

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЫМОГАРНЫХ КОТЛОВ С ДВУМЯ  
ЖАРОВЫМИ ТРУБАМИ**

<sup>1)</sup>*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
Украина*

<sup>2)</sup>*BBS GmbH, ФРГ*

***В статье рассмотрены схемы организации циркуляции теплоносителя в тепловых схемах отопительных котельных с жаротрубными котлами большой мощности.***

Проблема появления низкотемпературной коррозии для жаротрубных котлов также актуальна, как и для водотрубных, с той лишь разницей, что в водотрубных котлах она имеет место на наружной стороне труб поверхностей нагрева на входе в котел в топке или в конвективной шахте в зависимости от конструкции котла или от режима его работы и применяемого топлива (газ или мазут), а в жаротрубных котлах – внутри дымогарных труб на выходе дымовых газов из котла. Для борьбы с этим явлением для жаротрубных и водотрубных котлов используют один и тот же прием – рециркуляцию части подготовленной в котле воды на его вход с тем, чтобы держать температуру обратной воды на входе в котел на уровне 65-70 °С.

В отопительных водогрейных котельных установках возможны две схемы организации рециркуляции теплоносителя – общестанционная и индивидуальная [1]. В первом случае вода из общего трубопровода на выходе из котлов подается в общий же трубопровод на входе в котельную после сетевых насосов с использованием одного рециркуляционного насоса. Во втором случае каждый котел снабжается своим индивидуальным рециркуляционным насосом. Эта схема выбирается из-за сложностей с регулированием, возникающих при использовании выносных экономайзеров, применяемых в жаротрубных котлах для глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания. В результате появления экономайзера регулирование рециркуляции становится двухступенчатым. Поступающая из обратного трубопровода вода с меньшей температурой нагревается в экономайзере, а если после экономайзера температура ее все равно не достаточно высокая, чтобы подавать ее в котел без опасности возникновения низкотемпературной коррозии, то подключается рециркуляционный насос, обеспечивающий необходимый догрев обратной воды путем дополнительного подмешивания горячей воды из подающего прямого трубопровода в обратный между экономайзером и входом в котел. В отечественной практике подобная схема используется при переводе

паровых котлов типа ДКВР и ДЕ с чугунными экономайзерами в водогрейный режим [2].

Для жаротрубных котлов большой мощности во избежание образования застойных зон и улучшения циркуляции воды на входе в котел устраивается специальный распределитель потока [3]. Его использование приводит к еще одному положительному эффекту – холодная вода после входа в котел, двигаясь вдоль поверхности распределителя, частично перемешивается с горячей котловой водой, что снижает опасность охлаждения внутренней поверхности дымогарных труб на выходе дымовых газов из котла до температуры конденсации содержащихся в них водяных паров. Это дает возможность включать рециркуляционный насос еще позже, чем просто при наличии экономайзера.

Вообще рециркуляция снижает эффективность работы котла, добавляя в тепловой баланс расход теплоты на собственные нужды. Для уменьшения этой составляющей баланса можно, анализируя состав продуктов сгорания и их давление на выходе из котла, определить возможности уменьшения объема рециркуляции и, соответственно, снижения температуры воды в обратном трубопроводе на входе в котел [4]. Однако летом при работе только на систему горячего водоснабжения эта возможность не может быть реализована в принципе.

Для реализации описанных возможностей экономии электроэнергии на привод рециркуляционного насоса и снижения потребления при этом теплоты на собственные нужды котла приходится усложнять схему включения рециркуляционного насоса, которая представлена на рис.1. Работает схема следующим образом.

Через трубопровод подачи котла нагретая в котле вода поступает в систему. Через обратный трубопровод вода от потребителя подается обратно в котел.

Из обратного трубопровода котла часть холодной воды проходит через трёхходовой регулирующий клапан (поз. 3 проток В=>АВ) и подается на насос рециркуляции поз. 2, который направляет ее на вход экономайзера.

В экономайзере вода нагревается, отбирая тепло у уходящих из котла продуктов сгорания. После экономайзера нагретая вода рециркуляции возвращается в обратную линию в непосредственной близости от входа в котёл. За счёт подмешивания подогретой воды происходит повышение температуры воды в обратной линии.

Если теплоты, снимаемой в экономайзере, не достаточно, чтобы достичь желаемой температуры обратной линии котла, происходит автоматическое подмешивание горячей воды из прямой линии котла. Это осуществляется следующим образом.

Датчик температуры обратной линии 6 контролирует температуру воды, поступающей в котёл. Если эта температура ниже уставки, заданной

на регуляторе в шкафу управления, то на сервопривод трёхходового регулирующего клапана подаётся сигнал на открытие в сторону горячей воды из прямой линии (от входа клапана А). Теперь холодная вода из обратной линии протекает по потоку трёхходового клапана В=>АВ и горячая вода из прямой линии котла, поступая по потоку трёхходового клапана А=>АВ, смешиваются друг с другом и подаются насосом в экономайзер. Таким образом, достигается как повышение температуры воды в обратном трубопроводе котла, так и защита экономайзера от конденсации при низкой температуре воды в обратном трубопроводе.

Кроме того, экономайзер оснащён регулирующей заслонкой с сервоприводом для регулирования температуры уходящих газов. Данное устройство также является органом защиты экономайзера от образования конденсата.

Датчик температуры уходящих газов 7 измеряет температуру газов на выходе из экономайзера. Если температура ниже уставки, заданной на регуляторе в шкафу управления, то на сервопривод регулирующей заслонки 8 подаётся сигнал на открытие в сторону байпаса. Уходящие газы проходят через обводной канал внутри корпуса экономайзера, минуя теплообменник.

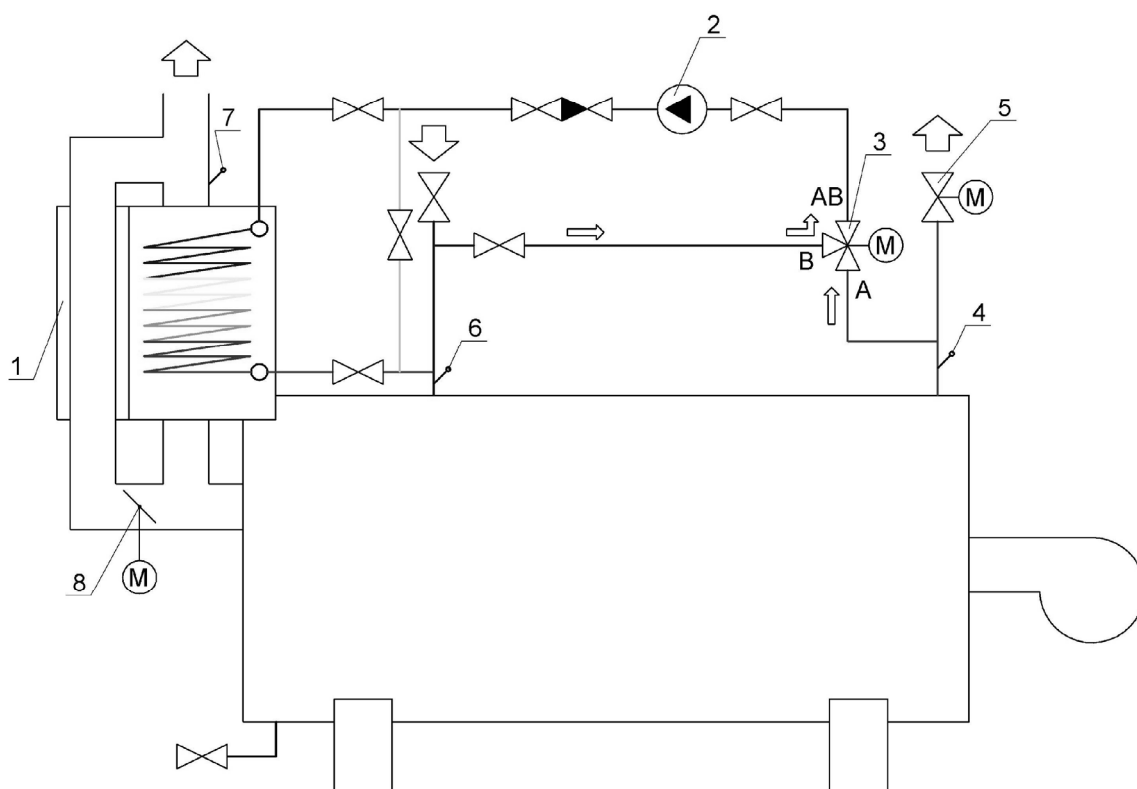


Рис. 1. Схема включения рециркуляционного насоса

- 1 – экономайзер котла; 2 – рециркуляционный насос; 3 – регулирующий клапан; 4 – датчик температуры прямой линии; 5 – задвижка подающей линии; 6 – датчик температуры обратной линии; 7 – датчик температуры уходящих газов; 8 – регулирующая заслонка с сервоприводом

В жаротрубных котлах большой мощности используется две горелки. Соответственно конструкция котла в таком случае имеет две жаровые трубы, которые в свою очередь предполагают наличие двух входов из обратного трубопровода сетевой воды в котел во избежание температурной неравномерности в межтрубном пространстве. При малых нагрузках на котел, например, летом при работе на систему горячего водоснабжения или в начале и при окончании отопительного сезона, обычно используется только одна горелка. Тогда один из двух параллельных входов в котел закрывается для организации специальной циркуляции внутри межтрубного пространства. В подобных режимах опасность конденсации водяных паров в экономайзере оказывается слишком большой, что приводит к сложностям в его регулировании. Проблема кардинально решается разделением единого экономайзера на два отдельных для каждого ввода теплоносителя в котел.

Количество воды, перемещаемой в рециркуляционной линии во всех этих режимах изменяется в большом диапазоне. Для обеспечения экономного расходования электроэнергии на привод рециркуляционного насоса во всем диапазоне его работы он должен быть обязательно оснащен устройством частотного регулирования оборотов двигателя.

Использование жаротрубных водогрейных котлов большой мощности в котельных систем централизованного теплоснабжения наталкивается еще на одну проблему. В случае отключения одной жаровой трубы могут возникнуть режимы, при которых окажется невозможным поддерживать необходимый температурный график в тепловой сети, так как количество воды, протекающее через котел остается постоянным и большим. Уменьшить его не возможно, поскольку существующие системы централизованного теплоснабжения должны эксплуатироваться при качественном регулировании нагрузки, которое предполагает постоянство расхода теплоносителя в сети. В котельных с котлами меньшей мощности с одной жаровой трубой или с водотрубными котлами эта проблема решается следующим образом: на один из котлов не подается топливо, но циркуляция воды в нем продолжается. Такой прием приводит к дополнительным потерям теплоты через теплоизоляцию котла и электроэнергии на привод сетевых насосов. Одним из способов решения проблемы может быть перевод абонентских вводов всех потребителей на независимую схему подключения, что дает возможность переходить на качественно-количественное регулирование. Однако это очень дорогой способ, требующий к тому же длительного времени для его реализации. Другим способом решения проблемы может быть изменение традиционной гидравлической схемы котельной с использованием гидравлического разделителя [5]. В этом случае открывается возможность использования всех преимуществ жаротрубных котлов большой мощности с двумя жаровыми трубами в системах централизованного теплоснабжения.

**Выводы.** Использование жаротрубных котлов большой мощности с двумя жаровыми трубами дает возможность уменьшить количество установленных котлов в котельной. Это приводит к уменьшению количества вспомогательного оборудования и упрощению процессов регулирования, что, естественно, приводит к уменьшению стоимости котельной и снижению эксплуатационных затрат. Возникающие при использовании двухжаротрубных котлов большой мощности проблемы с оптимизацией гидравлических режимов как самих котлов, так и тепловых сетей решаются путем использования новых гидравлических схем котельных.

### Литература

1. Бузников Е. Ф., Роддатис К. Ф., Берзиньш Э. Я. Производственные и отопительные котельные. –М.: Энергоатомиздат, 1984.- с. 248.
2. Глущенко Л. Ф., Шевцов Д.С., Лисицкий Н.Ф., Опимах Е.Н. Реконструкций промышленно-отопительных котельных. –Киев: Техника, 1987. –150 с.
3. Гламаздин П. М., Schwarzenberger R. Особенности циркуляции теплоносителя в жаротрубных котлах большой мощности для централизованных систем теплоснабжения// «Енергоефективність у будівництві»: науково-технічний збірник. –Випуск 6. –К.:КНУБА, 2014, с. 341-345.
4. Корженко Є. С. Визначення оптимальної температури води на вході в систему нагріву водогрійних котлів. Энергосбережение, 2005, №3, с.15-16.
5. Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П. Енергоефективні теплові схеми опалювальних котельних систем централізованого теплопостачання// «Нова тема», №2, 2012, с. 52-54.

### **ГІДРАВЛІЧНІ СХЕМИ ОПАЛЮВАЛЬНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДИМОГАРНИХ КОТЛІВ З ДВОМА ЖАРОВИМИ ТРУБАМИ**

*П. М. Гламаздин, Р. Шванцбергер*

В статті розглянуті схеми організації циркуляції теплоносія в теплових схемах опалювальних котельних з жаротрубними котлами великої потужності.

### **HYDRAULIC SCHEMES OF HEATING PLANTS USING THE FIRE-TUBE BOILERS WITH TWO FLAME TUBES**

*Pavel M. Glamazdin, Rudolf Schwarzenberger*

The article describes the schemes of heat carrier circulation in the heating schemes of heating plants with high capacity fire-tube boilers.