

Почему текут жаротрубные котлы?

А.В. Колосов, директор, ООО «Инновации и Сервис», г. Электросталь

Введение

Наша компания занимается очисткой промышленных котлов на протяжении 20 лет. В том числе, хорошо освоен метод химической промывки.

В практике было немало случаев, когда нас приглашают сделать химическую промывку жаротрубного котла, который уже имеет трещины и течёт в местах сварки или вальцовки. При этом котлы отнюдь не старые – 2-4 года эксплуатации. Примеры подобных дефектов приведены на рис. 1.

Каковы же причины этого явления – почему прогорают и текут жаротрубные котлы, весьма популярные в последние годы?

Конструкция жаротрубного котла

Жаротрубный котёл представляет собой цилиндр, внутри которого находится жаровая и дымогарные трубы, по которым идут дымовые газы (рис. 2а). Межтрубное пространство – герметичная полость – заполняется водой, которая, собственно, и нагревается. Для улучшения теплоотдачи дымогарные трубы выполнены в 2-3 хода (поворота): газы, которые образуются в жаровой трубе при сгорании топлива, меняют своё направление движения и возвращаются к фронтальной части отопительного оборудования. После отдачи тепла теплоносителю они выводятся

наружу через дымоход (рис. 2б). Обечайка котла, жаровая и дымогарные трубы ввариваются в трубные доски – переднюю и заднюю, создавая, таким образом, цельную конструкцию котла (рис. 2в).

Образование накипи в жаротрубном котле

Для жаротрубных котлов установлены строгие нормы по качеству питательной воды. Однако на практике предприятиям не всегда удаётся соблюдать эти нормы при эксплуатации котлов. По этой причине в котлах образуется накипь.

При этом распределение накипи в жаротрубных котлах неравномерно. Вдоль дымогарных труб образуется сравнительно ровный слой накипи, резко увеличивающийся у самой трубной доски. Это происходит из-за конструктивных особенностей котла.

Толщина трубной доски – 13-16 мм. Технологически, чтобы вставить в неё дымогарную трубу, в трубной доске делается отверстие с диаметром чуть большим, чем внешний диаметр дымогарной трубы. Установленную дымогарную трубу приваривают к трубной доске с лицевой части. Во время эксплуатации жаротрубного котла мельчайшие частицы накипи забиваются в зазор и снижают теплопередачу в местах сварки (рис. 3а).

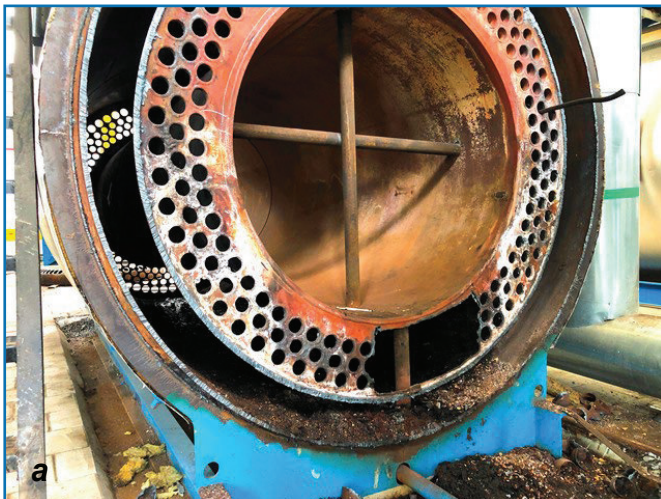


Рисунок 1. Повреждения поверхностей жаротрубного котла, обнаруженные из-за накипи: а – котёл *Buderys*, выведенный в ремонт, б – течь на передней трубной доске котла *ICI CALDAIE*

По этой причине сварочный шов перегревается и охрупчивается. Через некоторое время это приводит к течи котла именно в местах сварки. Очень редко, но случается, что из-за термических напряжений трубная доска лопается.

Кроме того, вследствие конструктивных особенностей, даже при наличии системы ХВП, за 5-7 лет работы на дне котла образуется нерастворимый осадок. В нашей практике бывало, что толщина этого осадка превышала 10-15 см и более, так что нижние дымогарные трубы были полностью зацементированы этими отложениями.

Неудивительно, что на таких котлах лопались трубные доски в нижней части котла, или они текли в местах приварки дымогарных труб (рис. 3б).

Следует отметить, что этот осадок крайне сложно и долго размывается при химической промывке.

Дальнейшие исследования привели нас к следующим выводам:

- недостаточная водоподготовка – накипь – перегрев;
- несоблюдение точки росы – коррозия со стороны газов;
- несоблюдение температурных режимов: быстрое охлаждение и быстрый нагрев – температурные напряжения;
- подвижные опоры в транспортном состоянии (приварены) – препятствие температурному расширению котла.

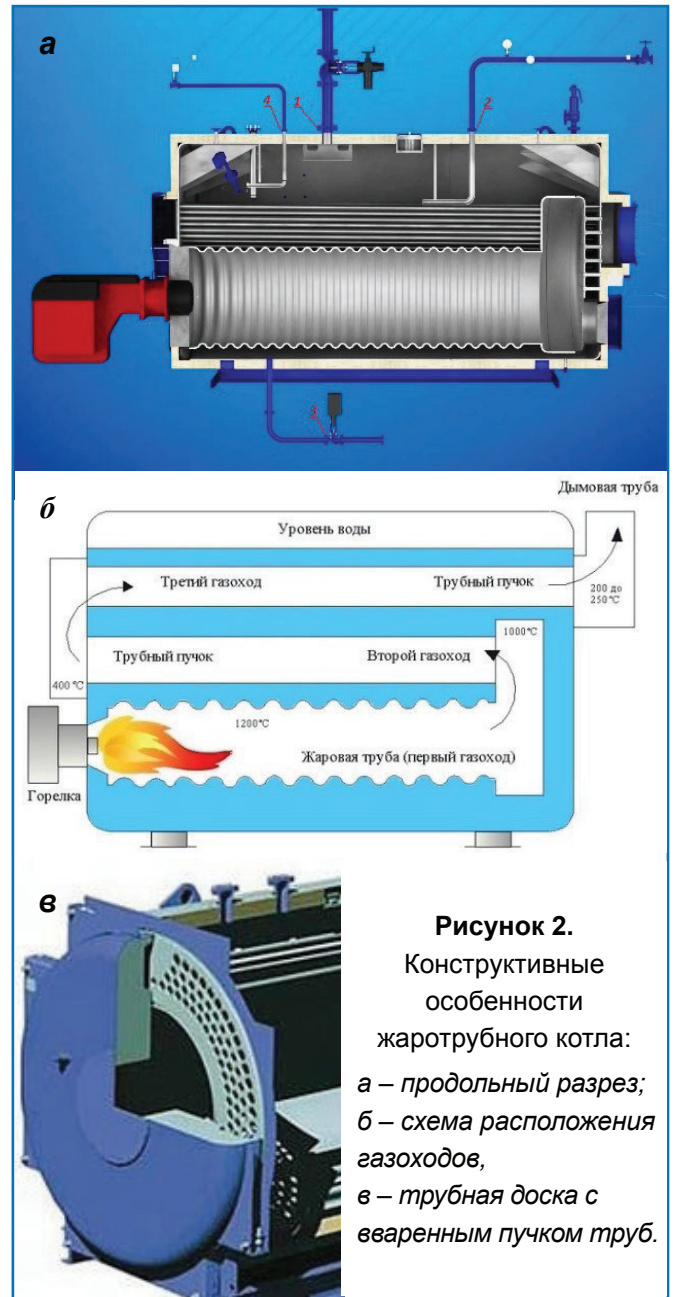


Рисунок 2. Конструктивные особенности жаротрубного котла:
 а – продольный разрез;
 б – схема расположения газоходов,
 в – трубная доска с сваренным пучком труб.



Рисунок 3. Образование накипи: а – в местах приварки дымогарной трубы к трубной доске (красной стрелкой обозначена трубная доска, синей – дымогарная труба, в центре – слой накипи); б – на нижних дымогарных трубах котла.



Эти выводы подтверждаются и отзывами специалистов из числа эксплуатационного персонала.

Почему не все жаротрубные котлы приспособлены к промывке?

Для того, чтобы понять, приспособлены ли жаротрубные котлы для химпромывки от накипи, рассмотрим схему этого процесса и познакомимся с его особенностями.

Исследования, проведённые на нашем лабораторном стенде, а также опыт промывки показали, что для эффективного растворения накипи у трубной доски и внутри полости недостаточно просто заполнить котёл промывочным раствором: в неподвижной среде, без циркуляции, промывочный раствор срабатывается у стенок котла и не перемешивается. В результате реакция прекращается и накипь не растворяется.

Для эффективной очистки необходимо создать гидродинамический поток, омывающий переднюю и заднюю трубные доски котла с определённой скоростью и давлением. Именно поэтому нежелательна промывка жаротрубных котлов методом травления, без циркуляции.

Основные выводы по результатам проведённых лабораторных экспериментов:

1. Оптимальным считается подключение промывочной установки к верхней части фронтальной трубной доски и к дренажу. Как правило, для создания циркуляционно-

го контура эффективной очистки промывочный насос подключается в нижней его части, а выход из котла необходимо организовать по диагонали сверху.

2. В процессе промывки желательно использовать реверсный узел и менять направление потока.

3. Насколько это возможно, необходимо создавать поток с характеристиками течения, близкими к турбулентному.

4. Химический насос должен иметь как можно более высокие напорные характеристики.

Именно такие условия процесса позволят создать в промываемом котле рабочую гидродинамическую среду, ускоряющую процесс очистки и повышающую его качество.

Основные проблемы.

1. Большинство жаротрубных котлов имеют патрубки для подключения только в центральной части котла или ближе к тылу (сторона, противоположная горелке) (рис. 2а, позиции 1, 2). Забрать жидкость внизу можно только с одной точки – дренажного патрубка, который также находится в тыловой части котла, внизу (рис. 2а, поз. 3). Получается, что при такой схеме подключения практически не омывается фронтальная трубная доска со стороны горелки.

2. Диаметр дренажного трубопровода имеет малый диаметр (обычно Ду 32, 40, 50), что препятствует формированию оптимального потока при промывке.

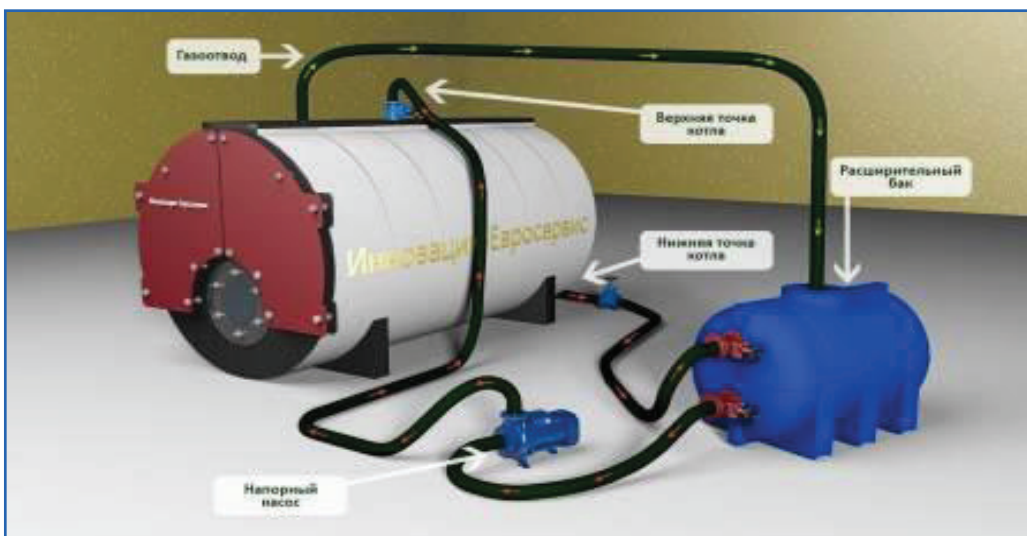


Рисунок 4. Принципиальная схема химической промывки жаротрубного котла.

Как правильно промывать жаротрубные котлы?

Как было указано выше, неправильный процесс химической промывки жаротрубного котла приводит к тому, что на трубных досках останется накипь. Во избежание этого необходимо тщательно соблюдать правила промывки. Их не так много.

1. Промывку необходимо проводить «снизу-вверх», реверсным узлом, с двух сторон по диагонали (рис. 4). Первый цикл – от горелки (сверху) к тылу (дренаж) и от тыла к горелке. Второй цикл – от тыла котла (сверху) к горелке (снизу) и наоборот. Реверсный узел позволяет переключать направление потока и подавать реагент через нижнюю точку, что улучшает размывание отложений в нижней части котла.

2. Параметры насоса, с помощью которого создаётся необходимый гидродинамический поток: напор – не менее 50 м, подача – 6-8 водяных объёмов котла. Таким образом, для промывки котла с водонаполнением 20 м³ требуется насос с подачей 120-160 м³/ч.

3. Для паровых котлов нужно увеличить время промывки до 3-4 суток, т.к. накипь в паровом котле более прочная и адгезированная к поверхности металла.

4. Химическую промывку необходимо производить специализированным реагентом, разработанным именно для промывки промышленных котлов от накипи.

5. Реагент должен иметь в своём составе ингибиторы, обеспечивающие скорость коррозии не более 0,2 г·м²/ч.

6. После химической промывки обязательно следует проводить дренирование нерастворимого осадка с нижней части котла.

7. По окончании работ обязательно сделать контрольную фото- и видеосъёмку трубных досок котла – на предмет отсутствия накипи.

Эти рекомендации помогут правильно промыть жаротрубный котёл и эксплуатировать его длительное время без ремонта.

А нужна ли промывка вообще?

Промывать жаротрубные котлы нужно обязательно. И именно по причине, которая

описана выше: даже небольшой слой накипи на трубной доске (вокруг дымогарной трубы) приводит к перегреву места сварки и течи, следовательно – повышается риск возникновения аварийной ситуации, сокращается срок службы оборудования и увеличиваются затраты на ремонт.

Предложения производителям котельного оборудования

1. Предусмотреть в конструкции жаротрубного котла два патрубка с глухими фланцами на трубной доске (вверху и внизу), со стороны горелки. Это позволит оперативно подключать промывочную установку, а самое главное – создаст эффективные гидродинамические потоки.

2. Изменить расположения дренажного трубопровода. Классический способ, когда дренажный трубопровод вертикально присоединён в нижней точке котла, представляется не совсем удобным. Нерастворимый осадок вполне может забить этот трубопровод. Кроме того, дренировать удобнее, когда трубопровод расположен в горизонтальной плоскости, в районе самой нижней точки водяного барабана котла.

3. На котлах с водяным объёмом свыше 10 м³ диаметр дренажного трубопровода представляется слишком маленьким – как правило, Ду 40. Для напорных насосов, наоборот, скорее в точке подачи должен быть диаметр трубы Ду 50, а на выходе из котла, например, Ду 65.

Эти простые, не затратные для производителей котлов, дополнения существенно упростят процесс промывки жаротрубных котлов и повысят его качество.

Заключение

Причиной для написания данной статьи послужил опыт химической промывки жаротрубных котлов от накипи, накопленный нашей компанией за последнее десятилетие (с 2009 по 2020 гг.). Материал носит дискуссионный характер, предполагается, что статья может послужить основой для обсуждения лучшего опыта промывки жаротрубных котлов, выработки новых технологических решений очистки.

