

РЕГУЛИРОВКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ТОПЛИВА И ВОЗДУХА В КОТЛАХ СЕРИИ PELLETRON ROYAL

Уважаемые эксплуатанты и покупатели! Котел ROYAL имеет полностью настраиваемые параметры работы, что позволяет котлу работать на самых разных видах пеллета. Эта статья позволит Вам научиться настраивать параметры горения наилучшим образом.

1. Как происходит горение?

В горелку котла подается топливо и воздух. Топливо сгорает в потоке воздуха и образуется пламя. Что бы горение было чистое, а КПД высоким, воздуха и топлива нужно подавать в нужной пропорции. Если пропорция нарушена, возникают проблемы: дымление, загрязнение, сброс топлива, снижение КПД и пр. Котел имеет возможность подавать разное количество топлива и разное количество воздуха. Эти подачи настраиваются при помощи коэффициентов, которые задаются вручную по наблюдениям за работой котла. Рассмотрим некоторые особенности подачи топлива и воздуха, что бы было понятнее, почему необходимо настраивать работу котла, а не пользоваться, например, единой заводской настройкой.

2. Зачем регулировать подачу воздуха?

Воздух в горелку подается за счет разряжения, создаваемого дымососом. Для изменения количества подаваемого воздуха, котел управляет оборотами дымососа. Чем больше обороты, тем больше подается воздуха и наоборот. Однако, при одних и тех же оборотах, количество воздуха, подаваемого дымососом в котел будет зависеть от нескольких факторов:

1) Конструкция чистого дымохода. Любой дымоход создает сопротивление потоку дымовых газов. Короткий прямой дымоход имеет очень низкое сопротивление и не оказывает заметного влияния на подачу воздуха. При усложнении дымохода (углы, тройники, прочистки и пр.) а так же при его удлинении сопротивление дымохода растет, а подача воздуха уменьшается.

2) Загрязнение дымохода. Во время работы котла горизонтальные участки дымохода постепенно заполняются пеплом, при этом сопротивление дымохода растет, а подача воздуха уменьшаться. В меньшей мере это относится и к вертикальным участкам дымохода.

3) Избыточная тяга дымохода. Если используется высокий дымоход, возникает дополнительная тяга, при этом подача воздуха увеличивается.

4) Загрязнение теплообменника. Во время работы котла теплообменник постепенно загрязняется, его сопротивление нарастает, при этом подача воздуха уменьшаться.

5) Загрязнение канала подачи воздуха. Канал подачи воздуха в горелку постепенно загрязняется, его сопротивление нарастает, при этом подача воздуха уменьшаться.

6) Герметичность котельной. Если котельная излишне герметична, подача воздуха уменьшаться.

7) Вентиляционный баланс котельной. Если в котельной действует вытяжная вентиляция, подача воздуха уменьшается. Если действует приточная вентиляция, подача воздуха увеличивается.

Как видите, подача воздуха отнюдь не константа, а находится под зависимостью нескольких переменных, значения которых мы изначально не знаем. Поэтому нам приходится настраивать воздух под конкретные условия эксплуатации. Поскольку мы обычно не часто регулируем подачу воздуха, используйте правило: Все факторы, влияющие на подачу воздуха, должны иметь минимальную изменчивость: следите за чистотой дымохода, не допускайте заполнения пеплом дымохода более чем на 1/3 диаметра, далее его сопротивление резко возрастает; ограничивайте избыточную тягу дымохода (если высота более 6 м) установкой регуляторов тяги; следите за чистотой теплообменника и рабочего колеса дымососа; следите за чистотой канала подачи воздуха; обеспечьте свободный доступ воздуха в котельную, не меняйте параметры этого доступа (например если воздух подается через приоткрытое окно, оно должно быть приоткрыто всегда одинаково); обеспечьте околонулевой вентиляционный баланс котельной и его стабильность.

3. Зачем регулировать подачу топлива.

Топливо (пеллет) в горелку подается за счет вращения шнека. Шнек вращается с постоянными оборотами. Для изменения количества подаваемого топлива котел управляет временем работы шнека и временем паузы шнека. Чем больше время работы и меньше пауза тем больше подача топлива и наоборот. Однако, при одном и том же времени работы и паузы, количество топлива, подаваемого шнеком в котел будет зависеть от следующих факторов:

1) Зольность (как обобщенный показатель). В пеллете есть несгораемый остаток - зола. Зола - инертное вещество, которое не участвует в химической реакции с воздухом. Если в пеллете много золы (а в сером пеллете бывает до 10%) фактическая подача топлива будет меньше, и наоборот.

2) Плотность пеллета. Плотность пеллета весьма различна и может находиться в пределах от 0,6 (и такой бывает) до 1,1 г/см.куб. Если плотность пеллета меньше (пеллет более рыхлый) фактическая подача топлива будет меньше, и наоборот.

3) Размер пеллета (или насыпная плотность). Длинная гранула подается меньше, поскольку наполняет шнек меньше. Короткая гранула подается больше, поскольку наполняемость шнека возрастает.

4) Закоксовка канала подачи пеллета в горелку. Во время работы котла канал подачи пеллета постепенно закоксовывается. Это не быстрый процесс, однако если канал вообще не чистить подача пеллета будет снижаться.

Как видите, подача пеллета так же находится под действием нескольких переменных, которые мы не можем знать изначально. Поэтому подачу топлива так же приходится настраивать. Для одной партии пеллета эти переменные, как правило постоянны. Поэтому, если вы закупили пар-

тию пеллета на всю зиму, настраивать котел придется один раз, далее ограничиваясь микрокоррекциями. А если вы покупаете по триста килограмм то там, то тут, настраивать придется постоянно, либо применить широкую настройку, пожертвовав частью КПД.

4. Что такое сброс недогоревшего топлива?

Если в горелку подать слишком много воздуха, возникнет сброс угля в зольник котла. Если в горелку подать слишком много топлива, возникнет сброс недогоревшей гранулы в зольник котла. Это очень опасные режимы работы для котла. Рассмотрим оба режима, что бы понимать смысл опасности.

1) Сброс угля. Когда гранула загорается, сначала горят летучие вещества ее составляющие (гранула постепенно темнеет), далее начинает гореть углерод (гранула чернеет и начинает светиться), далее гранула превращается в уголек (гранула ярко светится), который становится все меньше и меньше. В какой то момент он становится таким легким, что поток воздуха выкидывает его из реторты. Реторта имеет кольцевую щель, через которую дует воздух. Слабый поток воздуха не может выбросить не только угольки, но и пепел (поэтому в котел есть режим продувки, который время от времени очищает реторты от пепла, когда котел работает на малой мощности). С увеличением мощности горения поток воздуха увеличивается, сначала позволяя выдуть пепел, а затем мелкие угли, затем крупные, а если еще сильнее увеличить поток воздуха, он будет сдувать уже целые гранулы (именно поэтому мы не можем бесконечно наращивать мощность котла).

Сброс угля снижает КПД котла, вызывает перегрев зольника, механизма золоудаления и зольного ящика, а так же быстрое наполнение зольного ящика. **ВНИМАНИЕ! Длительный сброс угля может привести к поломке котла.** Не используйте режимы работы, при которых происходит сброс угля. Следите за температурой и содержанием зольного ящика. При необходимости **КОНСУЛЬТИРУЙТЕСЬ С ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКОЙ!**

2) Сброс недогоревшей гранулы. Если подача топлива даже немного превышает подачу воздуха, часть гранулы не успевает сгорать. Этот может быть даже незначительная часть, но рано или поздно она переполняет горелку, сыпается в зольник и далее горит и тлеет уже в зольнике. Котел дымит серым дымом, стенки котла и теплообменник покрываются гудроном и быстро загрязняются (при этом снижается подача воздуха), реторта загудронивается, загрязняется, начинает вращаться с большим усилием вплоть до заклинивания (при этом может быть срезан болт вращателя, повреждена первая ступень редуктора, деформирован шнек подачи топлива) Шнек золоудаления загудронивается и перестает выполнять свои функции, зольник заполняется несгоревшей гранулой, может сработать пожаротушение и т.д.

ВНИМАНИЕ! Длительный сброс топлива может привести к поломке котла. Не используйте режимы работы, при которых происходит сброс топлива. Стабилизируйте условия подачи воздуха. Всегда настраивайте котел с надежным избытком воздуха. Если вы оставляете котел надолго, для

надежности убавьте топливо (создайте еще небольшой резерв по избытку воздуха). При необходимости КОНСУЛЬТИРУЙТЕСЬ С ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКОЙ!

5. Что такое шлакование реторты?

При сгорании пеллета образуется несгоревший остаток - зола. Эта зола имеет температуру плавления. Если золу нагреть до температуры плавления она расплавится, сплавится и превратится в камнеподобный шлак. В горелке котла температура примерно 1200 градусов. Диапазон плавления золы для разных типов пеллета от 800 до 1500 градусов. Если в горелке горит пеллет с температурой плавления золы выше 1200С, то зола остается рыхлой. Если температура плавления золы ниже 1200С, зола сплавляется в каменный шлак.

Если зола не сплавляется, остается рыхлой можно эксплуатировать реторту без скребка. В этом случае зола лежит на диске реторты таким кольцом, высотой 20-30 мм суживающимся кверху.

Если зола сплавляется, возникает шлакование реторты, которое может проявляться по разному: могут просто нарастать округлые куски шлака, которые лежат на реторте и мешают горению, потом они падают в зольник и могут повредить или заклинить механизм золоудаления; может формироваться толстый "бублик" высотой 50-60 мм с отверстием подачи пеллета в центре; может формироваться "труба" или "браслет" вокруг канала подачи и пр. **Все эти явления крайне нежелательны и могут повредить котел.** При шлаковании реторты пеллет перестает нормально гореть, начинает засыпаться зольник, постоянно срабатывает розжиг и пр. вплоть до сработки пожаротушения.

Что делать, если наблюдаются шлакование? Установить скребок реторты. Скребок полностью снимает проблему шлакования, не дает образовываться образовавшемуся шлаку спекаться, разрушает его и сбрасывает в зольник. **ВНИМАНИЕ!** При загрузке первой партии нового пеллета, даже белого, всегда ставьте скребок. Возможно потом его можно будет снять. При необходимости КОНСУЛЬТИРУЙТЕСЬ С ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКОЙ!

6. Каковы признаки хорошего сгорания?

Хорошая настройка сгорания определяется следующими признаками:

1) Выхлоп котла абсолютно прозрачный, без запаха. Если на улице тепло, выхлопа не видно совсем. Если холодно, из дымовой трубы идет пар. По запаху этот пар похож на пар из чайника. Если у вас высокая дымовая труба, с этим методом у вас сложности. Чистый выхлоп не является единственным показателем правильной настройки, например избыток воздуха им никак не диагностируется.

2) Равномерное размещение топлива в реторте тонким слоем. Слой топлива над поверхностью реторты не более 10 мм. Если скребок не установлен, на кольце реторты формируется кольцо треугольного или близкого к нему сечения из мелкой золы. Реторта чистая, никаких загрязнений не заметно. На краях реторты нет недогоревших гранул.

3) При открывании дверки котла пламя светло красное, оранжевое, на малой мощности может быть синеватым.

4) Зольный ящик холодный, на большой мощности теплый (рука должна терпеть).

5) В золе в зольном ящике отсутствуют черные угольки или их очень мало.

6) Футеровка дверки котла желтая, с легким светлым налетом.

7. Каковы признаки плохого сгорания?

Следующие признаки свидетельствуют о наличии постоянной или временной проблемы настройки котла:

1) Белый дым. Белый дым - это горючая аэрозоль в которую превратилась древесина при нагревании. В норме эта аэрозоль сгорает в факеле. Однако, если она не сгорит и попадет в дымовую трубу, вы увидите белый дым. В холодное время легкое дымление трудно обнаружить глазами, поскольку белый дым смешивается с паром, однако, в отличии от пара он имеет резкий запах, если он попадет в глаза они слезятся. Есть два случая, когда котел дает белый дым: 1.1) Белый дым возникает при сбросе свежей гранулы (именно гранулы, а не углей) в зольник котла. Находясь в горячем зольнике гранула нагревается и выделяет белый дым. Этот дым имеет шансы пройти по наружным стенкам теплообменника, не коснуться факела и не сгореть и далее попасть в дымовую трубу. Интенсивность дымления может быть небольшой, если упала пара гранул и весьма большой, если просыпалось много. Когда гранула в конце концов обугливается, дымление исчезает. Часто несколько гранул могут упасть в зольник котла при нормальной настройке розжига. Если порция топлива при розжиге излишне велика, в зольник может упасть много гранул и они будут дымить сильно. В этом случае следует уменьшить порцию топлива при розжиге. 1.2) Белый дым при сбросе топлива. Если имеет место сброс недогоревшей гранулы (см. выше), то в конце концов топка будет наполнена газифицирующейся гранулой, которая будет давать интенсивный белый дым. Из трубы этот белый дым идет вместе с черным, давая густой серый выхлоп.

Отметим так же, что белый дым появляется при потере пламени (бывает при неверной настройке минимальной мощности) и при гашении горелки, когда пламя принудительно потушено.

2) Черный дым. Черный дым образуется при горении белого дыма (горючей аэрозоли) если горение происходило при недостатке воздуха - т.е. черный дым это недогоревший остаток белого дыма. Черный дым имеет несильный запах. Он может иметь вид от очень легкого темного дымка до интенсивного черного дыма. Или черного дыма в смеси с белым - тогда получается серый выхлоп, он имеет место при сбросе топлива.

3) При открывании дверки котла пламя темное, с черными лоскутами. Имеет место при сильном недостатке воздуха.

4) Шлакование реторты (см. выше).

5) Сброс топлива (см. выше) - большая гора топлива в реторте, топливо горит по всей плоскости, недогоревшая гранула лежит на краю диска реторты.

6) Футеровка дверки покрыта черной сажей, по открытой дверке бегают огоньки - сильный недостаток воздуха.

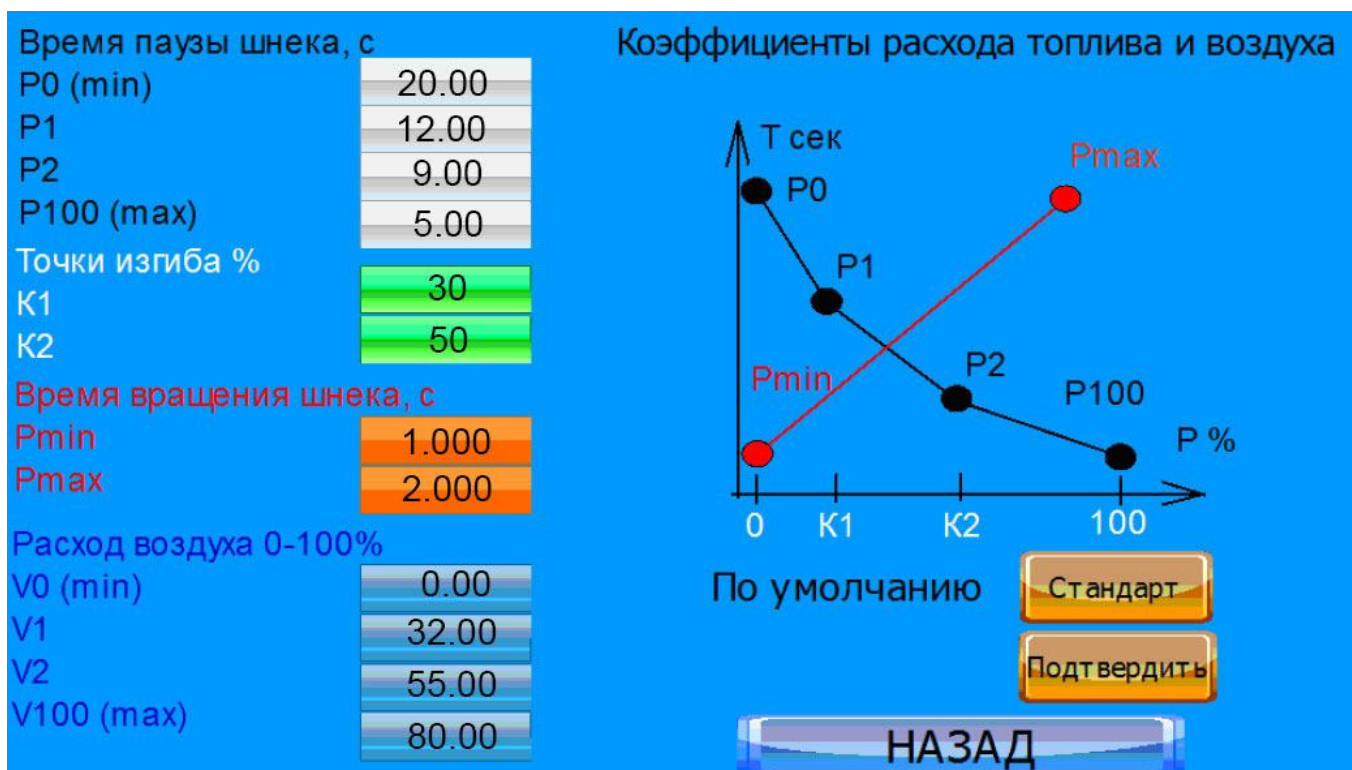
7) Зольный ящик горячий (рука не терпит), в золе зольного ящика много черных углей - сброс угля (см. выше). Если в зольном ящике вообще один уголь - сброс топлива (см. выше).

8. Что за коэффициенты на вкладке "Коэффициенты топлива и воздуха"?

Главное меню - Настройки котла - Коэффициенты топлива и воздуха

Если у вас установлены другие параметры, можете поставить такие, как на этом рисунке.

ВНИМАНИЕ только R30 (для R60 и R120 материал готовится)



Изменение показателя точки изгиба недоступно.

На график пока не обращайте внимания.

Подача воздуха регулируется по четырем точкам (аппроксимация между точками линейная):

V0 (min)- подача воздуха при минимальной мощности

V1 - подача воздуха при мощности 30%

V2 - подача воздуха при мощности 50%

V100 (max) - подача воздуха при максимальной мощности

Подача указана в процентах рабочего диапазона 6 Гц - 50 Гц, т.е. 0% соответствует 6Гц (дымосос крутит 320 об/мин), 100% соответствует 50 Гц (дымосос крутит 2700 об/мин).

Пауза шнека регулируется по четырем точкам (аппроксимация между точками линейная):

P0 (min) - пауза при минимальной мощности

P1 - пауза при мощности 30%

P2 - пауза при мощности 50%

P100 (max) - пауза при максимальной мощности

Пауза шнека измеряется в секундах (на минимальной мощности пауза будет 20 с, на максимальной - 5 с)

Вращение шнека регулируется по двум точкам (аппроксимация линейная):

P_{min} - время вращение шнека на минимальной мощности.

P_{max} - время вращения шнека на максимальной мощности.

Время вращения шнека измеряется в секундах (на минимальной мощности время вращения будет 1 с, на максимальной - 2 с).

Итак, при данных настройках на минимальной мощности дымосос крутится 0% на нижней частоте рабочего диапазона, шнек работает 1 с, затем стоит 20 с, затем крутится 1 с, затем стоит 20 с и т.д. Если котел повысит мощность до, скажем 50%, то дымосос разгонится до 55% рабочего диапазона, шнек работает 1,5 с, затем стоит 9 с, затем крутится 1,5 с, затем стоит 9 с и т.д. Если котел повысит мощность до 100%, то дымосос разгонится до 80% рабочего диапазона, работа шнека составит 2 с, а пауза между включениями 5 с.

Мы понимаем, что это не очень удобная математика, но наш контроллер умеет работать только так, поэтому надо привыкнуть.

9. Устанавливаем широкий диапазон настройки

Внимание! Пока только древесная гранула!

Теперь, когда вы всю эту информацию получили, можно достаточно осмысленно выполнить настройку котла. На всякий случай вспомним правило: все факторы, влияющие на подачу воздуха, должны иметь минимальную изменчивость. Ну например, вы настроили котел при работе с открытым окном, а потом взяли и закрыли его - подача воздуха упала, как итог - черный дым.

Еще одно правило: котел реагирует на настройку медленно, какие то действия потребуют 5 минут, какие то 30, какие то несколько часов, следите за изменениями и не торопитесь.

ИТАК, у нас есть неизвестный пеллет и неизвестные условия подачи воздуха. Тем не менее мы хотим запустить котел прямо сейчас сразу с хорошим сгоранием и без опасности для котла. Это можно сделать, используя широкий диапазон настройки, который обеспечивает сгорание с большим избытком воздуха.

Чем хорош широкий диапазон? Тем, что он даст хорошее сгорание практически любого пеллета. Почему не стоит использовать широкий диапазон всегда? Потому что: 1) Большой избыток воздуха сильно снижает КПД котла и 2) Для того что бы получить большой избыток воздуха, нам придется сильно снизить подачу топлива, при этом упадет максимальная мощность котла (вспом-

ним, что мы не можем просто поднять подачу воздуха из-за опасности сброса угля). Тем не менее на первое время это самый лучший режим работы.

Воздух и паузу не трогаем.

Устанавливаем

P_{min} - 1.000

P_{max} - 2.000

Запускаем котел. Если вдруг котлу не хватит топлива для поддержания пламени на малой мощности, система короткого розжига добавит немного топлива.

Внимание! Если котел работает на мощности более 50% КПД такой настройки очень низок, расход топлива весьма высок. По возможности переходите к более точной настройке.

10. Делаем точную настройку P_{max} и P_{min} по точкам 0% и 100%

Идеальный вариант - настройка котла по двум точкам 0% и 100% мощности. Если к котлу подключен мощный бойлер ГВС, можно открыть кран горячей воды и котел выйдет на мощность близкую к 100% (хоты бы на 80%). Мощность 0% можно всегда получить почти полностью закрыв проток теплоносителя через котел.

Для точной настройки можно воспользоваться таким хорошим маркером, как черный дым (если дымоход и погода позволяют это сделать).

Итак, поднимем мощность до 100% и настроим P_{max}

P_{max} - 2.000, ждем 10 минут, фиксируем отсутствие черного дыма

P_{max} - 2.200, ждем 10 минут, фиксируем отсутствие черного дыма

P_{max} - 2.400, ждем 10 минут, фиксируем отсутствие черного дыма

и т.д.

К какой то момент котел пыхнет черным дымком (обычно при подкручивании шнека), удостоверимся, что черный дым появляется стабильно. Откатим настройку на 0,2 назад. Готово.

ВНИМАНИЕ! Не следует приближаться к очень точной настройке топлива, поскольку свойства подачи пеллета и подачи воздуха изменчивы и небольшое их изменение во времени может привести к созданию условий для сброса топлива. **Всегда делайте надежный избыток воздуха, а если вы оставляете котел без надзора, увеличивайте этот избыток.**

Теперь снизим мощность до 0% и настроим P_{min} , которое сейчас стоит 1.000.

Дело в том, что при низком показателе P_{min} котел может терять пламя на минимальной мощности, при этом из трубы идет белый дым (см. выше).

Сидим и наблюдаем за дымом из трубы, время от времени заглядывая в котел. Если труба время от времени пыхает белым дымом, а горение уходит внутрь канала подачи - поднимите значение P_{min} на 0,1, снова наблюдайте за котлом и т.д. Как только горение на минимуме стабилизировалось, добавляем еще 0,1 для надежности. Готово.

Учтите, что все сделанные настройки нужно проконтролировать через некоторое время, поскольку котел имеет весьма большое время реакции на некоторые изменения.

11. Делаем настройку P_{\max} если нет возможности получить 100%

А если у нас нет возможности поднять мощность до 100%. Тогда то же самое можно сделать на любой мощности, но задирать P_{\max} выше 2.500 не рекомендуется, поскольку неизвестно как поведет себя котел при повышении мощности.

12. А если высокий дымоход, холодно и дым толком не виден

Тогда будем делать настройку котла неспешно (котел то ведь работает и в доме не холодно), меняя настройку раз в день и фиксируя результаты на следующий и т.д. Для определения качества сгорания воспользуемся разделами 6 и 7. В этом случае при каждом изменении P_{\max} и P_{\min} нужно выждать больше времени 12 часов и более, а затем фиксировать результаты качества горения.

13. Ай, сброс угля

Некоторые пеллеты могут давать такой легкий уголь, что на текущих настройках воздуха, при высокой мощности может начаться сброс угля (см выше). В этом случае нужно уменьшить дутье на максимум, например:

Было $V_0 - 0$, $V_1 - 32$, $V_2 - 55$, $V_{\max} - 80$

Следует установить $V_2 - 50$, $V_{\max} - 70$

Не помогло? Ставим, $V_2 - 45$, $V_{\max} - 60$. Все сброс прекратился.

Не забывайте, что при изменении подачи воздуха придется изменить подачу топлива как описано выше.

14. Перекок реторты

Бывают случаи, когда под реторту попадает кусочек шлака или камень, она поднимается и перестает вращаться. При этом скорее всего возникнет эффект сброса топлива (см. выше). Очистите реторту, восстановите вращение реторты, через некоторое время лишнее топливо выгорит и параметры котла придут в норму.

15. Поднимаем мощность.

Всегда можно получить несколько добавочных киловатт мощности, хоть и при снижении КПД. Добавим воздух $V_{\max} - 100$ и увеличим подачу топлива. Сброс угля при этом должен оставаться в разумных пределах, так что бы не повредить механизм золоудаления и зольный ящик.

16. Работа с показателем паузы

Мы привели наиболее простую регулировку при помощи показателя времени вращения шнека. Так же при регулировке можно пользоваться показателями паузы. У этого показателя 4 точки регулировки. Если напрячься и при помощи того же БКН заставить котел работать на мощностях 30 и 50% можно настроить графики горения еще более точно, уже изменяя не подачу топлива, а паузу в данных точках.

ВНИМАНИЕ! Если у вас что то не получается и котел работает как то не так: черный дым, перегрев зольного ящика, шлакование, завал реторты топливом и т.д. Немедленно установите все коэффициенты как на вышеприведенном рисунке и свяжитесь с ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКОЙ через форму на сайте.