



**ОСОЗНАННЫЙ ВЫБОР
ПРАКТИЧНЫХ ЛЮДЕЙ**

Недостатки обычных твердотопливных котлов

Для России и других северных стран тепловые генераторы, работающие на твердом топливе, являются традиционными. Однако, несмотря на непрерывное совершенствование таких котлов и печей, они не всегда могут успешно конкурировать с тепловыми генераторами на других видах топлива, особенно по длительности горения и удобству эксплуатации. При этом твердотопливные отопительные котлы, несмотря на свои весьма существенные недостатки, остаются востребованными на потребительском рынке, что обусловлено их простотой и низкими эксплуатационными затратами.

Подробнее о минусах

К основным недостаткам твердотопливных котлов относятся:

- Сложность регулирования производимой тепловой мощности и небольшая продолжительность горения от одной закладки топлива. Трудности управления мощностью твердотопливных котлов, работающих по принципу горения снизу-вверх, обусловлены тем, что при большом объеме топлива и его прогреве выделение тепловой энергии осуществляется лавинообразно. Поэтому остается достаточно высокая вероятность перехода котла в неуправляемый режим и возникновения аварийной ситуации.
- Быстрый рост смолистых наслоений и сажи на теплообменных поверхностях. Появление отложений обусловлено тем, что при горении и пиролизе топлива из него выделяются твердые, жидкие и газовые фракции. Причем их соотношение зависит от температуры в топке: с ее увеличением растет процент газовых фракций, которые лучше сгорают. Однако из-за неоднородностей температур в камере сгорания и наличия периферийной зоны возле

стенок рубашки, имеющей более низкую температуру по сравнению с ядром топки, процент частиц в жидкой и твердой фазе оказывается значительным (особенно при использовании влажного топлива). Они не могут сгореть из-за низкой температуры в этих областях (ниже t возгорания, которая должна превышать $600\text{ }^{\circ}\text{C}$) и, попадая в газовый тракт, оседают на теплообменных поверхностях, имеющих температуру не более $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Причем слой этих частиц растет с каждой топкой, особенно в застойных зонах, снижая теплопередачу от горящего топлива к теплоносителю. При этом уменьшается мощность котла и его КПД, поскольку та часть тепла, которая не перешла к теплоносителю, безвозвратно уносится дымовыми газами.

- Узкий диапазон изменения генерируемой мощности. В котлах известных конструкций этот показатель сравнительно небольшой (около 2 крат). Это обусловлено тем, что при фиксированной теплообменной поверхности максимальная мощность отопительного агрегата ограничивается допустимыми потерями, уносимыми горячими дымовыми газами (при увеличении генерируемой мощности растет температура продуктов горения), а минимальная мощность ограничена наименьшей допустимой температурой дымовых газов, при которой не образуется конденсат и резко не увеличиваются отложения сажи в дымоходе.

Следствием этих недостатков являются:

- Необходимость постоянного контроля за работой отопительного агрегата.
- Частое обслуживание котла как для дозагрузки топлива, так и для чистки теплообменных поверхностей.
- Сравнительно низкий интегральный КПД за отопительный период.

Отличия и преимущества котлов «Суворов-М»

В разработанной серии отопительных устройств «Суворов-М» реализовано несколько инновационных решений, позволяющих улучшить технические и эксплуатационные характеристики котлов по сравнению с известными аналогами.

Высокоточное управление подачей воздуха

Для решения проблемы управляемости твердотопливных котлов при работе на различных мощностях была разработана специальная заслонка, имеющая две ступени регулирования. Она позволяет:

- с высокой точностью управлять работой отопительного агрегата на различных мощностях при использовании топлива с разной влажностью и плотностью;
- нарастить объем топки и массу загружаемого топлива и, как следствие, – увеличить продолжительность горения в автоматическом режиме от одной закладки;
- регулировать соотношение первичного и вторичного воздуха в разных эксплуатационных режимах;
- изменять точность управления в зависимости от режима работы, качества топлива и его объема.

Защита от отложений и сажи

В разработанной конструкции котла в значительной степени решена проблема появления смолистых отложений и сажи на его теплообменных поверхностях. Добиться этого удалось за счет:

- определенного пространственного расположения теплообменных поверхностей относительно топки и дымохода;
- изменения скорости и направления движения дымовых газов;
- модернизации конструкции топки;
- распределенной подачи вторичного воздуха.

При работе котла на мощности выше средней и использовании сухого топлива отложения практически не образуются, поэтому период обслуживания агрегата составляет несколько недель и даже месяцев. А отложения, которые образовались при работе на небольших мощностях или при использовании влажного топлива, выжигаются при переводе котла в режим с мощностью выше средней либо удаляются механически (путем чистки теплообменных поверхностей).

Пятикратная регулировка мощности

Котел серии «Суворов-М» имеет широкий диапазон генерируемых мощностей (до пяти крат). Этого удалось достичь за счет уменьшения минимальной мощности при сохранении допустимой температуры дымовых газов, при которой в дымоходе не образуется



конденсат и не начинается интенсивный рост отложений сажи. Благодаря такой возможности при использовании качественных опилочных брикетов продолжительность горения на минимальной мощности может достигать полутора суток.

Система управления температурой дымовых газов

В котлах серии «Суворов-М» реализована возможность индикации температуры дымовых газов и управления ею при работе на различных мощностях. Для этого установлено специальное регулировочное устройство, которое позволяет добиться минимизации тепловых потерь, уносимых дымовыми газами и обеспечить максимально возможный КПД.

Регулировка осуществляется вручную или автоматически с помощью электронного блока. За счет этого обеспечивается существенная экономия топлива.

Пиролизные котлы «Суворов» – преимущества в межсезонье

Твердотопливные котлы имеют сравнительно небольшой диапазон изменения генерируемой мощности. Это ограничивает эксплуатационные возможности отопительных агрегатов в межсезонье, когда требуется генерация в автоматическом режиме небольшой мощности на продолжительный период времени.

Принцип работы твердотопливных котлов

Такая особенность твердотопливных устройств продиктована объективными причинами. При фиксированной теплообменной поверхности котла и неизменной конфигурации газового тракта приемлемым является диапазон изменения генерируемой мощности не более чем в 2,25 раза. Это обусловлено тем, что на минимальной мощности температуру дымовых газов не рекомендуется опускать ниже 100-160 °С (зависит от погодных условий и качества теплоизоляции дымохода) из-за появления конденсата и резкого роста отложений сажи в дымовой трубе.

Почему падает КПД и увеличивается расход топлива?

Максимальная мощность котла ограничивается допустимыми тепловыми потерями. Дело в том, что для увеличения снимаемой тепловой мощности интенсифицируется горение топлива, в результате чего растет температура дымовых газов. Часть тепловой энергии передается через стенки рубашки теплоносителя, а остальная – безвозвратно выносится в атмосферу. Но поскольку теплообменная поверхность котла фиксирована, то до какого-то значения поглощаемая теплоносителем тепловая энергия растет почти пропорционально температуре, а при дальнейшем увеличении температуры дымовых газов все большая часть тепловой энергии выносится в атмосферу. Следствие этого – снижение КПД, которое составляет около 10% на каждые 100 °С повышения температуры дымовых газов. На практике уменьшение КПД достигает величины 30-40%, а с учетом снижения теплопроводности стенок газового тракта из-за появления отложений – еще больше. Поэтому интегральный коэффициент полезного действия за сезон эксплуатации котла будет ниже КПД на минимальной мощности, который заявляется производителями, а расход топлива – выше ожидаемого.

Управление температурой дымовых газов в отопительных агрегатах «Суворов-М»

В пиролизных твердотопливных котлах модельного ряда «Суворов-М» удалось в значительной степени решить проблему расширения диапазона генерируемых мощностей и повышения экономичности за счет поддержания температуры дымовых газов, близкой к минимально допустимым значениям. Разработано специальное устройство, позволяющее регулировать температуру дымовых газов.

В котлах площадь теплообменной поверхности и конфигурация газового тракта выбраны такими, чтобы на мощности, близкой к номинальной, температура дымовых газов в режиме стабилизации не превышала 170-180 °С (в отдельные переходные моменты этот показатель может быть выше). Кроме того, изменено направление и уменьшена скорость движения дымовых газов по газовому тракту. Чтобы не допустить падения температуры дымовых газов на мощности ниже номинальной, в дымоход по отдельному каналу добавляется необходимый объем наиболее горячих газов, которые, смешиваясь с потоком уже остывших,

обеспечивают поддержание требуемой минимальной температуры.

Изменение объема дополнительных горячих газов осуществляется с помощью заслонки, расположенной под крышкой котла. Управление заслонкой проводится 2 способами:

- в ручном режиме
- или автоматически с помощью электронного блока

Для более точного управления температурой дымовых газов на различных режимах работы в дымоходе над котлом предусмотрен термометр. С учетом показаний этого прибора устанавливается требуемая температура дымовых газов.

Подводим итоги:

В целом описанное устройство позволяет увеличить диапазон изменения генерируемой мощности в 4-5 раз и тем самым расширить эксплуатационные возможности твердотопливных агрегатов. Устройство также обеспечивает повышение экономичности котлов, то есть снижение расхода горючего. За отопительный период экономия достигает 20%, а с учетом уменьшения влияния отложений на теплообменных поверхностях – 40%. Устройство управления тепловой мощностью котла «Суворов-М»

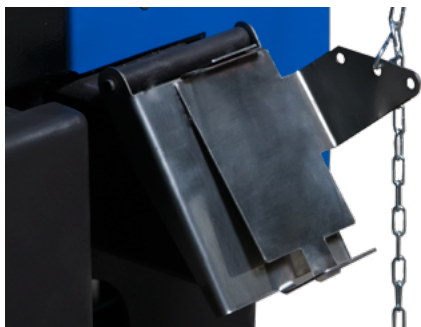
Как известно, управление тепловой мощностью котла длительного горения осуществляется регулировкой объема поступающего воздуха. Теплотворная способность древесины в единицу времени зависит не только от ее вида, но и ряда других факторов:

**объема / фракционности /
стадии горения / температуры в топке /
тяги дымохода / скорости потока входного воздуха**

Поэтому она может изменяться в широких пределах. Так, например, при тлении 20 кг дров выделяется несколько киловатт тепловой энергии, а при свободном доступе воздуха и интенсивном горении той же массы сырья – 60-80 кВт. Если сжигание дров производится в котле мощностью 20 кВт, то его теплообменные поверхности рассчитаны на поглощение именно такого количества тепла. Многократный избыток энергии приводит к стремительному росту температуры теплоносителя и его закипанию. Если в открытой системе отопления это кратковременно допускается, то в закрытой – может привести к аварийной ситуации с разрывом трубопроводов, радиаторов или рубашки котла. **Поэтому для безопасной эксплуатации твердотопливных агрегатов на всех режимах к системе управления входным воздухом предъявляются высокие требования. Точность управления должна четко находиться в рамках между объемом воздуха, при уменьшении которого горение затухает, вплоть до полной остановки и объемом, при котором горение переходит к лавинообразному выделению тепловой энергии. Это, в свою очередь, приводит к быстрому росту потерь из-за увеличения температуры дымовых газов и повышению вероятности аварии вследствие закипания теплоносителя. И чем больше масса топлива в топке, тем более высокую точность должна иметь система управления.**

Регулирование мощности котла заслонкой

В известных конструкциях система управления объемом поступающего в котел воздуха построена на основе управляемой от терморегулятора заслонки, которая меняет площадь проходного сечения входного воздухохода. Однако точность управления такой системы нередко оказывается недостаточной. Это связано с тем, что объем проходящего через входной воздухоход воздуха зависит не только от площади его сечения, но и от скорости воздушного потока. В свою очередь, скорость зависит от тяги дымохода и может изменяться в несколько раз, в то время как объем воздуха в процессе работы котла должен отклоняться на проценты от текущего значения.



Уменьшение расхода топлива при помощи двухступенчатой заслонки

Проблему удалось решить созданием двухступенчатой заслонки, которая состоит из большой и размещенной на ней малой заслонки, имеющей в несколько раз меньшую площадь проходного сечения. Так как в режиме стабилизации работает преимущественно малая задвижка, точность управления объемом поступающего в котел воздуха возрастает в несколько раз. Более того, изменяя точку подвеса привода заслонок можно менять в небольших пределах точность регулирования. В ряде случаев это позволяет более точно адаптировать систему управления к параметрам горючего. Например, при использовании сухого и мелкофракционного топлива рекомендуется уменьшить плечо точки подвеса от оси вращения заслонок и тем самым повысить точность управления воздушным потоком. Для влажного и крупнофракционного топлива точность управления может быть снижена. Двухступенчатая заслонка также позволила решить не менее важную задачу увеличения экономичности твердотопливных котлов. Дело в том, что при сжигании дров под действием высокой температуры происходит их пиролиз, то есть выделение горючих компонентов в виде газовой, жидкой и твердой фракций. Для сжигания летучих составляющих топлива (преимущественно в газобразной форме) в современных котлах используют так называемый вторичный воздух, который подают отдельно в верхнюю часть топки или в специальную вторичную камеру. Однако в зависимости от интенсивности горения дров объем не сгоревших в топке пиролизных газов меняется и подача одинакового количества вторичного воздуха на всех режимах работы котла приводит либо к неполному сжиганию пиролиз-

ных газов и потерям за счет химического недожога, либо к тепловым потерям из-за избыточного воздуха, поступающего в котел.

С помощью разработанной двухступенчатой заслонки в отопительных агрегатах семейства «Суворов-М» изменяется соотношение первичного и вторичного воздуха при работе в различных режимах, тем самым достигается более полное сжигание топлива и уменьшение его расхода. Так, при переходе котла в режим стабилизации на заданной мощности, когда задействована преимущественно малая заслонка, объем подаваемого вторичного воздуха больше, чем первичного. А при работе большой заслонки, наоборот, первичного воздуха подается больше, чем вторичного. Конкретная величина соотношений первичного и вторичного воздуха для разных режимов работы оптимизируется по критерию минимума потерь для каждого типа конструкции котла.

Зачем нужна футеровка топки в котлах «Суворов-М»?

На первый взгляд, футеровка противоречит здравому смыслу, поскольку существенно снижает теплопроводность стенок топки. Однако при более глубоком рассмотрении физических процессов, протекающих в твердотопливном котле в различных условиях, выясняется, что можно создать конструкцию, в которой футеровка не только не снижает полноту поглощения тепла от горящего топлива, но и улучшает другие характеристики котла.



Преимущества футеровки

Действительно, через футеровочную плиту, изготавливаемую из термостойкого теплоизолирующего материала, к стенке топки проходит меньше тепловой энергии. Однако за счет того, что из камеры сгорания фактически убирается периферийная зона с низкой температурой вдоль ее стенок, увеличивается горячее ядро и тем самым повышается средняя температура. А поскольку мощность теплового излучения, согласно закону Стефана-Больцмана, зависит от четвертой степени температуры тела, то даже небольшое увеличение средней температуры приводит к существенному росту мощности теплового излучения и повышению

температуры дымовых газов. Так, например, увеличение температуры в топке на 20% приводит почти к двукратному росту мощности теплового излучения. Конфигурация газового тракта пиролизных котлов «Суворов-М» устроена так, что часть этого излучения поглощается непосредственно его теплообменной поверхностью. В результате таких конструктивных особенностей:

- уменьшенная теплопередача в топке через футеровочные плиты с избытком компенсируется увеличением теплопередачи через теплообменные поверхности в газовом тракте;
- повышение температуры в топке приводит к снижению выделяющихся из топлива частиц в твердой и жидкой фазе;
- организованное замедление движения дымовых газов способствует более полному сжиганию этих частиц.

Благодаря футеровке отложения практически не образуются в топке и только частично появляются на теплообменных поверхностях газового тракта при работе на небольших мощностях. В итоге повышается экономичность котла и упрощается его обслуживание (за счет уменьшения площади, подлежащей чистке, и увеличения периода между обработками поверхности газового тракта).

Продление срока службы котла – еще один плюс футеровки

Отсутствие появления отложений в топке важно еще и с точки зрения обеспечения долговечности отопительного агрегата. Дело в том, что когда в топке топливо находится в непосредственном контакте с водяной рубашкой, на стенках камеры сгорания образуется слой отложений из углерода, закоксовавшихся и несгоревших смол, имеющих пористую, слоистую, достаточно прочную гидрофильную структуру. При эксплуатации котла в различных условиях (высокая влажность дров, низкая температура теплоносителя, конденсат из дымохода) неизбежно выпадение конденсата на стенках топки. За счет пористой структуры отложений в них дольше сохраняется влага, которая при повышенных температурах приводит к ускорению коррозии железа и в итоге – к прогоранию стенки топки. Таким образом, футеровка камеры сгорания теплоизолирующими плитами в разработанном семействе котлов приводит к повышению их эффективности, продлению срока службы и улучшению эксплуатационных характеристик.

Система защиты теплообменных поверхностей в котлах «Суворов-М»

Одним из существенных недостатков твердотопливных котлов является быстрый рост отложений смол и сажи в топке и на теплообменных поверхностях газового тракта. Наличие этих отложений приводит к снижению теплопроводности стенок рубашки котла и, как следствие:

- уменьшению генерируемой мощности;
- росту потерь из-за увеличения температуры дымовых газов.

Снижение тепловой мощности за счет отложений может достигать 20-40% (в ряде случаев и больше), соответственно, падает КПД, растут потери тепла и расход топлива. Поэтому для восстановления технических характеристик котла требуется регулярно чистить теплообменные поверхности. В некоторых конструкциях период между обслуживанием может составлять одну-две недели, что, безусловно, снижает эксплуатационные характеристики котла.

Почему появляются отложения?

В процессе горения из топлива, в частности древесины, выделяются компоненты в виде твердых, жидких и газовых фракций, большинство из которых окисляются поступающим воздухом с выделением тепловой энергии. Однако часть частиц в твердой и жидкой фазе (особенно в периферийной зоне) не успевает сгореть, оседает на стенках топки и с газовым потоком попадает в газовый тракт.

Там температура начинает быстро снижаться (из-за того, что газовые молекулы, находящиеся в возбужденном состоянии, отдают свою энергию при излучении квантов электромагнитного излучения и при соударении со сравнительно холодными стенками рубашки котла) и становится меньше температуры воспламенения углерода и его соединений.

Поэтому частицы в твердой и жидкой фазе (в основном это углерод и его соединения, в том числе с парами воды) оседают на теплообменных поверхностях газового тракта, снижая их теплопроводность.

Особенно это характерно для маломощных котлов, в которых отношение объема топки к теплообменной поверхности значительно меньше, чем в агрегатах средней и большой мощности. Поэтому в камере сгорания маломощных устройств образуется и попадает в газовый тракт большой процент частиц в твердой и жидкой фазе, особенно при использовании топлива с повышенной влажностью.

Кроме того, соотношение этих фракций в значительной степени зависит от температуры в топке, с увеличением которой растет процент газовых фракций и наоборот. Однако из-за неоднородности температуры в камере сгорания и наличия периферийной зоны возле стенок рубашки, имеющих более низкую температуру по сравнению с ядром горящего топлива, процент частиц в жидкой и твердой фазе оказывается значительным (особенно при использовании влажного топлива и работе котла на малых мощностях).

Большинство из этих частиц не может сгореть из-за низкой температуры возле стенок топки и газового тракта (ниже температуры возгорания, которая должна быть более 600°C) и оседает на теплообменных поверхностях, температура которых не превышает значений около 100 С. Причем слой этих частиц растет с каждой топкой, особенно в застойных зонах.

При наличии в топливе серы (она содержится в небольших количествах в древесине и некоторых сортах угля) в дымовых газах появляются пары серной кислоты. Вместе с парами воды они способствуют разрыхлению (с последующим разрушением) теплообменных поверхностей котла и увеличению на них слоя отложений.

Иногда это приводит к прогару стенок рубашки в топке, поскольку на металл воздействует мощное тепловое излучение и высокие температуры газов.

Как решена проблема отложений в котлах «Суворов»?

Для предотвращения образования наслоений смол и сажи в устройствах серий «Суворов-М» боковые стенки топки закрыты либо металлическими экранами, либо футеровочными плитами. Увеличение ядра горящего топлива практически до размеров топки позволило повысить среднюю температуру в камере сгорания и обеспечить более полное сжигание пиролизных газов. Существенно снизил появление и рост отложений на теплообменных поверхностях газового тракта в котлах серии «Суворов-М» удалось за счет:

- изменения конфигурации газового тракта, направления и скорости движения дымовых газов;
- увеличения времени их нахождения в газовом тракте под действием мощного теплового излучения.

Более того, при работе котла на мощности близкой к номинальной рост отложений практически не наблюдается. Их заметное увеличение происходит только на малых мощностях, однако при переводе устройства в режим мощности больше номинальной значительная часть наслоений смол и сажи выгорает.

Нет отложений – выше КПД, меньше расход топлива.

В целом в котлах серии «Суворов-М» за счет применения специальных мер по защите теплообменных поверхностей от появления или интенсивного роста отложений удалось повысить стабильность теплотехнических характеристик в процессе эксплуатации и снизить потери тепловой энергии. В результате существенно уменьшился расход топлива и улучшились эксплуатационные характеристики благодаря увеличению периода обслуживания.

Решение проблемы отложений на теплообменных поверхностях в котлах «Суворов-М»

Известно, что при сжигании топлива в любых отопительных агрегатах часть углерода в силу разных причин не сгорает и вместе с образующимися в процессе горения различными соединениями оседает на сравнительно холодных теплообменных поверхностях котла и в дымоходе. Поскольку теплопроводность отложений на порядки ниже, чем у металла, то наличие даже небольшого слоя на теплообменных поверхностях приводит к снижению передачи тепла к теплоносителю и увеличению тепловых потерь через дымоход. При этом уменьшается генерируемая мощность и падает КПД. То есть для получения требуемого количества тепловой энергии придется использовать больше горючего.

Наиболее остро проблема возникновения наслоений стоит в отопительных агрегатах, работающих на твердом топливе. Особенно это касается маломощных устройств, в которых трудно обеспечить высокие температуры в топке и сжигание всех фракций, выделяю-

щихся из топлива. Рост смолистых отложений и сажи на теплообменных поверхностях обусловлен тем, что при горении и пиролизе топлива из него выделяются твердые, жидкие и газовые фракции. Причем их соотношение зависит от температуры в топке: с ее увеличением растет процент газовых фракций, которые лучше сгорают. Однако из-за неоднородностей температур в камере сгорания и наличия периферийной зоны возле стенок рубашки, имеющей более низкую температуру по сравнению с ядром топки, процент частиц в жидкой и твердой фазе оказывается значительным (особенно при использовании влажного топлива). Они не могут сгореть из-за низкой температуры в этих областях (ниже t возгорания, которая должна превышать $600\text{ }^{\circ}\text{C}$) и, попадая в газовый тракт, оседают на теплообменных поверхностях, имеющих температуру не более $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Причем слой этих частиц растет с каждой топкой, особенно в застойных зонах, снижая теплопередачу от горящего топлива к теплоносителю. При этом уменьшается мощность котла и его КПД, поскольку та часть тепла, которая не перешла к теплоносителю, безвозвратно уносится дымовыми газами. И чем интенсивнее горение топлива, тем выше потери и, соответственно, расход горючего. Сложный химический состав твердого топлива и содержание в нем влаги приводят к образованию не только сажи, но и различных смол в жидкой и твердой фазах. По мере прохождения газового тракта они оседают на теплообменных поверхностях и в дымоходе.

Интенсивность роста отложений зависит от нескольких факторов:

- конструкции котла;
- длины и конфигурации газового тракта;
- используемого топлива.

В результате это приводит к почти полной потере мощности. В некоторых конструкциях интервал между чистками может составлять одну-две недели, что, безусловно, снижает эксплуатационные характеристики твердотопливных котлов длительного горения. На практике период обслуживания зачастую определяется приемлемыми потерями мощности устройства (или допустимым увеличением расхода топлива). То есть, когда тепловой мощности не хватает для обогрева помещения, потребитель вынужден производить чистку теплообменных поверхностей и дымохода. Особенно сильное влияние на интенсивность роста отложений в таких котлах оказывает вода, содержащаяся в топливе и образующаяся в процессе горения при соединении выделяющегося водорода с кислородом воздуха.

- Во-первых, при ее испарении затрачивается тепловая энергия, которая вместе с водяным паром и дымовыми газами безвозвратно уносится в атмосферу.
- Во-вторых, пары воды снижают температуру в топке, вследствие чего растет процент частиц топлива в твердой и жидкой фазе, которые, не сгорая, уносятся дымовыми газами в газовый тракт, где и оседают на теплообменных поверхностях.
- В-третьих, при использовании влажного топлива пары воды конденсируются на сравнительно холодных (ниже точки росы) теплообменных поверхностях и стенках дымохода и стекают в виде конденсата внутрь котла, способствуя коррозии металла и его разрушению.

Поэтому при создании бытовых отопительных агрегатов конструкторы стремятся минимизировать негативное влияние отложений, однако существенного прогресса в этой области до сих пор не удавалось достичь.

Предотвращение образования отложений в моделях серии «Суворов-М»

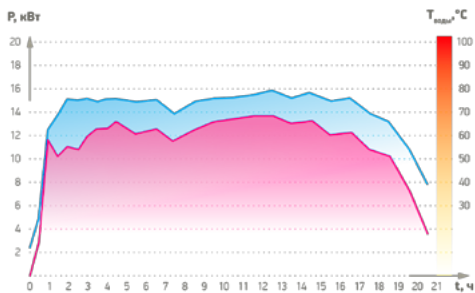
В нашей компании разработана конструкция, в которой в значительной степени удалось решить проблему появления смолистых наслоений и сажи на теплообменных поверхностях. Это стало возможным благодаря применению целого ряда инновационных технических решений, таких как:

- определенное пространственное расположение теплообменных поверхностей относительно топки и дымохода;
- изменение скорости и направления движения дымовых газов;
- модернизация конструкции топки;
- футеровка боковых поверхностей камеры сгорания;
- распределенная подача вторичного воздуха.

При работе котла на мощности выше средней и использовании сухого топлива отложения практически не образуются, поэтому период обслуживания составляет несколько недель и даже месяцев. А отложения, которые образовались при работе на небольших мощностях или при использовании влажного топлива, выжигаются при переводе котла в режим с мощностью выше средней либо удаляются путем механической чистки теплообменных поверхностей.

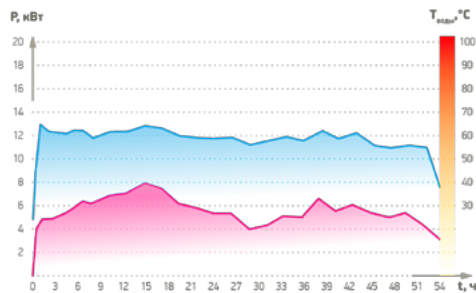
Тестирование котлов «Суворов-М»

Проведенные испытания нескольких моделей с различной мощностью (15, 20 и 30 кВт) полностью подтвердили заявленные характеристики. После нескольких топок (по 6-15 часов) появляется легкий налет, снижающий максимальную мощность на 5-10%, который не увеличивается при использовании сухих дров (влажностью менее 25%) и работе на мощности выше средней. При работе на минимальной мощности и использовании более влажного топлива отложения на теплообменных поверхностях нарастают быстрее, но уменьшение максимальной мощности не превышает 20%. Причем если при появлении заметных наслоений сразу перевести котел в режим с мощностью выше средней, то большая часть этих отложений выгорает. Однако если топить на минимальной мощности продолжительное время, наслоения на теплообменных поверхностях могут коксоваться и их становится трудно удалить переводом котла в режим больших мощностей. Поэтому иногда (если требуется получение близкой к максимальной мощности или для экономии топлива) приходится удалять эти отложения механическим путем. При этом следует отметить, в разработанной серии котлов «Суворов-М» реализована технология управления температурой дымовых газов. Это позволило расширить диапазон генерируемых мощностей за счет возможности уменьшения минимальной мощности при обеспечении требуемой для нормальной работы дымохода температуры дымовых газов. Если сравнивать представленные отопительные агрегаты с аналогами, в которых диапазон генерируемых мощностей, как правило, меньше примерно в два раза, можно сделать следующий вывод. При работе в одинаковом диапазоне мощностей в моделях «Суворов-М» отложения, образующиеся на теплообменных поверхностях, существенно не сказываются на тепло-технических параметрах, что повышает эксплуатационные характеристики этих котлов.



20 часов работы котла К-20М при средней мощности
Р ср. ~ 12 кВт на одной загрузке брикетов (66 кг)
в автоматическом режиме

■ мощность ■ температура воды в котле



54 часа работы котла К-20М при минимальной мощности
Р ср. ~ 5,1 кВт на одной загрузке брикетов (75 кг)
в автоматическом режиме

■ мощность ■ температура воды в котле