



ТЕРМОРОБОТ

АВТОМАТИЧЕСКИЕ МОДУЛЬНЫЕ УГОЛЬНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

автоматических твердотопливных
водогрейных отопительных котлов

Терморобот®
TR-1600

ООО «ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ»

2023 г.

Оглавление

Важная информация	3
Отличительные особенности котельного оборудования Терморобот®	3
Защита интеллектуальной собственности	3
Описание котла Терморобот® TP-1600	4
Информация о котле	4
Обозначение и маркировка	4
Назначение и краткое описание	4
Основные технические характеристики	5
Состав котла TP-1600	7
Общий вид изделия	7
Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла	8
Перечень технической документации	8
Упаковка и подготовка изделия к транспортировке	9
Устройство и принцип работы котла TP-1600	10
Описание работы узлов и систем	11
Общие сведения	11
Описание составных частей изделия	11
Узел шнековой подачи топлива (винтовой питатель)	11
Линейная горелка Терморобот	12
Топка и жаротрубный теплообменник	13
Тягодутьевой тракт	14
Тепловая схема котла	15
Электрооборудование и котельная автоматика	16
Проектирование котельных на базе котлов Терморобот TP-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	18
Требования к топливу	18
КПД и экологические показатели	19
Информация для расчета шумовых характеристик котельных	20
Требования к системам вентиляции и отопления	20
Применяемый теплоноситель и требования к водно-химическому режиму	20
Требования к потоку теплоносителя через котел TP-1600 и выбор насосов ...	20
Требования к электроснабжению и размещению электрооборудования	22
Информация о производителе	22
Сертификаты	23

Важная информация

В настоящем документе приведены сведения о конструкции, особенностях, технических характеристиках и правилах эксплуатации автоматических твердотопливных котлов Терморобот ТР-1600.

Отличительные особенности котельного оборудования Терморобот®

Особенностью котлов ТР является применение в них горелочного устройства нового типа: **линейной (канально-шнековой) 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 каждая с независимыми узлами подачи топлива и поддува воздуха.

Защита интеллектуальной собственности

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



Разработчиком и единственным производителем котлов ТР-1600 является ООО «Тепловые машины», ИНН 5445038456, Новосибирская область, г. Бердск (далее — «завод», «производитель»).



Использование названия **Терморобот** 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 оборудования Терморобот требуйте от продавца документы, подтверждающие происхождение товара и его тип.

Покупайте продукцию Терморобот у уполномоченных заводом 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 отдела маркетинга завода.

Описание котла Терморобот® ТР-1600

Информация о котле

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.

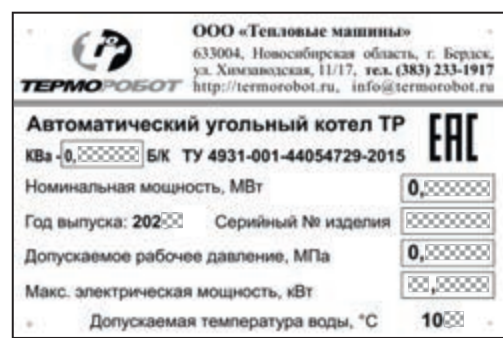
Мощность котла, кВт	Обозначение по ГОСТ 30735	Обозначение по ТУ
1 600	КВа-1,6 Б/К	ТР-1600

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



На котлах других производителей шильдики выглядят иначе, либо отсутствуют.

Котлы ТР-1600 соответствуют требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», что подтверждается сертификатом на тип продукции № ЕАЭС RU СТ-RU.КА01.00337 и декларацией соответствия № ЕАЭС N RU Д-RU.КА01.В.27291/20.



Назначение и краткое описание

Котлы ТР-1600 предназначены для выработки тепловой энергии для автономного теплоснабжения и горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов и зданий производственного и социально-культурного назначения.

Котлы ТР-1600 используются при строительстве стационарных и транспортабельных блочно-модульных котельных (БМК) Терморобот мощностью от 2 до 25 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 параллельно (например, **БМК Терморобот 12×1600 кВт**).




Котлы ТР-1600 применяются в системах отопления закрытого типа, разбор воды из котлового контура циркуляции на нужды горячего водоснабжения (ГВС) не допускается!

Основные технические характеристики

Таблица 2, Технические характеристики

Марка котлоагрегата	ТР-1600
Номинальная теплопроизводительность ⁽¹⁾ , кВт (Гкал/ч)	1 600 (1,376)
Рабочий диапазон изменения теплопроизводительности ⁽¹⁾	20–105% от номинала (при одновременной работе обеих горелок)
КПД-брутто котла ^{(1)(2)*}	87–89% (класс 1 по ГОСТ 30735-2001)
* При работе в оптимальных условиях. В среднем по году КПД котла может быть несколько ниже.	
Режим работы	Непрерывный, автоматизированный. Допускается работа без постоянного присутствия обслуживающего персонала
Режимы (методы регулирования) теплопроизводительности	<ul style="list-style-type: none"> • автоматический по температуре подачи теплоносителя; • автоматический погодозависимый (по уличной температуре); • с понижающим коэффициентом (в % от номинальной); • ручной (задается длительность подачи угля в секундах); • «старт–стоп» (поддержание минимального горения)
Основные (рекомендуемые) виды топлива	<ul style="list-style-type: none"> • уголь бурый ЗБ фракции М (13–25 мм), ОМ (13–50 мм); • древесные пеллеты
Резервное (допустимое) топливо	Уголь ЗБ (бурый), Д (каменный длиннопламенный) фракции 0–70 мм
Удельный расход топлива * — условное топливо — рекомендуемый уголь	170 кг/Гкал около 240 кг/Гкал (при низшей теплоте сгорания 4 950–5 000 ккал/кг)
* При работе котла в оптимальных режимах. В среднем по году расход топлива может быть несколько выше.	
Расход угля ⁽¹⁾⁽²⁾ , кг/ч (кг/сутки)	330 (8 000)
Объем (вес) загружаемого угля при насыпной плотности 0,82 т/м ³	Штатный бункер котла 3,6 м ³ (3 т); С учетом увеличения бункера в БМК — до 12–13 м ³ (10–11 т)
Объем сменного зольника, м ³	1,6
Объем топки, м ³	1,6–1,9
Площадь зеркала горения	2 горелки площадью 0,59 м ² каждая
 Указана площадь (Д×Ш) ложа 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.	
Номинальное давление в топке, Па	от –20 до 0
Рекомендуемый коэффициент избытка воздуха (α) ⁽¹⁾⁽²⁾	1,45–1,60
Объем уходящих газов при рекомендованном значении α , м ³ /ч ⁽¹⁾⁽²⁾	4 000
Содержание СО в дымовых газах ⁽¹⁾⁽²⁾	соответствует классу 1 по ГОСТ 30735-2001
Температура дымовых газов на выходе из котла ⁽²⁾ , не более, °С	160
Диаметр дымового патрубка, мм	400
Количество ходов теплообменника	Вертикальная жаровая труба + 4 хода дымогарных труб
Аэродинамическое сопротивление газового тракта, Па, не более	600

Объем теплоносителя в котле, м ³	1,6
Рекомендуемый проток воды, м ³ /ч	Около 90
Поверхность теплообмена, м ²	44
 В котле ТР 1600 около 50% выработанного тепла передается теплоносителю через водоохлаждаемые горелки, шнеки и тело котла, остальные 50% — через жаротрубный теплообменник.	
Гидравлическое сопротивление	около 0,1 кгс/см ² (1 метр водяного столба, МВС)
Давление теплоносителя, кгс/см ² (МПа) — рабочее (при t воды 95°C); — срабат. аварийного клапана; — испытательное	4,0 (0,40) 4,5 (0,45) 6,0 (0,60)
Температура теплоносителя, °С — на выходе из котла («подача») — на входе в котел («обратка»)	не более 105 не менее 60
Подключение (типоразмер фланца) — вход в котел; — выход (на группе безопасности)	Ду125 Ду150
Род и напряжение электропитания	3 фазы, 380 В ±10%, 50 Гц ±10%
Установленная мощность электрооборудования, кВт	10,8
Удельный расход электроэнергии	7,8 кВт×ч на 1 Гкал выработанного тепла
Масса ⁽⁴⁾ , кг — тело котла с теплообменником — рама + бункер + узел подачи	4 500 1 000
Климатическое исполнение	общеклиматическое, категория размещения 4.2 по ГОСТ 15150
Расчетный срок службы ⁽³⁾ , лет	10

Примечания:

- ⁽¹⁾ При работе на основном (рекомендованном) виде топлива. При работе котла ТР-1600 на других видах 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.

Состав котла ТР-1600

Общий вид изделия

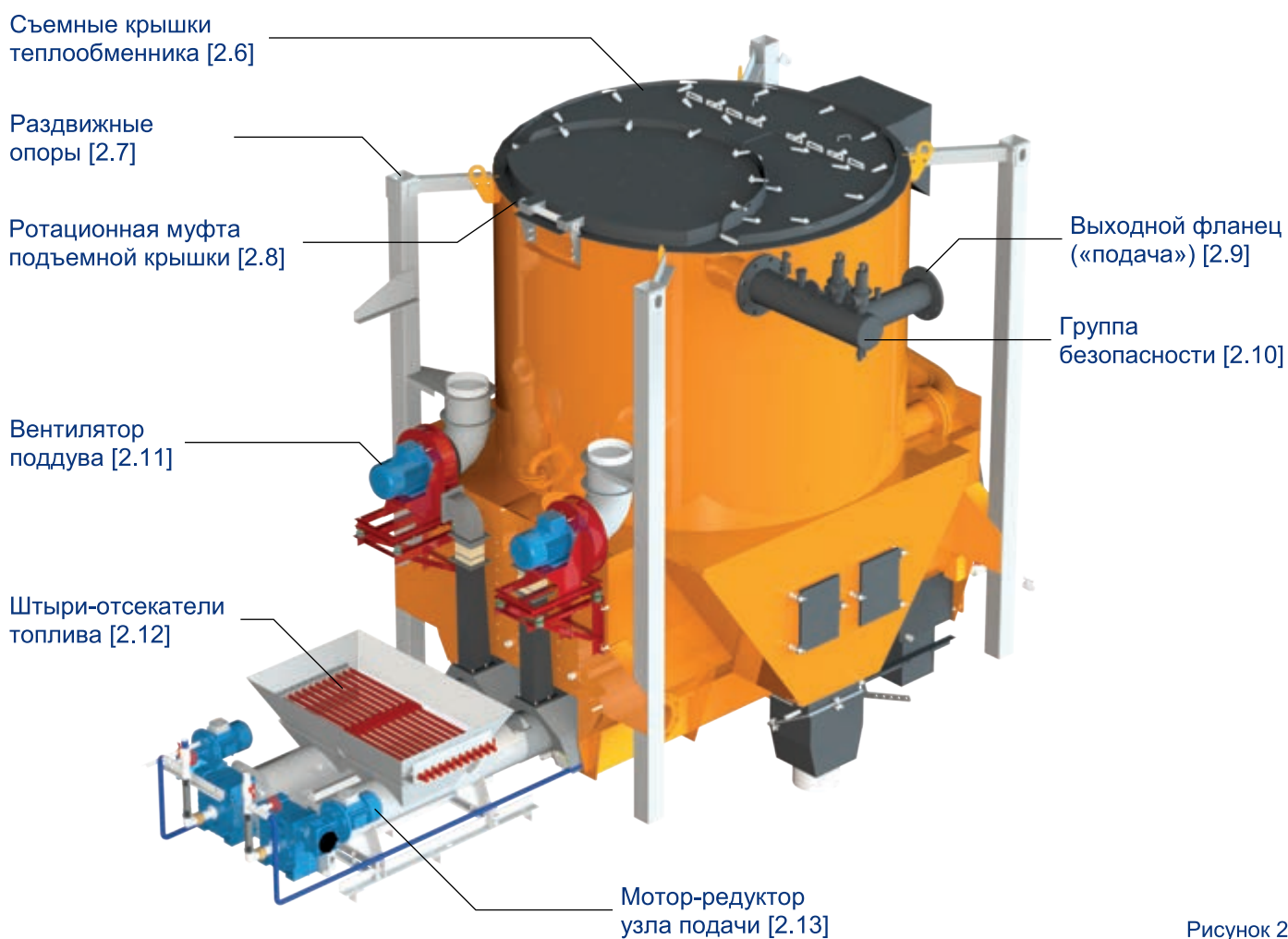
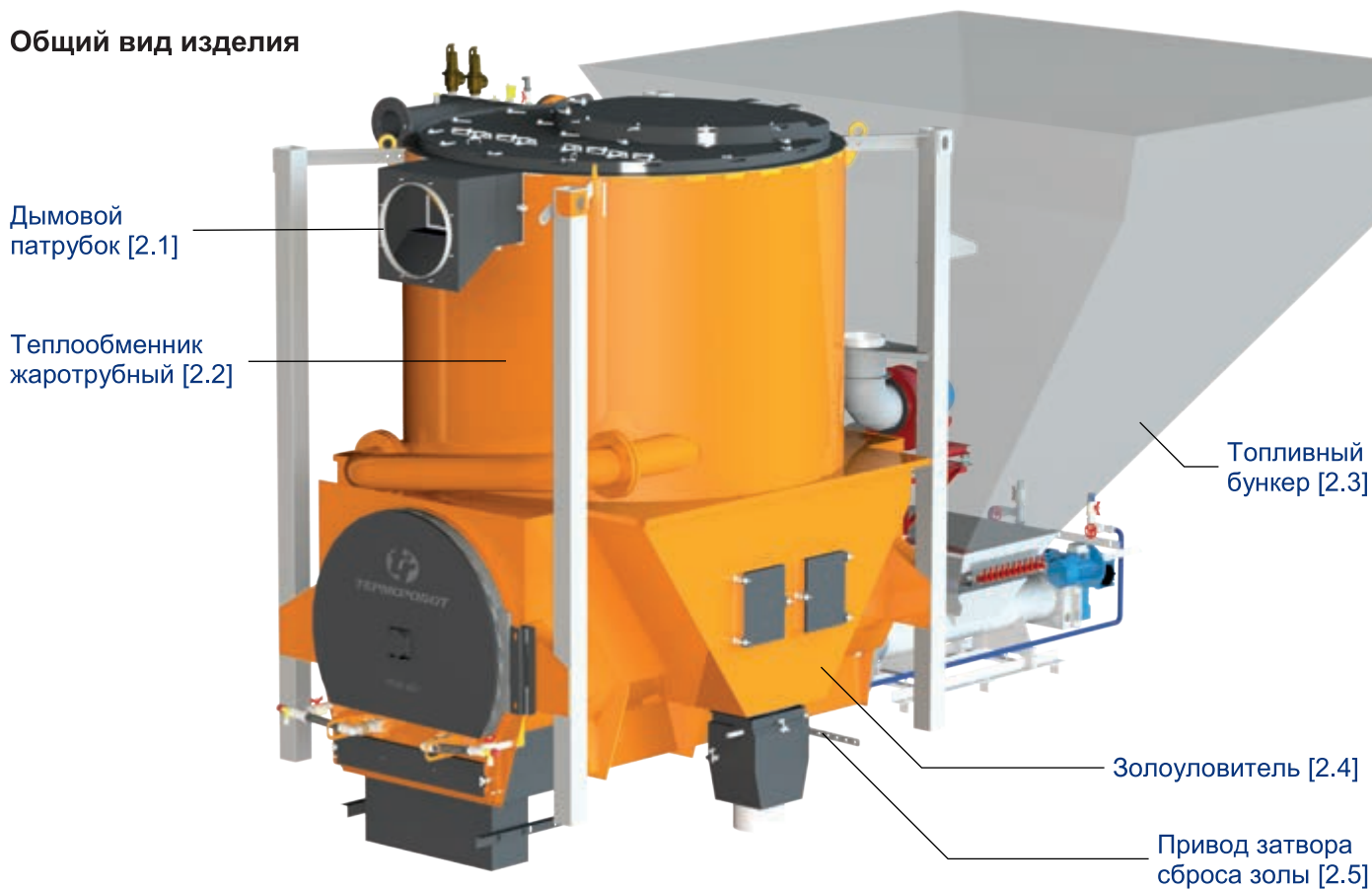


Рисунок 2

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

- **дымосос** может крепиться непосредственно к дымовому патрубку [2.1], либо располагаться в другом месте котельной (в том числе, за пределами каркаса котлового модуля);
- **сменный зольник** (в рабочем положении располагается под котлом);
- **аварийный шнековый насос** (общий для обеих горелок котла);
- **шкаф автоматики** (контроллер, датчики и вспомогательное электрооборудование. Располагается на стенке котельной);
- **набор инструмента** для обслуживания топки и жаротрубного теплообменника.

Марки узлов и механизмов, входящих в состав котла

Таблица 3, Узлы и механизмы котла

Наименование	Марка или типоразмер	Производитель	Шт.
Контроллер (блок автоматики)	«Терморобот Heater»	«Тепловые машины», ООО	1
Ротационные муфты шнековые	1"	«Тепловые машины», ООО	4
Ротационные муфты крышки ТО	1"	«Тепловые машины», ООО	2
Сбросные аварийные клапаны	½ ", 6 бар (горелки)	«НПО АСТА», ООО	2
Сбросные аварийные клапаны	4,5 бар (группа безопасности)	Варианты	2
Насос аварийный шнековый	Grundfos UPS 32-120F	Или аналог	1
Вентилятор поддува	BP 240-26-2,50 1,5 кВт, 3 000 об/мин	«НЭМЗ Тайра», ООО	2
Регулятор частоты вентилятора	2,2 кВт, Innovert	Или аналог	2
Дымосос	BP 280-46-4КЖ, 5,5 кВт, 1 500 об/мин	«НЭМЗ Тайра», ООО	1
Регулятор частоты дымососа	5,5 кВт, Innovert	Или аналог	1
Мотор-редуктор узла подачи	DRV 040/090, 750 Вт, 3 фазы	«ПП Европривод», ООО	2



Производитель поставляет заказчикам только серийные комплектные котлы TP-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 TP-1600, находящихся в эксплуатации.

Перечень технической документации

Вместе с котлом TP-1600 завод передает заказчику следующие документы:

1. Паспорт на котел;
2. Гарантийный талон (условия предоставления гарантии указываются в Договоре поставки).

Эти документы являются номерными, оформляются заводом в одном экземпляре и выдаются заказчику. В случае передачи котла другому владельцу они должны передаваться вместе с котлом.



Гарантийное обслуживание котлов TP-1600 осуществляется только при наличии этих документов у владельца котла.

3. Паспорта, руководства по эксплуатации, гарантийные талоны и другая техническая документация **на комплектующие изделия сторонних производителей.**



ООО «Тепловые машины» передает заказчику котлов TP-1600 оригиналы этих документов, копий не сохраняет и восстановить утерянные заказчиком документы не имеет возможности.

4. Данное «Техническое описание»;
5. Руководство «Управление контроллером автоматических котлов TP»;

Эти документы доступны для скачивания на официальном сайте завода;

6. Электрическую и тепловую схему котла.

О режимной карте котла ТР-1600

В котле ТР-1600 установлены современные автоматизированные горелочные устройства нового типа (линейные горелки 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 100–105% от номинальной).

Режимы сжигания различных видов топлива отрабатывались в процессе заводских научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и в условиях реальной эксплуатации котлов. Найденные оптимальные значения параметров записаны в контроллере котла, который передаются 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, и **режимная карта заказчику не передается**.

При необходимости использования не рекомендованного топлива заказчику следует обратиться в сервисную службу завода и получить персональную консультацию по настройкам котла. В некоторых случаях могут потребоваться дополнительные заводские испытания, по результатам которых будет определена возможность (либо невозможность) использования данного топлива в котлах ТР-1600. Для проведения испытаний заказчику необходимо доставить 2–4 тонны предполагаемого топлива в адрес производителя (г. Бердск, Новосибирская область).

Упаковка и подготовка изделия к транспортировке

По завершении заводских приемо-сдаточных испытаний некоторые элементы котла приводятся в транспортное положение:

- котлоагрегаты ТР-1600 разъединяются на два блока, стоящих на собственных стальных рамах:
а) тело котла с жаротрубным теплообменником; б) угольный бункер с углом подачи;
- вентиляторы, дымосос и группа безопасности котла снимаются и закрепляются либо на раме котла (в положении, исключающем повреждение этих механизмов при транспортировке), либо отдельным транспортным местом (возможны варианты);
- на открытые патрубки и фланцевые соединения котла устанавливаются заглушки, исключающие попадание внутрь котла пыли и посторонних предметов;
- электрический шкаф отключается и упаковывается в коробку;
- зольник с присоединительными узлами и инструмент помещаются в угольный бункер.

После этого котел для защиты от пыли и атмосферных осадков упаковывается в термоусадочную пленку, что позволяет перевозить котел как в тентованных, так и в открытых автомобилях.

Комплект технической документации, а также ключи от электрических шкафов упаковываются и передаются вместе с котлом, либо другим способом, согласованным с заказчиком.

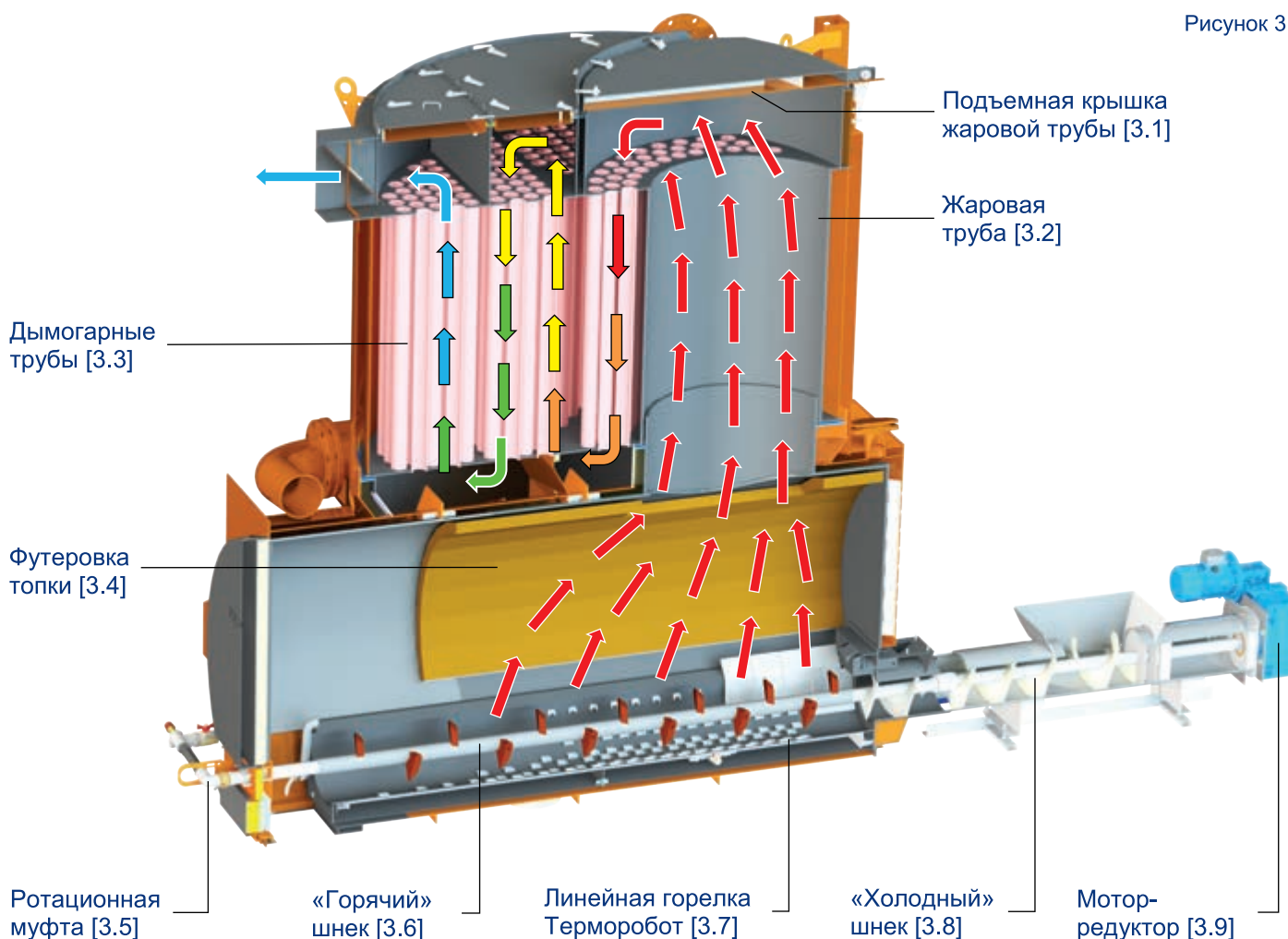
Устройство и принцип работы котла TP-1600

В топке котла TP-1600 расположено два одинаковых горелочных устройства (линейные горелки Терморобот) мощностью 800 кВт каждое.

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 сыпается 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.



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

Котлы ТР-1600 используются как правило в составе БМК. Если предполагается установка котлов в стационарную котельную, котлы поставляются с раздвижными несущими стойками [2.7], по месту котлы поднимаются с помощью домкратов и фиксируются в рабочем положении распорками.

Узел шнековой подачи топлива (винтовой питатель)

В котле ТР-1600 установлен **сдвоенный винтовой питатель с двухступенчатыми мотор-редукторами [4.3]**. Топливо из бункера под действием собственного веса осыпается в течку, а шнек [4.2] дозированно подает его в топку. Спираль шнека выполнена с разрывами, что исключает заклинивание узла подачи, если размер кусков топлива и породы не превышает 50–70 мм.

Два комплекта штырей-отсекателей [2.12] позволяют перекрыть поступление угля 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 тепловой мощности.

Благодаря особой форме спирали «холодный» шнек [4.2] 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 котле ТР-1600 взрыво- и пожаробезопасна.

Надежной подаче мерзлого угля способствует управляемая контроллером система электрического подогрева стенок бункера и большой угол наклона стенок. Шнек, через который прокачивается горячий теплоноситель, также препятствует смерзанию топлива в течке.

Подача топлива в топку происходит циклически. Количество угля, подаваемого за цикл, зависит от требуемой теплопроизводительности котла, и может меняться в широких (10–105%) 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 в котлах ТР-1600 предусмотрены следующие системы безопасности.

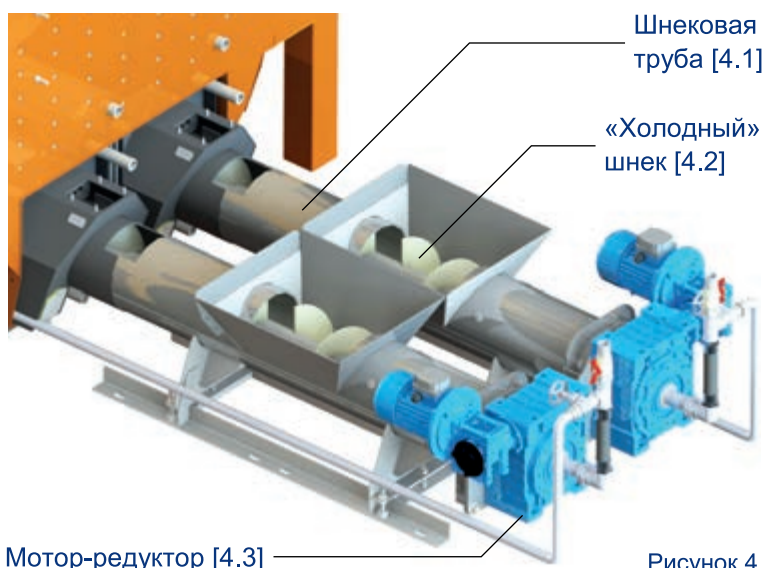


Рисунок 4

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.), это «*факельно-слоевая топка 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.

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

Подача первичного воздуха 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.

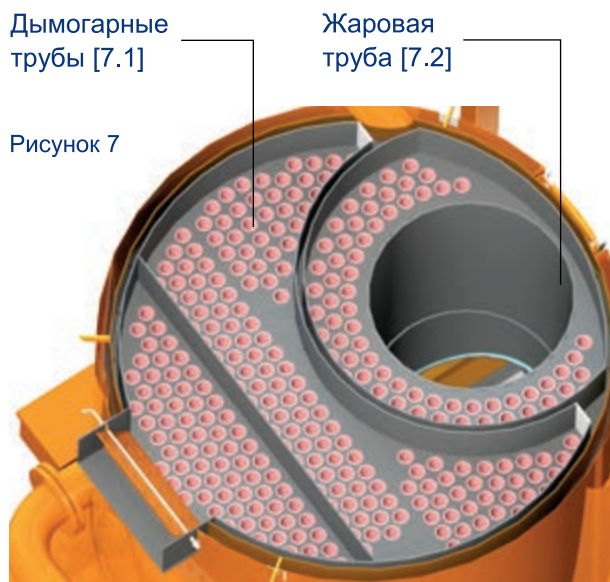
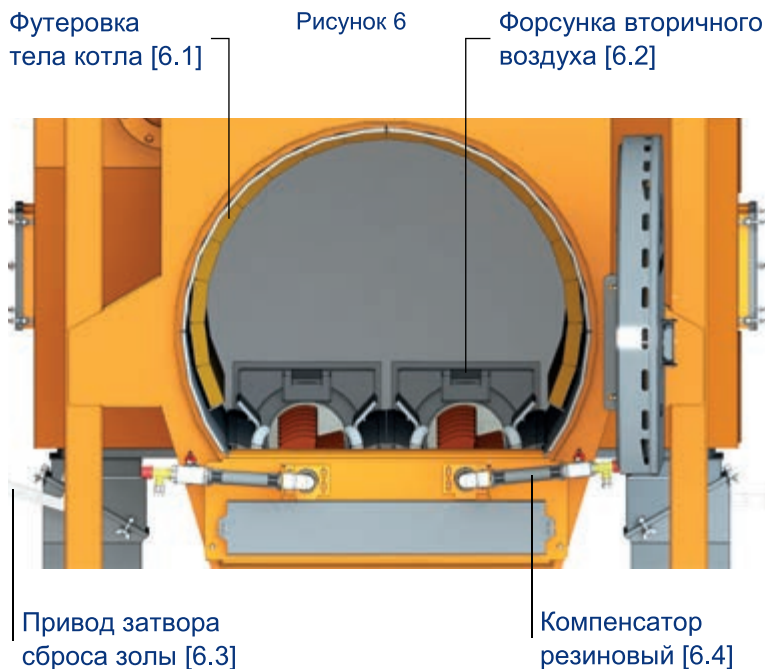


Рисунок 5

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 защитным 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, обеспечивающие полное сгорание летучих компонентов топлива.



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

Дымовые трубы [3.3] теплообменника вынесены за пределы топки и не препятствуют горению пиролизных газов, что позволяет свести к минимуму химический недожог. Четыре последовательно расположенных хода дымовых труб обеспечивает эффективный отбор тепла от дымовых газов, температура уходящих газов на выходе составляет не более 160°C. За счет малого химического недожога и низких потерь тепла с дымовыми газами котлы ТР имеют высокий КПД (до 89%). Вертикальное расположение дымовых труб теплообменника препятствует осаждению

в них твердых частиц и снижает затраты на обслуживание котла.

Тепло от горящих в топке газов передается теплоносителю также через стенки тела котла, а водоохлаждаемые горелки и шнеки 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.

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 стенка тела котла	10	сталь 20
Жаровая труба [3.2], [7.2]	10	сталь 20
Крышка жаровой трубы [3.1]	10	09Г2С
Дымовые трубы [3.3], [7.2]	5	котловая
Ложe линейной горелки [5.4]	6	09Г2С
Осевая труба «горячего» шнека [5.5]	5	сталь 20

Тягодутьевой 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.

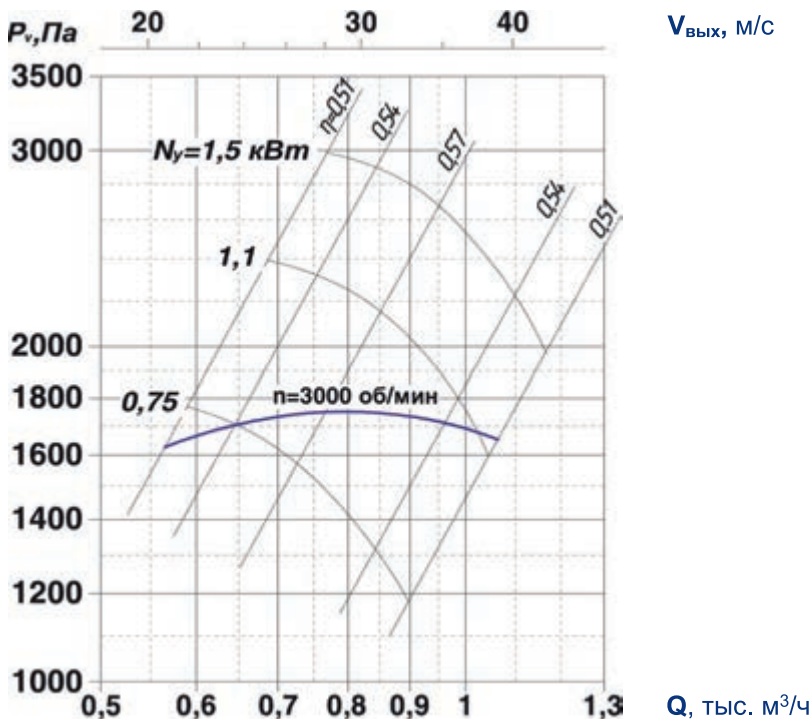
В котле ТР-1600 используется уравновешенная тяга, то есть напор, создаваемый вентиляторами поддува, синхронизирован с принудительной тягой, создаваемой дымососом, поэтому в состав котлоагрегата включены согласованные между собой модели тягодутьевых устройств, и замена их при ремонте на другие модели 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). Поступающие с завода электродвигатели вентиляторов дорабатываются: прямая крыльчатка в них заменяется на крыльчатку с наклонными лопастями, что увеличивает эффективность охлаждения двигателя. Для снижения шума вентилятор и дымосос установлены на виброопорах и соединены с газоходами гибкими вставками. Все тягодутьевые машины проходят входной контроль уровня вибрации.

Рисунок 8, Характеристики тягодутьевых машин

ВР 240-26-2,50, исп. 1

1,5 кВт, 3 000 об/мин



ВР 280-46-4КЖ, исп. 1

5,5 кВт, 1 500 об/мин

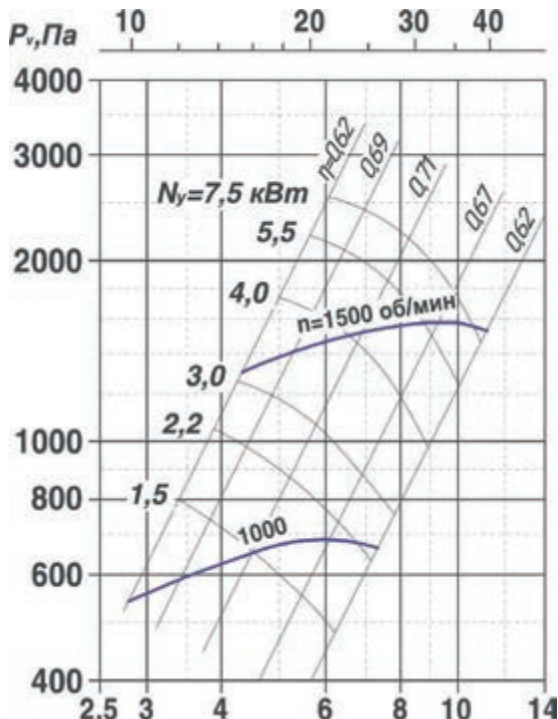


Таблица 5, Уровни шума тягодутьевых машин

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.

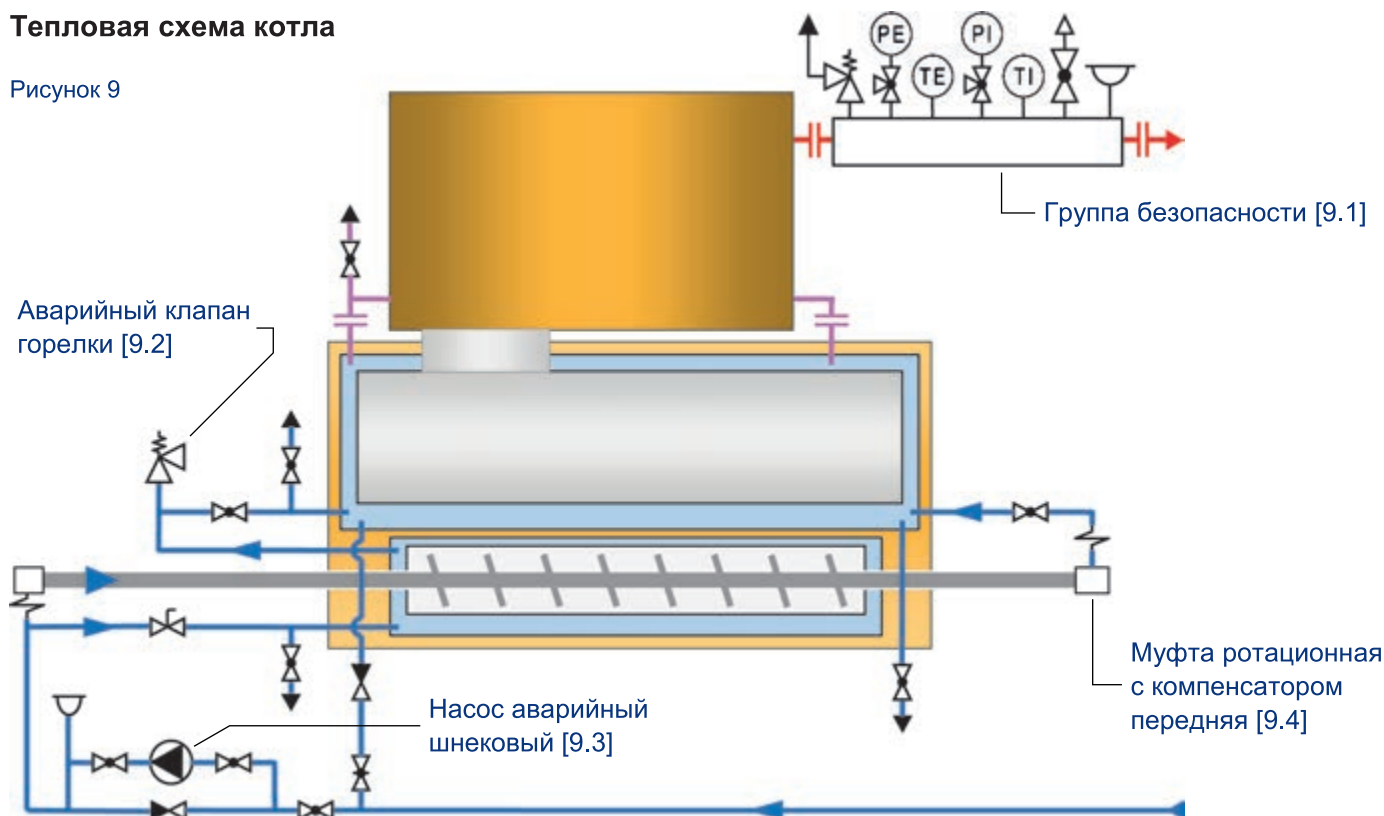
ВР 280-46-4КЖ (5,5 кВт, 1 500 об/мин) ⁽²⁾								1 шт.
Уровни звуковой мощности в октавной полосе, Гц								дБА
63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
90	91	95	97	93	89	84	76	

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

Для контроля режима горения котел может быть укомплектован датчиком температуры дымовых газов. За счет использования эффективного теплообменника температура дымовых газов на выходе из котла ТР-1600 не превышает 160°C, это обеспечивает высокий ресурс подшипника дымососа.

Тепловая схема котла

Рисунок 9



Водоохлаждаемый корпус 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; остальная вода — через оси и лопатки шнеков. Балансировка потоков осуществляется с помощью дисковых затворов и регулирующих вентилей. Затем вода поступает в жаротрубный теплообменник, а из него через группу безопасности котла в подающий трубопровод [Т1]. Имеющаяся запорная арматура позволяют произвести замену любой горелки или шнека не сливая воду из котлового контура котельной.

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

Для принудительного охлаждения «горячих» шнеков, горелок и теплообменника при отключении электроснабжения предназначен маломощный аварийный насос, подключенный к ИБП.

«Холодные» и «горячие» водоохлаждаемые шнеки подключены через ротационные муфты, обеспечивающие их вращение. Передняя [6.4] и задняя резиновые вставки компенсируют тепловое расширение горячего шнека и облегчают работу муфт при наличии в угле небольших кусков породы. Данные элементы относятся к быстроизнашиваемым узлам, требующим периодической замены или ремонта. Подъемная крышка жаровой трубы также подключена через комплект ротационных муфт.

Для обеспечения безопасности персонала установлены аварийные клапаны [9.2] на каждой из двух горелок котла. Также в составе группы безопасности [9.1] котла ТР-1600 находятся два предохранительных клапана, защищающих котлы от превышения давления теплоносителя более чем на 10% от рабочего значения. В котельной все выходные отверстия клапанов котла должны быть соединены с дренажной трубой для сброса паро-воздушной смеси в случае закипания теплоносителя.

В низших точках котла ТР-1600 установлены краны для слива теплоносителя, а на группе безопасности — автоматический воздухоотводчик и шаровый кран, ускоряющий заполнение системы.

Электрооборудование и котельная автоматика

Таблица 6, Электрическая мощность механизмов, Вт (ВАр)

Для электропитания котла ТР-1600 применяется 3-фазная сеть с напряжением 380 В $\pm 10\%$ и частотой 50 Гц $\pm 10\%$. Установленная электрическая мощность механизмов приведена в таблице 6.

Работу котла обеспечивает контроллер «Терморобот Heater», который в соответствии с заложенной в него программой управляет двигателями дымососа, вентиляторов, мотор-редукторов узлов подачи угля, привода системы золоудаления и ТЭНами подогрева бункера. Управление исполнительными механизмами производится встроенными оптоэлектронными ключами контроллера, с помощью электромагнитных реле и регуляторов частоты. Для обеспечения надежности работы котла мощность частотных регуляторов тягодутьевых машин выбрана на одну ступень больше, чем номинальная мощность двигателей.

Контроллер, регуляторы частоты и другие электрические элементы смонтированы в шкафу индивидуального изготовления в исполнении IP54 с принудительным воздушным охлаждением и фильтрами.

Для дополнительной защиты контроллера от влаги и угольной пыли контроллер устанавливается в шкаф в индивидуальном боксе.

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

Порядок управления режимами работы котла приведен в документе «Управление контроллером автоматических котлов Терморобот ТР».

Электрическая схема котла входит в комплект документации.

Механизм	W	Шт.
Вентиляторы поддува	1 500	2
Дымосос	5 500	1
Аварийный шнековый насос	380	1
Мотор-редуктор узла подачи	750	2
Блок котельной автоматики	50	1
Система подогрева бункера	350	1
Электропривод золоуловителя	20	1
Всего:	10 800	

Рисунок 10



Проектирование котельных на базе котлов Терморобот 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 12–15 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 котельной большого количества сравнительно маломощных котлов технически и экономически оправданно. Такое решение повышает надежность теплоснабжения, так как отключение даже 2–3 котлов не станет критичным для потребителей тепла, это особенно важно для автоматических котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Построение многомодульных БМК Терморобот описано в анимационном ролике ([QR-код справа](#)).



Увеличение количества котлов не приводит к удорожанию котельной, так как при этом **снижается избыточность резервирования оборудования**. Так, в котельной 1-й категории по надежности отпуска тепла обычно устанавливают 2 мощных дорогих котла — основной и резервный, избыточность резервирования при этом составляет 100%, то есть, **затраты вдвое больше минимально необходимых**. В то же время в котельную с присоединенной нагрузкой 11,2 МВт можно установить 8 котлов ТР-1600 (7 в работе, 1 в резерве), избыточность при этом будет 1/7 (14%). При этом обеспечивается необходимая надежность теплоснабжения: при отказе 1 (любого) котла оставшиеся выдадут 100% необходимой 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 надежность и срок службы, и может являться основанием для снятия котла с гарантии.

Котлы ТР-1600 поставляются с бункером объемом 3,6 м³ (3 т угля) 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 штатный бункер выступает как присоединительный элемент. При проектировании больших бункеров следует руководствоваться требованиями СП 89.13330.2016, в частности, пунктами 13.33 (угол наклона стенок бункера) и 6.25 (расстояние между котлами и другими элементами БМК).



Увеличенный бункер должен опираться на собственные несущие стойки, так как штатные опоры котла не рассчитаны на большую нагрузку (12 м³ угля весят около 10 т).

Суммарный объем бункера котла не должен превышать 13 м³ 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 штатный бункер котла производится изнутри котельной, а в увеличенный — снаружи через люк в кровле. Топливо россыпью засыпается фронтальным автопогрузчиком, 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 рекомендуется.

При нормальной работе котла ТР в его топке поддерживается разрежение около –20 Па, поэтому съемный зольник (или вход механизированной системы золоудаления) должен плотно присоединяться к котлу с помощью стальных труб-переходников. В рабочем положении зольник располагается под телом котла, либо под днищем модульной котельной, для этого она устанавливается на фундамент.



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 штатного зольника 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, для их складирования в котельной потребуются бетонированная площадка. Конструкция зольника допускает как механизированную (бортовым краном), так и ручную (с помощью лопаты) очистку от золы.

Требования к топливу

Основными (**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**. Такое топливо обеспечивает безопасную работу котла и соответствие его параметров заявленным.



Переход с одного вида основного топлива на другой не требует остановки котла и его режимной наладки, другое топливо можно просто засыпать в бункер работающего котла.

Допускается использование угля марки Д (каменный длиннопламенный), а также «рядового» (не сортированного по фракциям) угля (**БР, ДР**) при условии его отсева через сетку со стороны ячейки 35–40 мм или измельчения с помощью дробилки (получится фракция **ОМС**, от 6 до 50 мм).



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).



Снижение мощности котла не означает снижения КПД, эти угли тоже сгорают полностью.

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_r**). 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 таким углям относятся А (антрацит), К («коксовые»), Т («тощие»), СС («слабоспекающиеся»), Ж («жирные»), Г («газовые»). При их использовании 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 котла падает. В котлах ТР оптимизировано сжигание обоих компонентов топлива, поэтому рекомендуется использовать угли Б, Д и pellets.

Угли с большим содержанием углерода имеют высокую температуру горения, из-за этого снижается ресурс горелок и «горячих» шнеков. Кроме того, некоторые марки углей склонны к интенсивному вспучиванию при горении, что нарушает нормальную работу горелок.

Если в котельной предполагается использовать такое топливо, рекомендуется провести его испытания. Для этого нужно выслать на завод 2–3 тонны угля. Специалисты завода проведут испытания 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 применять в качестве топлива мелкую фракцию угля (пыль, штыб) и отходы его обогащения (кек, шлам). В низкокачественном угле содержится много породы, что резко увеличивает абразивный износ шнеков, горелок и узла 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.

КПД и экологические показатели

При работе на *рекомендованных* и *допустимых* видах топлива котлы ТР-1600 имеют высокий КПД-брутто (87–89%) и низкое содержание загрязняющих веществ в уходящих газах. По этим показателям котлы ТР в соответствии с ГОСТ 30735 относятся к классу I во всем диапазоне мощности (20–105% от номинальной). При работе котла на других марках углей и при установке заказчиком неправильных режимов работы топливо может сгорать не полностью (т. н. химический недожог), и концентрация загрязняющих веществ в дымовых газах может увеличиться, а его КПД снизиться. Для объективного контроля уровня вредных выбросов следует пригласить специалистов регионального отделения ФГБУ «ЦЛАТИ».

Для очистки уходящих газов от золы уноса в газовом тракте котлов ТР организованы золоуловители гравитационного типа. Скорость и направление дымовых газов в них подобраны таким образом, что внутри золоуловителей происходит осаждение крупных частиц золы, которые затем автоматически сбрасываются во внешний зольник.



Золоуловитель является неотъемлемой частью конструкции жаротрубного теплообменника, он не рассматривается как газоочистная установка (ГОУ), поэтому отдельный паспорт на золоуловитель не выдается и его эффективность не нормируется.

Для дополнительной очистки дымовых газов от пыли рекомендуется применять циклон ЦН-11-800 производства ООО «Тепловые машины», его производительность соответствует количеству дымовых газов, образующихся в котле ТР-1600 при сгорании рекомендованного угля. Внешняя система очистки не должна нарушать работу сбалансированного тягодутьевого тракта котла, поэтому на выходе циклона следует установить дымосос, который скомпенсирует аэродинамическое сопротивление ГОУ (ВР 280-46-4КЖ мощностью 5,5 кВт или аналогичный).

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

Информация для расчета шумовых характеристик котельных

При расчете шумовых характеристик БМК следует учитывать, что основными источниками шума внутри котельной являются вентиляторы и дымососы котлов и циклонных фильтров. В таблице 5 указаны паспортные значения уровней звуковой мощности этих механизмов.

Требования к системам вентиляции и отопления

Конструкция котлов ТР-1600, 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 в котельной как правило не требуется.

В топку котлов ТР допускается подавать воздух как с улицы, так и изнутри котельной, в этом случае должен быть обеспечен необходимый приток воздуха в котельный зал. При работе котла ТР-1600 на номинальной мощности расход рекомендованного угля (**ЗБОМ**) составляет около 330 кг/ч. Для сжигания 1 кг такого угля требуется около 5 м³ воздуха, а суммарный расход воздуха с учетом коэффициента избытка воздуха $\alpha=1,5$ составляет около 2 500 м³/ч. Отметим, что объем уходящих газов существенно больше (4 000 м³/ч).

Потери тепла с поверхности котла ТР-1600 составляет около 0,5% тепловой мощности котла (до 7 кВт). При установке котлов в котельном зале малой площади тепловыделение котлов и вспомогательного оборудования может оказаться избыточным, что необходимо учитывать при проектировании системы вентиляции и отопления здания котельной.

Применяемый теплоноситель и требования к водно-химическому режиму

Котлы предназначены для работы в закрытых системах отопления. Первичное заполнение системы отопления должно проводиться водопроводной водой. Если качество воды на объекте низкое, котлы следует заполнять привозной водой, для этого рекомендуется установить в котельной бак для подпиточной воды. Подпитка системы отопления 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 использовать системы механической и/или магнитной очистки подпиточной воды, а при необходимости и ее химическую подготовку (умягчение, деаэрацию, регулировку pH, обезжелезивание), руководствуясь требованиями СП 31.13330 и СП 124.13330 и с учетом фактического состава воды по месту установки котлов. Необходимость химической подготовки воды должна определяться на стадии разработки проекта котельной. Использование антифриза не рекомендуется.

Требования к потоку теплоносителя через котел ТР-1600 и выбор насосов

При проектировании котельной на базе котлов ТР-1600 необходимо учитывать, что в котле установлено две линейные горелки Терморобот, в которых специальные шнеки непрерывно ворошат горящий уголь. 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 проток воды через котел TP-1600 должен быть строго определенным, а именно, **90 м³/ч** (5,7 м³/ч на каждые 100 кВт мощности котла).

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

Для контроля протока на входе каждого котла TP-1600 рекомендуется установить механический или ультразвуковой расходомер с диаметром условного прохода 100 / 125 мм с импульсным выходом, и подключить его к контроллеру котла. Снижение протока через работающий котел свидетельствует о критическом загрязнении системы, либо об ошибочном перекрытии кранов, что является аварийной ситуацией. Также эти приборы позволяют точно измерять текущую теплопроизводительность каждого котла при режимной наладке котельной, для этого в контроллере предусмотрен режим технологического (не коммерческого) тепловычислителя.

В состав котлов TP-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, а значит, сброс теплоносителя через защитные клапаны группы безопасности. Согласно п. 13.33 и СП 89.13330.2016 с изменениями от 15.12.2021 г. система аварийного охлаждения котлов должна быть предусмотрена во всех твердотопливных котельных. В котле TP-1600 необходимое оборудование входит в базовую комплектацию.

 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 4–6 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).

В таблице приведены марки насосов серии **CNP TD**, которые применяются в котловой насосной группе типовых 2-контурных БМК Терморобот. Возможно использование насосов других производителей.


Таблица 7, Насосы котлового контура

2×1600	150-12,5G/4 (11 кВт)
	150-17G/4 (15 кВт)
3×1600	200-16/4 (18,5 кВт)
4×1600	200-12,5/4 (22 кВт)

Насосы следует комплектовать частотными регуляторами.

При выборе циркуляционных насосов необходимо учитывать их рабочую температуру. На выходе из котлов TP-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 TP-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 $380\text{ В} \pm 10\%$ и частотой $50\text{ Гц} \pm 10\%$.

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 $3 \times (3-6\text{ кВт})$. 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 около 12 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 аккумулятор емкостью 120–150 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.

Информация о производителе

Разработчиком и единственным производителем котлов Терморобот® ТР-1600 и блочно-модульных котельных на их основе является ООО «Тепловые машины».

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.



Фильм о заводе доступен для просмотра по [QR-коду справа](#).



termorobot.ru

отдел продаж

☎ +7 (383) 233-19-17

сервис

☎ +7 (913) 202-85-77

📍 633004, РФ, Новосибирская область,
г. Бердск, ул. Химзаводская,
11/17, оф. 32

✉ info@termorobot.ru