

EDN: XRSXVG

УДК 697.432 + 662.611

А. В. ЛУКЬЯНОВ, Д. Э. РЫБАКФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевский, г. Макеевка

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация. Коммунальная теплоэнергетика относится к наиболее сложным в инженерном плане и важным по воздействию на окружающую среду видам деятельности, активно влияет на экологию и имеет значительный социальный и экономический эффект в жилищно-коммунальном хозяйстве. Для определения экономико-экологической эффективности теплогенераторов малой мощности при доставке теплоты потребителям были выполнены исследования по внедрению автономных систем теплоснабжения квартала Черемушки в г. Амвросиевка ДНР. Рассмотрены вопросы использования теплогенераторов малой мощности для автономных систем теплоснабжения с точки зрения экологической безопасности, как потребителей теплоты, так и окружающей среды. Приведенные данные исследований определяют необходимость комплексного подхода (экономического, экологического и технологического) при выборе вариантов источников тепловой энергии систем теплоснабжения отдельных потребителей.

Ключевые слова: экологический мониторинг, токсичные выбросы, автономные источники теплоты, сгорание топлива, газотрубные теплогенераторы, вредные выбросы, модульные котельные.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Коммунальная теплоэнергетика относится к наиболее сложным в инженерном плане и важным по воздействию на окружающую среду видам деятельности, активно влияет на экологию и имеет значительный социальный и экономический эффект в жилищно-коммунальном хозяйстве.

В настоящее время общие потери тепловой энергии в различных тепловых хозяйствах страны начиная от сжигания топлива и заканчивая потреблением тепла достигают 51 % удельной теплоты сгорания топлива. Такие потери тепла связаны со слабой технической оснащенностью хозяйств, занимающихся производством, транспортировкой, распределением и потреблением тепла. В большинстве тепловых хозяйств используется устаревшее оборудование, не отвечающее современным требованиям. Поэтому основными тенденциями мирового научно-технического направления в данной области является снижение затрат при выработке тепловой энергии за счет повышения КПД котельного оборудования; совершенствование технологии сжигания топлива в горелочных устройствах; создание новых типов котельного оборудования, способного сжигать дешевые нетрадиционные виды топлива.

В последнее время получило распространение использование малогабаритных газотрубных котлов для автономных систем теплоснабжения. При разработке и создании нового оборудования, использующего органическое топливо, основными требованиями являются эффективное использование топлива и снижение выбросов вредных веществ.

Защита окружающей среды является одной из самых главных проблем человечества. Население крупных городов дышит воздухом, загрязненным токсичными и канцерогенными веществами. Энергосбережение и применение современных методов снижения вредных выбросов способствует оздоровлению воздушного бассейна городов и пригородов.



АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Осложнение экологического состояния повлекло необходимость разработки мер по предотвращению принятия экологически непонятных решений. Еще с конца 60-х годов 20-го века появляются работы, освещающие вопросы влияния коммунальной теплоэнергетики на окружающую среду [1, 2, 3, 4]. Однако эти публикации рассматривали выбросы теплогенераторами средней и большой мощности (тепловых электростанций и крупных районных котельных).

Для теплогенераторов малой мощности нет данных по выбросам, а отсутствие контроля в данном вопросе обостряет и без того опасную экологическую обстановку, что сложилась в настоящее время.

Материалы статьи основаны на результатах исследований, которые выполнялись в соответствии с приоритетными научно-техническими направлениями науки и техники в рамках проектов «разработка и усовершенствование экотехнологических процессов утилизации теплоты и использования нетрадиционных источников энергии», «создание теоретических и технологических основ разработки систем автономного теплоснабжения».

Для предприятий коммунальной теплоэнергетики при определении выбросов продуктов сгорания до 2002 года пользовались материалами [5]. Эта методика была предназначена для определения выбросов от котлов средней и большой мощности тепловых электростанций и районных котельных. К тому же она не учитывала модернизацию оборудования.

Согласно современным требованиям разработана методика по определению выбросов загрязняющих веществ [6], но и она не лишена серьезных изъянов.

В настоящее время для снабжения потребителей теплотой используются различные локальные системы теплоснабжения: поквартирное отопление; автономные котельные.

При выборе источника тепловой энергии до настоящего времени используется технико-экономическое сравнение вариантов, а экологические аспекты, как правило, не учитываются. А эти аспекты определяют санитарно-гигиенические условия, как окружающей среды, так и внутренних помещений потребителей.

ЦЕЛИ

Целью данной статьи является обоснование важности учета экологических аспектов при внедрении теплогенераторов малой мощности в автономных системах теплоснабжения.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для определения экономико-экологической эффективности теплогенераторов малой мощности при доставке теплоты потребителям были выполнены исследования по внедрению автономных систем теплоснабжения квартала Черемушки в г. Амвросиевка ДНР. Квартал в настоящее время получает тепловую энергию в виде горячей воды с параметрами 150/70 °С от центральной котельной – 3, которая оснащена водогрейными водотрубными теплогенераторами ТВГ – 4р и КВГ – 6,5. Годовой расход природного газа центральной котельной – 3 120,5 тыс. м³/год.

Вторым вариантом теплоснабжения потребителей является внедрение модульных котельных, оборудованных прямоточными теплогенераторами «Бернард-120» с единичной тепловой мощностью 120 кВт и КПД 94 %. Модульные котельные устанавливаются непосредственно возле потребителей. Годовой расход природного газа при использовании теплогенераторов «Бернард-120» составит 34,15 тыс. м³/год, то есть расход топлива сократился на 86,35 тыс. м³. Применение модульных котельных у потребителей ликвидирует внешние тепловые сети, а значит и потери теплоты в них, транспортные расходы на доставку теплоносителя. Модульные котельные работают в автоматическом режиме, а это позволяет сократить эксплуатационные расходы.

Как видим, технико-экономическое сравнение центральной котельной с модульными котельными говорит в пользу применения модульных котельных.

Следующим этапом исследований было определение экологической эффективности работы рассматриваемых вариантов источников теплоты. Исследования проводились по определению концентраций токсичных (СО, NO_x, SO_x) и парниковых газов в выбросах продуктов сгорания. В данной статье приведены результаты исследований концентраций диоксида азота NO_x, как наиболее токсичного вещества в продуктах сгорания природного газа.

Аналитические методы определения выброса загрязняющего вещества в методике [6], базируются на использовании показателя эмиссии. По методике [7] валовой выброс j - i загрязняющего вещества E_j , т, которое поступает в атмосферу с дымовыми газами теплогенератора за промежуток времени T ,

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i, \quad (1)$$

где E_{ji} – валовой выброс j -го загрязняющего вещества при сжигании i -го топлива за промежуток времени T , т;
 k_{ji} – показатель эмиссии j -го загрязняющего вещества для i -го топлива, г/ГДж;
 B_i – расход i -го топлива за промежуток времени T , т;
 $(Q_i^r)_i$ – низшая рабочая теплота сгорания i -го топлива, МДж/кг.

Показатель эмиссии загрязняющего вещества определяется для каждого вещества индивидуально по формулам, приведенным в методике [7]. С помощью формулы (1) были определены концентрации диоксидов азота NO_x в выбросах центральной котельной и модульных котельных.

По определенным концентрациям и климатологическим характеристикам (направленность и скорость ветра, координаты источников тепловой энергии) по экологическим программам были определены изолинии концентраций оксидов азота NO_x и построены карты-схемы экологического мониторинга вариантов источников тепловой энергии (рис. 1, 2).

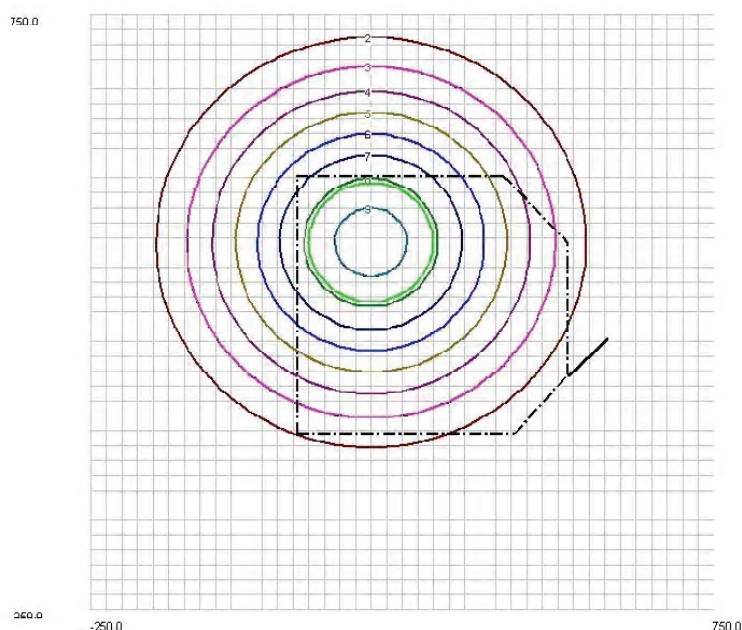


Рисунок 1 – Концентрация оксида азота NO_x в продуктах сгорания центральной котельной: 1 – 1,13 ПДК; 2 – 1,00 ПДК; 3 – 0,87 ПДК; 4 – 0,73 ПДК; 5 – 0,60 ПДК; 6 – 0,47 ПДК; 7 – 0,33 ПДК, 8 – 0,20 ПДК; 9 – 0,068 ПДК.

Анализ карт-схем экологического мониторинга показывает, что при использовании центральной котельной (рис. 1) концентрации оксида азота NO_x превышают предельно допустимые концентрации (ПДК) только по изолинии 1. Эта изолиния (не вошла на рисунок) находится уже за пределами квартала, то есть, учитывая экологическую безопасность использования центральной котельной для теплоснабжения квартала является возможным.

Карта-схема экологического мониторинга модульных котельных (рис. 2) показывает, что зоны, в которых концентрация оксидов азота NO_x превышает ПДК, находящиеся как в пределах квартала (изолинии 6), так и за пределами (изолинии 1, 2, 3, 4,5).

Это можно объяснить хаотичным расположением модульных котельных, не учитывающим архитектурную планировку уже существующих зданий; свойства климатических условий местности.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования дают возможность утверждать, что при внедрении автономных систем теплоснабжения следует учитывать климатологические характеристики местности, выбирать место расположения миникотельных, согласно карт-схем экологического мониторинга.

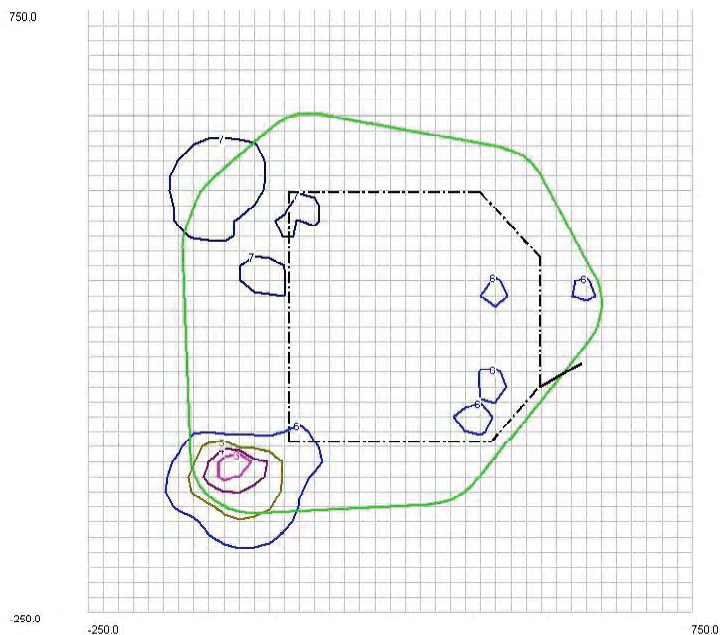


Рисунок 2 – Концентрация оксида азота NOx в продуктах сгорания модульных котельных: 1 – 1,97 ПДК; 2 – 1,78 ПДК; 3 – 1,59 ПДК; 4 – 1,40 ПДК; 5 – 1,21 ПДК; 6 – 1,02 ПДК; 7 – 0,82 ПДК; 8 – 0,63 ПДК; 9 – 0,44 ПДК.

Использование карт-схем экологического мониторинга позволяет не только определять места расположения миникотельных, но и места строительства зданий различного назначения при уже существующих источниках тепловой энергии.

Таким образом, проведенные исследования показали, что для выбора оптимального варианта источников тепловой энергии потребителей нужно проводить не только технико-экономическое сравнение, но и экологический мониторинг влияния выбросов котельных на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арский, Ю. М. Экологическая экспертиза / Ю. М. Арский. – Москва : ВИНТИ, 1992. – 80 с. – Текст : непосредственный.
2. Кривоногов, Б. М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды / Б. М. Кривоногов. – Ленинград : Недра. Ленингр. отд-ние, 1986. – 280 с. – Текст : непосредственный.
3. Отопительное оборудование и экология. – Текст : электронный // Сахнснабсервис : [сайт]. – 2023. – URL: <https://www.sakhsnabservice.ru/ecology/> (дата обращения: 11.04.2023).
4. Котлы отопления и их влияние на экологию. – Текст : электронный // Арболит : [сайт]. – 2007–2022. – URL: <http://www.arbolit.net/kotly-otoplenija-i-ih-vlijanie-na-jekologiju.html> (дата обращения: 11.04.2023).
5. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами / Государственный комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Ленинград : Гидрометеоиздат. – 1986. – 183 с. – Текст : непосредственный.
6. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок / Министерства топлива и энергетики. – Киев : издательство Министерства топлива и энергетики, 2002. – 44 с. – Текст : непосредственный.
7. О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним) = [Directive of the European Parliament and of the Council on industriale missions (integrated pollution prevention and control)]: Директива № 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского союза : взамен Директива 78/176/ЕС от 20 февраля 1978 г. / перевод И. В. Артамоновой. – Страсбург : [б. и.], 2010. – 87 с.

Получена 19.09.2023

Принята 27.10.2023

О. В. ЛУК'ЯНОВ, Д. Е. РИБАК
ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ МАЛОЇ
ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», Російська
Федерація, Донецька Народна Республіка, м. о. Макіївський, м. Макіївка

Анотація. Комунальна теплоенергетика належить до найскладніших в інженерному плані та важливих за впливом на довкілля видів діяльності, активно впливає на екологію та має значний соціальний та економічний ефект у житлово-комунальному господарстві. Для визначення економіко-екологічної ефективності теплогенераторів малої потужності при доставці тепла споживачам були виконані дослідження по впровадженню автономних систем теплопостачання кварталу Черемушки в м. Амвросіївка ДНР. Розглянуті питання використання теплогенераторів малої потужності для автономних систем теплопостачання з точки зору екологічної безпеки, як споживачів тепла, так і довкілля. Наведені дані досліджень визначають необхідність комплексного підходу (економічного, екологічного та технологічного) при виборі варіантів джерел теплової енергії систем теплопостачання окремих споживачів.

Ключові слова: екологічний моніторинг, токсичні викиди, автономні джерела тепла, згоряння палива, газотрубні теплогенератори, шкідливі викиди, модульні котельні.

ALEXANDER LUKYANOV, DANIL RYBAK
ENVIRONMENTAL ISSUES OF THE USE OF LOW-POWER HEAT
GENERATORS FOR AUTONOMOUS HEAT SUPPLY SYSTEMS
FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian
Federation, Makeevka

Abstract. The municipal heat and power sector is one of the most complex and environmentally impact ful areas of engineering, with significant social and economic effects on housing and communal services. To determine the economic and environmental efficiency of low-power heat generators in delivering heat to consumers, studies were conducted on the implementation of autonomous heating systems in the Cheremushki district of Amvrosievka, DPR. The use of low-power heat generators for autonomous heating systems was examined from the perspective of both consumer and environmental safety. The data from these studies indicate the need for a comprehensive approach (economic, environmental, and technological) when selecting options for heating sources for individual consumers' heating systems.

Keywords: environmental monitoring, toxic emissions, autonomous heat sources, fuel combustion, gas-tube heat generators, harmful emissions, modular boiler houses.

Лукьянов Александр Васильевич – доктор технических наук, профессор; декан факультета инженерных и экологических систем в строительстве ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: автономные системы теплоснабжения, источники теплоты.

Рыбак Данил Эдуардович – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: водоподготовка и водно-химические режимы в системах теплоснабжения.

Лук'янов Олександр Васильович – доктор технічних наук, професор; декан факультету інженерних та екологічних систем у будівництві ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: автономні системи теплопостачання, джерела теплоти.

Рыбак Данило Эдуардович – ассистент кафедры теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: водопідготовка та водно-хімічні режими у системах теплопостачання.

Lukyanov Alexander – D. Sc. (Eng.), Professor; Dean of the Faculty of Engineering and Environmental Systems in Construction, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: include autonomous heating systems and heat sources.

Rybak Danil – assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: include water treatment and water-chemical modes in heating systems.