

УДК 697.432.6.69

**А. В. ЛУКЬЯНОВ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ЛОКАЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Аннотация.** Обосновывается необходимость оценки влияния выбросов локальных источников тепловой энергии систем теплоснабжения как основы улучшения экологического состояния окружающей среды. Рассмотрены существующие способы снижения вредных веществ с продуктами сгорания и предложены мероприятия по снижению вредных выбросов. В жилищно-коммунальной теплоэнергетике используются различные котлоагрегаты: паровые и водогрейные; водотрубные и жаротрубные (газотрубные). Эти котлоагрегаты характеризуются большим рядом типоразмеров согласно их номинальной тепловой мощности. В котлоагрегатах коммунальной теплоэнергетики применяются все существующие виды топлива органического происхождения: твердое, жидкое и газообразное. Поэтому жилищно-коммунальная теплоэнергетика является существенным загрязнителем окружающей среды.

**Ключевые слова:** вредные выбросы, локальные котельные, оксиды азота, зола, окружающая среда, температура уходящих газов, газотрубные котлогенераторы.

**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В последнее время получило распространение использование малогабаритных жаротрубных котлоагрегатов для локальных систем теплоснабжения. При разработке и создании нового оборудования, использующего органическое топливо, основными требованиями является эффективное использование топлива и снижение выбросов вредных веществ. Однако для котлоагрегатов малой мощности нет данных относительно выбросов, а отсутствие контроля в данном вопросе может значительно обострить и без того опасную экологическую обстановку, которая сложилась в настоящее время.

На предприятиях коммунальной теплоэнергетики, кроме потребности в регистрации состава и количества выбросов, учета влияния их на экологию региона, существует необходимость непосредственно существенной корректировки организации процессов сжигания топлива в направлении уменьшения образования вредных веществ, подробно рассматриваемых в работах отечественных и зарубежных исследователей в данном направлении.

Недостаточная разработка решения вопросов соблюдения установленных норм выбросов из котлоагрегатов локальных систем теплоснабжения при рассмотрении экологической ситуации отдельного региона в целом переводит данную проблему в разряд актуальных. Поэтому оценка влияния локальных котельных на состояние окружающей среды особенно актуальна в научном и прикладном аспектах.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Существующие способы снижения вредных веществ с продуктами сгорания можно разделить на [1]:

а) средства прямого действия, влияющие на концентрацию вредных выбросов в продуктах сгорания при заданном составе и параметрах топлива и окислителя. Осуществляется воздействием на процесс горения через конструкцию топочного устройства;

б) средства эксплуатационного действия, влияющие на общий выброс вредных веществ или их удельный выход на единицу тепловой мощности котлоагрегата;

в) средства суммарного воздействия влияют на концентрацию, общий выброс и удельный выход загрязняющих веществ путем очищающих устройств.

Для котлоагрегатов локальных систем теплоснабжения наибольшего внимания заслуживают первый [5, 6] и второй из перечисленных средств [2, 3, 4].

Однако несмотря на то, что за последнее время появилось много научно-исследовательских работ, направленных на разработку мероприятий по снижению эмиссии вредных веществ, к решению экологического вопроса в коммунальной теплоэнергетике еще далеко. Это объясняется не комплексным подходом в отношении снижения различных составляющих вредных выбросов, отсутствием экологического мониторинга как локальных систем теплоснабжения, так и других систем теплоснабжения в коммунальной теплоэнергетике.

## ЦЕЛЬ СТАТЬИ И ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью публикации является анализ экологического состояния в коммунальной теплоэнергетике, выделение основных составляющих в структуре экологического мониторинга и исследования его распространения.

## ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для организации оценки влияния локальных котельных на состояние окружающей среды необходимо контролировать содержание газовых и твердых выбросов предприятий коммунальной теплоэнергетики.

При сжигании любого органического топлива выбрасываются в окружающую среду продукты сгорания: углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ), несгоревшее топливо: угарный газ ( $\text{CO}$ ), водород ( $\text{H}_2$ ), несгоревшие углеводороды ( $\text{C}_m\text{H}_n$ ) и экологически вредные нормированные загрязнители: оксиды серы ( $\text{SO}_2$ ), азота ( $\text{NO}_2$ ) и зола. По составу и температуре уходящих газов можно делать выводы об эффективности работы котлоагрегатов. При наладке котлоагрегатов на оптимальный режим горения уменьшается количество несгоревшего топлива, т. е. решается задача ресурсосбережения, уменьшается количество избыточного воздуха, что увеличивает КПД котлоагрегатов и уменьшается количество экологически вредных примесей.

Контроль за работой котлоагрегатов на котельных осуществляется по режимным картам. Режимные карты составляются, как правило, один раз в три года. В течение этого времени параметры котлоагрегатов меняются существенно, и несмотря на то, что режим горения поддерживается операторами в норме, выбросы несгоревшего топлива и экологически вредных примесей могут отличаться от оптимальных параметров.

Применение газоанализатора для контроля состава продуктов горения совместно с датчиками температуры, входящими в базовый комплект газоанализатора, позволяет определить, какой режим горения топлива поддерживается в данный конкретный промежуток времени. При этом для каждого конкретного типа топлива и при данной метеорологической обстановке (температуре окружающей среды, давления, влажности) возможно определение оптимального соотношения подачи топлива и воздуха в устройство, где идет сжигание, критерии оптимума могут быть выбраны из различных соображений. Например, это может быть максимальная энергетическая эффективность котлоагрегата или минимальные затраты при данной тепловой мощности с учетом затрат на техническое обслуживание и платежей экологическим службам. Сопоставление режима горения, определенного по показаниям газоанализатора, с режимными картами, составленными при настройке технически исправного котлоагрегата, позволит прогнозировать возникновение технических неполадок в оборудовании.

Для оптимизации процесса горения на исправном котлоагрегате, например по максимальной энергетической эффективности, достаточно контролировать содержание в продуктах горения кислорода ( $\text{O}_2$ ), окиси углерода ( $\text{CO}$ ) и углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). Соотношение этих компонентов несет информацию не только о коэффициенте полезного действия, но и о наличии технических неполадок (подсосов, негерметичности).

Для оптимизации процесса горения с учетом экономической эффективности нужно дополнительно контролировать содержание в выбросах оксидов азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), а также диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ), если сжигается уголь или мазут. Информация о концентрации оксидов азота также несет информацию о температуре горения и исправности газо- и дымоходов. Поэтому важна стационарная система оперативного мониторинга состава выбросов и режима горения топлива в котлоагрегатах.

Очевидно, что проблема организации эффективной работы котлоагрегата и проблема экологии тесно связаны между собой и решение одной автоматически влечет за собой и решение другой проблемы.

Эффективная работа котлоагрегатов обеспечивается оптимальным ведением режима горения топлива. Нерациональное ведение топочного процесса приводит [7]:

1. При подаче в топку воздух и топливо перемешиваются не полностью, поэтому в топку приходится подавать больше воздуха, чем необходимо теоретически. Чрезмерный избыток воздуха затем нагревается и выбрасывается в атмосферу, что в свою очередь вызывает перерасход топлива, потребляемого котлоагрегатом для нагрева излишков воздуха, и электроэнергии, потребляемой дутьевыми вентиляторами. На практике известно, что снижение на каждые 5 % количества подаваемого избыточного воздуха дает 1 % экономии топлива. Кроме того, при увеличении коэффициента избытка воздуха существенно увеличивается концентрация оксидов азота.

2. Недостаток воздуха при горении способствует образованию окиси углерода CO в дымовых газах и приводит к потере тепла от химической неполноты сгорания топлива, то есть к перерасходу топлива.

3. Повышение экономичности котлоагрегатов достигается снижением температуры уходящих газов. Из практики известно, что уменьшение температуры уходящих газов на 100 °С дает увеличение КПД котлоагрегата на 1 %, а снижение температуры в ядре факела приводит к уменьшению окисления азота воздуха и снижению выбросов оксидов азота с дымовыми газами.

4. При нерациональном режиме работы котлоагрегата происходит быстрое загрязнение поверхностей нагрева, что приводит к остановке котлоагрегата для чистки.

Каждая котельная установка, сжигающая топливо, должна платить за нормированные выбросы ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , зола). Уменьшение выбросов в результате наладки котлоагрегата на оптимальный режим и, следовательно, уменьшение платежей является экономическим стимулом для установки систем экологического мониторинга.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, одной из задач оценки влияния локальных котельных на состояние окружающей среды является накопление информации об основных источниках выбросов загрязняющих примесей, таких как CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , предприятиями теплоэнергетики. На основе этих данных возможно составление базы данных для дальнейших исследований, выбора эффективных средств снижения выбросов вредных веществ. Оценка влияния локальных котельных на состояние окружающей среды позволяет ведение оптимального режима работы котлоагрегата и в конечном итоге приводит к экономии топлива, снижению себестоимости единицы тепла, повышению КПД котлоагрегата и улучшению экологической обстановки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апальков, А. П. Термодинамическая оценка влияния коэффициента избытка воздуха и рециркуляции продуктов сгорания на энергетические характеристики топливоиспользующих агрегатов [Текст] / А. П. Апальков // Промислова теплотехніка. – 2004. – Т. 26. – № 2. – С. 142–146.
2. Clean Air Act Amendment 1990 [Text] // Boiler Emissions Reference Guide. – 1992. – № 3. – P. 4–7.
3. Schneider, H. Neuentwicklungen für atmosphärische Brenner [Text] / H. Schneider // Gas-Z. Wirt umweltfreundl. Energie. – 1987. – Vol. 38. – P. 5–9.
4. Mulholland, I. A. Fuel oil reburning application for  $\text{NO}_x$  control fo firetube package boilers [Text] / I. A. Mulholland, R. E. Hall // Trans ASME. – 1995. – Vol. 22, № 2. – P. 13–17.
5. Трубецкой, Е. А. Разработка низкоэмиссионной плоскопламенной горелки универсального назначения [Текст] / Е. А. Трубецкой // Промислова теплотехніка. – 2004. – Т. 26, № 2. – С. 138–141.
6. Флер, М. З. Газовая горелка для жаротрубних теплогенераторов малой мощности [Текст] / М. З. Флер // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2003. – Вип. 2003-4(41) Інженерні системи та технологія безпека у будівництві. – С. 26–28.
7. Gas boiler [Текст] // Fir Cond. Heat / And Refring. News. – 1993. – Vol. 190, № 15. – P. 30.

Получено 09.10.2019

О. В. ЛУК'ЯНОВ

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИКИДІВ ЛОКАЛЬНИХ КОТЕЛЕНЬ СИСТЕМ  
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ  
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Обґрунтовується необхідність екологічного моніторингу джерел теплової енергії локальних систем теплопостачання як основи поліпшення екологічного стану навколишнього середовища. Розглянуто існуючі засоби зниження шкідливих речовин в продуктах згорання і запропоновано заходи щодо зниження шкідливих викидів. У житлово-комунальній теплоенергетиці використовуються різні котлоагрегати: парові і водогрійні; водотрубні і жаротрубні (газотрубні). Ці котлоагрегати характеризуються великою кількістю типорозмірів згідно з їх номінальною тепловою потужністю. У котлоагрегатах комунальної теплоенергетики застосовуються всі існуючі види палива органічного походження: тверде, рідке і газоподібне. З огляду на це житлово-комунальна теплоенергетика є істотним забруднювачем навколишнього середовища.

**Ключові слова:** шкідливі викиди, локальні котельні, оксиди азоту, попіл, навколишнє середовище, температура відхідних газів, газотрубні котлогенератори.

ALEXANDER LUKYANOV

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF EMISSIONS OF LOCAL BOILER SYSTEMS  
OF HEAT SUPPLY ON THE ENVIRONMENT

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The necessity of estimation of influence of emissions of local sources of thermal energy of systems of heat supply as bases of improvement of an ecological condition of environment has been proved. The existing methods of reducing harmful substances with combustion products are considered and measures to reduce harmful emissions are proposed. In housing and communal heat power various boilers are used: steam and hot water; water-tube and fire-tube (gas-tube). These boilers are characterized by a large range of sizes according to their rated thermal capacity. All existing types of fuel of organic origin: solid, liquid and gaseous are used as fuel in boilers of municipal heat power. Taking all these facts into accounts this housing and communal heat is a significant polluter of the environment.

**Key words:** harmful emissions, local boiler houses, nitrogen oxides, ash, environment, flue gas temperature, gas pipe boiler generators.

**Лукьянов Александр Васильевич** – доктор технических наук, профессор кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: автономные системы теплоснабжения, источники теплоты.

**Лук'янов Олександр Васильович** – доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: автономні системи теплопостачання, джерела теплоти.

**Lukyjanov Alexander** – Sc. D. (Eng.), Professor, Head of Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: independent heat supply systems, heat sources.