

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*BBS GmbH, ФРГ<sup>1</sup>*

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
Украина<sup>2</sup>*

***В статье идет речь об использовании жаротрубных котлов в централизованных системах теплоснабжения Украины. Проведен анализ существующих проблем, связанных с использованием жаротрубных котлов, а также разработаны и приведены пути их решения.***

Состояние системы централизованного теплоснабжения в городах Украины таково, что большинство элементов этих систем давно исчерпали свой паспортный срок эксплуатации и требуют замены либо капитального ремонта. Однако за годы эксплуатации этих систем техника и идеология организации централизованного теплоснабжения шагнули далеко вперед и прямая замена отслуживших свой срок эксплуатации элементов на аналогичное новое оборудование чаще всего становится неэффективным мероприятием. Это положение касается и водогрейных котлов отопительных котельных ЦСТ.

На сегодняшний день подавляющее большинство квартальных и районных котельных укомплектованы водотрубными котлами серии НИИСТу, КВГ, ТВГ производства Монастырищенского машиностроительного завода либо котлами серии КВГМ производства Дорогобужского котельного завода (РФ). Достаточно много в эксплуатации находится и паровых водогрейных котлов серии ДЕ и ДКВР Бийского завода (РФ) в водогрейном режиме особенно серии ДКВР. Многие из этих котлов уже многократно проходили капитальные ремонты, эксплуатируются по 40 и более лет и требуют замены. При этом возникает альтернатива: либо прямая замена требующих замены котлов на новые той же серии, которые попрежнему выпускаются производителями, либо замена этих старых водотрубных котлов на жаротрубные. Жаротрубные котлы малой и средней мощности в производстве дешевле водотрубных той же мощности в два-три раза и проще в эксплуатации. Однако, в Украине продолжают разработки водотрубных котлов небольшой мощности [1]. По нашему мнению, активному использованию жаротрубных котлов препятствуют несколько обстоятельств. Во-первых, определенный консерватизм эксплуатирующих организаций, привыкших к водотрубным котлам, поскольку в СССР жаротрубные котлы серии «Кивыили» выпускались только в Эстонии в весьма ограниченном количестве и распространения на остальной территории страны не получили. Объяснение этому, по-видимому, можно найти в двух факторах. В первую очередь в гораздо большей ремонтпригодности водотрубных котлов, чем объясняется столь длительный

срок эксплуатации таких котлов в Украине. Кроме того, с точки зрения теплоотдачи водотрубный котел эффективнее жаротрубного, что приводит к меньшей его металлоемкости на единицу выработанной теплоты. Во-вторых, конструктивные особенности жаротрубных котлов таковы, что их стоимость резко возрастает с ростом температуры теплоносителя и давления в сети. При этом, чем больше мощность котла, тем острее эти проблемы. Решать их можно разными способами. Можно изменять тепловые и гидравлические схемы самой котельной либо использовать гибридные конструкции котлов – так называемые циркоматы [2].

В последнее время появились разработки, направленные на создание жаротрубных котлов большой мощности (до 30 МВт).

При этом, в первую очередь решается проблема размеров пламенной трубы. Пламенные трубы мощных котлов должны иметь большие размеры чтобы вместить в себя факел мощной горелки. Кроме того, постоянное ужесточение в Европе требований к экологичности котлоагрегатов. Для снижения выбросов оксидов азота  $\text{NO}_x$  необходимо, чтобы тепловое напряжение в топочном объеме не превышало  $1,3 \text{ МВт/м}^3$ , что также ведет к увеличению размеров жаровых труб и переходу к двум жаровым трубам в одном котле.

В связи с тем, что толщину стенки пламенной трубы запрещается просто увеличивать беспреступно (на основании нормы EN 12953-3 в Германии максимальная толщина стенки составляет 22 мм), становится необходимым применять особые стали, чтобы противостоять давлению теплоносителя с наружной стороны трубы и высокой термической нагрузке с другой. Европейские нормы предусматривают стали марок P235GH, P265GH, P295GH и P355GH для изготовления пламенных труб. Причём сталь P355GH можно использовать только при выполнении определённых условий, связанных с дополнительным контролем в процессе работы котла. То есть, если возможности стали P355GH исчерпаны, то дальнейшее увеличение топки просто больше невозможно. Соответственно невозможно и увеличение мощности котла.

Вторым и, пожалуй, самым главным пунктом является проблематика с обечайкой корпуса котла. Данный элемент, изготовленный из листовой стали, является наружной обечайкой барабана, в котором размещены все элементы котла. У котлоагрегатов мощностью 20-30 МВт внутри корпуса размещаются две пламенные трубы диаметром более метра каждая, камеры разворота и газоходы второго и третьего ходов. С увеличением диаметра обечайки котла возрастают проблемы, связанные с транспортными габаритами котла. Кроме того, растёт толщина стенки обечайки, что в свою очередь увеличивает вес котла.

С целью решения вышеперечисленных проблем, возникающих с увеличением мощности котла, в арсенале компании BBS существует ряд технических решений.

1. Вынос камеры разворота газов, обычно размещенной внутри котла, за пределы его корпуса. В этом случае камера разворота газов изготавливается в

виде газоплотного водотрубного элемента, связанного с задней торцевой крышкой котла.

На рис. 1 представлена классическая форма дымогарного котла в трёхходовом исполнении. Корпус котла и камера разворота газов из первого во второй ход изготавливаются, как правило, из отбортованных крышек и обечайки. У котлов меньшей мощности вместо отбортованных крышек можно встретить просто шайбы. Но такая конструкция является проблематичной из-за циклических нагрузок на сварные соединения в результате термических расширений в процессе работы котла.

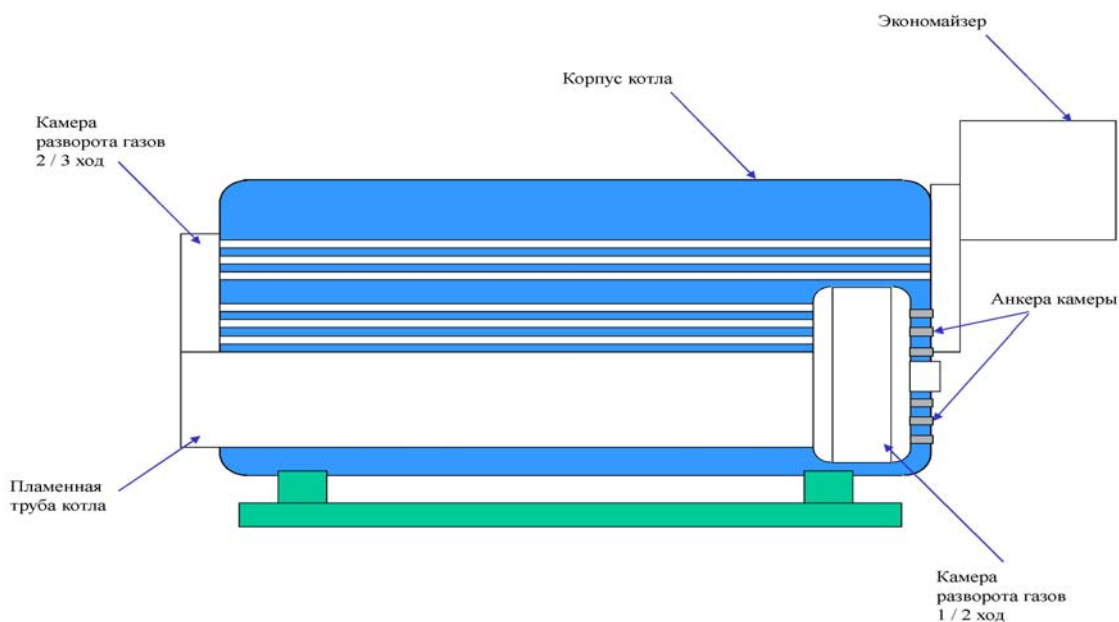


Рис. 1. Котёл с внутренней камерой разворота газов (продольный разрез)

Если рассмотреть подобную конструкцию внимательней (рис. 2), то можно установить, что целый ряд факторов влияет на диаметр корпуса котла.

Нормативные документы устанавливают минимальные зазоры между обечайкой котла и корпусом камеры разворота ( $L_1$ ), между пламенной трубой и газоходами второго хода ( $L_3$ ), между корпусом камеры разворота и газоходами третьего хода. Зазоры  $L_2$  и  $L_4$  являются технологическими и возникают в связи с требованиями предписаний по сварке. При применении отбортованных крышек данные зазоры увеличиваются из-за наличия радиуса на краю крышки.

Рассмотрев конструкцию котла с вынесенной камерой разворота, можно будет установить ряд принципиальных отличий.

Жаровая и газоходные трубы, проходящие конструкцию котла насквозь, стабильно котла насквозь, стабильно связывают между собой оба днища котла.

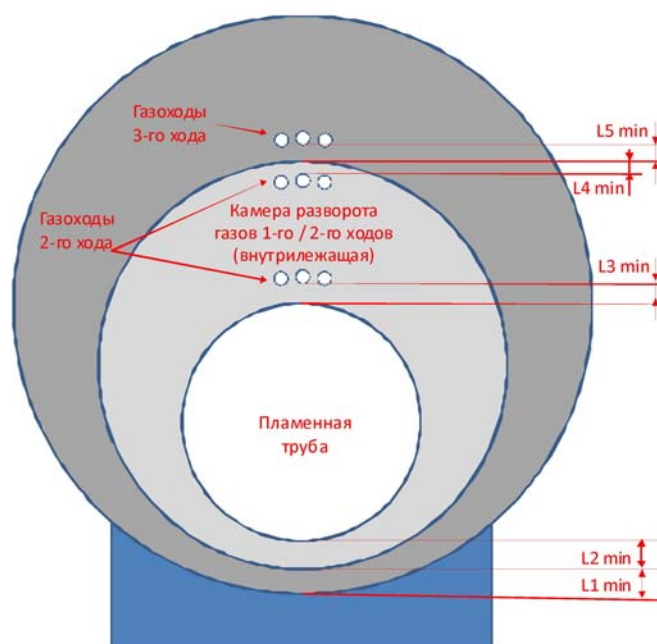


Рис. 2: Котёл с внутренней камерой разворота

Возникающие термические расширения компенсируются как передней, так и задней торцевой крышками.

Вынесенная за пределы корпуса котла камера разворота из плавниковых труб является одним из основных элементов котла. Она не только обеспечивает необходимый разворот и распределение газов по трубам второго хода, но и придаёт конструкции котла большую эластичность, чем внутренние камеры разворота. Камера разворота совместно с жаровыми трубами являются высокоактивными поверхностями теплообмена.

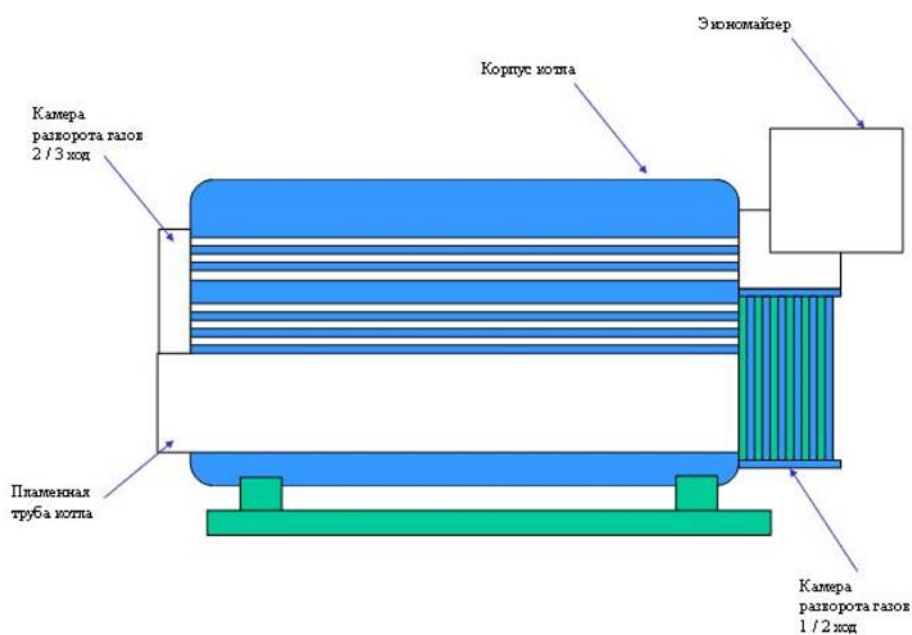


Рис. 3. Котёл с наружной камерой разворота газов (поперечный разрез)

При рассмотрении рис. 4 и его сравнении с рис.2, становится очевидно, что вместо пяти минимальных зазоров у котла с внутрилежащей камерой разворота газов здесь присутствуют только два.

Зазор между газоходами второго и третьего ходов не регламентируются. Он является технологическим размером и должен быть только достаточным для «привязки» водотрубной камеры разворота к торцевой крышке котла.

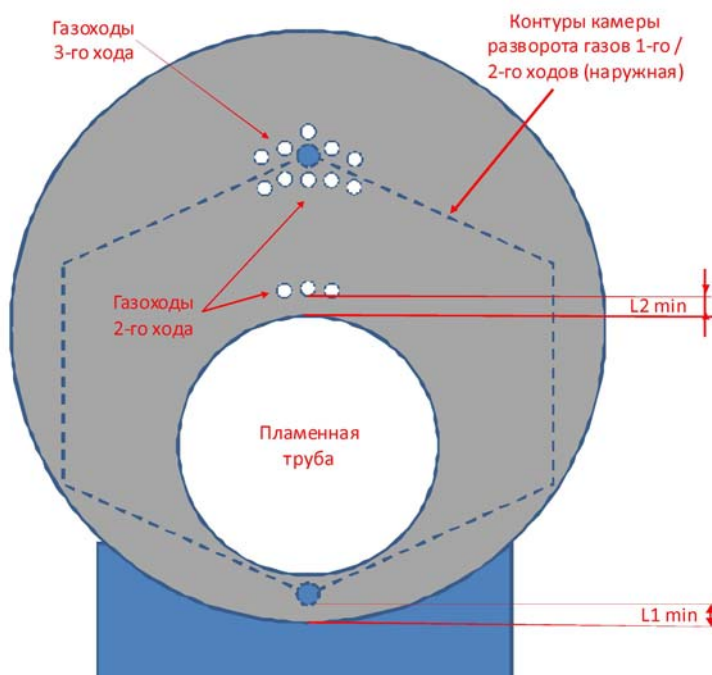


Рис. 4: Котёл с наружной камерой разворота газов (вид спереди)

2. Удлинение пламенной трубы до уровня дверцы передней камеры разворота газов. Данное мероприятие позволяет увеличить длину топки, что ведёт к увеличению объёма и положительно сказывается на объёмной нагрузке топки. Так, например, у пламенной трубы с диаметром 1,4 м удлинение на 300 мм приводит к увеличению объёма на 0,47 м<sup>3</sup>. При этом не происходит увеличения габаритов котлоагрегата.

3. Оптимизация газоходов второго и третьего ходов котла под скорость газов, а не в направлении создания большой поверхности теплообмена с одновременным увеличением поверхности теплообмена экономайзера. Это техническое решение позволяет экономить место внутри корпуса котла и за счёт этого уменьшать диаметр обечайки.

Несомненно жаротрубные котлы большой мощности, рассчитанные на работу с высоким давлением и температурой отличаются определённой массивностью конструкции.

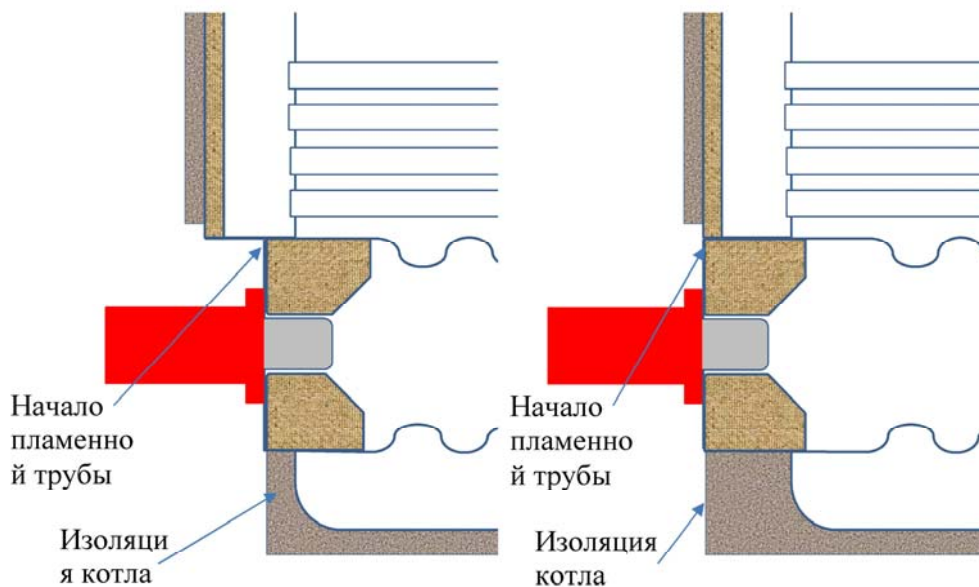


Рис. 5. Размещение горелки

Этот факт неоспоримо ведёт к тому, что возникает необходимость «бережного» обращения с котлоагрегатом. В настоящее время функции защиты котла возлагаются на систему автоматического управления работой котла. К системе управления предъявляются такие требования, как:

- контролируемый разогрев из холодного состояния;
- плавный набор мощности;
- поддержание разности температур за счёт внутрикотловой рециркуляции;
- поддержание котла в горячем резерве.

Котлы подобной конструкции мощностью до 20 МВт прошли испытания и успешно эксплуатируются в ряде городов Прибалтики.

### Литература

1. Сигал А. И. Пути сокращения потребления природного газа в коммунальной теплоэнергетике Украины// ОВВК. –2013. №1/2. –с. 8-9.
2. Гламаздин П.М., Schwarzenberger R. Особенности конструкции дымогарных котлов большой мощности для реконструкции котельных централизованных систем теплоснабжения// Энергозбереження в будівництві та архітектурі: науково-технічний збірник. –Випуск 1. –К.: КНУБА, 2011. с. 60-61.

### Аннотация

У статті йдеться про використання жаротрубних котлів в централізованих системах тепlopостачання України. Проведено аналіз існуючих проблем, пов'язаних з використанням жаротрубних котлів, а також розроблені і наведені шляхи їх вирішення.

### **Annotation**

The article concerns the use of fire-tube boilers for centralized heat supply system of Ukraine. The analysis of the existing problems associated with the use of fire-tube boilers, as well as developed and presented their solutions.