

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

Плачевное состояние коммунальной теплоэнергетики провоцирует выдвижение радикальных предложений ликвидировать системы централизованного теплоснабжения вплоть до перехода к поквартирным системам отопления с автономными источниками теплоты. Такие радикальные предложения безусловно не могут быть приняты, поскольку централизованные системы теплоснабжения еще не исчерпали заложенных в них возможностей. Реконструкция и модернизация систем на основе современных технических решений позволяет резко сократить потери в них и повысить их эффективность.

Любая система централизованного теплоснабжения состоит из трех основных объектов – источник теплоты, тепловые сети и абонентские вводы потребителей. Оборудование этих объектов сегодня если не отработало свой паспортный срок эксплуатации, то приближается к нему и требует либо замены, либо кардинальной реконструкции или модернизации. Анализ показывает, что наименьшие сроки окупаемости в силу различных причин характерны для источников теплоты. Оборудование большей части котельных систем централизованного теплоснабжения давно нуждается в замене, но это требует больших финансовых затрат, которые сегодня не под силу государству и поэтому единственный реальный путь повышения надежности и энергоэффективности теплогенерирующих мощностей – это их модернизация и реконструкция [1].

Водогрейные отопительные котельные в подавляющем большинстве скомпонованы по одной схеме, которая имеет ряд недостатков. Для поддержания постоянного расхода теплоноситель прокачивается сетевыми насосами через все котлы вне зависимости от того, сколько котлов работает одновременно. Точно также постоянно работает рециркуляционный насос. Естественно, это приводит к перерасходу электроэнергии и к увеличению расхода теплоты на собственные нужды. Для уменьшения этих непроизводительных потерь гидравлическую схему котельной нужно изменить, оснастив каждый котел собственными питательным и рециркуляционным насосами, что приведет к созданию отдельных котельного и наружного контуров теплоснабжения, разделенных гидравлическим разделителем.

Уже имеется положительный опыт использования подобных схем в котельных мощностью 3 МВт и 4 МВт, который можно расширить и на котельные большей мощности.

Все водогрейные котлы, которыми укомплектованы отопительные котельные систем централизованного теплоснабжения, для анализа можно

разделить на три категории по мощности, например как в [2]: до 1 Гкал/час, от 1 Гкал/час до 10 Гкал/час, более 10 Гкал/час.

Кроме котлов некоторых серий первой категории – малой мощности, которые выполнены из сборных чугунных секций, все они – водотрубные. Конструктивно большинство котлов представлены всего несколькими сериями и поэтому их анализ не представляет особой сложности. Это следующие серии – НИИСТу, ТВГ и КВГ, КВГМ и ПТВМ. С точки зрения теплотехнической эффективности все они, кроме НИИСТу, удовлетворяют современным требованиям. Однако им присущи некоторые общие недостатки, которые можно и нужно исправлять, используя достижения современной техники. Комплексы автоматического управления и контроля работы, которыми они оснащены, безусловно устарели и требуют незамедлительной замены. Устарели также для котлов серий КВГМ и ПТВМ и горелки, имеющие узкий диапазон регулирования. Конструкция котлов серии ПТВМ, кроме того, предполагает наличие большого количества горелок, что затрудняет автоматическое управление их работой и плавное регулирование нагрузки. Обмуровка всех перечисленных серий котлов выполнена таким образом, что в процессе эксплуатации в ней появляются многочисленные трещины, которые приводят к увеличению присосов и, как следствие, увеличению потерь с уходящими и снижению КПД. Для котлов всех серий характерно использование труб диаметром 28 мм в виде горизонтальных пакетов труб в конвективных пучках, что, во-первых, увеличивает гидравлическое сопротивление котлов, и, во-вторых, делает их чрезвычайно чувствительными к качеству воды.

Ко второй категории по мощности котлов можно отнести также паровые котлы серий ДКВР и ДЕ, переведенные в водогрейный режим и также эксплуатирующиеся в отопительных котельных. Кроме неудачных конвективных пучков, эти котлы обладают теми же недостатками, что и чисто водогрейные котлы, связанные с обмуровкой и горелками с комплексами автоматики.

При ремонтах котлов с заменой конвективных пакетов с трубами диаметром 28 мм, которые происходят достаточно часто ввиду их зарастания отложениями из-за некачественной очистки теплофикационной воды, конвективные пакеты надо заменить на пакеты с трубой большего диаметра, а изменение площади теплообмена труб с дымовыми газами компенсировать оребрением труб [3], тем более, что в настоящее время существуют технологии, например, высокочастотной сварки, позволяющие очень надежно скрепить ребро с телом трубы и нанести на оребренную трубу методом напыления слой легированной стали либо алюминия для предотвращения коррозии.

Модернизация котлов в части обмуровки может производиться по опыту, например, немецких коллег [4]. Они произвели модернизацию котлов серии ПТВМ путем устройства газоплотного экрана за счет вваривания между экранными трубками металлических вставок и заменой штатной обмуровки минераловатными плитами, закрытыми снаружи металлическим сайдингом, что позволило избавиться от присосов и сделать избыток воздуха точно

регулируемым. Этот прием может быть использован для всех рассмотренных категорий котлов.

Большинство серий эксплуатируемых водогрейных котлов предназначены для работы под разряжением и поэтому они оснащаются дутьевыми вентиляторами и дымососами. Поскольку нагрузка на котлы изменяется, то изменяется и расход газа, а это влечет за собой изменение расхода воздуха и производительности дымососа для поддержания постоянного разряжения. Однако тягодутьевые машины почти во всех отопительных котельных регулируются при помощи направляющих аппаратов. При этом, расход электроэнергии на привод машин остается постоянным. Опыт установки регуляторов частоты оборотов электродвигателей тягодутьевых машин показывает, что это мероприятие дает значительную экономию электроэнергии и является одним из самых быстрокупаемых [5].

Одной из проблем, которые необходимо решать при организации централизованного теплоснабжения, является жесткость воды, которая отрицательно сказывается на эффективности работы котлов и теплообменников котельной, образуя на их поверхности накипь. Традиционные методы ионного обмена достаточно сложные, дорогие, требующие неукоснительного соблюдения технологических регламентов, несоблюдение которых может привести к досрочному окончанию жизненного цикла котла. Экологически этот метод также небезупречен. В последнее время ведутся работы по поиску менее сложных методов подготовки воды и чистки теплообменных поверхностей от накипных отложений [6]. К наиболее перспективным необходимо отнести метод магнитной обработки воды и добавление в нее поверхностно-активных веществ. Оба метода существенно снижают накипеобразование, если не предотвращают их вовсе. Кроме того, второй метод снижает и гидравлическое сопротивление сетей теплоснабжения [7].

Большой проблемой для систем теплоснабжения является наличие коррозионно-активных газов в теплофикационной воде. В мощных станциях теплоснабжения для решения задачи удаления этих газов устанавливают атмосферные деаэраторы и используют специальные паровые котлы для снабжения деаэрационно-питательных установок паром. Для квартальных и групповых котельных предлагаются вакуумные деаэрационно-питательные установки, которые очень требовательны к технологической дисциплине в обслуживании и при ослаблении последней свою функцию не исполняют в должной мере. В тоже время такие котельные чаще всего работают по отопительному графику с температурой теплоносителя 95-70 °С, при котором активностью растворенной углекислоты можно пренебречь и основным коррозионно-активным элементом является кислород. Поэтому в таких случаях возможно отказаться от вакуумных деаэраторов, реализующих термический метод деаэрации, увеличивающий затраты теплоты в котельной на собственные нужды, и переходить на гораздо более дешевый и надежный метод химического обескислороживания.

Особняком стоят системы внутреннего газоснабжения котельных. Традиционным для эксплуатирующихся котельных является устройство общего

газорегулирующего устройства (ГРУ) для всех котлов на входе газопровода в котельную или газорегулирующего пункта (ГРП) перед котельной и раздачей газа затем посредством распределительного коллектора большого диаметра (поскольку он в определенной мере выполняет функцию ресивера) горелкам котлов. Успехи машиностроения в области разработки надежных и точных регуляторов давления широкого диапазона регулирования и предохранительных клапанов позволяют сегодня отказаться от использования ГРУ и коллекторов-ресиверов, которые не позволяют гидравлически развязать газопроводы горелок и перейти к более современным схемам автоматического регулирования и управления горелками и котлами, в том числе и в каскадном режиме.

Очень эффективным шагом в снижении удельных расходов топлива и повышения экологических характеристик котлов является замена систем автоматики и горелок.

Современные системы автоматизации работы котлов позволяют удовлетворить все требования СНиП II-35-76 [8] к подобным системам. В этой части СНиП до сих пор не устарел, скорее наоборот – только современный уровень техники подтянулся к заложенным в нем требованиям. Современные системы позволяют реально осуществлять эксплуатацию котельных без постоянного присутствия обслуживающего персонала, осуществлять каскадное управление несколькими горелками на одном котле или несколькими котлами, осуществлять регулирование мощности котельной установки в соответствии с реальными запросами потребителей на отопление по погодным условиям и на горячее водоснабжение по изменяющемуся водоразбору, очень точно регулировать соотношение топливо-дутьевой воздух с возможным регулированием по изменяющимся параметрам наружного воздуха. Имеется опыт использования современных средств автоматизации работы котлов ДКВР с горелками ГМГ и ГМУ в комплекте с газовой арматурой и частотным регулированием работы тягодутьевых машин. Производственное предприятие «Специнжбуд» еще в 2002 году модернизировало котел ДКВР-6,5/13, заменив две штатные горелки ГМГ на одну (в целях экономии средств на газовой арматуре) более мощную той же серии и полностью автоматизировав работу котла. При этом был достигнут средневзвешенный КПД во всем диапазоне нагрузок 93%. Концентрации CO и NO<sub>x</sub> получены в пределах сегодняшних европейских требований. В 2007 году был модернизирован котел ДКВР-10/13 с заменой штатных двух горелок на одну горелку ГМУ-7 с теми же результатами. Для котлов серий ДКВР и ДЕ, учитывая их массовую распространенность, такие немецкие производители как Weishaupt [9] и Saacke специально разработали модернизацию своих стандартных горелок в короткофакельном варианте. После соответствующих испытаний были выпущены совместно с заводами-изготовителями котлов этих серий рекомендации по оснащению их котлов указанными горелками. Известны публикации об использовании горелок СНГ и МДГГ на котлах этих серий, однако каких-либо упоминаний об испытаниях этих горелок на Бийском котельном заводе нет.

Чем мощнее котел, тем больше эффект от замены комплекта горелок с автоматикой, отсюда интерес многих европейских производителей к привязке своих горелок к мощным котлам серий КВГМ и ПТВМ. По-видимому, первые работы были произведены производителем Saacke GmbH на котлах ПТВМ-100 в Дрездене и Росток в 1994-1995 году, где были заменены 16 штатных горелок РГМГ на шесть штук. В Шверине (ФРГ) был реконструирован котел ПТВМ-50. При этом двенадцать штатных горелок были заменены на 2 горелки компании Ray GmbH. В 1998 году Венгрии был реконструирован котел ПТВМ-30, при этом шесть штатных горелок были заменены на три горелки компании Weishaupt с расположением их не на стенках топки, а в поду. В Софии (Болгария) был реконструирован котел ПТВМ-100 с увеличением мощности на 20 МВт и при этом 16 штатных горелок были заменены на 4 горелки компании Oilon (Финляндия) и расположены по двум сторонам топки на разных уровнях с направлением факела под углом в низ [10]. В г. Алитус (Литва) французская компания Fives Pillard реконструировала котел ПТВМ-50, оставив штатное количество горелок – 12, но полностью изменив схемы подачи воздуха и газа. В Украине также имеется опыт модернизации котлов серии ПТВМ. Так же, как и в Литве, на котле ПТВМ-50 в Горловке произведена замена штатных горелок на горелки СНГ [12], а в Запорожье и Южном (Одесская обл.) подобная замена произведена на котле ПТВМ-30. При этом, ни система газоснабжения, ни система воздухоподачи не менялась. Если заграничный опыт однозначно показал положительный эффект в росте средневзвешенного КПД до 93-94% и улучшением экологических характеристик котлов, то отзывы эксплуатационщиков об украинских реконструированных котлах неоднозначны.

Котлы серии КВГМ также подвергались модернизации. В Риге (Латвия) в 2005 году котел КВГМ-100 был подвержен частичной модернизации: в нем одна штатная горелка была заменена на горелку компании ELKO (Германия), которая отработывала изменяющуюся часть нагрузки сверх номинальной на штатные горелки и работала летом на малых нагрузках при покрытии нагрузки на горячее водоснабжение. Автоматика была полностью заменена. Затем там же был модернизирован другой котел этой серии путем замены трех штатных горелок на четыре горелки компании Todd, что связано, по-видимому, с отсутствием у компании горелок с необходимой длиной факела, либо отсутствием горелок необходимой мощности. В Таллинне (Эстония) компанией Fives Pillard (Франция) проведена реконструкция такого котла с заменой трех штатных горелок на три новые такой же мощности. Компания Saacke в Игналине (Литва) на котле КВГМ-50 заменила две штатные горелки на две новые. В г. Южном (Украина) две штатные горелки на котле КВГМ-50 были заменены на четыре горелки СНГ. Причины увеличения количества горелок неизвестны, равно как и результаты этой модернизации, которые нигде не публикуются. Для котлов этой серии, но меньшей мощности, оснащенных одной горелкой, наибольший опыт имеется в России у компании Saacke, которая имеет успешный опыт модернизации этих котлов по всему типоряду.

Особняком стоят котлы КВГ и ТВГ, которые оснащены подовыми горелками. Попытки заменить подовые горелки на вентиляторные успеха не имели, что и понятно, ибо это приводило к неравномерности температурного поля топочной среды между двусветными экранами, что тянуло за собой неравные условия работы экранных труб вплоть до температурной и гидравлической разверки. Энергоэффективная модернизация должна заключаться в замене обычных подовых горелок на беспламенные горелки с керамическим покрытием или покрытием из металлического войлока с большим диапазоном регулирования и системы автоматики с возможностью поочередного (каскадного) включения горелок.

Анализ успешных модернизаций котлов с заменой горелок и систем автоматики показывает, что это возможно в том случае, когда модернизации предшествует предварительный анализ совместной работы котла и выбранной горелки с моделированием температурного поля и при необходимости доработки горелки под геометрические особенности топки котла. К сожалению, так происходит не всегда, отчего фиксируются в некоторых случаях неоднозначные результаты замены горелок. Для предотвращения случаев некачественной модернизации котлов необходимо создать рабочую группу, которая должна решить следующую задачу:

- провести обследование всех модернизированных водогрейных котлов на территории Украины с целью определения технического уровня модернизации и достигнутых результатов;
- обобщить заграничный и отечественный опыт модернизации котлов серий ПТВМ и КВГМ;
- определить список технических и экологических параметров и их численные значения, которым должен отвечать модернизированный котел и которые должны быть утверждены Министерством регионального развития и согласованы с Министерством экологии и Агентством по энергосбережению;
- подготовить типовый договор между организацией, выступающей генподрядчиком при модернизации котла, и владельцем котла, в котором четко должны быть прописаны санкции для генподрядчика в случае, если котел не выйдет на рекомендуемый технический уровень, определенный в результате работы по предыдущему пункту.

Результат работы по приведенной программе должен быть обобщен в специальном документе, согласованном Минрегионстроем, Госгорпромнадзором, Министерством экологии и Агенством по энергосбережению.

В состав рабочей группы по разработке документа должны войти представители производителей горелок, что обеспечит объективность и беспристрастность ее работы. Организацию ее работы может взять на себя наш университет совместно с Министерством регионального развития в лице его подразделения – Агентства развития жилищно-коммунального хозяйства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Плачков И.В. Особенности построения и развития энергосистем крупных городов. Новости теплоснабжения, 2001, № 4, с. 4 – 9.
2. Сигал А.И., Коринчук Е.А. Теплоснабжение в Украине. Житлово – комунальне господарство України, 2011, № 2 (35), с. 32 -35.
3. Щелоков В.И., Ладыничев В.В., Лисейкин И.Д., Тодорович А.В. Модернизация водотрубных котлов типа ПТВМ и КВГМ. [http\ pk – imperia.ru\artikles\modernizaciya – vodogreinyx - vodotrubny](http://pk-imperia.ru/artikles/modernizaciya-vodogreinyx-vodotrubny)
4. Гламаздин П.М. Второе дыхание для котла.// Житлово-комунальне господарство України. –2010. –№ 1(24), с. 21 -22.
5. Гандзюк О. Ф., Гламаздин П. М. Перспективи модернізації існуючого паку котлів в Україні. Матеріали Х міжнародної конференції «Енергосбереження, безпека, екологія в промисловості і комунальній енергетиці». –Ялта, 2003 г.
6. Гламаздин П. М., Цикал К. А. Современные методы борьбы с накипеобразованием в системах теплоснабжения.// Житлово-комунальне господарство України. –2011. –№ 3(36) –С. 46-47.
7. Рыженков В. А., Седлов А. С. Использование ПАВ для снижения гидравлического сопротивления систем теплоснабжения.// Вестник МЭИ. - 2008.-№1. –С. 41-47
8. СНиП II-35-76. Котельные установки
9. Новые решения. Модернизация водотрубных котлов. Теплотех – официальный представитель Weishaupt в Украине, 2009 г.
- 10.Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П. Надежное тепло – рациональное теплоснабжение.// Инвест-Украина. –2009. –№ 2(37). –С. 22-23.
- 11.Щукин К. Реконструкция котла ПТВМ-100 с заменой горелок.// Аква–Терм. –2009. –№ 6, с.20 – 21.
- 12.Сокол А.Г. Будущее – за внедрением энергосберегающих технологий. Энергосбережения, 2006, № 3, с. 16 -17.

В статье идет речь об существующем положении в отрасли коммунального теплоснабжения, рассматриваются текущие проблемы. Детально рассмотрены ключевые элементы систем теплоснабжения и источников теплоты. Проведен анализ резервов для повышения эффективности работы систем теплоснабжения в целом и источников теплоты в частности. Анализируется зарубежный и отечественный опыт повышения эффективности работы источников теплоты. Приведены конкретные рекомендации для повышения эффективности работы источников теплоты.

In the article speech goes about existent position in industry of ccommunal heat supply, current problems are examined. The key elements of the systems of heat supply and heating plants are in detail considered. The analysis of backlogs is conducted for the increase of efficiency of work of the systems of heat supply on the whole and heating plants in particular. Foreign and domestic experience of increasing of efficiency of work of heating plants is analyzed. Concrete recommendations are resulted for an increase of efficiency of work of the heating plants.