

ООО «Тепловые машины»

Управление контроллером
автоматических твердотопливных
водогрейных отопительных
котлов Терморобот® ТР
мощностью 60÷1600 кВт

версия **211006**

Принцип регулирования мощности в котлах ТР

Работой автоматических твердотопливных водогрейных отопительных котлов Терморобот® ТР управляет специально разработанный **контроллер** (блок котельной автоматики). Он обеспечивает надежную и безопасную эксплуатацию котельной без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Автоматическое регулирование тепловой мощности котла в диапазоне 20÷105% от номинальной может производиться по различным встроенным алгоритмам, включая погодозависимое управление. Регулирование мощности осуществляется изменением количества подаваемого в топку угля и пропорциональным изменением количества подаваемого воздуха. Уголь подается циклически; основными регулируемыми параметрами являются **период подачи** и **максимальное время подачи** топлива.

Основные регулируемые параметры

Период подачи. При работе котла на углях **Б** и **Д** этот параметр обычно устанавливается равным 1 минуте. При работе котла на медленно горящих углях с низким содержанием летучих компонентов (каменные угли марок **К, Т, СС, Ж, Г**) период подачи можно увеличить до 2 и более минут.

Максимальное время подачи. Установленное на заводе значение этого параметра рассчитано на использование *рекомендованного угля* (это бурый уголь марки **ЗБ** фракции 13–50 мм с низшей теплотой сгорания около 4 950 ккал/кг). В зависимости от установленного мотор-редуктора и мощности котла максимальное время подачи составляет:

Передающее число редуктора	Скорость вращения двигателя, об./мин.	Максимальное время подачи, секунд							
		ТР-60	ТР-100	ТР-150	ТР-200	ТР-300	ТР-400	ТР-600	ТР-800
600	1 380	7	11	16	22	32	43		
	890	10	17	25	33	50	—		
500	1 380							26	33
	890							40	50
400	1 380							21	26
	890							32	40

Если калорийность использованного угля ниже, чем у рекомендованного угля, максимальное время подачи следует пропорционально увеличить.

При использовании других допустимых видов топлива (каменный уголь, древесные пеллеты) время подачи подбирается опытным путем, исходя из сорта используемого топлива. Максимальное время подачи следует установить таким, чтобы при работе котла на максимальной мощности происходило *полное выгорание* горючих компонентов топлива. Это можно определить по цвету золы, а также наблюдая за горением через смотровое отверстие в дверке топки.

Если установлено **избыточное время подачи**, будет наблюдаться механический недожог, то есть, на максимальной мощности котла часть топлива будет выбрасываться в зольник не сгоревшим.

Если установить **недостаточное время подачи**, топлива в горелку будет подаваться меньше, чем нужно, и котел не будет выдавать заданную мощность.

Управление контроллером

Панель управления контроллера располагается на лицевой стороне шкафа. Она включает в себя светодиодный текстовый двухстрочный дисплей и три кнопки: «-», «+» и «Ввод».

При включении контроллера на дисплее высвечивается текст: «ТЕРМОРОБОТ Heater v. 211006», затем появляется информация о расписании работы котла, в котором он находился на момент выключения контроллера.

Если пользователь долго не нажимает кнопки, контроллер гасит дисплей, чтобы избежать выгорания светодиодов (при этом на дисплее высвечиваются бегущие значки). При нажатии любой кнопки происходит переход в основное меню и выдается сообщение «**Параметры измеряемые**».

Отсюда при одновременном нажатии кнопок «+» и «-» осуществляется переход в *режим ручного управления подачей угля*. В этом режиме можно вручную включить двигатель на прямую подачу угля (кнопка «+»), либо на реверс, обратное вращение шнека (кнопка «-»). Вращение будет длиться всё время, пока нажата кнопка (при аварии шнека время работы двигателя будет ограничено 1 секундой). Этот режим используется для заполнения горелки углем при розжиге котла. При повторном одновременном нажатии обеих кнопок контроллер возвращается в основное меню.

Пункты меню сгруппированы в **разделы** (смотреть схему справа). Переход от одного раздела к другому производится нажатием кнопок «+» (прямая последовательность обхода) или «-» (обратная последовательность).

Разделы, которые содержат внутри себя вложенные пункты меню (пользовательские режимы), помечены символом «↓». Войти в такой раздел можно нажатием кнопки «Ввод». Внутри раздела переход от одного пункта меню к другому также производится нажатием кнопок «+» или «-». При удержании этих кнопок дольше 1 секунды меню ускоренно пролистывается до крайнего пункта «Выход в верхнее меню ↑». Нажатием кнопки «Ввод» осуществляется переход в основное меню (оглавление разделов).

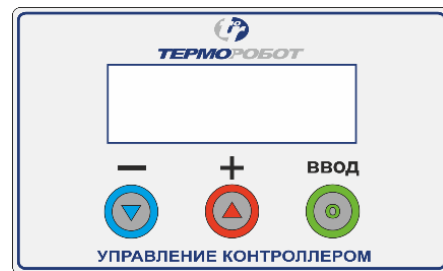
Если при просмотре меню в течение 30 секунд не нажимаются кнопки и нет аварий, контроллер переходит в режим напоминания расписания работы, выдавая одно из сообщений: «Идет нормальная работа», либо «Идет расписание старт-стоп», либо «Идет гашение котельной», либо «ГВС». При нажатии любой кнопки контроллер возвращается к индикации текущего режима.

При наличии нештатных ситуаций контроллер поочередно выводит на дисплей сообщения о случившихся авариях. При нажатии любой кнопки происходит переход в основное меню.



Сохранение настроек котла

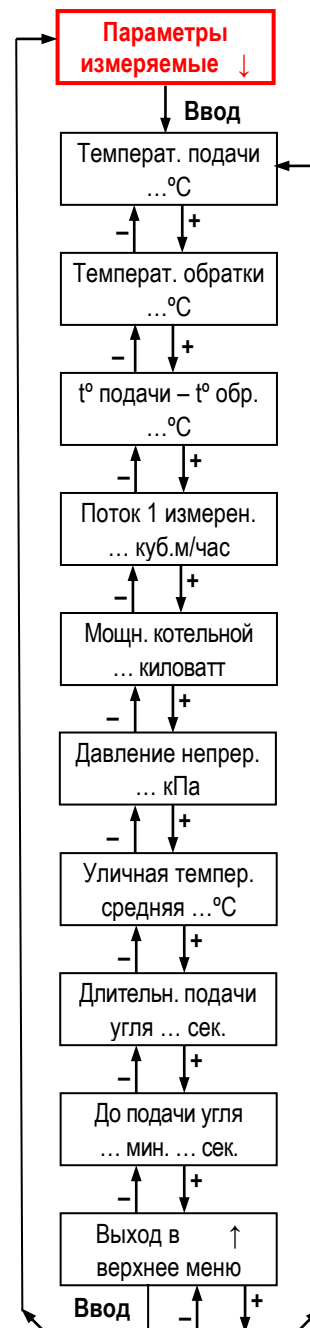
По завершении просмотра и редактирования настроек котла необходимо сохранить внесенные изменения. Для этого, находясь в разделе «Сохранить изменения?», нужно нажать кнопку «Ввод», после чего контроллер выдаст сообщение «**Изменения сохранены**». Если же нажать кнопку «+» или «-», продолжится просмотр разделов без сохранения внесенных изменений.



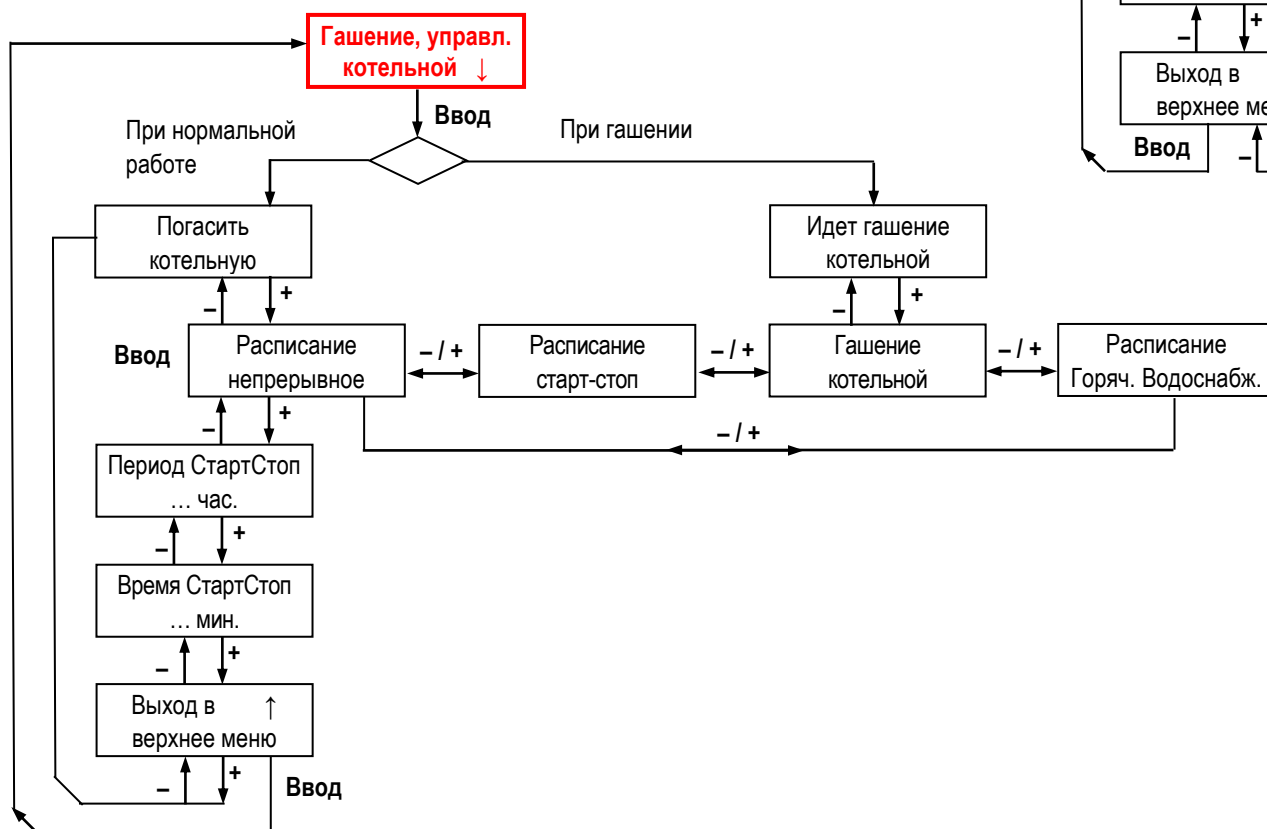
Раздел «Параметры измеряемые»

В этом разделе на дисплей выводятся фактические (измеренные) значения параметров, при этом символы светятся постоянно, без мигания.

1. «Температура подачи ... °C».
2. «Температура обратки ... °C».
3. « t° подачи – t° обратки ... °C». Разница температур воды в прямом и обратном трубопроводах используется для расчета количества выработанного тепла (функция технологического теплосчетчика).
4. «Поток 1 измеренный ... куб.м/час». Этот показатель также используется для технологического учета тепла.
5. «Мощность котельной ... киловатт». Текущая мощность котла.
6. «Давление непрерывное ... кПа. Показания снимаются с аналогового датчика давления.
7. «Уличная температура средняя ... °C». При погодозависимом управлении учитывается не мгновенное значение температуры на улице, а усредненное, не подверженное резким скачкам.
8. «Длительность подачи угля ... сек.» Фактическое время подачи.
9. «До подачи угля ... мин ... сек.» Показывается время, оставшееся до очередной подачи угля (обратный отчет длительности цикла).



Раздел «Гашение, управление котельной»



1. При нажатии кнопки «Ввод» на дисплее высвечивается сообщение «**Погасить котельную**», либо «**Идет гашение котельной**» в зависимости от текущего расписания работы котла.
2. Нажатием кнопок «+» или «-» можно выбрать новое *расписание работы котельной*. После нажатия кнопки «Ввод» данное расписание будет установлено, и высветится соответствующий пункт раздела. Доступно 4 варианта расписаний работы котельной:
 - «**Расписание непрерывное**». Котел непрерывно корректирует температуру теплоносителя в соответствии с выбранным способом регулирования и установленными параметрами;
 - «**Расписание старт-стоп**». Котел в течение заданного времени вырабатывает тепло (режим горения), затем переходит в ждущий режим, *средняя тепловая мощность* получается низкой.
 - «**Гашение котельной**» применяется для безопасной остановки котла. При этом отключается подача топлива и воздуха, но до полного прекращения горения в топке контроллер отработывают все нештатные ситуации (например, перегрев угля в шнековой трубе или бункере).
 - «**Расписание Горячее водоснабжение**». Котел работает как термостат, то есть, нагревает воду до заданной температуры и переходит в ждущий режим до тех пор, пока вода не остынет на 5°C, затем цикл работы повторяется.
3. «**Период старт-стоп ... час.**» Здесь задается время между очередными включениями котла в режим горения (от 1 до 24 часов) в том случае, если выбрано «Расписание старт-стоп».
4. «**Время старт-стоп ... мин.**» Время работы котла в режиме горения за 1 цикл. Может быть установлено значение от 5 до 30 минут.

Раздел «Параметры дополнительные измеряемые»

В этом разделе меню (схема справа) показывается:

- температура шнековой трубы механизма подачи угля;



Это защита котла от возгорания при отключении электроснабжения

Если температура датчика превышает допустимую, контроллер включает механизм подачи топлива и сбрасывает тлеющий уголь во внешний зольник.

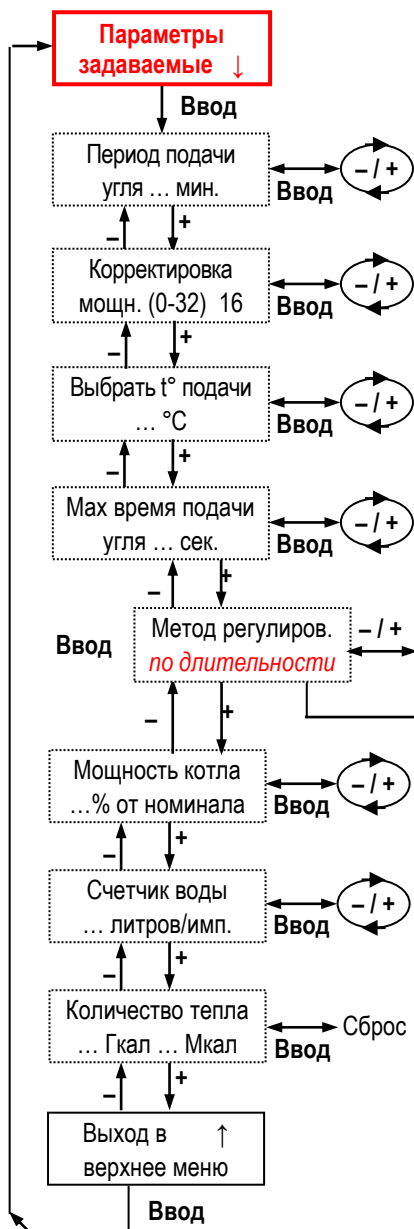
- температура стенок угольного бункера (по сигналу этих датчиков включается подогрев угля в бункере);
- температура внутри помещения котельной;
- температура теплоносителя при погодозависимом управлении;
- время, оставшееся до сброса золы уноса из боковых накопителей;
- коэффициенты, используемые контроллером для ПИД-регулирования температуры.



Настройка ПИД-регулирования температуры

Коэффициенты пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулирования температуры задаются специалистами сервисной службы для полного согласования алгоритмов контроллера с конкретным объектом.





Раздел «Параметры задаваемые»

Для изменения режима работы котельной нужно выбрать пункт меню и нажатием кнопки «Ввод» приступить к его редактированию. При этом один из символов на дисплее начинает мигать. Нажатием кнопок «+» или «-» можно изменять численное значение этого параметра или выбирать другой вариант работы. Выйти из режима редактирования можно повторным нажатием кнопки «Ввод».

1. «Период подачи угля ... мин.» Время между последовательными подачами угля в горелку, его можно задать в диапазоне от 1 до 60 минут.

2. «Корректировка мощности (0–32) 16». Установленный параметр используется при регулировании *по температуре на улице* (при погодозависимом управлении).

Температура в здании зависит не только от температуры теплоносителя и погоды, но и от теплотерь здания и характеристик системы отопления (типа и количества радиаторов). Управление происходит следующим образом: контроллер измеряет температуру на улице и вычисляет нужную температуру теплоносителя, чтобы компенсировать изменение погоды. Котел автоматически поддерживает стабильную температуру в помещении, но для создания комфортных условий может потребоваться корректировка мощности (несколько выше или ниже «средней»).

На заводе значение параметра установлено равным **16**, его можно менять от 0 до 32. При расчетах используется следующая формула:

$$t^{\circ} \text{ подачи} = 34 + [\text{корректировка мощности}] - t^{\circ} \text{ улицы } (^{\circ}\text{C})$$

Например, значение параметра корректировки мощности равно 16, а температура улицы = -20°C . Тогда температура подаваемого теплоносителя составит $34 + 16 - (-20) = 70^{\circ}\text{C}$.

Значение параметра	0	...	14	15	16	17	18	...	32
Уличная температура, °C	Температура подачи теплоносителя, °C								
0	34	...	48	49	50	51	52	...	66
-5	39	...	53	54	55	56	57	...	71
-20	54	...	68	69	70	71	72	...	86

При среднесуточной уличной температуре выше -10°C данный режим регулирования использовать не рекомендуется, лучше выбрать режим регулирования по температуре.

3. «Выбрать t° подачи ... °C». Установленный здесь параметр используется при регулировании *по температуре подачи*.

4. «**Макс. время подачи угля ... сек.**» в горелку. Можно установить следующие значения:
 - в диапазоне от 1 до 10 с — с шагом 0,5 с;
 - в диапазоне от 10 до 19 с — с шагом 1 с;
 - в диапазоне от 20 до 98 с — с шагом 2 с (если в режиме 1 период подачи установлен равным 1 минуте, максимальное время подачи будет 58 секунд);
 - в диапазоне от 100 до 200 с — с шагом 10 с (если в режиме 1 период подачи установлен равным 2 минутам, максимальное время подачи будет 110 секунд).

5. «**Метод регулирования**» температуры отопляемого объекта:

Для изменения метода регулирования нужно выбрать данный пункт меню и нажатием кнопки «Ввод» приступить к его редактированию. При этом один из символов на дисплее начинает мигать. Нажатием кнопок «+» или «-» можно выбирать один из трех методов. Выйти из режима редактирования можно повторным нажатием кнопки «Ввод».

- *по температуре подачи.* Это основной (рекомендуемый) метод, при котором фиксируется температура подачи теплоносителя;
- *по температуре на улице.* В этом методе реализовано погодозависимое управление;
- *по длительности подачи.* Время подачи угля задается вручную, это позволяет эксплуатировать котел при отказе датчиков температуры. Метод рассматривается как аварийный.

6. «**Мощность котла ... % от номинала**». Режим ограничения максимальной мощности.

Номинальная мощность котла должна соответствовать пиковым теплотерям отопляемого здания, при этом заводские установки являются оптимальными. Если котел выбран с запасом, нужно ограничить его мощность. Это можно сделать вручную (снизив *максимальное время подачи угля*), либо ввести понижающий коэффициент 20÷90% (с шагом 10%). Например, установлено максимальное время подачи 40 с. При выборе значения 80% время подачи будет автоматически снижено до 32 с ($40 \times 0,8$), а частота вращения вентилятора и дымососа также будут пропорционально снижены.

7. «**Счетчик воды ... литров/имп.**» Если установлен водосчетчик с импульсным выходом.

8. «**Количество тепла ... Гкал ... Мкал**». Индицируется суммарное количество выработанного тепла, максимальное значение — 4 294 Гкал 967 Мкал. Показания счетчика можно обнулить.

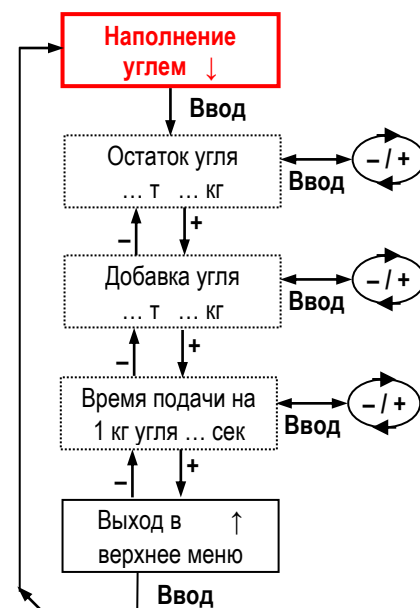


Встроенный теплосчетчик нельзя использовать для коммерческого учета тепла

Реализованный на базе контроллера узел учета тепла используется только для технологического контроля работы котла и проведения пуско-наладочных работ.

Раздел «Наполнение углём»

1. «**Остаток угля ... т ... кг**». Отображается **расчетное** значение количества угля в бункере на текущий момент. При очередной загрузке угля необходимо визуально оценить, сколько угля осталось в бункере, и ввести это значение как начальный остаток.
2. «**Добавка угля в бункер ... т ... кг**». Указывается фактическое количество засыпанного в бункер угля.
3. «**Время подачи на 1 кг угля ... сек**». Задается время, за которое шнек при непрерывном вращении подает в топку 1 кг угля. Параметр используется для расчета остатка угля в бункере. Начальное значение этого параметра составляет 12–14 секунд, но оно требует калибровки при работе на том или ином угле.





Калибровка счетчика остатка топлива

Насыпная плотность топлива зависит от его сорта и влажности, поэтому при получении новой партии топлива необходимо провести калибровку счетчика. Для этого нужно сжечь несколько сот килограммов топлива и вычислить соотношение его фактического расхода с расчетным ($m_1/m_2 = k$), а затем скорректировать значение, установленное в режиме 3, умножив его на коэффициент k .

Раздел «Состояние»

В этом разделе показывается текущие режимы работы котла и значения измеряемых параметров.

Защита интеллектуальной собственности

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



Программный код контроллера также является интеллектуальной собственностью завода.

Разработчик и единственный производитель котлов Терморобот® — ООО «Тепловые машины». Юридический и фактический адрес компании: 633004, РФ, Новосибирская область, г. Бердск, ул. Химзаводская, 11/17. Телефон +7 (383) 233-1917, info@termorobot.ru, сайт завода termorobot.ru.

Сообщения контроллера котла ТР и способы устранения аварий

№	Авария	Причина	Способы устранения
1	Авария шнека 1 Авария шнека 2	Заклинило шнек подачи	Попытаться расклинить шнек в ручном режиме поочередным включением прямого и обратного вращения шнека. Открыть люк узла подачи, удалить возможные причины заклинивания.
		Неправильно отрегулирован зазор датчика	Отрегулировать положение электромагнитного датчика вращения
		Неисправен мотор-редуктор	Отремонтировать или заменить мотор-редуктор
		Неисправен датчик	Заменить электромагнитный датчик
		Обрыв провода	Восстановить соединение
2	Авария цифровых датчиков	Датчик неисправен	Заменить неисправный датчик
		Обрыв провода	Восстановить соединение
3	Авария регулировки	Авария регулировки возникает, если текущая t^0 подачи превысила заданную в настройках на 7°C и более.	
		Недостаточная циркуляция теплоносителя. Неисправен или выключен циркуляционный насос, засорен сетчатый фильтр, воздух в системе.	Найти и устранить причину низкой циркуляции через котел
		Понизили заданную t^0 подачи более, чем на 7°C	Понижать заданную температуру не более, чем на 7°C за 1 шаг
4	Авария «Низкое давление»	Давление в котле ниже $0,5 \text{ кгс/см}^2$	Повысить давление в контуре до $1\text{--}1,5 \text{ кгс/см}^2$
		Неисправен датчик давления	Заменить неисправный датчик
		Оборван провод датчика	Восстановить соединение
5	Авария «Огонь в бункере»	Возможно, возгорание угля.	Ликвидировать возгорание в бункере
6	Авария поддува	Частотный привод остановил работу по ошибке	Устранить причину возникновения ошибки частотного привода
		Неисправность электродвигателя	Заменить электродвигатель
		Неисправность частотного привода	Заменить частотный привод
7	Авария электропитания	Отсутствует электропитание в шкафу управления котлом	Принять меры к восстановлению электроснабжения
		Неисправно реле наличия 220 В.	Заменить или отремонтировать реле
8	Авария «Огонь в шнеке 1» «Огонь в шнеке 2»	Температура узла подачи угля превысила 60°C вследствие распространения горения угля в сторону бункера	Если автоматического сброса горящего угля в топку не происходит, сбросить в режиме ручной подачи. При необходимости очистить горелку от горящего угля.

9	Авария приводов зольников	Неправильно настроены датчики положения затвора сброса золы уноса	Настроить положение датчиков
		Неисправен датчик	Заменить датчик
		Нештатная работа затвора	Устранить причины неправильного срабатывания
		Неисправность привода затвора	Заменить привод или восстановить обрыв провода
10	Авария самоустранилась		