

Атдаев Динамутдин Ибрагимович

канд. техн. наук, доцент

Горбачев Максим Михайлович

соискатель, доцент

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
технический университет»

г. Астрахань, Астраханская область

DOI 10.21661/r-469152

НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК «CANNON BONO ENERGIA» ПРИ РАБОТЕ НА ДОЛЕВЫХ РЕЖИМАХ

***Аннотация:** в работе рассматриваются вопросы надежности и эффективности работы котельной установки «CANNON BONO ENERGIA» модель «CTD» при эксплуатации на долевых режимах (менее 40% от номинального). Приводятся основные эксплуатационные характеристики, влияющие на их надежность и эффективность, а также рекомендации по дальнейшей эксплуатации.*

***Ключевые слова:** котел «CANNON BONO ENERGIA» модель «CTD», надежность, эффективность, долевые режимы.*

На Астраханском газоперерабатывающем заводе (далее – АГПЗ) в составе котельной установки в 2015 году были установлены два котла «CANNON BONO ENERGIA» производства Италии, модели CTD производства 2013 года [9]. В настоящее время при эксплуатации котельной ее тепловая мощность на полной нагрузке требуется кратковременно и один из котлов вынужденно эксплуатируется длительное время на нагрузке 30% от полной, что может вызвать снижение его надежности. Высокая важность данных котлов в составе производства АГПЗ обуславливает актуальность исследования вопроса обеспечения их надежности при эксплуатации на долевым режиме в течении длительного времени.

Изучение работы стационарных котельных установок на долевых режимах и влияние таких режимов на надежность котлов производится достаточно давно,

однако конструкции котлов постоянно совершенствуются и усложняются, правила эксплуатации котлов также изменяются, а это влияет на методики оценки надежности котлов. Исследования в данной области производили такие специалисты, как Е.Ф. Бузников [2], Н.А. Киселев [6], Б.А. Соколов [8], В.В. Жуковский [5], Е.А. Бойко [1] и другие отечественные и зарубежные специалисты и ученые. Еще одной сложностью в разработке данной темы является иностранное производство котла, поскольку факты о выявленных отказах котла при его эксплуатации в составе различных производств, компания-производитель не предоставляет.

«CANNON BONO ENERGIA» модели CTD – это паровой водотрубный котел со встроенным экономайзером и пароперегревателем, выполненный по стандарту ASME I (American Society of Mechanical Engineers).

Конструкция котла обладает следующими особенностями, которые могут повлиять на его надежность при длительном долевом режиме:

- особая форма труб передней стенки трубного пучка котла, которая огибает амбразуру горелки. Трубы задней стенки топочного пучка также имеют загибы в связи с размещением смотрового лаза. Такое изменение направления движения потока пароводяной смеси в трубах топки может вызвать кавитационные режимы, особенно на нештатных режимах работы котла, а также, опасность ухудшения циркуляции в котле. Изменение направления движения потока пароводяной смеси может привести и к образованию локальной коррозии из-за турбулентного течения;

- развальцовка труб в барабанах часто является местом развития коррозионных разрушений, особенно в условиях плохой циркуляции и низкой скорости потока воды на долевых режимах работы котла;

- применение природного газа в качестве топлива обеспечивает пониженное загрязнение труб со стороны дымовых газов из-за образования меньшего нагара по сравнению с процессом сжигания жидкого топлива;

– конструкция котла предусматривает большое количество сварных и вальцовочных соединений ответственных элементов, которые могут быть источниками локальных повреждений при эксплуатации котла;

– регулирование в горелке котла обеспечивает его стабильную работу на долевых режимах, однако производитель гарантирует стабильность параметров котла на нагрузке не менее 40%, что подтверждается и инструкцией по эксплуатации котла и инструкцией на горелку топочного устройства.

Каждый паровой котел имеет допустимую минимальную нагрузку, ниже которой эксплуатировать его не рекомендуется. Минимальная нагрузка определяется устойчивостью процесса горения топлива в топке котла и надежностью работы экранных поверхностей топочной камеры в связи с термическими напряжениями. При этом, некоторые специалисты, например, М.И. Резников [7], отмечают, что нижним порогом долевых режимов работы промышленного парового котла является величина 40% при сжигании природного газа. Эта же величина указана как рекомендованная минимальная нагрузка котла CANNON BONO ENERGIA модели CTD в его инструкции по эксплуатации, что вызвано способом регулирования подачи топлива в топочном устройстве. Эксплуатировать паровой котел на различных режимах рекомендуется на основе режимной карты, которая составляется по результатам балансовых испытаний. Для исследуемого котла рассматривались режимы 16, 39, 68 и 100% от нагрузки. Проведя соответствующий анализ режимной карты, был построен график (рис. 1) зависимости паропроизводительности и других параметров котла от его нагрузки.

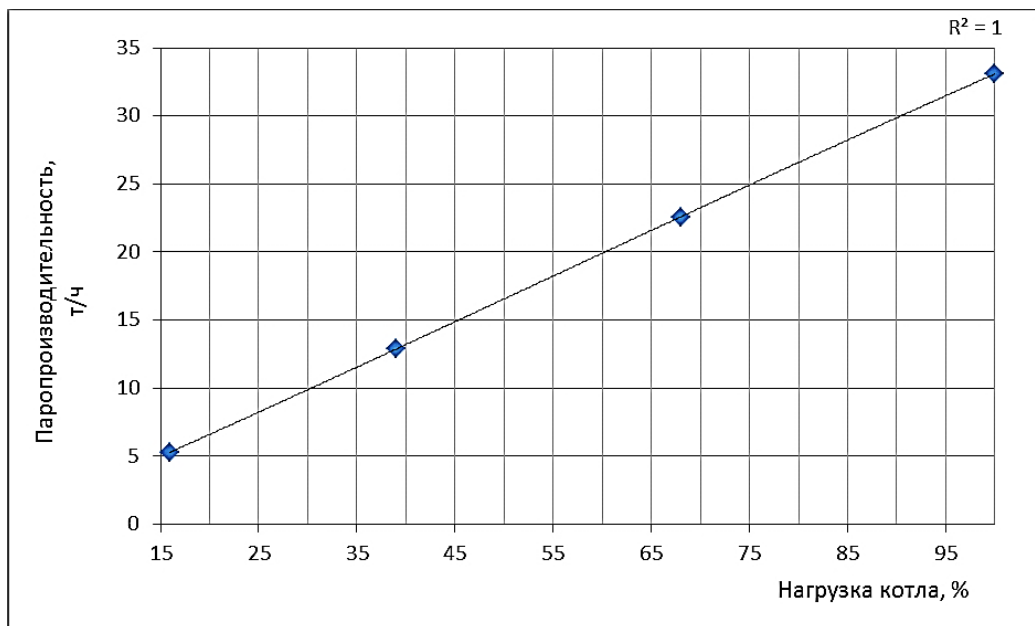


Рис. 1. График зависимости паропроизводительности котла CANNON BONO ENERGIA модели CTD от нагрузки

Из полученных результатов на режиме работы котла в 30% несколько параметров имеют значения, отличающиеся от номинальных и влияющих на эффективную работу котла, а также на его надежность:

- по сравнению с номинальным значением коэффициента избытка воздуха, который составляет 1,16, на долевом режиме он увеличен и составляет 1,27, что ухудшает процесс горения топлива;

- КПД котла составляет 91,5%, что ниже номинального значения 93% и это ухудшает эффективность работы котла;

- содержание кислорода в отработавших газах составляет 4,6%, что выше, чем на режиме полной нагрузки 2,9% и это свидетельствует о неполном сгорании топлива;

- потери в окружающую среду составляют 4,1%, что больше, чем на режиме полной мощности 1,0%;

- удельный расход топлива на долевом режиме 30% составляет 134,5 нм³/Гкал, что выше, чем на полной мощности 132,18 нм³/Гкал.

Увеличение избытка воздуха на долевом режиме в 30% от полной мощности, по мнению многих специалистов, например, Л.В. Деева [4], А.И.

Глазырина [3], Е.Ф. Бузникова [2] и других, приведет к неполному сгоранию топлива, к снижению теплопередачи от газов воде, к повышенному нагарообразованию, загрязнению поверхностей нагрева и другим негативным явлениям:

- при доленой нагрузке котла повышаются потери в окружающую среду, что снижает его КПД;
- снижение КПД, повышение удельного расхода топлива снижают эффективность котла и его экономичность;
- при доленой нагрузке котла возможно нарушение пламени выражающееся в неустойчивом горении, что может вызывать возникновение опасной вибрации и образование в топке зон накопления не сгоревшего топлива;
- водоподготовка должна осуществляться в соответствии с требованиями производителя, не допуская применение для подготовки воды сильные щелочные вещества и, в частности, вещества, содержащие едкий натр (гидроксид натрия) и едкий калий (гидроксид калия);
- специалисты отмечают, что рациональным наименьшим пороговым значением мощности нагрузки котла является 40% от полной мощности [2–4], при этом в настоящее время в котельной АГПЗ котел длительное время эксплуатируется на режиме 30%.

При рассмотрении критерия надежности применительно к котлам, которые эксплуатируются на долевых режимах длительное время, то можно сделать следующие выводы:

- надежность котла снижается при его эксплуатации, что вызвано рабочими процессами в котле и износом элементов;
- наиболее часто отказы наблюдаются у поверхностей нагрева, включая пароперегреватели, испарительные поверхности, что вызывается накипью и отложениями (для контроля надежности котлов используется оценка технического состояния, которая может производиться визуальным методом и методами инструментального контроля);

– надежность при долевых режимах работы котлов на не полной мощности может снижаться связи со снижением качества сгорания топлива, ухудшения циркуляции воды и другими явлениями.

В результате проведенного исследования, считаем, что котлы «CANNON BONO ENERGIA» модели CTD переходят из стадии приработки в стадию нормальной эксплуатации, что вызывает повышенные требования к качеству технической эксплуатации. Поскольку в инструкции по эксплуатации котла нет четких указаний по способам повышения надежности, следует разработать инструкцию по техническому осмотру котлов «CANNON BONO ENERGIA» модели CTD. В рекомендациях в дальнейшей эксплуатации котла «CANNON BONO ENERGIA» нами выделены следующие основные зоны локализации эксплуатационных повреждений котла, на что необходимо обращать внимание при ее обследовании:

- наружная обшивка котла;
- верхний (пароводяной) барабан;
- переднее днище верхнего барабана;
- заднее днище верхнего барабана;
- нижний (водяной) барабан;
- переднее днище нижнего барабана;
- заднее днище нижнего барабана;
- соединения трубок с барабанами;
- трубы конвективного пучка;
- трубы потолочного экрана;
- боковой экран;
- топочное устройство;
- элементы лаза;
- элементы фундамента котла;
- огнеупорная кладка;
- наружные опорные конструкции котла.

Наиболее важным на наш взгляд является необходимость поддержки уровня эксплуатации котла не ниже 40% от полной мощности и управлять загрузкой в этом случае возможно при помощи распределения нагрузки между двумя котлами для сохранения нужного баланса.

Список литературы

1. Бойко Е.А. Паровые котлы: Учебное пособие / Е.А. Бойко. – Красноярск: КГТУ, 2005. – 135 с.
2. Бузников Е.Ф. Производственные и отопительные котельные / Е.Ф. Бузников [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 248 с.
3. Глазырин А.И. Повышение надежности работы котельного оборудования с использованием внутренних энергоресурсов: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Республика Казахстан, Алматы, 1999. – 35 с.
4. Деев Л.В. Котельные установки и их обслуживание / Л.В. Деев, Н.А. Балахничев. – М.: Высш. Шк., 1990. – 239 с.
5. Жуковский В.В. Пособие для машинистов и операторов котельной. – СПб.: ЦОТПБСП, 2003. – 108 с.
6. Киселев Н.А. Котельные установки. – М: Высшая школа, 1979. – 270 с.
7. Резников М.И. Паровые котлы тепловых электростанций. – М.: Энергоиздат, 1981. – 238 с.
8. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 432 с.
9. Gazprom Group acquista altre caldaie BONO. 19.11.2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bono.it/energia/it/utills/news/More-BONO-boilers-for-the-Gazprom-Group.html>