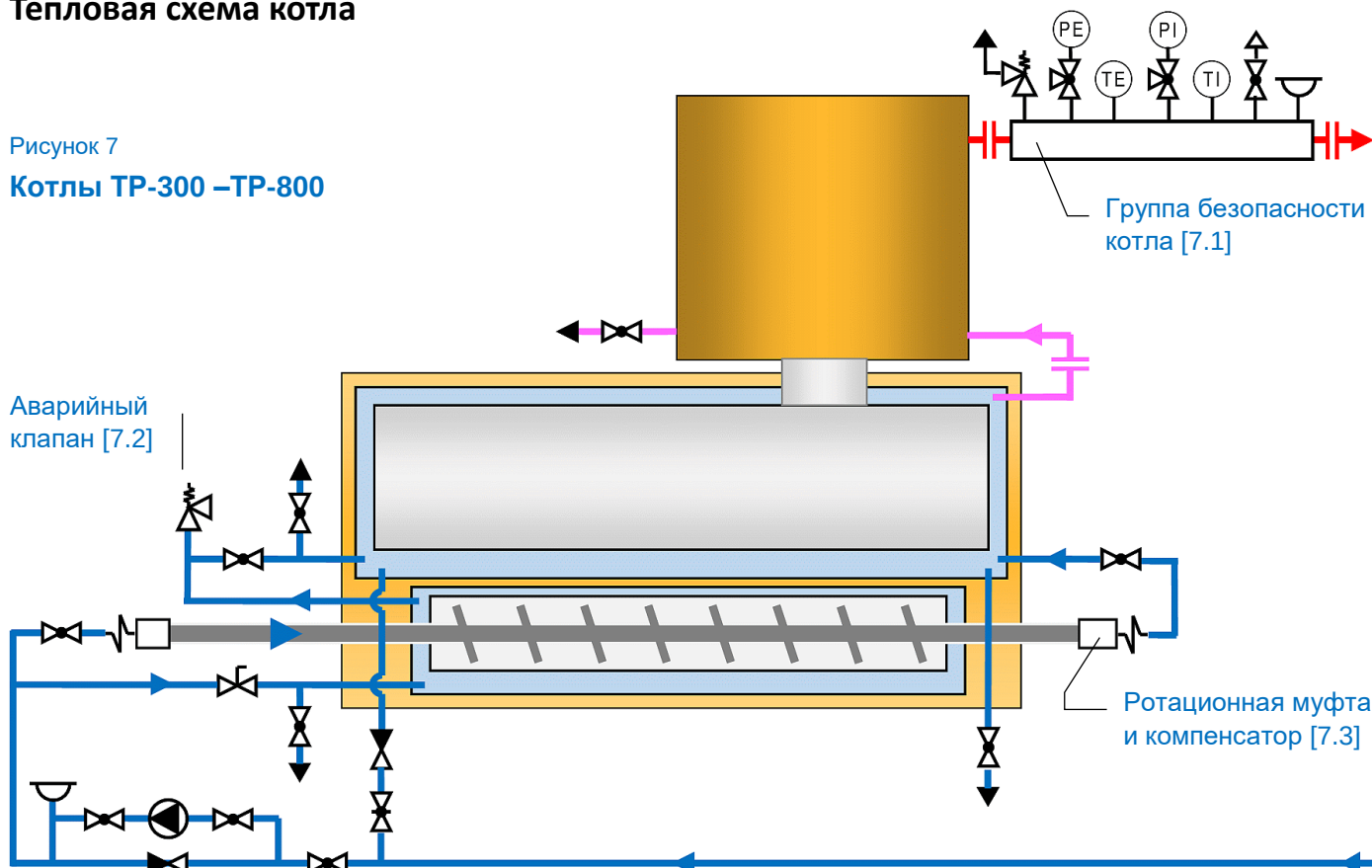
Таблица 4, Толщина стенок

Элемент конструкции	TP-60	TP-100	TP-150	TP-200	TP-300	TP-400	TP-600	TP-800	Сталь
Внутренняя обечайка тела топки	4	6			6	8			сталь 20
Ложе линейной горелки	4	5			5	6			09Г2С
Дымогарные трубы теплообменника	5			5			котловая		
Внешняя обечайка теплообменника	4			5			сталь 20		
Осевая труба «горячего» шнека	4,5			5			сталь 20		

Тепловая схема котла

Рисунок 7

Котлы TP-300 –TP-800



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

Водоохлаждаемые корпус котла, горелка и оба шнека 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 [T2], разветвляется на три потока. Основной поток подается в водяную рубашку тела котла; часть воды проходит через горелку, а остальная вода через ось и лопатки шнеков. Балансировка потоков осуществляется с помощью дискового затвора и регулирующего вентиля. Затем вода поступает в жаротрубный теплообменник, а из него через группу безопасности котла в подающий трубопровод [T1].

Шнек непрерывно ворошит горящий уголь, поэтому около 50% выделяющейся в нем тепла сразу 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°C, а на выходе +75°C, то в теплообменник она поступает уже нагретой до +65°C, в таких условиях кислотный конденсат из дымовых газов не образуется, это обеспечивает надежность и долговечность теплообменника. Благодаря такой осо-

бенности котлов ТР в котельных Терморобот нет необходимости устанавливать 3-ходовые клапаны или иные схемы подмеса воды.

Для принудительного охлаждения «горячего» шнека, горелки и теплообменника при отключении электроснабжения используется аварийный насос, подключенный к ИБП (в котлах ТР мощностью от 300 до 800 кВт он входит в базовую комплектацию). Согласно п. 13.33и СП 89.13330.2016 г. с изм. от 15.12.21 г. такой системой должны комплектоваться все котельные на базе твердотопливных котлов. Производительность насоса должна быть 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 является гарантийным случаем.

«Холодный» и «горячий» водоохлаждаемые шнеки подключены через переднюю [7.3] и заднюю ротационные муфты, обеспечивающие вращение шнеков. Резиновые вставки компенсируют тепловое расширение горячего шнека.

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 горелки или шнека не сливая воду из котлового контура.



В состав котла ТР входит группа безопасности [7.1]. На ней установлены КИП и 1 или 2 предохранительных клапана, защищающих котлы от превышения давления более чем на 10% от расчетного значения, также предусмотрен сбросной клапан на горелке [7.2]. 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 вентилятора.

В котлах ТР используется уравновешенная тяга, то есть напор, создаваемый вентилятором поддува, синхронизирован с принудительной тягой, создаваемой дымососом. поэтому в базовую комплектацию котлоагрегата включена согласованная пара тягодутьевых устройств, и замена их при ремонте на другие модели не рекомендуется. Точная балансировка потока газов достигается независимой регулировкой частоты вращения дымососа и вентилятора.

В котлах ТР применяются промышленные дымососы и вентиляторы российского завода «Тайра», (г. Новосибирск). Исполнение дымососа — коррозионно- и жаростойкое (КЖ). За счет использования эффективного 5-ходового теплообменника температура дымовых газов на выходе из котла составляет 120–150°C, это обеспечивает сравнительно 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.

Электрооборудование и котельная автоматика

Работу котла обеспечивает контроллер «Терморобот Heater», который в соответствии с заложенной в него программой управляет двигателями дымососа, вентилятора, мотор-редуктора и аварийного шнекового насоса (при наличии), а также приводом 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 и другие электронные компоненты смонтированы в шкафу индивидуального изготовления в исполнении IP54 с принудительным воздушным охлаждением и фильтрами. Для защиты от влаги и проводящей угольной пыли контроллер установлен 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 5 указана паспортная мощность установленных электрических механизмов и уровень потребляемой ими электрической энергии при работе котла на номинальной тепловой мощности.



Таблица 5, Электрическая мощность механизмов, Вт

Механизм	TP-60	TP-100	TP-150	TP-200	TP-300	TP-400	TP-600	TP-800
Вентилятор поддува	370		550			1 500		
Дымосос			550				1 500	
Аварийный шнековый насос		—				200		
Мотор-редуктор узла подачи угля			250			370	550	750
Блок котельной автоматики				50				
Электрический вибратор				120				
Электропривод золоуловителя				50				
Суммарная мощность, Вт								
— установленная	1 390		1 570		2 720	3 790	3 970	4 170
— расчетная потребляемая	1 210		1 390		2 540	3 590	3 730	3 890

По согласованию с заказчиком котел может быть укомплектован следующими элементами:

- автоматическая система электрического подогрева стенок топливного бункера (120 Вт);
- преобразователь частоты мотор-редуктора 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 или коллектору.

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

Требования и рекомендации производителя

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

Выбор конфигурации котельной

В котельных рекомендуется устанавливать однотипные котлы ТР. Их количество (от 2 до 6 штук) выбирается с учетом необходимой мощности и категории надежности отпуска тепла (смотреть п. 4.16 СП 89.13330.2016).

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 БМК сравнительно большого количества котлов повышает надежность теплоснабжения, так как отключение одного котла не скажется на потребителях, это особенно важно для автоматических БМК, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Увеличении 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. При этом в котельную с присоединенной нагрузкой 5,6 МВт можно установить 8 котлов ТР-800 (7 в работе, 1 в резерве), избыточность при этом составит 1/7 (14%), но будет обеспечена необходимая надежность теплоснабжения: при отказе 1 (любого) котла оставшиеся выдадут 100% необходимой мощности.

Требования к месту установки и к расположению котлов ТР

Исполнение котлов ТР 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 котла 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.

Котлы ТР поставляются с бункером объемом 1 / 1,3 м³. При установке котла в капитальное или быстровозводимое здание котельной над штатным бункером обычно устанавливается дополнительный бункер объемом до 9–10 м³, это увеличивает время работы котла на одной загрузке. В этом случае бункер котла выступает как присоединительный элемент. При проектировании больших бункеров следует руководствоваться требованиями **СП 89.13330.2016**, в частности, **п. 6.25** (расстояние между котлами и другими элементами БМК) и **п. 13.33** (угол наклона стенок бункера).



Увеличенный бункер должен опираться на собственные несущие стойки, так как штатные опоры котла не рассчитаны на большую нагрузку (11 м³ угля весят 9 т).

Суммарный объем бункера не должен превышать 11 м³ так как давление столба топлива может привести к заклиниванию механизма подачи, работа котла при этом будет нарушена.

Высота потолков в котельной должна быть не ниже 4,5–5 м для того, чтобы обеспечить возможность механизированной загрузки топлива и чистки теплообменника через съемную крышку [2.14].

Загрузка топлива и утилизация золы

Механизированная загрузка топлива в штатный бункер обычно производится изнутри котельной, а в увеличенный — снаружи через люк в кровле. Топливо россыпью засыпается фронтальным автопогрузчиком, скиповым механизмом или конвейером. Можно использовать кран-балку или бортовой кран, в этом случае топливо заранее фасуется в мешки или стальные емкости объемом 1–1,5 м³. Способ загрузки топлива не влияет на выработку тепла, заказчик выбирает его на стадии проектирования 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 данного свода правил. Для учета расхода топлива в контроллере котла ТР и в диспетчерской программе реализован счетчик частоты и длительности циклов подачи топлива (п. 13.33ж СП 89).



Ручная загрузка топлива в горелку котла ТР не предусмотрена и не допускается.

В рабочем положении зольник располагается под телом котла, либо под днищем БМК, для этого она устанавливается на фундамент. При нормальной работе котла ТР в его топке поддерживается разрежение 20–100 Па, поэтому съемный зольник (или вход конвейерной системы золоудаления) должен 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 колодцев или открытых емкостей запрещено.

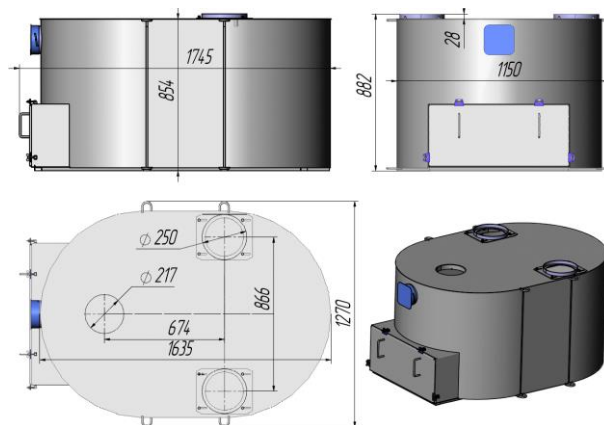
При отсоединенном зольнике нарушается правильное распределение потока газов, это делает работу котла менее эффективной и более опасной, так как дымовые газы попадают в помещение котельной, а вылетающие из топки искры могут привести к пожару.

Объем зольника рассчитан на сбор золы, образующейся при сжигании 1–2 полных бункеров угля (в зависимости от его зольности). Для удобства эксплуатации котлов желательно предусмотреть дополнительный комплект зольников, для их складирования потребуется бетонированная площадка.

Конструкция зольника допускает как механизированную (бортовым краном), так и ручную (с помощью лопаты) очистку от золы.

Пустой зольник объемом 0,9 м³ (котлы ТР-60 – ТР-400) весит 80 кг, наполненный золой — 550 кг, а зольник объемом 1,4 м³ (котлы ТР-600, ТР-800, см. рисунок 9) — 150 и 900 кг соответственно.

Рисунок 9



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** (каменный длиннопламенный), 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%**.

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.



При использовании 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).

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 2–3 тонны угля, специалисты проведут пробное сжигание и дадут информацию о фактической мощности котла и порекомендуют оптимальный режим сжигания угля, либо сообщат о невозможности использования данного угля в котлах ТР.

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, щепы, 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, способ подачи топлива (бункер, загружаемый с улицы) и золоудаления (герметичный сменный зольник) минимизируют количество пыли и золы в помещении котельной. Воздух, выбрасываемый в атмосферу системой вентиляции, практически не содержит загрязняющих веществ, поэтому аспирационная установка как правило не требуется.

В топку котлов ТР допускается подавать воздух как с улицы, так и изнутри котельной, в этом случае должен быть обеспечен достаточный приток воздуха в котельный зал. При работе котла ТР на мощности 100 кВт расход рекомендованного угля (**ЗБОМ**) составляет 20–21 кг/ч. Для сжигания 1 кг такого угля требуется около 5 м³ воздуха, а суммарный расход с учетом коэффициента избытка воздуха

$\alpha=1,6$ составляет около $160 \text{ м}^3/\text{ч}$ на каждые 100 кВт тепловой мощности котла, то есть, для работы котла ТР-800 нужен приток воздуха $8 \times 160 = 1280 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Объем уходящих газов составляет $230\text{--}250 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 100 кВт в зависимости от марки угля.

Потери тепла с поверхности котлов ТР-600, ТР-800 составляет $3\text{--}4 \text{ кВт}$ (около $0,5\%$ тепловой мощности котла). При установке котлов ТР в блочно-модульные или стационарные котельные малой площади тепловыделение котлов и вспомогательного оборудования может оказаться избыточным, что необходимо учитывать при проектировании системы вентиляции и отопления здания котельной.

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 рН на оптимальном уровне, связывает остаточный кислород и обеспечивает равномерную защитную пленку на поверхности металла. Также реагент может применяться в системах отопления и ГВС.

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 ТР

При проектировании котельной на базе котлов ТР необходимо учитывать, что линейная горелка и шнек работают в напряженном тепловом режиме, поэтому 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 должен быть строго определенным, а именно, **$5,5\text{--}5,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ на каждые 100 кВт тепловой мощности котла.**



Если поток воды будет меньше $4,5\text{--}5 \text{ м}^3/\text{ч}$, ускорится износ шнека, если же поток будет больше $6 \text{ м}^3/\text{ч}$, зона горения охладится и несколько снизится эффективность сжигания угля.

Для контроля потока на входе или выходе каждого котла ТР рекомендуется установить механический расходомер с импульсным выходом, он подключается 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 точно измерять текущую мощность каждого котла при режимной наладке котельной, для этого в контроллере предусмотрен режим технологического (не коммерческого) тепловычисления.

В состав котлов ТР $300\text{--}800 \text{ кВт}$ входит аварийный шнековый насос, работающий от ИБП. Его задача — при отключении электроснабжения отвести избыточное тепло из зон горения и устранить закипание воды в горелке, шнеке 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.

Проток 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 или 100/85°C.

Гидравлическое сопротивление теплообменника по нагревающей стороне должно быть не более 4–5 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 малой 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 \(с изменениями 1–3\)](#).

В таблице 7 приведены марки насосов серии **CNP TD**, которые применяются в котловой насосной группе серийных 2-контурных БМК Терморобот. Возможно использование насосов других производителей. Насосы мощностью более 3 кВт рекомендуется укомплектовать частотными регуляторами.

Таблица 7, Насосы котлового контура

2×300	65-15G/2 (2,2 кВт, 13,5 мвс) 65-20G/2 (3 кВт, 18,5 мвс)	3×800	125-14G/4 (7,5 кВт, 13 мвс)
		4×600	125-19G/4 (11 кВт, 19 мвс)
2×400 3×300	80-13G/2 (3 кВт, 13–14 мвс) 80-18G/2 (4 кВт, 18–19 мвс)	4×800	150-12,5G/4 (11 кВт, 14 мвс) 150-18G/4 (15 кВт, 18 мвс)
2×600 3×400	100-15/2 (4 кВт, 13,5 мвс) 100-17G/2 (5,5 кВт, 18,5 мвс)	5×800 6×800	200-15Q/4 (15 кВт, 15–16 мвс) 200-16/2 (18,5 кВт, 14–19 мвс)
2×800	100-17G/2 (5,5 кВт, 15 мвс) 100-22G/2 (7,5 кВт, 20 мвс)	8×800	200-14,5/4 (22 кВт, 16 мвс)

При выборе циркуляционных насосов необходимо учитывать их рабочую температуру. На выходе из котлов ТР 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. Номинальное давление котлов ТР-60 – ТР-400 составляет 2,5 кгс/см², а котлов ТР-600, ТР-800 — 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 используется 3-фазная сеть с напряжением 380 В ±10% с частотой 50 Гц ±10%.

Все установленное оборудование предназначено для 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 и другое тепловыделяющие оборудование.

Системы и механизмы, от которых зависит надежность и безопасность работы котла (контроллер, мотор-редуктор, аварийный шнековый насос), рекомендуется запитать от аккумуляторного источника бесперебойного питания (ИБП). В котельных на базе 4 и более котлов ТР-800 целесообразно использовать промышленные 3-фазные инверторы (МАП Sin Hibrid или аналог) мощностью $3 \times (3-6 \text{ кВт})$. В ИБП следует применять специальные аккумуляторы, предназначенные для систем бесперебойного электропитания (Delta DTM или аналог). Это герметизированные необслуживаемые изделия, для их размещения не требуется аккумуляторная комната. При правильной эксплуатации срок службы такого аккумулятора составляет около 12 лет, что сравнимо с расчетным сроком эксплуатации котельной.

Емкость аккумулятора ИБП должна обеспечивать 6–8-часовую работу систем безопасности котлов ТР с учетом алгоритма их работы в нештатной ситуации. В пересчете на 1 котел ТР-800 требуется аккумулятор емкостью 100–120 А×ч, а на 1 котел ТР-600 достаточно 60–80 А×ч.

При отключении электроэнергии аварийные шнековые насосы котлов ТР включаются в работу не одновременно, а по очереди, это защищает ИБП от возникновения чрезмерных пусковых токов. Величина задержки запуска насоса задается в настройках контроллера котла.