

УДК 620:621.09.31.311.661.51.313

Д.П. Гламаздин, инж. (BBS Фрайберг-на-Неккаре, ФРГ);
П.М. Гламаздин, доц.; Н.Е. Журавская, доц., канд. техн. наук
(КНУСА, г. Киев, Украина)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПАРКА ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНОЙНЫХ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В последние годы развитие «зеленой энергетики» является доминирующим трендом в мире [1]. Это направление предполагает значительное уменьшение выбросов CO₂ в атмосферу, следствием чего является ускоренный массовый вывод из эксплуатации источников теплоты, использующих органическое топливо во всех видах. Однако страны со среднемесячной температурой ниже нуля, имеющие развитую систему централизованного теплоснабжения с теплогенерирующими установками традиционного типа не смогут быстро перестроиться на безуглеродную энергетику, несмотря на угрозу введения всеобщего системного налога на продукцию, произведенную с использованием углеродных топлив [1]. Для повышения устойчивого развития экономики в этих условиях необходимо задействовать возможности модернизации эксплуатируемых топливоиспользующих агрегатов с целью повышения их экологических характеристик, поскольку практически все водогрейные котлы, использующиеся в отопительных котельных, как, впрочем, и в качестве тиковых котлов ТЭЦ не отвечают современным европейским нормам по выбросам оксидов углерода и азота [2].

Для снижения выбросов этих веществ в атмосферу может быть выбрано два направления:

- снижение удельного потребления топлива на генерирование теплоты, что автоматически уменьшает общее количество образующихся выбросов с одновременным уменьшением количества двуоксида углерода (парникового газа);
- совершенствование процессов горения углеводородного топлива в таких котлах.

Для поисков путей реализации первичного направления можно воспользоваться уравнением теплового баланса котла [3]:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \quad (1)$$

Анализ уравнения показывает, что для увеличения КПД котла, что однозначно ведет к уменьшению удельного расхода топлива и соответственно к уменьшению выбросов, необходимо уменьшать поте-

ри. Можно выделить набор технологических решений, применение которых дает возможность увеличить КПД водогрейных водотрубных котлов серий ПТВМ, КВГМ, ТВГ, КВГ, НИИСТу-V, которыми в основном укомплектованы отопительные котельные СЦТ постсоветских стран [1]. Все эти серии котлов используют газообразное топливо, поэтому потери q_4 и q_6 из рассмотренного нужно исключить. Основная потеря в случае использования газа – это потери с уходящими q_2 . Уменьшить эту потерю до минимума можно снизив температуру продуктов сгорания (уходящих) за котлом вплоть до значений, при которых начинается конденсация водяных паров, содержащихся в уходящих. Во всех перечисленных сериях водогрейных котлов не предусматривался предварительный подогрев дутьевого воздуха. Это обстоятельство дает возможность применять выносные воздухоподогреватели для снижения температуры уходящих вплоть до перехода в конденсационные режимы, не применяя первоначальную конструкцию котлов.

При этом возможно использование неметаллических материалов для изготовления воздухоподогревателей, что исключает опасность возникновения низкотемпературной коррозии в них. Организация конденсационного режима котлов позволяет еще больше уменьшить количество выбрасываемого в атмосферу оксида углерода и азота в результате их связывания выпадающим конденсатом воды. Образующие при этом угольная и азотистые кислоты при нейтрализации переходят в соли, которые возможно использовать в химической промышленности. Другая возможность уменьшения потери q_2 – это исключение присосов по ходу газового тракта. При этом возможна реализация двух технических решений – переход к газоплотному исполнению экранных поверхностей в топках котлов [2] и замена обмуровки. Второе направление приводит к одновременному уменьшению потери q_5 [3].

Еще одна возможность снижения выбросов оксидов углерода и азота – замена существующей системы автоматического управления работы котлов. Системы автоматики к эксплуатируемым котлам разрабатывались, как и сами котлы, еще в прошлом веке и не обладают возможностями, которые представляют сегодняшний уровень техники в области автоматизации регулирования технологических процессов. Необходимо отметить, что реализация всех возможностей современных управляющих контроллеров невозможно без оснащения тягодутьевых машин частотными регуляторами и замены газового оборудования.

Приведенные способы снижения вредных выбросов в атмосферу не затрагивают проблему совершенствования процесса горения в топке котла, в котором образуются оксиды углерода и азота. Количество образующихся оксидов при горении углеродов в топках зависит от совершенства конструкции горелки и от оптимальности расположения горелок в топке.

Горелки, которыми оснащены по большей части эксплуатирующиеся котлы разрабатывались полвека назад и естественно существовавшие в те времена требования к их экологическим характеристикам никак не соответствуют современным жестким требованиям. Нынешнее поколение горелок, производимых европейскими лидерами в этой области, удовлетворяют существующим жестким требованиям и даже превосходят их. Достигается это за счет использования в конструкциях горелок результатов численного моделирования сложнейших процессов тепломассопереноса и аэродинамики, осложненных химическими реакциями в горящем факеле и их экспериментальной верификации. Замена штатных горелок на совершенные образцы – это безусловно радикальная мера повышения экологических характеристик котлов.

Однако, проектируя такую замену, необходимо учитывать сложность адаптации горелки к геометрическим параметрам топки и при этом стремиться к уменьшению числа горелок в тех сериях котлов, где изначально их было много [4]. Поскольку современные горелки – это дорогие аппараты, возможны промежуточные технические решения. Например, известны довольно удачные попытки модернизации штатных горелок, например, типа ГМГ, с соответствующей реконструкцией систем топливоподачи и воздухообеспечения, а также использования современного комплекта автоматики [5].

Возможна организация рециркуляция части продуктов сгорания в топку [6]. Однако при этом возможно некоторое снижение КПД котла. Поэтому для принятия решения об использовании этого метода необходимо предварительно просчитать целесообразность использования метода, поскольку снижение уровня выбросов в этом случае может нивелировать эффект от повышения КПД за счет других мероприятий.

Очень действенный метод снижения вредных выбросов - модификация дутьевого воздуха путем его обогащения кислородом. При этом повышается КПД котла за счет уменьшения балласта в топке (азота воздуха) и интенсифицируется процесс горения в топке. Поскольку ранее методом получения кислорода мог быть только метод криогенного разделения воздуха. Это дорогой метод и его использо-

вание в энергетике экологически себя не оправдывало. Однако с бурным развитием мембранных технологий разделение воздуха с их применением значительно подешевело и экологически становится вполне рентабельным [7]. Особенно эффективен этот метод при сжигании угля, поскольку увеличивает степень выгорания углерода и соответственно уменьшает потери q_4 и q_6 .

Таким образом, из изложенного выше следует, что эксплуатируемые в настоящее время водогрейные котлы отопительных котельных систем централизованного теплоснабжения имеют значительные резервы для повышения своих экологических характеристик, что укладывается в тренд снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1 Информация по подготовке углеродного налога. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/tax/lt-in-focus/russian/2021/20-07-2021.pdf> (Дата обращения 08.01.2022).

2 Норматив ЕС по выбросам CO и NO_x от котлов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.era-comm.eu/Introduction_EU_Environmental_Law/EN/module_8/part_3/index.html (Дата обращения 23.12.2021).

3 Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.

4 Джанелидзе М.М. Исследование водогрейного котла ПТВМ-50 с мембранной конвективной поверхностями / М.М. Джанелидзе, И.Д. Лисейчик, М.Е. Кипшидзе, С.С. Байдин // Теплоэнергетика. 1981, № 7, с. 62065.

5 Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П. Досвід модернізації водогрійних котлів ПТВМ-30. Житлово-ком. Господарство України. 2012. № 9 (92). С. 59-61.

6 Локтев А.В., Малахов А.В. Технические решения модернизации газогорелочных устройств отопительных котлов. Труды Нижегородского государственного технологического университета им.Алексеева, 2014, № 2(104). – с.148-153.

7 Гламаздин П.М., Дяченко А.А. Збогачення кислородом дутьового воздуха для повышения энергоэффективности энергетических парогенераторов. Ученые записки Таврийского национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «Технические науки». Т.32 (71), № 4, 2021. – с.178-185.